



شرح تصویر روی جلد:

با مراجعه به منابع علمی معتبر از میان میوه ها و سبزی هایی که روی جلد این شماره از مجله نشان داده شده است سه مورد را که بالاترین درصد وزنی فیبر خوراکی دارند مشخص کنید. در ضمن از آگاهی های بیش تری که برای خوانندگان مجله پیرامون سه مورد یادشده تهیه می کنید به گرمی استقبال می شود. بهترین و کامل ترین پاسخ در بخش نامه های رسیده چاپ خواهد شد. لطفا پاسخ دقیق و نشانی منبع مورد استناد خود را حداکثر تا پایان آذرماه به نشانی الکترونیکی زیر بفرستید و از جوایز ارزنده ما بهره مند شوید.

shimi@roshdmag.ir

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
دفتر نشریات و تکنولوژی آموزشی

رشد ۱۰۶ آموزش شیمی

فصل نامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی

Quarterly Chemistry Education Magazine 2013, Vol. 26, No. 4
Successive No: 106

مدیر مسئول:

محمد ناصری

سردبیر:

نعمت الله ارشدی

هیئت تحریریه:

مجتبی باقرزاده، غلام عباس پارسا،

احمد خرم آبادی زاده، عباس علی زمانی، رسول عبدالله میرزایی،

نیاز والی اصفهانی و محمد رضا یافتیان

مدیر داخلی و ویراستار ادبی:

مهدیه سالار کیا

طراح گرافیک:

جعفر وافی

نشانی دفتر مجله:

تهران، ایرانشهر شمالی، پلاک ۲۶۶

صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵

پیام گیر نشریات رشد:

۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲

مدیر مسئول: ۱۰۲

دفتر مجله: ۱۱۳

امور مشترکین: ۱۱۴

نشانی امور مشترکین:

تهران، صندوق پستی: ۱۶۵۹۵/۱۱۱

تلفن امور مشترکین:

۰۲۱-۷۷۳۳۶۶۵۶، ۷۷۳۳۶۶۵۵

تلفن دفتر مجله:

۰۲۱-۸۸۳۱۱۶۱-۹، داخلی ۲۸۳-۲۸۴

مستقیم ۰۲۱-۸۸۳۰۵۸۶۲

وبگاه: www.roshdmag.ir

پیام نگار: shimi@roshdmag.ir

شمارگان: ۶۰۰۰

چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

یادداشت سردبیر

آموزش محیط زیست در شیمی؛ حاشیه یا متن؟ ۲ نعمت الله ارشدی

شیمی در بستر تاریخ

صنایع شیمیایی ایران در عهد کیمیاگری ۴ سیدمحمدحسین منظورالاجداد، مریم ثقفی

آموزش با آزمایش

هم ساده، هم جالب؛ پیشنهادهایی برای آزمایش ۸ زهرا ارزانی

آموزش شیمی در جهان امروز

کندو کاوی در جدول تناوبی عنصرها ۱۰ سیدمحمد صالحی

شیمی از نگاهی ژرف

دوگانگی موج - ذره، کلید درک دنیای کوانتومی ۱۳ اشکان کریمی

گاما؛ پرتویی پرتوان ولی خطرناک ۱۷ مریم خزاعی، مهناز خراشادی زاده و مینا رضایی

کاتالیزگرهای آلی؛ چشم اندازی نو در مسیری دیر پا ۲۰ یاسمن نوبخت، نعمت الله ارشدی

شیمی، صنعت و زندگی

پالایش آب، نانوفناوری را به خدمت می گیرد ۲۶ مریم شکیبی

حسگرهای جرمی، ابزاری نو برای دنیای متفاوت ۲۹ منوچهر قنبری

نسخه برداری بدون کاربن ۳۳ پریسا حیدری

بزرگترین باز یافت کننده در خاورمیانه! ۳۶ راضیه بنکدار سخی

فیبرهای خوراکی، ضامن طبیعی تندرستی ۴۲ مهدیه مفتخر

شیمی در رسانه ها

تازه های شیمی ۴۸ اشکان کریمی و نرگس پیشکاری

شیمی در وب ۵۲ پریسانعمت الهی

چند پرسش، چند پاسخ ۵۷ ماندانا فتوحی

همراه با معلمان

نمونه پرسش های شیمی ۶۰ اورنگ باقی

آموزش محیط زیست در شیمه؛

حاشیه یا متن؟

از بخش‌های مهم آموزش همگانی بوده است و اجرای درست و دقیق آن بایستی پیوسته و به‌طور جدی پی‌گیری شود. در این آموزش همگانی گسترش شناخت محیط‌زیست و ایجاد حساسیت نسبت به آن، تقویت انگیزه‌های فردی و مشارکت‌های اجتماعی مردمان از جمله کلیدی‌ترین وظایفی است که باید در طراحی و تولید برنامه‌های درسی مد نظر باشد.

از آن جا که امروزه گسترش سواد محیط زیستی در میان شهروندان از جمله دغدغه‌های اصلی برنامه‌ریزان درسی در دوره‌های تحصیلی مختلف است، ارایه تعریف جامعی برای آموزش محیط زیست می‌تواند در یکپارچگی و انسجام بخشی به برنامه‌های درسی سودمند باشد. بر این مبنا آموزش محیط‌زیست را می‌توان **تلاشی** تعریف کرد که با رویکردی **چندرشته‌ای** گسترش آشنایی فراگیران، تقویت مهارت‌ها (ذهنی و عملی) و ایجاد نگرش‌ها و ارزش‌هایی را در دستور کار خود دارد که فرد و جامعه را قادر سازد در حفظ و بهبود کیفی محیط‌زیست سهیم باشند.

براساس این تعریف و به منظور تحقق شعار حفظ و بهبود کیفی محیط زیست، بایستی آموزش محیط‌زیست را به سه بُعد زیر تعمیم داد:

«آموزش در محیط‌زیست»

«آموزش درباره محیط‌زیست»

و

«آموزش برای محیط‌زیست»

وجود این ابعادی کلیدی از آن چنان اهمیتی برخوردار است که هر برنامه درسی **متوازن** و **متعادل** برای آموزش محیط‌زیست، باید آن‌ها را به هر شکل ممکن دربرداشته باشد.

برای شناخت هر یک از این بُعدها کافی است با تفسیری که برای واژه‌های «در»، «درباره» و «برای» ارایه شده است آشنا شد. واژه «در» به تلاش برای ایجاد فرصتی برای فراگیران تأکید

فصل خزان رسید و باز برگ فرشی رو به مدرسه، پهن است برای ما و باز آغوش گرم مدرسه، اینک به مهر بر این فرش پرنگار، یادت همیشه یگانه کردگار؛ بگذار گام و رو کن به مدرسه، پر کن کلاس ز درس پر قصه

سال تحصیلی نو بر شما خواننده گرامی مبارک باد. امید است به یاری پروردگار دانا و توانا و همت بلند شما معلمان و مدرسان ارجمند، این پاییز نورسیده نویدبخش کارنامه‌ای زرین برای بهبود کمی و کیفی آموزش شیمی در کشور عزیزمان باشد. فصل پاییز فرصت دیگری برای شناخت و قدرشناسی از طبیعت است؛ طبیعتی که طی شش ماه با شادابی و نهایت سخاوت، خوان رنگارنگ خود را در برابر ما گسترده بود و اکنون، با ورزش باد سرد خزان، ناگزیر فصلی دیگر از زندگی خود را آغاز می‌کند و جلوه‌ای دیگر از شگفتی‌های خود را به ما می‌نمایاند. چهره‌ای که اگرچه دل‌گیر و غم‌ناک به نظر می‌رسد ولی پشت آن نقاب زرد و چروکیده‌اش، امید به بهار سرسبز دیگری پنهان شده است. اکنون اگر برای لحظه‌ای تصور کنید که این تغییر را دیگر برگشتی نخواهد بود، آیا در این صورت جز یأس و نومیدی چیزی بر چهره ما خواهد نشست؟ آیا این تحول جز مرگ و نیستی برای طبیعت و نوع بشر ارمانی خواهد داشت؟

بی‌شک با درنگ در طبیعت و مطالعه آن می‌توانیم خود را بازشناسیم و از مسئولیت‌هایی که در برابر طبیعت داریم آگاه شویم. اهمیت این مطالعه را نخستین‌بار نزدیک به سیصد سال پیش ژان ژاک روسو در رمان **امیل** خود یادآور شد. این نویسنده نامدار در این رمان که رساله‌ای پیرامون تعلیم و تربیت است بر آموزشی تأکید دارد که بر محیط‌زیست متمرکز است. پیام او فریادی است که در سده هجدهم در قلب اروپا و در حمایت از محیط‌زیست بلند شد ولی اکنون از سراسر این کره خاکی شنیده می‌شود.

آموزش محیط‌زیست در کشور ما نیز بویژه در یک دهه اخیر

دقیق و با کنکاش در برنامه درسی ملی که چند ماهی است برای اجرا ابلاغ شده است، جز در دو یا سه مورد جزئی اثری از توجه جدی به محیط‌زیست ندیده است. با توجه به اهمیت چشم‌گیر آموزش محیط‌زیست در عصر امروز و با عنایت به ماهیت چندرشته‌ای این آموزش، لازم بود که در برنامه درسی ملی با نگاهی ویژه و فراگیر آموزش محیط‌زیست

در همه درس‌ها مورد تأکید قرار می‌گرفت یا دست‌کم درسی یک یا دو واحدی به طور جداگانه به آن اختصاص می‌یافت، ولی چنین نشده است. این نگرانی هنگامی شدت می‌یابد که با اجرای

نظام آموزشی شش-سه-سه، احتمال

حذف یا تغییر ساختار و محتوای کتاب شیمی برای زندگی نیز در دستور کار قرار گیرد. از این رو لازم است، پیش از آغاز هرگونه تغییری در ساختار و محتوای کتاب‌های درسی دوره متوسطه دوم این موضوع با هم‌فکری کارشناسان محیط‌زیست مورد بررسی دقیق قرار گیرد و آموزش محیط‌زیست با قوت

هرچه بیش‌تری نسبت به گذشته در نظام آموزشی کشور ورود یابد. پس برماست که با به متن آوردن همه جانبه مفاهیم و چالش‌های محیط‌زیستی ایران و جهان، از به حاشیه رانده شدن این مبحث مهم و

تاثیرگذار بر زندگی بشر امروز در کلاس و

درس جلوگیری کنیم. امید است با تربیت شهروندانی آگاه و فعال، شعار محوری حفظ و بهبود کیفی محیط‌زیست دست‌کم در مقیاس محلی و ملی به گونه‌ای تحقق یابد که نسل‌های آینده همواره از اقدام ما در راستای گسترش توسعه پایدار در کشور به نیکی یاد کنند.

دارد که طی آن به یافتن تجربه‌ای دست اول از رویارویی با مسائل محیط‌زیستی می‌انجامد. تجربه‌ای که تنها از طریق فعالیت‌های برون‌کلاسی و با حضور فعال در دامن طبیعت (ساختگی یا طبیعی) به دست می‌آید. فعالیتی فردی یا گروهی که در ضمن، به تقویت مهارت‌های فرایندی فراگیران نیز می‌انجامد. مهارت‌هایی که لازمه گسترش سواد علمی-فناورانه میان شهروندان نیز است. واژه «درپاره» به تلاش برای آموزش محیط‌زیست در بستر مسائل فرهنگی، سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، ایمنی و بهداشتی تأکید دارد و انتظار می‌رود در این بستر، با ایجاد نگرش‌هایی معطوف به محیط‌زیست، شهروندان در هر یک از این عرصه‌ها تصمیم‌هایی سازگار با محیط‌زیست و در راستای حفظ و بهبود کیفی آن بگیرند.

واژه «برای» به تلاش برای معرفی راه‌هایی تأکید دارد که اثر زندگی ما را بر محیط‌زیست به حداقل برساند و برای زندگی نوع بشر الگویی سازگار با محیط‌زیست ارائه دهد. تشویق افراد به داشتن عملی تأثیرگذار بر مسائل محیط‌زیست مورد توجه این بُعد از آموزش محیط‌زیست است. این هدف از طریق ایجاد دغدغه و احساس مسئولیت نسبت به محیط‌های اجتماعی و طبیعی محلی، ملی و جهانی در فراگیران تحقق می‌یابد.

آنچه گذشت، وظیفه‌ای است که بخشی از آن هم به‌عهده درس شیمی دوره متوسطه است. کتاب شیمی سال اول - شیمی برای زندگی - کتابی است که با رویکردی محیط‌زیستی طی نزدیک به دو سال در گروه شیمی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی طراحی و تولید شد و اکنون بیش از یک دهه است که میلیون‌ها نفر از شهروندان جامعه ما را به طور مستقیم در معرض آموزش محیط‌زیست قرار داده است، اگرچه در زمان تألیف این کتاب هیچ برنامه درسی ملی مصوبی وجود نداشت که بر اهمیت آموزش محیط‌زیست تأکید داشته باشد، نویسندگان این کتاب در اقدامی آگاهانه و با وجود مخالفت‌های جدی بسیاری که در ابتدای ورود آن به جامعه آموزش شیمی کشور مطرح شد، محیط‌زیست را از حاشیه به متن آوردند و نخستین کتاب درسی با رویکرد محیط‌زیستی را نگاشتند و تمام قد به دفاع از آن پرداختند. اگرچه گذر زمان و معرفی ابعاد گوناگون بهره‌گیری از این رویکرد از شدت مخالفت‌ها کاست ولی هنوز هم، علی‌رغم گذشت این مدت، این کتاب هنوز جایگاه مورد انتظار خود را بویژه در میان معلمان شیمی نیافته است.

نگارنده این سطور که خود از حامیان محیط‌زیست و از دست‌اندرکاران طراحی و تولید این کتاب بوده است، با مطالعه





صنایع شیمیایی ایران

دکتر سیدمحمدحسین منظورالاجداد
عضو هیئت علمی گروه تاریخ دانشگاه تربیت مدرس
مریم تقفی
دانشجوی کارشناسی ارشد تاریخ

چکیده

کیمیا در آغاز یک روش بود اما با گذشت زمان، ویژگی شعبده و جادوگری بدان افزوده شد. در حالی که بعد فنی این دانش با تلفیق نظریه‌های علمی و آزمایشگاهی منجر به شناخت برخی عناصرها و مواد شیمیایی شد که خود پایه‌ای برای شکل‌گیری صنایع شدند. در این پژوهش برخی از این صنایع که در ایران کاربرد فراوان داشته است معرفی می‌شود.

کلیدواژه‌ها

کیمیا، صنایع، علوم، شیمی

مقدمه

از آغاز تاریخ بشر، علوم مختلف شکل گرفت. انسان اولیه در هنگام تولید نخ با فیزیک، در کشت کتان و پنبه با گیاه‌شناسی، از راه نساجی با مکانیک، در ساخت سفال و لعاب، استخراج فلزها، دباغی پوست و شیشه‌سازی با علم شیمی آشنا شد. همچنین در جریان پخت نان، عملکرد مخمرها را شناخت و بدین ترتیب بیوشیمی نیز در خدمت بشر قرار گرفت. [۱] اما دسته‌بندی علوم به گونه‌ای امروزی در گذشته معنایی نداشت و مرز مشخصی میان علوم مختلف در نظر گرفته نمی‌شد. برای نمونه ارسطو، علوم را به دو دسته نظری و عملی تقسیم می‌کرد؛ امور وابسته به اختیار انسان را حکمت عملی می‌نامید و طبیعیات، ریاضیات و الهیات را حکمت نظری می‌خواند. [۲] همچنین در مورد مواد بنیادی جهان، ارسطو با امپدوکلس^۱ هم عقیده بود و عالم را تشکیل یافته از چهار عنصر، آب و باد و آتش و خاک می‌دانست.

فارابی دانشمند ایرانی نیز در کتاب احصاءالعلوم، علوم را به این ترتیب تقسیم‌بندی می‌کند: علم زبان، منطوق، مدنی، تعلیمی شامل ریاضیات، نجوم و موسیقی، علوم طبیعی و الهی [۴]، در حالی که کیمیا را از جمله علوم غریبه یا خفیه می‌شمارد. این دانش، افزون بر پرداختن به تبدیل فلزهای کم‌ارزش به طلا، شامل تولید مواد و صنایع گوناگون نیز بود و با زندگی روزمره ارتباط تنگاتنگی داشت. در ادامه، به این صنایع می‌پردازیم که در تقسیم‌بندی جدید، مرتبط با علم شیمی در نظر گرفته می‌شوند.

صنعت قندسازی

تبرزدی ایران، ساقه نیشکر به وسیله دو استوانه فشرده می‌شد تا شیرۀ آن جمع شود. سپس در دیگ‌های مسی آن را می‌جوشاندند و برای سفید کردن، به آن شیر می‌افزودند. این شکر که بسیار سفت و سخت بود، تبرزدی نام گرفت. افزون بر این روش بنا

از زمان آشنایی انسان با نیشکر، فکر به‌کارگیری عصاره آن و تولید شکر مورد توجه قرار گرفت. در ایران، ظاهراً نخستین بار، شکر در گندی‌شاپور تولید شد. در روش تولید شکر معروف



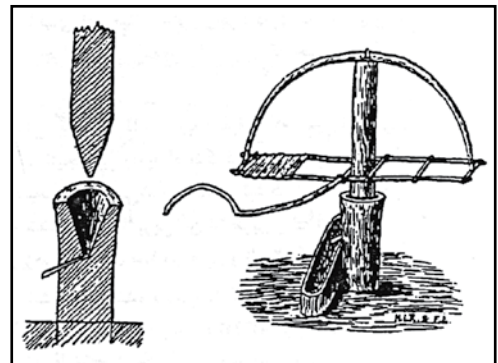
در عهد کیمیاگری

برای جلادادن در نقاشی، پزشکی، گرفتن درزهای کشتی بهره می‌گیرند و فقرا برای گرمابخشی از آن استفاده می‌کنند. [۵]

برای بالابردن کیفیت نفت، از روش تقطیر نفت استفاده می‌شد اما این عملیات موجب بالا رفتن قیمت نفت می‌شد و در نتیجه استفاده از آن را محدودتر می‌کرد.

کاغذسازی و مرکب‌سازی

اختراع کاغذ را به چینی‌ها نسبت می‌دهند اما پس از رواج اسلام، این صنعت در سمرقند، بغداد و خراسان بسیار رواج

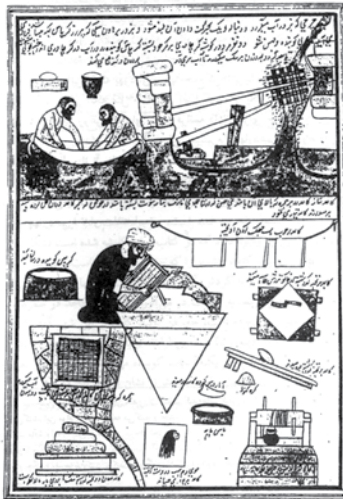


شکل ۱ آسیاب نیشکر

به یافته‌های به‌دست آمده در شوش، برای سفید کردن شکر، آهک نیز کاربرد داشته است. [۴]

نفت و زغال‌سنگ

از دوران باستان، ایرانیان، نفت و زغال‌سنگ را به‌عنوان ماده سوختی می‌شناختند اما نفت در ایران کاربرد بیشتری داشت چنان‌که در عهد باستان به‌عنوان روغن مادی از ماد - منطقه‌ای در شمال‌غربی ایران - به‌دست می‌آمد. برای استخراج نفت، ظرفی را در قشر نفت فرو کرده، آن را بیرون می‌کشیدند و در مخزنی حاوی چند مجرا می‌ریختند. نفت به شکل قیر و روغن وارد این مجراها می‌شد. کاربرد نفت متفاوت بود؛ از نفت سفید به‌عنوان جلادهنده در نقاشی و پزشکی استفاده می‌شد و نفت سیاه برای سوخت و بیشتر برای روشنایی به مصرف می‌رسید. البته افراد کم‌درآمد، به دلیل قیمت پایین و بوی بد، نفت را به جای روغن برای روشنایی استفاده می‌کرده‌اند. شاردن در سفرنامه خود نوشته است: "قیر طبیعی در شمال ایران وجود دارد و از آن



شکل ۲ تولید کاغذ،
قرن ۱۳ قمری

یافت. در ایران کاغذ را از پارچه‌های نخی و کف می‌ساختند، برخلاف چینیان که آن را از پوست درخت تهیه می‌کردند، و به گفته شاردن، به همین دلیل این کاغذها خشن و کلفت بودند. چنین آمده است که برای تهیه مرکب، پس از سوزاندن نفت در فضای سرپوشیده، دوده آن را خوب می‌کوبیدند و آن

تهیه روغن، در یک مرحله آسیاب کردن و فشردن دانه‌ها انجام می‌گرفته تا روغن از دانه‌ها آزاد شود. سپس در مرحله شیمیایی اضافه کردن آب جوش به روغن و جداسازی روغن از محلول انجام می‌گرفت تا روغن بیشتری به دست آید. در زمینه روغن زیتون نیز اشاره شده است که چون روغن بسیار بدبویی از زیتون گرفته می‌شده، این روغن در تأمین سوخت برای وسایل روشنایی و صابون‌سازی مورد استفاده قرار می‌گرفت. [۸]

صابون‌سازی

ظاهراً در دوره قاجار در برخی مناطق ایران، صابون را از روغن زیتون می‌ساخته‌اند [۹] اما در مناطقی دیگر، مواد اولیه صابون تفاوت داشته است. در مقایسه صابون‌سازی سنتی و جدید در ایران، طالبوف در کتاب احمد چنین می‌گوید: «امروز در مملکت ما پیه و خاکستر را با هم مخلوط کرده و صابون تولید می‌کنند. این کارخانه صابون‌سازی جدید، یکی از شعبه‌های بسیار مهم تجارت است. سابق، این کارخانه را نمی‌شد در ایران دایر کرد زیرا یکی از اجزای مهم آن قلیه‌دش (سود) است. با قلیه‌دش ایران نمی‌شد صابون خوب و خوش‌رنگ به عمل آورد. پس از آنکه بلان، کیمیاگر فرانسوی از نمک خوراکی - که در هر جا وفور دارد - قلیه‌دش تحصیل نمود، عمل صابون‌پزی سهل گردید». [۱۰]

صنایع پوست و چرم‌سازی

چرم‌سازی از جمله صنایع کهن است. انسان اولیه برای محافظت خود در برابر سرما به فکر استفاده از پوست جانوران افتاد. در آغاز به کمک سنگ‌های تیز، ضایعات پوست را از بین می‌برد اما پوست به زودی فاسد می‌شد. از این رو بعدها به خشک کردن پوست در آفتاب روی آورد اما پوست به دست آمده شکننده و غیرقابل استفاده بود. سپس از روش دود دادن و مالیدن روغن به پوست استفاده کرد، تا آنکه تحولی در صنعت چرم ایجاد شد. بدین ترتیب که از آهک برای موزدایی پوست، و از تانن و زاج سفید برای تهیه چرمی بادوام، استفاده کرد. بدین ترتیب، کاربرد پوست و چرم افزایش یافت و از آن در تهیه کفش، کلاه، تیردان و سپر چرمی استفاده شد. [۱۱]

شیشه‌سازی

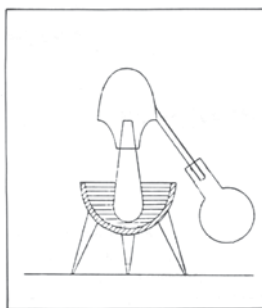
صنعت شیشه‌سازی، تاریخی بسیار کهن دارد. یافتن آثار گوناگون شیشه‌ای از جمله ظرف‌ها و مهره‌های تزئینی شیشه‌ای دلیلی بر قدمت زیاد این صنعت در ایران است. ساختار اصلی

را با شیر، صمغ عربی، تانن، نشاسته، گلاب و سرکه مخلوط می‌کردند. پس از چهل روز، مرکب آماده می‌شد. [۶]

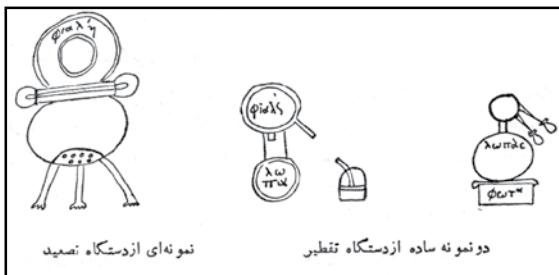
داروسازی

در زمینه تهیه برخی داروها و خواص آن‌ها، رازی و ابن سینا مطالب بسیاری در کتاب‌های خود آورده‌اند. ظاهراً ابن سینا با داروی بیهوشی آشنا بوده و ابوالقاسم عراقی نیز برای تهیه این داروها از تریاک دستورهایی داده است. این مواد قبل از اتر و کلروفرم برای بیهوشی مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند.

ظاهراً در تهیه بوراکس نیز مسلمانان پیشگام بوده‌اند. بوراکس ماده‌ای است که در پزشکی، داروسازی، لعاب‌سازی و حتی در نانوائی^۲ کاربرد دارد. بوفون، زیست‌شناس معروف فرانسوی، استخراج و پالایش بوراکس را به مسلمانان و به ویژه ایرانیان نسبت می‌دهد و اینکه، بعدها اروپایی‌ها روش استخراج آن را از ایرانیان آموختند. [۷]



شکل ۳ نمونه‌ای از دستگاه تقطیر مورد استفاده کیمیاگران مسلمان

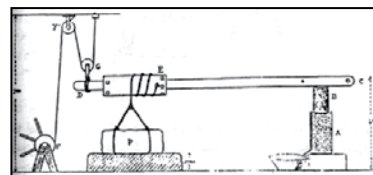


نمونه‌ای از دستگاه تصفیه

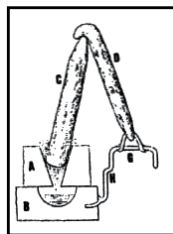
دو نمونه ساده از دستگاه تقطیر

روغن‌سازی

از دوران باستان، روغن کنجد و پس از آن روغن کرچک، خشخاش، کتان و پنبه دانه در ایران مصرف داشته است. برای



شکل ۴ مگنه روغن‌سازی، کاشان



شکل ۵ مگنه روغن‌سازی، یزد

مخلوط است که کاملاً با هم خرد و نرم می‌شدند و کاربرد فراوانی داشتند.

نتیجه‌گیری

هدف اصلی بیشتر کیمیاگران، تبدیل فلزهای گوناگون به طلا بود اما جست‌وجوی آنان برای یافتن راهی برای این تغییر و تبدیل، منجر به شناخت برخی فلزها، شناخت نسبی داروها، کانی‌شناسی، روش استخراج مواد و روش‌های ترکیب عناصرها شد. هرچند پیشرفت امروز در علم شیمی قابل مقایسه با اطلاعات محدود کیمیاگران گذشته نیست اما از تلاش پیشینیان و استفاده از تجارب آنان در علوم امروزی نمی‌توان چشم‌پوشی کرد.



1. Empedocles

۲. بوراکس همراه جوش شیرین (سدیم بی‌کربنات) در نانوائی‌ها برای پف‌کردن نان مصرف داشته است.
۳. افزودن اکسید آهن به لعاب زرد می‌دهد، اکسید مس رنگ آبی و اکسید روی رنگ سفید ایجاد می‌کند.

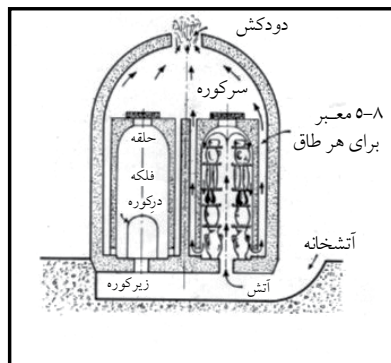


۱. بهمنش، احمد؛ تاریخ ملل قدیم آسیای غربی، تهران، دانشگاه تهران، ۱۳۸۵، ص ۱۱۶.
۲. ارسطو؛ طبیعت، ترجمه علی‌اکبر فرورقی، تهران، انتشارات دانشگاه ملی ایران، ۱۳۵۸، جلد ۱، ص ۱۸۷.
۳. فازابی، ابونصر؛ احصاء العلوم، ترجمه حسین خدیو جم، بی‌جا، انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، ۱۳۸۴، ص ۳۹.
۴. هودسون، جان؛ تاریخ شیمی، ترجمه احمد خواجه نصیر طوسی، تهران، نشر دانشگاهی، ۱۳۷۴، ص ۶۸.
۵. مقدمه‌ای در تاریخ تکنولوژی و کاربرد مواد در ایران از قرن اول تا سیزدهم، ترجمه آرام فریب، بی‌جا، اختران، ۱۳۸۳، ص ۲۰۷-۲۱۸.
۶. فریر، راندل دلبو؛ برگزیده و شرح سفرنامه شاردن، ترجمه حسین هزبریان و حسن اسدی، تهران، فرزاد، ۱۳۸۴، ص ۳۱۳.
۷. محبی، همان، ص ۳۰۰.
۸. وولف، هانس. ای؛ صنایع دستی کهن ایران، ترجمه سیروس ابراهیم‌زاده، تهران، علمی و فرهنگی، ۱۳۸۴، ص ۱۳۲.
۹. محبی، همان، صص ۲۲۰-۲۲۴.
۱۰. پولاک، یاکوب ادوارد؛ سفرنامه پولاک، ترجمه کیکائوس جهاننداری، بی‌جا، خوارزمی، ۱۳۳۸، ص ۳۸۸.
۱۱. طالبوف، عبدالرحیم بن ابوطالب؛ سفینه طالبی یا کتاب احمد، اسلامبول، مطبعه اختر، ۱۳۱۲، ص ۲۰-۲۱.
۱۲. فیروزنیا، علی؛ شیمی پوست و فناوری چرم، مشهد، پژوهش توس، ۱۳۸۳، ص ۱؛ بهزاد احمدی و سعید سامی، شیمی پوست و چرم، بی‌جا، انتشارات محیط، ۱۳۶۶، جلد ۱، ص ۲-۱۴.
۱۳. یآوری، حسین؛ شیشه‌گری دستی در ایران، تهران، سوره مهر، ۱۳۸۷، صص ۱۲-۲۴.
۱۴. فرزاد، ناصر؛ تاریخ تحول هنر و صنعت رنگ در ایران و جهان، تهران، انتشارات تهران، ۱۳۸۴، صص ۱۰۸-۱۱۰.
۱۵. شروه، ع. و ابراهیمی، مریم؛ لعاب و مواد در سرامیک، بی‌جا، رهام، ۱۳۸۰، صص ۳۴-۶۶.

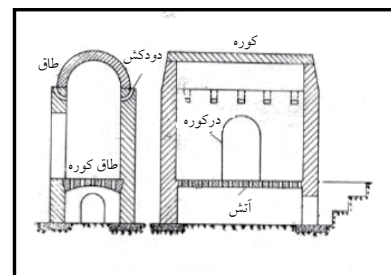
شیشه، شن یا سیلیس، همراه با برخی اکسیدها یا ترکیب‌های فلزی است. بعدها با تکامل این صنعت، ساخت انواع شیشه‌های رنگی با افزودن فلزها به ترکیب اصلی شیشه، ممکن شد. [۱۲] صنعت شیشه‌سازی طی قرن‌ها در ایران ترقی بسیار کرد و در دوره سلجوقیان به اوج خود رسید. چنان‌که به گفته دکتر پولاک، تقریباً در هر شهری از ایران چندین کارگاه شیشه‌گری وجود داشته است اما در دوره قاجار با ورود شیشه‌های فرنگی به ایران، صنعت شیشه‌سازی دچار رکود شد. [۱۳]

صنایع لعاب‌سازی

لعاب، لایه نازکی از شیشه است که سطوح سفالی، سرامیکی و کاشی‌ها را می‌پوشاند و موجب افزایش مقاومت و زیباشدن آن‌ها می‌شود. ترکیب اصلی لعاب شیشه، شن و اکسیدهای فلزی است. افزودن اکسیدهای گوناگون فلزی به ساختار لعاب، موجب ایجاد رنگ‌های مختلف در لعاب می‌شود.^۳ بسیاری بر این باورند که رنگ مینایی لعاب، منشأ ایرانی دارد. رنگ‌های مینایی در سه نوع طلایی، جگری و چند رنگ در دسترس بوده‌اند. کاربرد رنگ‌های مینایی لعاب در دوره سلجوقیان و مغولان به اوج خود رسید. [۱۴] در دوره صفویه، استفاده از لعاب هفت‌رنگ در کاشی‌کاری نشان از رشد این صنعت در این دوران دارد. شاردن در سفرنامه خود می‌گوید ماده اولیه میناهای زیبای ایرانی، شیشه، شن و خاک



شکل ۶ برش طولی کوره ای در بیدخت



شکل ۷ کوره کاشی سازی در شهر رضا

هم ساده، هم جالب؛ پیشنهادهای برای آزمایش

زهرا ارزانی
معلم شیمی ناحیه ۲، کرج

آ. ساده اما پر محتوی

این آزمایش ساده را می‌توان پیش از تدریس مبحث اسید- باز در هر پایه‌ای مورد استفاده قرار داد.

روش کار

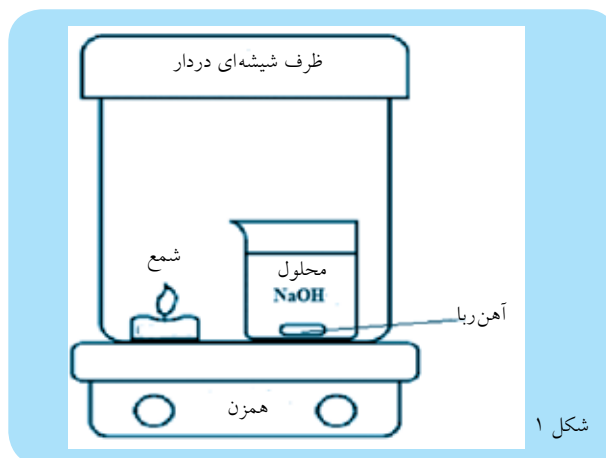
۲۰۰ mL سدیم هیدروکسید ۰/۰۰۱ M را همراه با چند قطره فنول فنالتین در یک بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری بریزید. این بشر را درون یک بشر یک لیتری بگذارید و کنار آن شمعی کوچک

روشن کنید، شکل ۱. اگر بشر را روی همزن مغناطیسی قرار دهید نتیجه را بهتر مشاهده خواهید کرد. روی بشر بزرگ‌تر را درپوش بگذارید و همزن را روشن کنید. چه می‌بینید؟

این نمایش که سوختن شمع را در یک محیط بسته نشان می‌دهد می‌تواند از جنبه‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد که اثبات تولید کربن دی‌اکسید هنگام سوختن شمع با توجه به سرعت سوختن، از جمله آن‌هاست. در آغاز، سرعت سوختن شمع زیاد است اما با گذشت زمان و مصرف شدن اکسیژن درون ظرف، سرعت سوختن کم می‌شود تا اینکه به خاموش شدن شمع می‌انجامد. در اینجا اثر غلظت بر سرعت واکنش و عامل محدودکننده یادآوری می‌شود.

اگر می‌خواهید نمایش را تکرار کنید در ظرف را باز کرده، چند قطره سود به محلول بیفزایید تا دوباره رنگ ارغوانی در آن مشاهده شود. توجه داشته باشید که این بار، سرعت کم‌رنگ شدن محلول بسیار کمتر از بار قبلی است و دلیل آن هم به تشکیل محلول بافر مربوط است. چگونه؟

این نمایش می‌تواند به‌عنوان یک آزمون نیز مورد استفاده قرار گیرد. پس از نمایش، از دانش‌آموزان بخواهید تا در گروه‌های مختلف مبحث



شکل ۱

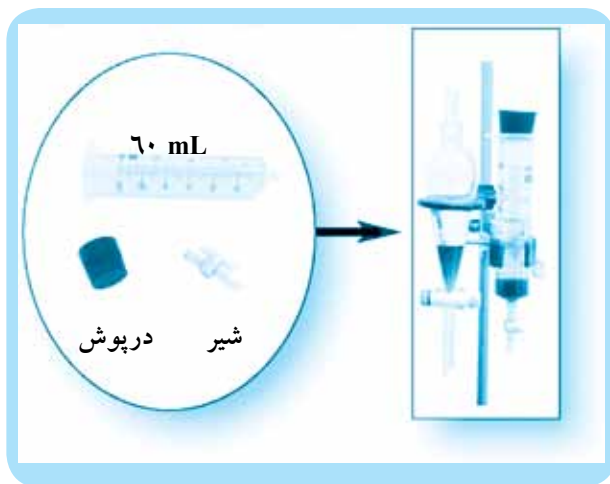
به کمک یک سرنگ ۱۵۰ میلی لیتری، به خوبی می توان حتی خلاء لازم برای یک ارلن تخلیه ۱۵۰ میلی لیتری را فراهم کرد. یکی از راه های استفاده از سرنگ برای تولید خلاء در شکل ۲ نشان داده شده است.

این سامانه به راحتی برای صاف کردن رسوب های پتاسیم نترات، اکسالات نیکل و کبالت استفاده شده است. [۳] استفاده از عینک ایمنی ضروری است زیرا فشار داخل سامانه با محیط بیرون متفاوت است.

پ. دستگاه ساده استخراج

معمولاً انجام آزمایش ها در دوره دبیرستان بیشتر جنبه نمایشی دارد و هدف از آن ها انجام فعالیت های صنعتی نیست. از آنجا که مقدار کم مواد هم می توانند نشان دهنده پدیده های انجام شده باشند، باید تا حد امکان در استفاده از مواد شیمیایی صرفه جویی کرد. این کار دو حسن خواهد داشت؛ پسماند تولید شده کمتر، و فعالیت از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر خواهد بود.

در این آزمایش پیشنهاد می شود به جای قیف جداکننده از یک سرنگ استفاده کنید. البته اگر بتوانید بنا به شکل، سامانه را به شیر کوچکی متصل کنید آزمایش بسیار دقیق تر خواهد شد [۴] و گرنه، برای بیرون راندن محلول باید از پیستون استفاده کنید.



شکل ۳

ترمودینامیک، اسید و باز، سینتیک، تغییر حالت ماده (گرمای آزاد شده و ذوب شدن پارافین) انرژی و نور را توضیح دهند. این بحث گروهی می تواند مباحث یاد گرفته شده را جمع بندی کند.



ب. دستگاه ساده برای صاف کردن با خلاء

یکی از راه های بهتر و سریع تر برای صاف کردن رسوبات، استفاده از خلاء است، اما این روش به استفاده از مقدار زیادی آب نیازمند است. در بسیاری از موارد نیز فشار آب به حدی کم است که خرطومی نمی تواند به خوبی هوا را کشیده، خلاء ایجاد کند.



شکل ۲

1. A Comprehensive General Chemistry Demonstration-Ryan. D. Sweeder* and Kathleen A. Jeffery, J. Chem. Educ., 2013, 90, 96-98.
2. Roecker, L., J. Chem. Edu. 2007, 84, 1663.
3. Simple Apparatus for Vacuum Filtration - Denis M. Zilin*. and act el. J. Chem. Educ. 2013, 90, 142-143.
4. S. Joy Logan and Neal M. Abrams- J. Chem. Educ., 2012, 89(12), pp 1609-1610.



سید محمد صالحی
 معلم شیمی اسلام شهر

چکیده

استفاده از آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم عناصرها، مهم ترین ملاک چینش عناصرها در جدول تناوبی است. بر این اساس، در این مقاله جای مناسب چهار عنصر واسطه شامل لانتان، اکتینیم، لوتسیم و لارنسیم در میان بلوک های d و f جدول تناوبی بررسی می شود و در ادامه، رابطه ظریف میان لانتانیدها و اکتینیدها، با بخش f جدول مورد توجه قرار می گیرد. در پایان، گروه بندی این عناصر بنا به جدول آیوپاک نیز ارائه می شود.

کلیدواژه ها

عناصرهای واسطه، بلوک d، بلوک f، لانتانیدها، اکتینیدها

مقدمه

در بسیاری از کشورها، از جدول تناوبی ای استفاده می شود که از استانداردهای مؤسسه آیوپاک پیروی می کند. در این زمینه البته برخی اختلاف نظرها هم وجود دارد برای نمونه، برخی شیمی دانان عناصرهای خانواده روی را - که خواصی شبیه خواص فلزهای قلیایی خاکی دارند - جزء فلزهای اصلی طبقه بندی می کنند.

به هر حال، مراجعه به اطلاعات و یافته های تجربی که مورد تأیید مؤسسه آیوپاک اند، همواره می تواند پاسخ منطقی برخی پرسش ها را برای شیمی دانان در پی داشته باشد که چگونگی چینش و گروه بندی عناصرها نمونه ای از آنهاست.

به منظور جلوگیری از طولانی و جاگیر بودن جدول، این بخش از عنصرهای واسطه در دو ردیف، به پایین و خارج از بدنه اصلی جدول منتقل شده‌اند و گرنه، این جدا شدن عنصرها اهمیت دیگری ندارد

و توریم درمی‌یابیم که آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم این سه عنصر براساس نتایج طیف‌سنجی (جدول ۴)، با آرایش الکترونی آن‌ها بنا به اصل آفا (جدول ۵) هم‌خوانی ندارد، زیرا در لایه ظرفیت اتم این عنصرها وضعیت اشغال زیرلایه‌ها به گونه‌ای است که پس از پر شدن اوربیتال ns الکترون‌های ظرفیتی باید اوربیتال‌های (n-2)f را اشغال کنند، در حالی که چنین نیست و به جای آن، الکترون ظرفیتی وارد اوربیتال‌های d (n-1) می‌شود. البته در توریم دو الکترون ظرفیتی در زیرلایه d (n-1) جای دارد. به این ترتیب، هر سه عنصر در لایه ظرفیت خود دارای زیرلایه d (n-1) کامل نشده هستند و انتظار این است که هر سه در بلوک d قرار داشته باشند، در حالی که در جدول‌هایی مانند جدول ۱، فقط دو عنصر لانتان و اکتینیم در بلوک d قرار گرفته‌اند. از سوی دیگر، اتم همه عنصرهای واسطه بلوک d، در تناوب

جدول ۱

جدول ۲ توجه: Lu و Lr در بلوک d قرار دارند.

این تصور که همه لانتانیدها فقط در یک خانه (خانه لانتان) و همه اکتینیدها نیز فقط در یک خانه (خانه اکتینیم) قرار می‌گیرند، کاملاً اشتباه و غیرممکن است

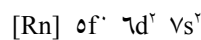
چینش واسطه‌ها

هنگام بررسی جدول‌های تناوبی، با طبقه‌بندی‌های گوناگون عنصرها روبه‌رو می‌شویم که از آن جمله طبقه‌بندی برحسب بلوک، حالت فیزیکی، نوع عنصر و... را می‌توان برشمرد. معمول‌ترین آن‌ها در جدول‌های ۱، ۲ و ۳ نمایش داده شده‌اند. به نظر شما تفاوت جزئی میان این جدول‌ها حاکی از چیست؟ شما استفاده از کدام جدول را منطقی‌تر می‌دانید؟

واسطه‌ها کوچ می‌کنند

با مقایسه جدول‌های ۱ و ۲، برخی عنصرهای واسطه را می‌بینیم که در میان بلوک‌های d و f کوچ می‌کنند چنان‌که در جدول ۱، دو عنصر لانتان و اکتینیم در بلوک d قرار دارند و دو عنصر لوتیسم و لارنسیم در بلوک f جای گرفته‌اند. در جدول ۲، مشاهده می‌کنیم که La و Ac در بلوک f هستند و Lu و Lr در بلوک d. حال با توجه به جدول ۳، چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؛ آیا این چهار عنصر، همه به بلوک f تعلق دارند؟ برای قرار گرفتن La و Ac در بلوک d جدول ۱، می‌توان با توجه به آرایش پایدار اتم این عنصرها در حالت پایه و پایدار، چنین استدلال کرد که زیرلایه d (n-1) در آن‌ها کامل نیست. همچنین آرایش الکترونی این عنصرها به آرایش لایه ظرفیت ایتیریم و اسکاندیم شباهت دارد. پس برای لانتان و اکتینیم قرار گرفتن در بلوک d، زیر ایتیریم و در ستون سوم واسطه‌ها بهتر است.

اکنون با استدلال یاد شده، جایگاه توریم، Th، را در جدول ۱ بررسی می‌کنیم. این عنصر در بلوک d قرار دارد در حالی که آرایش الکترونی پایدار آن به این قرار است:



و مشاهده می‌شود که زیرلایه d (n-1) در آن کامل نیست. این آرایش به آرایش عنصرهای ستون چهارم واسطه، در بلوک d شباهت دارد اما یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که قرار گرفتن توریم در بلوک d امکان‌پذیر نیست.

با بررسی دقیق‌تر آرایش الکترونی عنصرهای لانتان و اکتینیم

The image shows the IUPAC Periodic Table of the Elements. It is a standard periodic table with elements arranged in rows and columns. The title is 'IUPAC Periodic Table of the Elements'. The table includes elements from Hydrogen (H) to Oganesson (Og). The f-block elements (lanthanides and actinides) are shown separately at the bottom of the table.

جدول ۳ توجه: Lu و Lr در بلوک f قرار دارند.

Lu و Lr را شامل می‌شود. از سوی آیوپاک برای عنصرهای بلوک f، شماره گروه تعریف نشده است. همچنین این تصور که همه لانتانیدها فقط در یک خانه (خانه لانتان) و همه اکتینیدها نیز فقط در یک خانه (خانه اکتینیم) قرار می‌گیرند، کاملاً اشتباه و غیرممکن است و هر عنصری برای خود خانه‌ای جداگانه در جدول تناوبی دارد. اشتباه از اینجا نتیجه شده است که در جدول آیوپاک، به ظاهر برای همه لانتانیدها یک خانه و برای همه اکتینیدها نیز یک خانه در نظر گرفته شده است، در صورتی که برای درک جایگاه مجموعه لانتانیدها و اکتینیدها در بدنه اصلی جدول، هر دو خانه، فقط موقعیت این عنصرها را نشان می‌دهند، که به منظور جلوگیری از طولانی و جاگیر بودن جدول، این بخش از عنصرهای واسطه در دو ردیف، به پایین و خارج از بدنه اصلی جدول منتقل شده‌اند و گرنه، این جدا شدن عنصرها اهمیت دیگری ندارد.

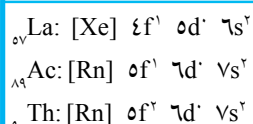
۶ و ۷ جدول، از زیرلایه $(n-2)f$ کاملاً پُر برخوردارند اما این زیرلایه در La و Ac خالی است. در نتیجه، تناقض در چیدمان این دو عنصر در بلوک d کاملاً احساس می‌شود. با توجه به لایه ظرفیت اتم عنصرهای Lu و Lr، این عنصرها باید در بلوک d قرار گیرند زیرا بنا به قاعده تعیین بلوک، عنصری که دارای زیرلایه d کامل نشده است جزء عنصرهای بلوک d در نظر گرفته می‌شود همچنین زیرلایه $(n-2)f$ در این دو عنصر، مانند عنصرهای واسطه دیگری که در تناوب ۶ و ۷ قرار گرفته‌اند، پر است.

لانتانیدها و اکتینیدها در جدول آیوپاک

جدول تناوبی ۳، از پایگاه آیوپاک گرفته شده است و حکایت از این دارد که بخشی از واسطه‌ها در دو ردیف ۱۵ تا ۱۵ پایین جدول قرار می‌گیرند. در طبقه‌بندی موردنظر جدول آیوپاک، این دو ردیف، عنصرهای لانتانیدی و اکتینیدی را معرفی می‌کنند، نه عنصرهای بلوک f را. از سوی دیگر مجموعه لانتانیدها و اکتینیدها، خواه در بدنه اصلی جدول قرار گیرند، یا پایین جدول قرار داشته باشند، شامل ۳۰ عنصر در دو ردیف ۱۵ تا ۱۵ هستند، به طوری که لانتانیدها در خانه‌های ۵۷ تا ۷۱ و اکتینیدها در خانه‌های ۸۹ تا ۱۰۳ جدول جای می‌گیرند. از مجموعه لانتانیدها و اکتینیدها، ۲۸ عنصر متعلق به بلوک f و دو عنصر لوتسیم و لارنسیم در انتهای این مجموعه، متعلق به بلوک d هستند که بهتر است این دو عنصر را، لانتانید و اکتینید بلوک d به‌شمار آوریم و همان‌طور که از شکل ۲ نیز پیداست، هر دوی این عنصرها از اعضای گروه سوم واسطه‌ها هستند.

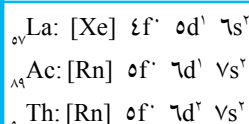
نکته قابل تأمل دیگر این است که، گروه سوم واسطه، ستونی ۴ عضوی است و نه ۳۲ عضوی، که عنصرهای Sc_{۲۱} و Y_{۳۹} و

آرایش مورد انتظار
بنا بر اصل آفا



جدول ۵

آرایش واقعی
بر اساس نتایج طیف‌سنجی



جدول ۴

۱. دکتر حسین آقا بزرگ، دکتر حمیدرضا آقابرگ، مبانی شیمی معدنی (جلد اول)، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تربیت معلم، چاپ پنجم، ۱۳۸۹.

2. www.webelements.com/index.html
3. www.iupac.org



دوگانگی موج-ذره

کلید درک دنیای کوانتوم



«اگر کسی پس از خواندن نظریه کوانتوم دچار شوک نشود، آن را درک نکرده است.» نیلز بور

اشکان کریمی

چکیده

یکی از موضوع‌های چالش برانگیز که همواره درک و فهم کامل آن دشوار بوده است، خصلت دوگانه موجی - ذره‌ای نور است. از آنجا که این مطلب، اساس و پایه علم کوانتوم به‌شمار می‌رود، درک عمیق آن کمک شایانی به فهم مبانی کوانتوم می‌کند. در این مقاله، به‌صورت مفهومی این خصلت دوگانه را مورد بررسی قرار داده، مروری بر آن خواهیم داشت.

کلیدواژه‌ها

نور، الکترون، خصلت موجی و ذره‌ای

مقدمه

طی چند دهه، از حدود ۱۸۹۰ تا ۱۹۳۰، انقلابی در نحوه نگرش به ساختار ماده صورت گرفت و سبب شد شواهد و دلایل نو، در تعارض با مدل‌های دیرینه قرار گیرد. سیر پیشرفت‌ها همه را به بازنگری کامل در تصویر کلاسیک ماده و انرژی واداشت که در جهان ماکروسکوپی، از هم متمایزند؛ ماده به‌صورت تکه و قطعه وجود دارد و دارای جرم است، در حالی که انرژی فاقد جرم بوده، کمیت آن به‌صورت پیوسته تغییر می‌کند. به‌هرحال در ابعاد میکروسکوپی نمی‌توان دقیقاً یکی از دو خصلت را به ذره‌ها نسبت داد. در این مقاله نخست، ماهیت نور را مورد بررسی قرار می‌دهیم، سپس بر مبنای آن به ماهیت ذره‌های درون اتم می‌پردازیم.



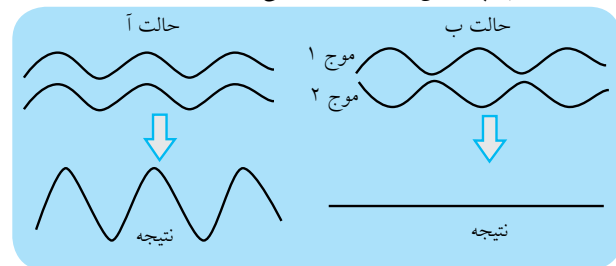
ماهیت موجی - ذره‌ای نور

در سده هفدهم میلادی، اسحاق نیوتون پیشنهاد کرد که به نور باید همچون جویباری از ذره‌ها نگریست. او بر مبنای همین دیدگاه، عنوان کرد که نور همواره در خطی مستقیم سیر می‌کند. درستی علمی این تفکر هنگامی زیر سؤال رفت که فیزیک‌دانی به نام توماس یانگ، در اوایل قرن نوزدهم متوجه شد که پس از عبور نور از یک صفحه دارای دو شیار بسیار باریک، نوارهای روشن و تاریک به وجود می‌آید، شکل ۱.



شکل ۱

می‌دانیم که موج‌ها می‌توانند با یکدیگر تداخل کرده، با فرار گرفتن دو برآمدگی یا دو فرورفتگی روی هم، یکدیگر را تشدید کنند، شکل ۲-ا. اگر برآمدگی یک موج با فرورفتگی موج دیگر روی هم قرار بگیرند، دامنه موج ضعیف می‌شود، شکل ۲-ب. همین آگاهی، یانگ را تشویق کرد که نور را موج فرض کند چرا که دو موج می‌توانند تداخل داشته باشند و در نتیجه موجب پیدایش فضاهای نورانی و تاریک شوند.



شکل ۲

وقتی در مورد موج کوانتوم صحبت می‌شود منظور موج احتمال است که احتمال یافتن یک الکترون را در گستره خاصی از فضا بیان می‌کند

با این وجود، زمان درازی به طول نینجامید که ماهیت موجی نور نیز زیر سؤال رفت. در پدیده‌ای به نام فوتوالکتریک، مشاهده شده بود که اگر نور فرابنفش به فلزی بتابد، فلز مقداری از بارالکتریکی منفی خود را از دست می‌دهد. این معما به دست آلبرت اینشتین باز شد و نگرش ذره‌ای به نور را دوباره زنده کرد. فلز از آن جهت از بارالکتریکی تهی می‌شود که انرژی نور - که در بسته‌های کوچک انرژی (فوتون‌ها) فشرده شده - الکترون‌ها را از فلز بیرون می‌راند. این فوتون‌ها به خوبی با معادله پلانک ($E=hf$) سازگار و نمایانگر کوانتاهایی بودند که ماکس پلانک از آن‌ها به عنوان بسته‌های حامل انرژی یاد کرده بود. بنابراین در تأیید نظریه نیوتون، اینشتین پیشنهاد کرد که نور از ذره‌های بسیار کوچکی تشکیل می‌شود. او از نظریه یانگ مبنی بر موج بودن نور نیز آگاه بود و آن را رد نمی‌کرد. اینشتین باور داشت که رفتار مجموعه ذره‌های نور در بلندمدت به صورت موج است ولی اگر بتوانیم در یک لحظه خاص و به مدتی بسیار کوتاه آن را مشاهده کنیم، نور را مجموعه‌ای از ذره‌ها خواهیم یافت. شاید این دوگانگی ظاهری، از دیدگاه عقلی تناقض داشته باشد، زیرا مدل‌های موجی و ذره‌ای به طور متقابل یکدیگر را طرد می‌کنند. در معادله اینشتین، $E=hf$ ، کمیت فوتون E یک مفهوم ذره‌ای است (بنا به نظریه پلانک و کوانتش انرژی) در حالی که فرکانس، f ، یک مفهوم موجی است. بنابراین، این معادله از یک نظر، خود تناقض دارد.

ماهیت موجی - ذره‌ای الکترون

چندین سال بعد، نیلز بور بر مبنای اصل کوانتش انرژی، نظریه اتمی خود را بنیاد نهاد؛ نظریه‌ای که در آن‌ها الکترون‌ها در مدارهای مشخصی پیرامون هسته اتم در گردش اند اما هیچ‌گاه نمی‌توانند بین دو مدار قرار بگیرند ولی می‌توانند از مدارهای به مدار دیگر جهش کنند. آنچه در اینجا ضربه‌ای به نظریه اتمی

کوانتوم صحبت می‌شود منظور موج احتمال است که احتمال یافتن یک الکترون را در گستره خاصی از فضا بیان می‌کند.

اما سرانجام چه باید کرد؟ الکترون را باید موج دانست یا ذره؟ آزمایش ساده‌ای وجود دارد که نقش تعیین کننده‌ای در پیدایش نظریه عدم قطعیت هایزنبرگ داشته است. فرض کنید بخواهیم جریان باریکی از الکترون داشته باشیم. به این منظور یک منبع الکترون را پشت صفحه‌ای که سوراخی به اندازه یک سکه دارد قرار می‌دهیم. جریان الکترون وقتی از این سوراخ می‌گذرد، در پشت پرده نواری دایره‌ای از اثر الکترون، به قطر سوراخ موجود در صفحه به وجود خواهد آورد. یعنی الکترون‌ها به صورت خطی صاف از سوراخ صفحه گذشته و به پرده رسیده‌اند. این حرکت مستقیم به دلیل رفتار ذره‌ای الکترون است. حال اگر این سوراخ را در حد اندازه‌های اتمی بسیار بسیار تنگ کنیم، مشاهده خواهیم کرد که برعکس آنچه انتظار داریم، با تنگ‌تر شدن سوراخ، نوار الکترونی پهن‌تر می‌شود. این پراکندگی خلاف انتظار، به دلیل رفتار موجی الکترون است. این آزمایش در مورد هر ذره دیگر مانند نور، نوترون، پروتون و... نیز صدق می‌کند. هایزنبرگ بر مبنای همین مشاهده - که هر قدر دریچه را تنگ‌تر کنیم تا موقعیت یا مکان الکترون مشخص‌تر شود، جهت حرکت الکترون مبهم‌تر و نامشخص‌تر می‌شود (زیرا دیگر حرکت مستقیم وجود ندارد) - اصل عدم قطعیت را ارائه کرد: هرچه اطلاعات ما در مورد مکان یک ذره بیشتر شود، در مورد اندازه حرکت آن کمتر خواهیم دانست. بدیهی است که اصل عدم قطعیت در مورد اجسام با ابعاد ماکروسکوپی بسیار بسیار ناچیز، صادق است. در اصل، این ثابت پلانک است که اندازه همه پیامدهای کوانتومی را نشان می‌دهد.

اساس خصلت دوگانه موجی - ذره‌ای

نخستین و ساده‌ترین نتیجه‌گیری از بحث‌های یادشده این بود که فیزیکدان‌ها احساس کردند فیزیک در هرج و مرجی کامل است. بنابراین در اکتبر ۱۹۲۷، کنفرانس سولوی با حضور بیش از سی تن از فیزیکدانان مشهور آن زمان برای تصمیم‌گیری نهایی تشکیل شد. «ظاهراً به نظر می‌رسد که هیچ چاره‌ای نیست مگر آنکه الکترون را هم موج و هم ذره بدانیم. یعنی الکترون هم می‌تواند رفتار ذره‌گونه و هم موج‌گونه از خود نشان دهد.» این جمله‌ای بود که بور در کنفرانس بیان کرد و آن را نظریه مکمل نامید، بدین معنی که یک الکترون هم ذره است و هم موج و یکی بدون دیگری بی‌معنی است. این درست مانند فرایند تنفس است که وقتی معنی می‌یابد که هم دم و هم بازدم را در نظر بگیریم.

برای توصیف موارد میکروسکوپی همچون الکترون‌ها، نمی‌توان مفاهیمی را به کار گرفت که از تجربه در دنیای ماکروسکوپی توسعه می‌یابند

بور وارد کرد این پرسش بود که چگونه الکترون می‌تواند از مداری به مدار دیگر جهش کند در حالی که هیچ‌گاه نمی‌تواند انرژی بین انرژی‌های آن دو مدار داشته باشد؟ همچنین بعدها با کشف اوربیتال‌های اتمی، نقاطی یافته شد که مجذور تابع موجی الکترون در آن نقاط برابر صفر می‌شود، یعنی احتمال حضور الکترون در آن نقاط که به گره موسوم هستند برابر صفر است. برای نمونه، الکترون در اوربیتال p می‌تواند از یک لوپ به لوپ دیگر حرکت کند ولی هیچگاه نمی‌تواند از صفحه مرزی دو لوپ بگذرد درست مانند حشره‌ای که می‌تواند از یک سوی اتاق به سوی دیگر رود با این تفاوت که از صفحه‌ای که در وسط اتاق بین زمین و سقف قرار گرفته است نمی‌تواند گذر کند و این مسئله، مشکلی اساسی به‌شمار می‌رفت.

در اوایل سال ۱۹۲۰ یک دانشجوی فیزیک فرانسوی به نام لوئی دوبروی - که هم از مدل اتمی بور اطلاع کامل داشت و هم از نظریه موجی یانگ، و از نظریه ذره‌ای اینشتین نیز باخبر بود و به نظرش جالب می‌آمد که ذره نور، موج نیز باشد - ناگهان به ذهنش خطور کرد که چرا نباید ذره‌های دیگر هم، یک مشخصه موجی داشته باشند؟ پس از مدت‌ها محاسبه و مطالعه او توانست طول موجی را به الکترون نسبت دهد. موفقیتی که نظریه دوبروی در پی داشت این بود که به خوبی با مسئله وجود گره سازگار بود. به این صورت که الکترون می‌تواند گاهی رفتار موجی از خود نشان دهد و بدون گذر از گره، حرکت کند؛ مانند ارتعاش‌های یک سیم گیتار هنگامی که انگشت خود را در جای ویژه‌ای از سیم قرار داده‌ایم.

در اینجا لازم به نظر می‌رسد، قدری در مورد خصلت موجی الکترون توضیح داده شود. مقصود از خاصیت موجی الکترون این نیست که می‌توان در گستره‌ای از فضا به دنبال آن بود. در واقع، موج کوانتوم، موج مادی و فیزیکی نیست؛ بلکه عبارت است از موج اطلاعات و آگاهی. به عبارت دیگر وقتی در مورد موج



از دیدگاه فیزیک کوانتومی، تا زمانی که بیننده‌ای وجود نداشته باشد واقعتی هم وجود ندارد

در اینجا بود که اینشتین جمله معروف خود را بر زبان راند: «من به نظم کامل جهان اعتقاد دارم و شما به خدایی که تاس بازی می‌کند!»

پیش از ادامه بحث به این نمونه توجه کنید:

خوب می‌دانیم که وضع یک کلاس در غیاب معلم چگونه است؛ در یک گوشه دو دانش‌آموز با هم شوخی می‌کنند، در گوشه دیگر کسی نقاشی می‌کشد، یکی آواز می‌خواند، چند نفر مشغول مطالعه‌اند و... این نمونه‌ای از رویدادهای واقعی کلاس در غیاب معلم است. حال اگر معلمی بخواهد این واقعیت را مشاهده کند، آیا همان چیزی را خواهد دید که واقعاً روی می‌دهد؟ بدیهی است که به محض ورود معلم به کلاس، همه دانش‌آموزان ساکت خواهند شد. از نظر معلم دنیای کلاس، یک دنیای ساکت است و حال آنکه چنین نیست.

به‌همین ترتیب می‌توان گفت اینکه الکترون کدام یک از دو رفتار موجی یا ذره‌ای را از خود نشان دهد، بستگی به اندازه سوراخی دارد که در مقابل آن است؛ سوراخی در ابعاد ماکروسکوپی یا در ابعاد میکروسکوپی. در واقع، رفتار الکترون بستگی به بیننده دارد و اینکه چه آزمایش یا مشاهده‌ای توسط وی انجام می‌گیرد. بیننده حالت شبح‌گونه ذره - موج الکترون را یا به حالت واقعی ذره تبدیل می‌کند مانند تجربه تامسون هنگام مشاهده پرتوی کاتدی، یا مانند عملکرد موج الکترون، آن را موج می‌داند. در پاسخ به اینکه واقعیت و ماهیت الکترون چیست، باید نخست توضیح دهیم که واقعیت کدام است. از دیدگاه فیزیک کوانتومی، تا زمانی که بیننده‌ای وجود نداشته باشد واقعتی هم وجود ندارد. در واقع، برخلاف فیزیک کلاسیک که واقعیت‌ها را مستقل از ما می‌داند، فیزیک کوانتومی ارتباط تنگاتنگی را میان ما و واقعیت‌ها تعریف می‌کند. واقعیتی که ما تجربه می‌کنیم همان چیزی است که خودمان از مجموعه دوگانه مکمل انتخاب می‌کنیم. در مورد ماهیت الکترون به‌راستی نمی‌توان نظری داد زیرا هر چه بگوییم مانند معلمی

است که تنها از وضعیت کلاس در هنگام حضور خود آگاه است. تنها می‌توان گفت در برخی شرایط تجربی، الکترون مانند یک ذره رفتار می‌کند و در شرایطی دیگر، رفتاری مانند موج دارد. به‌رحال الکترون نه یک ذره است و نه یک موج؛ چیزی است که نمی‌تواند به‌طور کامل، برحسب مدلی قابل تجسم توصیف شود زیرا برای توصیف موارد میکروسکوپی همچون الکترون‌ها، نمی‌توان مفاهیمی را به‌کار گرفت که از تجربه در دنیای ماکروسکوپی توسعه می‌یابند. در واقع، زبان توصیفی ما دقیق نبوده، حوزه کاربردی آن به دنیای نیوتونی محدود می‌شود. به دیگر سخن، مرز مشخص میان ماده و انرژی، آن‌گونه که در فکر و تعریف‌های محدود ما وجود دارد، در ذات و فطرت طبیعت نمی‌گنجد.

شاید آنچه گفته شد از دیدگاه کسانی که به حضور اجسام با اندازه‌های ماکروسکوپی در اطرافشان عادت کرده‌اند، غیرقابل قبول به نظر برسد و مانند اینشتین لب به شکایت از هرج و مرج و بی‌قانونی در فیزیک کوانتوم باز کنند اما با وجود این رفتارهای دلخواهی ذره‌های بنیادی، فیزیک کوانتوم نشان می‌دهد که نظم بسیار خاصی بر جهان حاکم است، اما نه آن‌گونه که ما انتظار داریم و به آن عادت کرده‌ایم. نظریه کوانتوم، می‌تواند بیان شفافی باشد از سرشت متناقض نور و اتم‌ها و بسیاری چیزهای دیگر اما برای این شفافیت باید بهایی پرداخت. به‌رحال این انتظار بیهوده است که بتوانیم حرکت چیزهایی در اندازه‌های اتمی را همان‌گونه درک کنیم که اشیاء و پدیده‌ها را در زندگی روزمره درک می‌کنیم.

قدردانی

از زحمات بی‌دریغ و راهنمایی‌های گام‌به‌گام دکتر غلامرضا اسلامپور در تهیه و تنظیم مطالبی که از نظر گذشت، سپاس‌گزار می‌شود.



1. The new quantum universe, T. Hey, P. Walters, 2003, 2th edition, pg: 23-73.
2. Quantum chemistry, I. Levine, prentice hall, 1991, 4th edition, pg: 1-5.
3. physical chemistry, I. Levine, McGraw-Hill, 2009, 6th edition, pg: 594-598.
4. The rise of scientific philosophy, H. Reichenbach, 1951, pg: 199-225.
5. Physics and beyond, encounters and conversation, W. Heisenberg, Tr. By A. J. Pomerans, Allen & Unwin, 1971, pg: 126-142.
6. principles of general chemistry, M. Silberberg, 2009, 5th edition, pg: 268-287.
7. understanding quantum physics, M.A. Morrison, 1990, pg: 20-34.

گاما

پرتو به پرتو اول خطرناک

مریم خزاعی، مهناز خراشادی زاده
 و مینا رضایی
 معلمان شیمی بیرجند،
 استان خراسان جنوبی

چکیده

محدوده‌ای از طیف الکترومغناطیس دارای پرتوهایی با طول موج کوتاه و انرژی زیاد است. این محدوده شامل پرتوهای فرابنفش، ایکس و گاما است. در این میان، پرتوهای گاما با فرکانس 10^{19} Hz بیشتر از 100keV انرژی دارند. این مقاله به ویژگی و کاربردهای پرتوهای گاما می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها

پرتو گاما، ستاره‌شناسی، پرتودرمانی، مواد پرتوزا، هسته اتم

مقدمه

پرتو گاما به‌عنوان بخشی از نور، گاه به‌صورت موج و زمانی به‌عنوان ذره عمل می‌کند. این پرتو برای موجودات زنده خطرناک است و موجب تغییر شیمیایی و جهش در بافت زنده می‌شود. شدت نفوذ پرتو گاما بسته به ضخامت و چگالی ماده تغییر می‌کند و این عوامل، اساس کار پرتونگاری به‌شمار می‌روند.

نخستین منبع پرتوهای گاما هنگام تغییر در هسته اتم و فروپاشی آن شناخته شد. در این نوع فروپاشی، هسته برانگیخته شده به نشر پرتوهای پراانرژی گاما می‌پردازد. پل ویلارد، دانشمند فرانسوی، این پرتوها را در سال ۱۹۰۰ میلادی هنگام بررسی نمک‌های رادیم کشف کرد و در سال ۱۹۰۳ رادرفورد آن‌ها را پرتوهای گاما نامید. این پرتوها از پرتوهای آلفا و بتا که رادرفورد قبلاً خود، آن‌ها را کشف کرده بود قدرت نفوذ بیشتری داشتند. هنری براگ در سال ۱۹۱۰ نشان داد که پرتوهای گاما جزئی از تابش‌های الکترومغناطیس هستند. سرانجام در سال ۱۹۱۴ رادرفورد و آندریه طول موج این پرتوها را اندازه‌گیری کردند و نتیجه گرفتند که پرتوهای گاما به پرتوهای X شباهت دارند، با این تفاوت که طول موج کوتاه‌تری نسبت به پرتوهای X دارند.

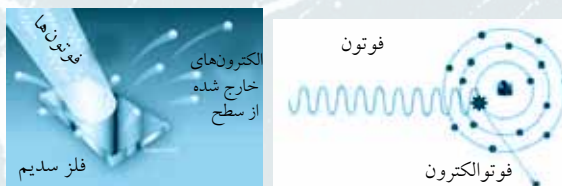
برهم کنش با ماده

راه، تولید دو نوع ذره باردار الکترون و پوزیترون است که انرژی خود را با تولید یون و ایجاد برانگیختگی از دست می‌دهند. از

هنگامی که پرتوهای گاما از ماده‌ای می‌گذرند، در گستره انرژی 10keV تا 10MeV ، در برهم کنش فوتون‌ها با ماده احتمال رویداد سه فرایند به این قرار وجود دارد:

اثر فوتوالکتریک، اثر کامپتون و پدیده جفت‌سازی.

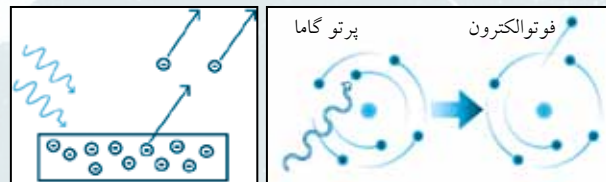
احتمال وقوع هر یک از این رویدادها به انرژی فوتون و جنس ماده وابسته است. نتیجه برهم کنش پرتوهای X و گاما از این سه



شکل ۱ نمایش اثر فوتوالکتریک



انرژی پرتوهای گاما بسیار زیاد است اما تعداد کوانتاهای آن در ناحیه‌هایی از فضا که به ما نزدیکند بسیار ناچیز است. از سوی دیگر هواکره زمین و فضاپیماهای حامل دستگاه‌های ثبت‌کننده پرتوهای گاما این تابش را بازمی‌تابانند و مزاحمت‌هایی در مسیر ردیابی این پرتوها ایجاد می‌کنند.



این‌رو، این دو پرتو را پرتوهای یونساز غیرمستقیم می‌نامند.

منابع کیهانی گاما

پرتوهای گاما از سراسر کیهان به کره زمین می‌تابند اما هواکره زمین آن‌ها را جذب می‌کند. این پرتوها از داغ‌ترین ناحیه در جهان منشأ می‌گیرند و از رویدادهایی همچون انفجار ابرنویستاره‌ها، نابودی اتم‌ها و فروپاشی مواد پرتوزا در فضا تولید می‌شوند. بنابراین انفجارنویستاره‌ها، ستاره‌های نوترونی^۲ و سیاه‌چاله‌ها^۳ از جمله منابع کیهانی پرتوهای گاما به‌شمار می‌روند. انرژی انفجارهای ناشی از پرتوهای گاما در سراسر کیهان، در مدت ۱۰ ثانیه، بسیار بیشتر از مقدار انرژی‌ای است که خورشید در خلال ۱۰ میلیارد سال از عمر خود تولید می‌کند. با وجود بررسی‌هایی که به کمک ابزارهای پیشرفته نصب شده روی ماهواره‌ها انجام گرفته است منابع این پرتوها هنوز ناشناخته مانده است. دانشمندان امیدوارند با رمزگشایی از این موضوع به اطلاعات دقیق‌تری درباره سرعت انبساط جهان، ابرنویستاره‌ها و کهکشان‌های فعال دست یابند.

در منظومه خورشیدی ما، ماه نسبت به خورشید، منبع قوی‌تری برای تولید پرتوهای گاما است. این پرتوها از برهم‌کنش میان امواج کیهانی با سطح ماه تولید و نشر می‌شوند. شاید مشابه همین رویداد در خورشید نیز روی بدهد اما میدان مغناطیسی خورشید مانع از رسیدن امواج کیهانی به سطح آن می‌شوند.

کاربردها

• ستاره‌شناسی

پرتوهای گاما که در مسیری مستقیم، از اجسام بسیار دور، به ما می‌رسند اطلاعات فراوانی درباره فرایندهای فیزیکی که در فضا جریان دارند در اختیار ما می‌گذارند. تابش گاما ممکن است حالت‌های غیرعادی از مواد را مشخص کند. این نوع تابش‌ها از مکان‌هایی سرچشمه می‌گیرند که ماده و ضدماده با یکدیگر برخورد می‌کنند و جریانی از ذره‌های پرانرژی را تشکیل می‌دهند. بررسی پرتوهای گامای کیهانی پاسخ‌گوی پرسش‌هایی درباره ساختار اجسام فضایی و رویدادهای جهانی است. به‌هرحال این روش ستاره‌شناسی با کاستی‌هایی نیز همراه است. با اینکه

• پالایش آب

با اینکه بیش از ۷۰ درصد سطح زمین را آب می‌پوشاند تنها ۳ درصد از آن، آب شیرین است و از این مقدار نیز فقط ۱۳ درصد برای بشر قابل استفاده است. این در حالی است که در پی افزایش جمعیت جهان، تقاضای آب در هر ۲۱ سال دو برابر می‌شود. در این میان گندزدایی منابع مختلف آب اهمیت ویژه می‌یابد.

استفاده از پرتوها از جمله روش‌های فیزیکی جدید گندزدایی آب‌هاست. پرتوهای مورد استفاده در این روش‌ها بر دو نوعند: پرتوهای یونساز مانند پرتوهای X و گاما، باریکه الکترونی، آلفا، بتا و پرتوهای غیر یونساز مانند پرتو فرابنفش. پرتوهای یونساز به دلیل قدرت نفوذ بیشتر و عدم تولید مواد جانبی، بیشتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. استفاده از این پرتوها باعث تجزیه آب و ایجاد الکترون‌های آپیوشیده، رادیکال آزاد، هیدروکسیل و هیدروژن می‌شود که تمایل قوی به انجام واکنش با موجودات زنده ذره‌بینی موجود در آب دارند و از این راه سبب غیرفعال شدن آن‌ها و حذف آلودگی می‌شوند.

بنا به پژوهشی در ترکیه، تابش گاما می‌تواند ساختار مولکولی برخی آفت‌کش‌ها را درهم بشکند. این نتیجه، روشی دیگر را برای پالایش آب‌های زیرزمینی حاوی آفت‌کش‌ها نوید می‌دهد. استفاده از آفت‌کش‌های تجزیه‌ناپذیر، در اکوادور، در رونق پرورش گل گسترش دارد. در شرایطی که آلودگی فاضلاب‌ها به این آفت‌کش‌ها رواج یافته است، به کمک پرتوهای گاما می‌توان برخی از آفت‌کش‌ها را تا ۹۹ درصد تجزیه کرد. همچنین به کمک پرتوهای گاما بی‌رنگ کردن فاضلاب کارخانه‌های نساجی در ترکیه - که شامل رنگ‌های مقاوم سمی با غلظت‌های بالاست - موفقیت‌آمیز بوده است.

هم‌اکنون گندزدایی تجهیزات پزشکی با پرتوهای گاما جایگزین اتوکلاوها و مواد شیمیایی شده است. حذف باکتری‌های فاسدکننده مواد غذایی، میوه و سبزیجات از دیگر کاربردهای این پرتوهاست.

کاربردهای تشخیصی

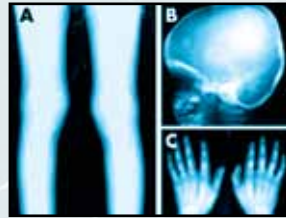
دوربین‌های گاما یکی از اجزای دستگاه‌های مورد استفاده در

طیف‌سنج هوابرد نوع دیگری از این دستگاه است که در هوایماها به‌عنوان ابزاری برای نقشه‌برداری در برنامه‌های زیست‌محیطی نصب می‌شود و به تعیین خطرهای ناشی از وجود مواد پرتوزا در هوا می‌پردازد.

مواد پرتوزا و پرتوهای حاصل از آن‌ها، صرف‌نظر از کاربردهای سودمندی که دارند، از تولید برق گرفته تا استفاده در پزشکی، صنعت و کشاورزی، خطرهایی برای محیط‌زیست و سلامتی مردم دارند. این پرتوها با دو سازوکار یون‌سازی و تحریک، با محیط مادی به مبادله انرژی می‌پردازند. یون‌سازی در بافت‌های زنده، موجب آزاد شدن رادیکال‌های آزاد، تغییر ساختارهای مولکولی درون سلولی و مرگ سلول می‌شود. از این‌رو باید استانداردهای ایمنی در استفاده‌های پزشکی، فعالیت‌های هسته‌ای، نصب دستگاه‌ها، تولید، حمل‌ونقل، مدیریت زباله‌های پرتوزا تعریف شود. آژانس بین‌المللی انرژی اتمی مجموعه‌ای از این استانداردها را برای کشورهای عضو این آژانس تعیین کرده است که در جدول ۱ به آن اشاره شده است.

الزامات ایمنی اختصاصی	الزامات ایمنی عمومی
۱. چارچوب نظارتی از جانب دولت و بحث حقوقی ایمنی	ارزیابی پایگاه برای تأسیسات هسته‌ای
۲. رهبری و مدیریت برای ایمنی	- ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای - طراحی و ساخت‌وساز - راه‌اندازی و عملیات
۳. حفاظت در برابر پرتو و ایمنی منابع پرتوزا	ایمنی راکتور پژوهشی
۴. ارزیابی ایمنی امکانات و فعالیت‌ها	ایمنی چرخه سوخت هسته‌ای
۵. مدیریت زباله‌های پرتوزا	ایمنی زباله‌های پرتوزا
۶. انهدام و ختم فعالیت‌ها	حمل‌ونقل ایمن مواد پرتوزا
۷. آمادگی برای موارد اضطراری و پاسخ	

جدول ۱ ساختار بلندمدت مجموعه استانداردهای ایمنی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی



پزشکی هسته‌ای هستند. برای نمونه در دستگاه سیتتوگراف، رادیو ایزوتوپ‌ها به بدن بیمار فرستاده می‌شوند. پرتوهای منتشر شده توسط آشکارساز که یک دوربین گاما است، به‌صورت تصویرهای

دوبعدی گرفته می‌شوند. این روش در بررسی عملکرد صفرا، بیماری‌های ریه، استخوان، قلب، تیروئید و پاراتیروئید کاربرد دارد. مقطع‌نگاری با نشر پوزیترون^۶ روشی برای تصویربرداری است که در آن نخست، مولکول‌های فعالی به بدن بیمار تزریق می‌شوند. آنگاه پرتوهای گاما که از این مولکول‌ها نشر می‌شوند تصویرهای سه‌بعدی از عملکرد دستگاه‌های مختلف بدن را در اختیار قرار می‌دهند. از این روش در تشخیص سرطان و بررسی سوخت‌وساز داروها نیز استفاده می‌شود.

کاربردهای درمانی

نزدیک‌درمانی^۶ نوعی پرتودرمانی داخلی است که در آن یک ماده پرتوزا درون یا نزدیک عضو نیازمند به درمان قرار داده می‌شود. این روش درمانی، بسته به چگونگی قرار دادن منبع پرتوزا، شدت دوز پرتو و مدت تخلیه دوز آن انواع مختلفی دارد. این روش در درمان سرطان دهانه رحم، پروستات و پوست به‌کار می‌رود.

جراحی با چاقوی گاما روشی دیگر است که برای برداشتن غده‌های سرطانی در مغز استفاده می‌شود. در این روش پرتوهای کبالت^{۶۰}، با شدت زیاد و در حجمی کم، سلول‌های سرطانی را هدف قرار داده، نابود می‌کنند. از آنجا که پرتو روی بافت سرطانی متمرکز می‌شود آسیبی به سلول‌های سالم وارد نمی‌کند. این روش در حذف توده‌های سرطانی که تا ۴cm قطر دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

طیف‌سنج گاما

طیف‌سنج پرتوهای گاما دستگاهی است که از پرتوهای گاما برای شناسایی ۲۰ عنصر نخست از جدول تناوبی استفاده می‌کند. از آشکارساز نوترونی این دستگاه می‌توان برای ردیابی آب و یخ موجود در خاک استفاده کرد. این طیف‌سنج ابزاری سودمند برای تعیین غلظت و نقشه‌برداری معدنی است. نوعی از این طیف‌سنج در ابزارهای دستی برای اندازه‌گیری‌های توزیع و فراوانی عنصرهای شیمیایی، سنگ و کانی‌شناسی درون زمین یا اعماق دریا به‌کار می‌رود.

۱. ستارگانی که بیشتر عمر خود را گذرانده‌اند و در مراحل پایانی زندگی خود، با نور خیره‌کننده‌ای نابود می‌شوند.
۲. هنگام فروپاشی یک ستاره بزرگ، فشار روی هسته ستاره سبب فشردگی آن می‌شود در نتیجه الکترون‌ها و پروتون‌های مجزا با هم ترکیب می‌شوند و توده‌ای از نوترون‌ها را به‌وجود می‌آورند که بخش بزرگی از جرم ستاره را در خود جای داده است.
۳. جسمی فشرده با چگالی بسیار زیاد که به علت نیروی گرانش شدید، هیچ جرم یا نوری نمی‌تواند از میدان گرانشی آن بگریزد.

4. scintigraph
5. Positron Emission Tomography
6. Brachy Therapy

1. AEA Safety Standards for protecting people and the environment
2. Radiation Treatment of Polluted Water and Waste water (IAEA-TECDOC-1598-September 2008)
3. Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data (IAEA-TECDOC-1363-July 2003)
4. "The Discovery of X Rays", American Journal of Physics 13, 284 (1945).



کاتالیزگرهای آلی؛ چشم اندازی نو در مسیری دیرپا



یاسمن نوبخت
دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی آلی دانشگاه زنجان
نعمت‌الله ارشدی
عضو هیئت علمی گروه شیمی دانشگاه زنجان

چکیده

نزدیک به یک سده است که به منظور درک فعالیت کاتالیزگری و گزینشگری شگفت‌انگیز آنزیم‌ها در فرایندهای زیستی و تقلید از آنها، تلاشی در جریان است که با بهره‌گیری از مولکول‌های آلی با جرم مولکولی کم، آن‌ها هم با هزینه‌ای اندک و بازدهی بالا، بتوان به این هدف مهم دست یافت. روند پرشتاب رشد داده‌های پژوهشی در این زمینه و ورود دستاوردهای آن به صنعت و زندگی انسانی، داشتن شناختی اندک از کاتالیزگرهای آلی را امروز به یک ضرورت تبدیل کرده است. از این رو، معرفی مختصر این نوع کاتالیزگرها آن هم به زبانی ساده علی‌رغم پیچیدگی موجود در سازوکاری که بر طبق آن عمل می‌کنند، می‌تواند برای به دست آوردن تصویری روشن از ویژگی‌های برجسته این کاتالیزگرها و آینده‌ای که در انتظار آن‌ها و به تبع آن جامعه بشری است، بسیار سودمند باشد.

کلیدواژه‌ها

کاتالیزگری، کاتالیزگر آلی، سنتز آلی، شیمی فضایی، گزینشگری، شیمی سبز

مقدمه

یافتن راه‌حل برای چالش‌هایی که جهان امروز با آن دست به‌گریبان است از جمله مهمترین دغدغه‌های شیمی‌دان‌ها در سراسر جهان به‌شمار می‌آید. بسیاری از پژوهشگران بر این باورند که برای کاهش سهم فعالیت‌های انسانی در گرمایش زمین، شناخت منابع پایدار انرژی و کاهش آثار محیط‌زیستی سنتزهای شیمیایی - که با رواج شیمی سبز تحقق می‌یابد - گسترش پژوهش در زمینه کاتالیزگری راه‌گشا خواهد بود، شکل ۱. در این پژوهش‌ها یافتن روش‌های سنتزی ایمن، کم هزینه و پربازده برای ساخت گستره وسیعی از ترکیب‌های آلی مورد نیاز، بیشترین اولویت را دارد.

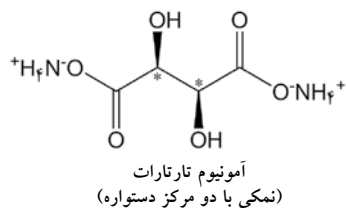


شکل ۱ پژوهش در حوزه کاتالیزگری نقطه آغاز تلاش برای رفع دغدغه‌های اقتصادی و محیط زیستی است.

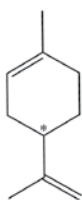
در نیمه دوم سده بیستم میلادی، پیدایش و گسترش سنتز نامتقارن^۱ - ساخت ترکیب‌های دستواره^۲ - که به‌نوعی یادآور توانایی کنترل ساختار سه بعدی مولکول در حین سنتز است، شیمی را دگرگون کرد. ترکیب‌های دستواره که پرشمارترین ترکیب‌های



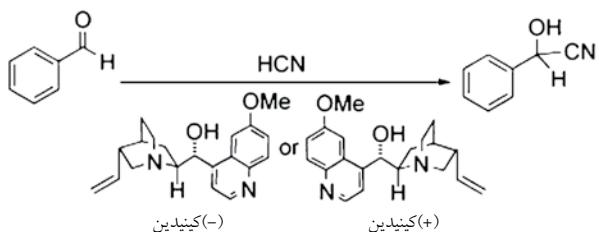
لویی پاستور



موجود در یک محلول راسمیک آمونیم تارتارات سریع تر از انانتیومر دیگر ناپدید می شود (آنیون دی کربوکسیلات تارتارات بر اثر واکنش کربوکسیل زدایی به ماده دیگری تبدیل می شود). جورج بریدینگ^۱ در ابتدای سده نوزدهم برای شناخت سرچشمه شیمیایی فعالیت آنزیم های موجود در اندام ها و بافت های زنده دست به آزمایش جالبی زد. او در شرایط غیر آنزیمی و در حضور لیمونن راست گرد یا چپ گرد واکنش کربوکسیل زدایی کامفور کربوکسیلیک اسید فعال نوری را بر اثر گرما انجام داد و به این ترتیب شاهد نوعی غنی سازی انانتیومری بود. او این واکنش را در حضور آلکالوئیدهای دستواره همچون نیکوتین، کینین یا کینیدین تکرار کرد و نتایج مشابهی به دست آورد، شکل ۳. اگرچه انانتیوگزینی^{۱۱} - برتری دادن تولید یک انانتیومر بر دیگری - این واکنش کمتر از ۱۰ درصد بود اما همین مقدار برای بریدینگ موفقیت بزرگی به شمار می آمد زیرا افزون بر ثبت معادله های سینتیکی پایه ای این جداسازی سینتیکی^{۱۲} به نام خود، این افتخار را یافت که امروز تشکیل نخستین پیوند کربن-کربن نامتقارن را نیز به او نسبت می دهند.



لیمونن
(هیدروکربنی
سیر نشده با یک
مرکز دستواره)



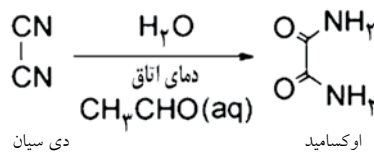
شکل ۳ دومین تلاش بریدینگ برای غنی سازی انانتیومری

فرآورده های طبیعی نیتروژن دار مانند آلکالوئیدها و آمینو اسیدها (مونومر و اولیگوپپتیدهای کوتاه) از جمله نخستین کاتالیزگرهای آلی بودند که به ویژه توسط ولفگانگ لانگن بک^{۱۳} مورد آزمون قرار گرفتند. در سال ۱۹۰۹ هنری داکین^{۱۴} هنگام مطالعه واکنش تراکمی از نوع کنوون آگل^{۱۵} میان استالدهید و کربوکسیلیک اسیدها یا استرهای دارای گروه های متیلن فعال، مشاهده کرد که گروه آمین آمینو اسیدها می تواند نقش کاتالیزگری

موجود در طبیعت را شامل می شود، به هنگام سنتز در آزمایشگاه در ابتدایی ترین حالت، به صورت مخلوطی یک به یک از دو انانتیومر (مخلوط راسمیک) به دست می آیند. سنتز نامتقارن تلاش برای ساخت تنها یک انانتیومر آن ترکیب دستواره است. روش های کاتالیزگری^۲ شاید تنها راه ایجاد فرآورده هایی غنی شده از یک انانتیومر باشد. روش هایی خوش آیند شیمی دان ها که طی آن در حضور مقدار کمی از یک ترکیب دستواره، شیمی فضایی فرآورده یک تبدیل شیمیایی به آسانی کنترل می شود. در این شاخه روبرو رشد شیمی، مفاهیم و روش های تازه ای که پیوسته پدیدار می شوند، تبدیل هایی با گزینشگری^۴ بیشتر، از دید اقتصادی جذاب تر و از نظر محیط زیستی سازگارتر را نوید می دهند. اگرچه اجرای تبدیل های شیمیایی در حضور مقدار اندکی از مولکول های آلی اقدام تازه ای نیست، ولی پیدایش تصادفی و از روی شانسن شمار زیادی تبدیل های گزینشگر در سال های اخیر، باعث جلب توجه دوباره شیمی دان ها، آن هم با نگرشی نو و متفاوت، به این موضوع شده است. با این وصف، شایسته است که کاتالیزگری نامتقارن یا به عبارتی فرایند سرعت بخشی به واکنش سنتز ترکیب های دستواره را جریانی تازه در سنتز آلی^۵ نام نهاد.

نقطه آغاز

بهره گیری از مولکول های آلی به عنوان کاتالیزگر از همان سال های آغازی عمر سنتز آلی رایج بوده است. در واقع، پیدایش نخستین واکنش کاتالیزگری آلی^۶ به یوستوس فون لیبیگ^۷ نسبت داده می شود. وی به طور تصادفی دریافت که دی سیان در حضور محلول آبی استالدهید به اوکسامید تبدیل می شود، شکل ۲. در پی این کامیابی، این واکنش کارآمد به سرعت اساس سنتز اوکسامید در صنایع شیمیایی شد.



یوستوس فون لیبیگ

شکل ۲ سنتز اوکسامید توسط فون لیبیگ

بی تردید، پیدایش آنزیم ها و شناخت شیوه عمل آن ها اثر مهمی بر گسترش واکنش های کاتالیزگری نامتقارن داشته است. نخستین واکنش نامتقارن توسط لویی پاستور^۸ یافت شد. او مشاهده کرد که در مجاورت پنسیلیوم گلوکا^۹ انانتیومر راست گرد



کاتالیزگر آلی چیست؟

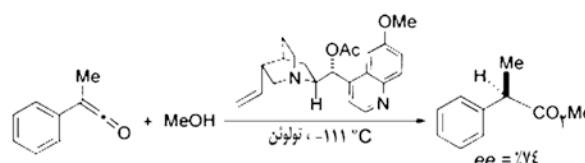
همانند کمپلکس‌های فلزی و آنزیم‌ها، مولکول‌های کوچک آلی هم می‌توانند تبدیل‌های شیمیایی را سرعت بخشند. کاتالیزگری آلی با کمک مقدار استوکیومتری از مولکول‌های آلی بدون فلز، ابزاری را برای شتاب دادن به واکنش‌های شیمیایی فراهم می‌کند. افزون بر روش‌های شناخته شده و همچنان رایج مبتنی بر فلز (کاتالیزگرهای آلی فلزی)، امروزه در سنتز نامتقارن به کارگیری مولکول‌های کوچک و دستواره آلی به عنوان کاتالیزگرهایی تازه و یا جایگزین در سنتز ساختارهای پیچیده، اهمیت ویژه‌ای یافته است.

همان‌گونه که فلزها می‌توانند اسیدهای لوویس ایجاد کنند، کاتالیزگرهای آلی^{۲۹} نیز توانایی تشکیل بازهای لوویسی را دارند که یک ناجور اتم^{۳۰} در مرکز آن قرار دارد. در میان این کاتالیزگرها، بازهای دارای ناجور اتم نیتروژن و فسفر به بیشترین میزان مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. گفتنی است که با توجه به فراوانی طبیعی آمین‌ها، این گونه کاتالیزگرها بیشتر از ترکیب‌های فسفردار نظیر در دسترس بوده‌اند. در ضمن همه ترکیب‌های نامتقارن فسفردار نیز انسان ساخته است. یکی از برتری‌های ویژه کاتالیزگرها بر پایه فسفر، توانایی آن‌ها به داشتن هم‌زمان خاصیت هسته‌دوستی و مرکز نامتقارن است. هم‌چنین کمتر بودن خاصیت بازی اتم فسفر در برابر اتم نیتروژن بر چیرگی بیشتر خاصیت هسته‌دوستی فسفر در رقابت بانقش‌بازی آن‌در واکنش‌های افزایشی.

روند پرشتاب رشد داده‌های پژوهشی در این زمینه و ورود دستاوردهای آن به صنعت و زندگی انسانی، داشتن شناختی اندک از کاتالیزگرهای آلی را امروز به یک ضرورت تبدیل کرده است

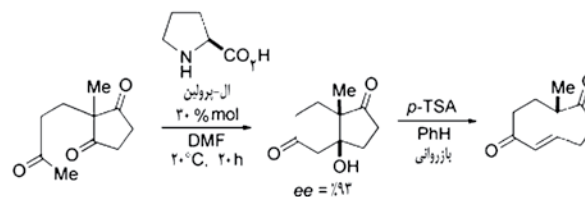
وجود اتم نیتروژن خود نوع ویژه‌ای واکنش‌پذیری^{۳۱} را ایجاد می‌کند که کاتالیزگری آمینی^{۳۲} نامیده می‌شود. آمین به عنوان کاتالیزگر ممکن است طی واکنش، به واسطه‌های انامین یا ایمینیوم تبدیل شود. اگر به انامین تبدیل شود چگالی الکترونی را در مرکز واکنش افزایش می‌دهد. در حالی که، در شکل دوم با کاهش چگالی الکترونی در مرکز واکنش همراه خواهد بود. میان این دو واسطه که هم‌زمان در مخلوط واکنش ایجاد می‌شوند،

داشته باشد. این مشاهده نخستین گواهی بود که از رخ دادن واکنش‌هایی از نوع انامین حکایت داشت. واکنش‌هایی که در آن‌ها انامین به عنوان واسطه تشکیل می‌شود. این واکنش‌ها به آلدول و تبدیل‌های نظیر آن نیز گسترش یافت و از آغاز دهه ۱۹۳۰ به این سو مطالعه نظام‌دار روی سامانه‌های غیرنامتقارن^{۳۳} با کامیابی‌های چشمگیری ادامه یافت. در پایان دهه پنجاه هنگامی که هورست پراسای یوس^{۱۷} فزونی انانتیومری^{۱۸} - تفاوت درصد انانتیومرهای تولید شده - ۷۴ درصدی در سنتز انانتیوگزین (-)-آلفا- فنیل متیل پروپیونات در حضور او-استیل کینین به عنوان کاتالیزگر را گزارش کرد، نگاه‌های امیدوار دوباره به سنتز نامتقارن جلب شد، شکل ۴.



شکل ۴ سنتز انانتیوگزین (-)-آلفا- فنیل متیل پروپیونات از فنیل متیل کینین در سال ۱۹۶۰ توسط پراسای یوس گزارش شد.

در پایان دهه‌ی ۱۹۷۰ یکی دیگر از رویدادهای کلیدی در تاریخ واکنش کاتالیزگری آلی به وقوع پیوست. پیدایش واکنش حلقوی شدن رابینسون^{۱۹} نامتقارن در حضور ال-پرولین به عنوان کاتالیزگر که با نام واکنش هایوش^{۲۰}-پیش^{۲۱}-اید^{۲۲}-زوا^{۲۳}-ویشرت^{۲۴} شناخته می‌شود. این واکنش که یک واکنش آلدول درون مولکولی است، امکان دستیابی به برخی از واسطه‌های کلیدی در سنتز ترکیب‌های طبیعی را فراهم آورد، شکل ۵.



شکل ۵ نخستین واکنشی که در آن به نقش ال-پرولین به عنوان کاتالیزگر پی برده شد.

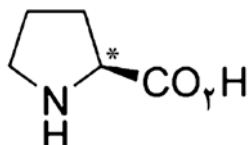
این واکنش به واسطه نقش ویژه ال-پرولین هم از نظر سنتزی و هم از نظر سازوکار^{۲۵} بسیار مورد توجه قرار گرفت. بررسی دوباره واکنش هایوش-پیش-اید-زوا-ویشرت توسط بنجامین لیست^{۲۶} و کارلوس باریاس^{۲۷} در دهه ۱۹۹۰ سبب شد تا بزرگراهی به سوی واکنش‌های انانتیوگزین^{۲۸} گوناگون دیگر و کاربردهای آن‌ها در واکنش‌های چندمرحله‌ای باز شود.

دو مولکول برای ایجاد حالت گذار) که در ذات واکنش‌های شیمیایی است، بر سرعت آن‌ها می‌افزایند.

در حالت‌های گذار، برهم‌کنش‌هایی از نوع پیوند هیدروژنی در تعیین آرایش‌های هندسی پایدار، نقش بسیار مهمی دارد. این نیروهای جهت‌مدار^{۳۶} (وابسته به جهت) چه درون و چه میان مولکولی تشکیل شوند، در شکل دهی به ساختارهای نوع دوم و سوم پروتیین‌ها و نوکلئیک اسیدها^{۳۷}، همچنین در شیمی فرامولکولی^{۳۸} و ساختار کمپلکس‌های میزبان-مهمان^{۳۹} سهم ویژه‌ای دارند. در سنتز نامتقارن، این پیوندهای هیدروژنی با کمک به انتقال پروتون اسیدهای برونستد در تبدیل‌های شیمیایی بویژه انتقال دستواره‌ای آن، می‌توانند هم سرعت و هم گزینشگری کل فرایند را در کنترل خود داشته باشند.

پرولین؛ شناخته شده‌ترین کاتالیزگر آلی

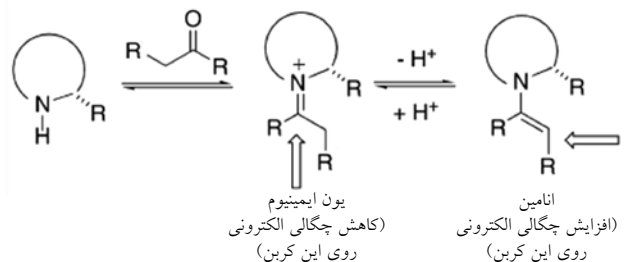
پرولین آمینواسیدی غیرسمی، سازگار با محیط زیست و نه‌چندان گران است. یک مرکز دستواره دارد و هر دو انانتیومر آن (D- یا R-پرولین و L- یا S-پرولین) به آسانی در دسترس است. پرولین به راحتی در هر شرایطی واکنش می‌دهد و قابل بازیافت نیز است. ال-پرولین که آمینواسیدی طبیعی است از جمله شناخته شده‌ترین کاتالیزگرهای آلی به‌شمار می‌آید. گروه آمین نوع دوم و گروه کربوکسیلیک اسید موجود در ساختار ال-پرولین، هر دو جایگاهی مناسب برای فعال کردن و جهت دادن به گونه‌های الکترون دوست و هسته دوست هستند. در واقع، هر دو گروه عاملی یادشده این امکان را دارند که به‌عنوان اسید برونستد و باز لوویس به ایفای نقش بپردازند، شکل ۷.



شکل ۷ ال-پرولین، آمینواسیدی با یک مرکز دستواره با پیکربندی S

اگرچه در کارهای آزمایشگاهی معمولاً از ال-پرولین طبیعی استفاده می‌شود، اما هر دو شکل انانتیومری آن در دسترس است. pK_a اتم نیتروژن پرولین بیشتر از دیگر آمینواسیدها است، از این رو در مقایسه با آن‌ها، هسته دوستی بیشتری از خود نشان می‌دهد. بنابراین پرولین قادر است به‌عنوان یک هسته دوست عمل کند و به‌ویژه، در واکنش با ترکیب‌های کربونیل دار، یون ایمینیوم یا

می‌توان نوعی تاتومری^{۳۳} در نظر گرفت که طی آن با جابه‌جا شدن همزمان پیوند پی و یک پروتون، حالت کم-الکترون ایمینیوم (واسطه الکترون دوست) به حالت پر-الکترون انامین (واسطه هی هسته دوست) تبدیل می‌شود، شکل ۶. از آن جا که با توجه به شرایط واکنش، غلظت نسبی هر یک از این دو واسطه در تعادل قابل کنترل است، می‌توان واکنش را با توجه به شرایط از سازوکاری کاملاً متفاوت پیش‌برد و به فرآورده‌های مختلفی دست یافت.



شکل ۶ تشکیل دو واسطه الکترون دوست (یون ایمینیوم) و هسته دوست (انامین) و تعادل میان آن‌ها

برخلاف بیشتر کاتالیزگرهای آلی فلزی که فعالیت کاتالیزگری خود را تنها از یک طریق انجام می‌دهند (برای نمونه، اسیدهای لوویس فقط با اتصال به اتم اکسیژن کتون‌ها، الکترون دوستی اتم کربن متصل به اکسیژن را افزایش می‌دهند) بیشتر کاتالیزگرهای آلی کارآمدی که امروزه به کار می‌روند، بیش از یک مرکز فعال دارند. شمار زیادی از این کاتالیزگرها کاتالیزگرهایی دوکاره^{۳۴} هستند. به سخنی دیگر، اگر یک مرکز آن‌ها به‌عنوان اسید برونستد فعالیت کند، مرکز دیگر می‌تواند همزمان نقش یک باز لوویس را داشته باشد. چنین کاتالیزگرهایی می‌توانند به ترتیب، هم گروه‌های دهنده و هم گروه‌های پذیرنده را فعال کنند. این ویژگی نه تنها سبب افزایش چشمگیر سرعت واکنش می‌شود، بلکه به دلیل ساختار بسیار سازمان یافته حالت گذار) وجود برهم‌کنش‌های مطلوب درون مولکولی (گزینشگری واکنش را نیز فزونی می‌بخشد. افزون بر این، این حقیقت که واکنش در یک فضای محدود (نزدیکی بیش از اندازه مراکز واکنش دهنده به یکدیگر) روی می‌دهد، می‌تواند به این معنا باشد که کاتالیزگر به‌عنوان یک «آنتروپی فریب^{۳۵}» عمل می‌کند. به سخن دیگر، چنین کاتالیزگرهایی به یاری آنتالپی (گرما دهی ناشی از برهم‌کنش‌های پایدارکننده درون مولکولی) با غلبه بر آنتروپی فعال‌سازی نامطلوبی (کاهش آنتروپی به دلیل اتحاد



فرایندی که در آن، یک آنزیم بی‌آنکه نیازی به تشکیل پیوند کووالانسی داشته باشد، واکنشگرها را با برهم‌کنش‌های ضعیفی همچون پیوند هیدروژنی، پیرامون جایگاه فعال خود جمع و آماده واکنش می‌کند.

نتیجه‌گیری

با این گستردگی، واکنش‌های کاتالیزگری آلی سکویی غنی برای شناخت و بهره‌گیری از واکنش‌های چندمرحله‌ای ایجاد می‌کند. واکنش‌هایی که امکان افزایش پیچیدگی ساختاری فرآورده‌ها در سنتز نامتقارن را به شیوه‌ای به شدت فضاکنترل^{۳۳} فراهم می‌آورند. به این ترتیب، با مطالعه و به‌کارگیری کاتالیزگرهای آلی، به ویژه آن‌هایی که از فضاگزینی^{۳۴} بسیار چشمگیری برخوردارند، شاید بتوان به رقابتی نزدیک‌تر با طبیعت پرداخت و یک گام هر چند کوچک به سوی درک طبیعت و فرایندهای پیچیده آن برداشت و راز دیگری از اسرار آفرینش را آشکار کرد.



1. asymmetric synthesis, 2. chiral, 3. catalysis, 4. selectivity, 5. organic synthesis, 6. organocatalysis, 7. von Liebig, J., 8. Pasteur, L., 9. Penicillium glauca, 10. Breiding, G., 11. enantioselectivity, 12. kinetic resolution, 13. Langenbeck, W., 14. Dakin, H. D., 15. Knoevenagel, E., 16. non-asymmetric, 17. Pracejus, H., 18. enantiomeric excess (ee), 19. Robinson annulations, 20. Hajos, Z. G., 21. Parrish, R. D., 22. Eder, U., 23. Sauer, G., 24. Wiechert, R., 25. Mechanism, 26. List, B., 27. Barbas, C. F., 28. enantioselective, 29. organocatalyst, 30. heteroatom, 31. reactivity, 32. aminocatalysis, 33. tautomerism, 34. bifunctional, 35. entropy trap, 36. directional, 37. nucleic acid, 38. supramolecular chemistry, 39. host-guest complexes, 40. substrate, 41. non-covalent, 42. enamine cycle, 43. stereocontrol, 44. stereoselectivity



1. A. Berkessel, H. Groger "Asymmetric Organocatalysis—From Biomimetic Concepts to Applications in Asymmetric Synthesis" Wiley-VCH verlag GmbH & KGaA, Weinheim, 2005.
 2. P. I. Dalko "Enantioselective Organocatalysis" Wiley-VCH verlag GmbH & KGaA, Weinheim, 2007.
 3. S. Bertelsen, K. A. Jørgensen "Organocatalysis—after the gold rush" Chem. Soc. Rev. 2009, 38, 2178.
 4. B. List "Asymmetric Organocatalysis" Topics in Current Chemistry, Springer verlag, Heidelberg, 2010.
 5. A. Dondoni, A. Massi "Asymmetric Organocatalysis: From Infancy to Adolescence" Angew. Chem. Int. Ed. 2008, 47, 4638.
 6. P. I. Dalko* and L. Moisan "In the Golden Age of Organocatalysis" Angew. Chem. Int. Ed. 2004, 43, 5138.
 7. W. J. Liu, N. Li, L. Z. Gong "Asymmetric Organocatalysis" Springer verlag, Heidelberg, 2011.



انامین ایجاد کند. آشکار شده است که در این واکنش‌ها گروه کربوکسیلیک اسید پرولین به‌عنوان یک اسید برونستد عمل می‌کند؛ رفتاری که سبب می‌شود پرولین در دسته کاتالیزگرهای دوکاره قرار گیرد.

انانتیوگزینی بالا و گاه استثنایی واکنش‌هایی که در آن‌ها از پرولین به‌عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود را می‌توان به توان هماهنگ‌کنندگی بالای این مولکول در ایجاد حالت‌های گذار بسیار سازمان‌یافته با کمک شبکه‌ای از پیوندهای هیدروژنی توضیح داد. اگرچه نارسایی‌های مهمی در سنتز با حضور پرولین وجود دارد (مانند سختی جلوگیری از وقوع واکنش‌های رقابتی جانبی) اما هنوز هم پرولین نقش مهمی در مطالعه کاتالیزگری آمینی دارد. این در حالی است که مشتق‌ها و ترکیب‌هایی با ساختارهای مشابه پرولین در برخی از واکنش‌ها، سرعت و گزینشگری بهتری نیز نشان داده‌اند.

شیوه عمل کاتالیزگرهای آلی

معمولاً واکنش‌های کاتالیزگرهای آلی با ساختارهای گذاری سفت یا سست پیش می‌روند. دسته نخست، شامل ترکیب‌هایی هستند که در آن‌ها کاتالیزگر و واکنش دهنده^{۳۵} با نیرویی قوی‌تر از ۱۵ کیلوکالری بر مول به یکدیگر می‌پیوندند در حالی که، در دسته دوم برهم‌کنش آن‌ها ضعیف و کمتر از ۴ کیلوکالری بر مول است. بنابراین می‌توان شیوه عمل این کاتالیزگرها را به ترتیب کووالانسی و غیرکووالانسی^{۳۶} نامید.

کاتالیزگری کووالانسی: در بسیاری از واکنش‌های کاتالیزگری آلی، حالت‌گذار از طریق تشکیل پیوند کووالانسی میان کاتالیزگر و واکنش دهنده پیش می‌رود. واکنش‌های مبتنی بر آمین که در آن‌ها آمینواسیدها، پپتیدها، آلکالوئیدها و مولکول‌های نیتروژن‌دار سنتزی به‌عنوان کاتالیزگرهای دستواره به کار می‌روند، از جمله نمونه‌های شناخته شده در این دسته به شمار می‌آیند. پیکره اصلی این واکنش‌ها، شامل واکنش‌هایی است که چرخه انامین^{۳۷} و واسطه‌های ایمینیوم گفته می‌شود.

کاتالیزگری غیرکووالانسی: شمار روبه‌رشد واکنش‌های کاتالیزگری آلی نامتقارن که با برهم‌کنش‌های ضعیف شتاب می‌گیرند، نشان از توجه روزافزون به این دسته از واکنش‌ها دارد. این نوع کاتالیزگری شامل تشکیل کمپلکس میزبان-مهمان یا اجتماع اسید-باز میان کاتالیزگر و واکنش دهنده است. برهم‌کنش‌های فرامولکولی، شیوه اثر آنزیم‌ها را یادآوری می‌کند؛



حماسهٔ سیاسی و حماسهٔ اقتصادی برگ اشتراک مجله‌های رشد

نحوهٔ اشتراک:

شما می‌توانید پس از واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت، شعبهٔ سه‌راه آزمایش کد ۳۹۵، در وجه شرکت افست از دو روش زیر، مشترک مجله شوید:

۱. مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی: www.roshdmag.ir و تکمیل برگهٔ اشتراک به همراه ثبت مشخصات فیش واریزی.
۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شدهٔ اشتراک با پست سفارشی (کپی فیش را نزد خود نگهدارید).

◆ نام مجلات در خواستی:

.....
.....
.....

◆ نام و نام خانوادگی:

.....

◆ تاریخ تولد:

.....

◆ تلفن:

.....

◆ نشانی کامل پستی:

.....

استان: شهرستان: خیابان:

شمارهٔ فیش بانکی: مبلغ پرداختی:

.....

پلاک: شمارهٔ پستی:

.....

◆ اگر قبلاً مشترک مجله بوده‌اید، شمارهٔ اشتراک خود را بنویسید:

.....

امضا:

◆ نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱

◆ وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir

◆ اشتراک مجله: ۰۲۱-۷۷۳۳۶۶۰۶/۷۷۳۳۵۱۱۰/۷۷۳۳۹۷۱۳-۱۴

◆ هزینهٔ اشتراک یکساله مجلات عمومی (هشت شماره): ۳۰۰/۰۰۰ ریال

◆ هزینهٔ اشتراک یکساله مجلات تخصصی (چهار شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال



با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شود.

مجله‌های دانش‌آموزی

(به صورت ماه‌نامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

رشد کودک (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایهٔ اول دورهٔ آموزش ابتدایی)

رشد خواتم (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ آموزش ابتدایی)

رشد دانش‌آموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دورهٔ آموزش ابتدایی)

رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه اول)

رشد جوان (برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه دوم)

مجله‌های بزرگسال عمومی

(به صورت ماه‌نامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

◆ رشد آموزش ابتدایی ◆ رشد آموزش متوسطه ◆ رشد تکنولوژی آموزشی

◆ رشد مدرسه فردا ◆ رشد مدیریت مدرسه ◆ رشد معلم

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی تخصصی

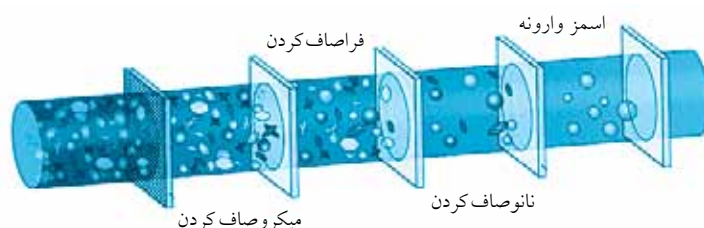
(به صورت فصل‌نامه و چهار شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

- ◆ رشد برهان آموزش متوسطه اول (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه اول)
- ◆ رشد برهان آموزش متوسطه دوم (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه دوم)
- ◆ رشد آموزش قرآن ◆ رشد آموزش معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی ◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد آموزش مشاور مدرسه ◆ رشد آموزش تربیت بدنی ◆ رشد آموزش علوم اجتماعی ◆ رشد آموزش تاریخ ◆ رشد آموزش جغرافیا ◆ رشد آموزش زبان ◆ رشد آموزش ریاضی ◆ رشد آموزش فیزیک
- ◆ رشد آموزش شیمی ◆ رشد آموزش زیست‌شناسی ◆ رشد آموزش زمین‌شناسی
- ◆ رشد آموزش فنی و حرفه‌ای و کار و دانش ◆ رشد آموزش پیش‌دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی، برای معلمان، مدیران، مربیان، مشاوران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌جویان مراکز تربیت معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شود.

◆ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی.

◆ تلفن و نمابر: ۰۲۱ - ۸۸۳۰۱۴۷۸



پالایش آب، نانوفناوری

چکیده

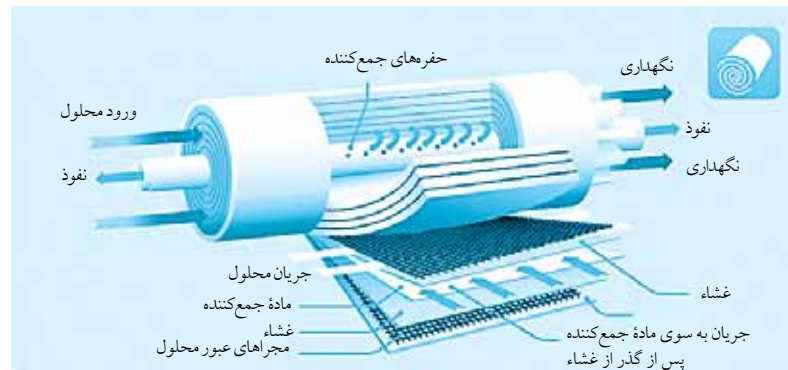
در پی افزایش جمعیت جهان و تهدید کمبود آب، روش‌های جدیدی برای پالایش منابع آب معرفی شده است. از میان روش‌های پالایش جدید آب، فناوری نانو سهم عمده‌ای داشته و کارایی خوبی از خود نشان داده است. در این مقاله برخی روش‌های نانو در پالایش آب مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کلیدواژه‌ها

نانو صاف کردن، مواد نانو، غشاءهای نانوکربنی

مقدمه

با اینکه $\frac{2}{3}$ کره زمین را آب فراگرفته است اما ۹۷ درصد این مقدار، قابل آشامیدن نیست. براساس پیش‌بینی سازمان ملل، تا سال ۲۰۳۵ حدود ۴۸ کشور در جهان با کمبود آب آشامیدنی روبه‌رو خواهند شد. بحران کمبود آب در آغاز قرن ۲۱، دانشمندان را متوجه بهره‌برداری از فناوری‌هایی همچون نانو کرد که هم‌اکنون از عمر آن ۴۰ سال می‌گذرد. مواد نانو در پالایش آب برتری‌های عمده‌ای را نسبت به روش‌های سنتی نشان داده‌اند. برای نمونه در فرایند صاف کردن آب که یکی از مراحل پالایش آب است، غشاءهایی با منفذهای در حد نانومتر کارایی ویژه‌ای داشته‌اند. فناوری نانو در پالایش آب را می‌توان در سه فرایند خلاصه کرد که در ادامه به آن‌ها می‌پردازیم.



شکل ۲ نمایی از یک نانوصافی

رأبه خدمت‌گیری

مریم شکیبی
 معلم شیمی منطقه ۱۱، تهران

به‌عنوان یک کاتالیزگر نوری امکان تجزیه آلاینده‌ها به ترکیب‌های بی‌ضرر را فراهم می‌کند و با این روش آلکان، آلکن، آلکین و ترکیب‌های آمینی از آب حذف می‌شوند.

صاف‌کردن

یکی از مراحل پالایش آب صاف‌کردن است. صاف‌کردن فرایندی است که در جریان آن یک مایع یا یک گاز در نتیجه فشار، اختلاف پتانسیل الکتریکی یا اختلاف غلظت از صافی می‌گذرد و ذره‌های درشت‌تر از اندازه منفذ صافی را به‌جای می‌گذارد. بنابراین دو عامل مؤثر در صاف‌کردن را می‌توان اندازه منفذ صافی و اندازه ذره‌های باقی‌مانده روی آن دانست. بر این اساس صاف‌کردن انواعی به این شرح خواهد داشت:

✓ میکروصاف‌کردن

این فرایند برای جداسازی ذره‌های جامد معلق کوچک و ذره‌های بزرگ‌تر از ۲ میکرون استفاده می‌شود.

● فرایند غربالی

در این فرایند پالایش آب به کمک غشاهایی با منفذهای در حد نانومتر انجام می‌گیرد و جداسازی مواد آلی، معدنی و زیستی را در جریان پالایش فاضلاب‌ها در صنایع گوناگون امکان‌پذیر می‌کند.

● فرایند جذب

به کمک مواد جاذب می‌توان برای جداسازی محیطی و حذف آلاینده‌های آلی از آب، بهره برد. از جمله نانوجاذب‌های پرکاربرد در پالایش آب می‌توان به مواد نانوحفره‌ای اشاره کرد. حفره‌ها با نانوذره‌هایی که با مواد آلاینده پیوند برقرار می‌کنند پوشانده می‌شوند و عملکرد جاذب را بهبود می‌بخشند.

● فرایند تجزیه

در این فرایند از صفحه‌های لایه‌ای پر شده با تیتانیم دی‌اکسید استفاده می‌شود. هنگام تابش پرتوهای فرابنفش، تیتانیم دی‌اکسید



✓ فراساف کردن

با این روش، مولکول‌های بزرگ‌تر از ۵ میکرون جدا می‌شوند. در این حال، اندازه منفذهای صافی حدود ۲ تا ۵۰ نانومتر است. این فرایند برای جداسازی و تغلیظ مواد کلوییدی و سوسپانسیونی مناسب است.

✓ نانوصاف کردن

در این فرایند ابعاد منفذهای نانوصافی‌ها به ۲ تا ۵ نانومتر می‌رسد و برای حذف اجزای آلی آلاینده‌های میکرونی، شامل یون‌های چندظرفیتی کاربرد دارد.

گفتنی است که از میان سه فرایند یاد شده، کاربرد فناوری نانو در حوزه نانوصاف کردن در پالایش آب بسیار چشمگیر بوده است. از دیدگاه مصرف انرژی این روش نسبت به روش‌های قدیمی مانند اسمز معکوس کم‌هزینه‌تر است. همچنین روش فراساف کردن تنها برای زمانی که مقدار آلاینده‌ها نسبت به حد مجاز بالاتر است مناسب است و نانوصاف کردن در موارد دیگر می‌تواند گزینه مناسبی باشد. در عمل، فشار مورد استفاده در فرایند نانوصاف کردن مقداری میان فشار مورد نیاز در فرایندهای اسمز معکوس و فراساف کردن را دارد.

روش‌های دیگر

در کنار استفاده از نانوصافی‌ها، برای کامل شدن پالایش آب از مواد نانوی دیگری نیز بهره می‌گیرند که عبارت‌اند از:
 - نانوحسگرها که آلاینده‌ها با غلظت‌های کم را آشکار می‌کنند و در تشخیص یون‌های فلزهای سنگین کاربرد دارند.
 - نانو کاتالیزگرهای نوری که شامل تیتانیم دی‌اکسید هستند و با پرتوهای UV فعال شده، تجزیه آلاینده‌ها را امکان‌پذیر می‌کنند.

برتری‌های فناوری نانو

✓ پالایش آب با کیفیت بالاتر و هزینه کمتر همراه است.
 ✓ به کمک نانوصافی‌ها امکان حذف یون‌های چندظرفیتی و رفع سختی آب فراهم می‌شود. همچنین در مناطق غربی کشور نانو کاتالیزگرهای نوری، جداسازی یون آرسنیک را از آب‌ها امکان‌پذیر می‌کنند.
 ✓ به علت استفاده از صافی‌هایی با منفذهای ریزتر، سرعت پالایش آب افزایش می‌یابد. برای نمونه، نانوصافی‌هایی با منفذ ۴۰ نانومتری، در خلال ۳۰ دقیقه به حذف مواد می‌پردازند و به کمک نمونه‌هایی با منفذ ۵ تا ۱۰ نانومتر تنها در مدت ۷ دقیقه باکتری‌های زیان‌بار را می‌توان از آب جدا کرد.
 ✓ در نتیجه پالایش آب به کمک روش‌های فناوری نانو، نمک‌های سودمند و مورد نیاز بدن از آب حذف نمی‌شوند.
 ✓ پالایش آب به روش نانوصاف کردن حتی در ظرفیت‌های

محدود امکان‌پذیر است. بنابراین در مناطق کم‌جمعیت نیز با صرف هزینه کم می‌توان به پالایش و تولید آب پرداخت.
 ✓ وجود انواع گوناگون نانوصافی‌ها به جداسازی انتخابی مواد از آب کمک می‌کند.
 ✓ برخلاف روش اسمز معکوس، در نانوصاف کردن نیازی به کنترل pH در جریان پالایش آب نیست و این خود، هزینه پالایش را کاهش می‌دهد.
 ✓ ساخت پالایشگاه در اندازه‌های دلخواه امکان‌پذیر است.

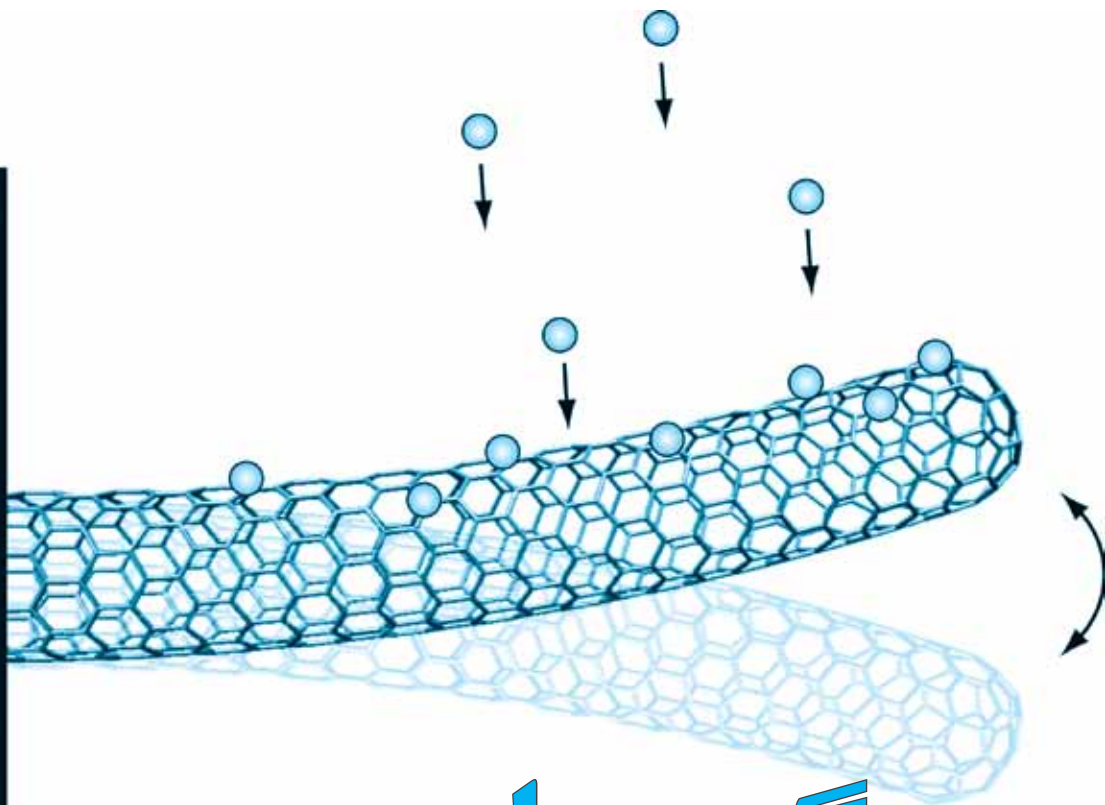
ساختار نانوصافی‌ها

غشاء نانوصافی‌ها معمولاً از ۲ لایه تشکیل می‌شود. لایه نازک و متراکم، عمل جداسازی را انجام می‌دهد و لایه دیگر محافظت در برابر فشار را به عهده دارد. این صافی‌ها در شکل‌های ماریچی، صفحه‌ای، لوله‌ای و فیبری ساخته می‌شوند. روش ساده در تولید نانوصافی‌ها با استفاده از نانولوله‌های کربنی توسعه داده شده است. وجود این نانولوله‌ها در ساختار نانوصافی باعث آسان شدن تمیز کردن صافی، افزایش استحکام و مقاومت در برابر گرما و قابلیت استفاده پی‌درپی آن می‌شود. هم‌اکنون حدود ۶۵ درصد نانوصافی‌ها در پالایش آب مورد استفاده قرار می‌گیرند، ۲۵ درصد آن‌ها در صنایع غذایی و ۱۰ درصد نیز در صنایع شیمیایی کاربرد دارند. به هر حال این صافی‌ها هم کاستی‌هایی دارند که از آن جمله می‌توان به بروز مشکلات زیست‌شناختی در غشاء صافی‌ها و لایه‌گذاری نمک‌های فراسیر شده اشاره کرد. همچنین مواد گندزدا مانند دیگر انواع صافی می‌توانند باعث ایجاد خوردگی در غشاء نانوصافی‌ها شوند. به این کاستی‌ها باید محدود بودن تولید این صافی‌ها را در دنیا افزود.

نتیجه‌گیری

مقرون به صرفه بودن روش‌های فناوری نانو، کشورها را در استفاده از آن برای پالایش آب تشویق کرده است. به دلیل جدی‌تر شدن بحران کمبود آب در آینده، بهره‌گیری از توان کانون‌های فکری در انجام پژوهش و توسعه فناوری نانو اقدامی سازنده است. بنابراین بخش‌های مختلف فرایند پالایش آب باید به دقت مورد بررسی قرار گیرند تا ارزیابی شود که فناوری نانو در چه بخش‌هایی نسبت به روش‌های دیگر برتری دارد.





حسگرهای جرم

ابزاری نو برای دنیای متفاوت

دکتر منوچهر قنبری
 گروه‌های آموزشی آموزش و پرورش ملارد

چکیده

اندازه‌گیری وزن از دیرباز مورد توجه انسان بوده است. چنان‌که ترازوهای دو کفه‌ای و شاهینی از قدیمی‌ترین اختراع بشر به‌شمار می‌روند. امروزه باسکول‌ها در مقیاس بزرگ و ترازوهای حساس دیجیتالی در مقیاس کوچک، در امور مختلف، از اقتصادی تا علمی - پژوهشی به‌کار می‌روند. در سال‌های اخیر ابزارهای جدیدی برای اندازه‌گیری جرم‌های بسیار اندک در حد نانوگرم، با استفاده از مواد پیزوالکتریک، گسترش یافته است. کوارتز یکی از این مواد پیزوالکتریک طبیعی است که در طراحی حسگرهای جرمی استفاده می‌شود. این حسگرها کاربرد گسترده‌ای در عرصه‌های مختلف صنعتی و علمی پیدا کرده‌اند.

کلیدواژه‌ها

حسگرهای جرمی، مواد پیزوالکتریک، میکروترازوی کوارتز

خاصیت پیزوالکتریک

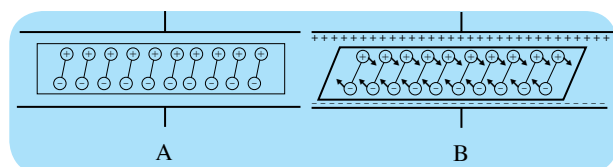
متناوب اعمال شود، شبکه بلوری آن دچار تنش می‌شود. در شکل ۱ پدیده یادشده، نمایش داده شده است. یکی از انواع تنش‌های ایجاد شده، ارتعاش‌هایی از نوع امواج بُرشی است که در ضخامت ماده پیزوالکتریک، با فرکانسی در حد فرکانس امواج صوتی، انتشار می‌یابد. شکل ۲ الگوی انتشار این امواج را - درون یک لایه پیزوالکتریک که میان دو الکترود، دربرگرفته شده است و یک جریان متناوب به آن‌ها اعمال می‌شود - نمایش می‌دهد.

خاصیت پیزوالکتریک توسط برادران کوری کشف شد. برخی مواد با شبکه بلوری ویژه، اگر در فشار قرار بگیرند، دوقطبی‌های موجود در آن‌ها دچار جابه‌جایی می‌شود که حاصل آن، ایجاد یک میدان الکتریکی است. مواد طبیعی و مصنوعی زیادی دارای چنین خاصیتی هستند که از آن جمله می‌توان به کوارتز، باریت، تیتانات، سرب تیتانات و پلی‌وینیلیدین فلورید اشاره کرد. در حالت وارونه، اگر به یک ماده پیزوالکتریک، یک میدان الکتریکی





جنس الکترودها معمولاً از طلا، نقره یا دیگر فلزهای بی اثر است.

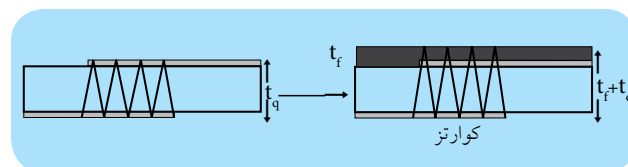


شکل ۱ جابه‌جایی دوقطبی‌های شبکه بلوری مواد پیزوالکتریک در اثر اعمال یک میدان

پس اگر به‌هر دلیلی، ضخامت لایه تغییر کند، فرکانس موج برشی هم تغییر خواهد کرد. اگر به‌جای ضخامت، جرم معادل را جایگزین کنیم، رابطه مشهور سوربری به‌دست می‌آید که وابستگی تغییر فرکانس را به جرم نشان می‌دهد:

$$\Delta f = -\frac{2f^2}{\sqrt{\mu_n \rho_n}} \Delta m$$

در این رابطه Δm ، تغییر جرم، C_f ثابت معادله و A مساحت لایه موردنظر است. بنابراین ابراز یاد شده، یک حسگر جرمی است که میزان تغییر فرکانس آن نماینده یک جرم مشخص است که در سطح الکترودها قرار گرفته است. مقدار جرم می‌تواند در حدود نانوگرم و حتی کمتر از آن باشد. البته ماده مورد اندازه‌گیری باید به سطح الکترودها محکم بچسبد تا موج تولید شده در ماده پیزوالکتریک، بتواند درون آن نفوذ کرده، انتشار یابد. این حسگرها برای نخستین بار برای اندازه‌گیری مواد در فاز گازی به‌کار رفتند ولی با تغییراتی در طراحی آن‌ها، استفاده از آن‌ها در محیط‌های مایع هم امکان‌پذیر شد.



شکل ۲ الگوی انتشار امواج برشی و تغییر آن در اثر افزایش ضخامت لایه پیزوالکتریک

کوارتز یکی از این مواد پیزوالکتریک طبیعی است که در طراحی حسگرهای جرمی، با نام عمومی QCM به معنی میکروترازوی کوارتز، استفاده می‌شود

کاربردها

حسگرهای جرمی، کاربردهای وسیع و متنوعی در شاخه‌های مختلف علوم دارند. این حسگرها افزون بر جرم، به دما، فشار و گرانش هم حساس هستند. در اینجا به نمونه‌هایی اشاره می‌شود که فقط محدود به شاخه‌هایی از علم شیمی‌اند:

✓ حسگرهای زیستی برای اندازه‌گیری مواد زیستی از مولکول‌ها گرفته تا واحدهای درشت سلولی، باکتری‌ها و ویروس‌ها

✓ حسگرهایی برای مطالعه سطوح تشکیل و انحلال پلیمرهای طبیعی و سنتزی و خوردگی سطوح فلزی

✓ حسگرهای گازی برای شناسایی و اندازه‌گیری گازهای سمی و صنعتی

✓ مطالعه برهم‌کنش‌ها بین مولکول‌های DNA و RNA با یکدیگر و بررسی برهم‌کنش پروتئین‌ها با داروها و مواد دیگر

✓ مطالعه غشاهای لیپیدی، مواد مؤثر سطحی و ...

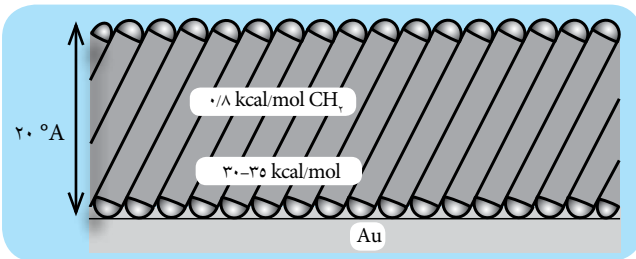
فرکانس این نوع امواج به کمک این رابطه محاسبه می‌شود:

$$f = \frac{v_q}{2\mu_n} = \frac{\sqrt{\mu_n}}{2\mu_n}$$

که در آن f فرکانس پایه ارتعاشی موج تولید شده، v_q سرعت انتشار موج، t_q ضخامت بلور، μ_n ضریب مربوط به جنس ماده و ρ_n چگالی آن است. با دقت در این رابطه، می‌توان دریافت که با ضخیم‌تر شدن لایه پیزوالکتریک، فرکانس ارتعاش کاهش می‌یابد.

رابطه زیر میزان این تغییر را نشان می‌دهد:

$$\frac{\Delta f}{f} = -\frac{\Delta m}{m} = -\frac{2\Delta f}{2m}$$



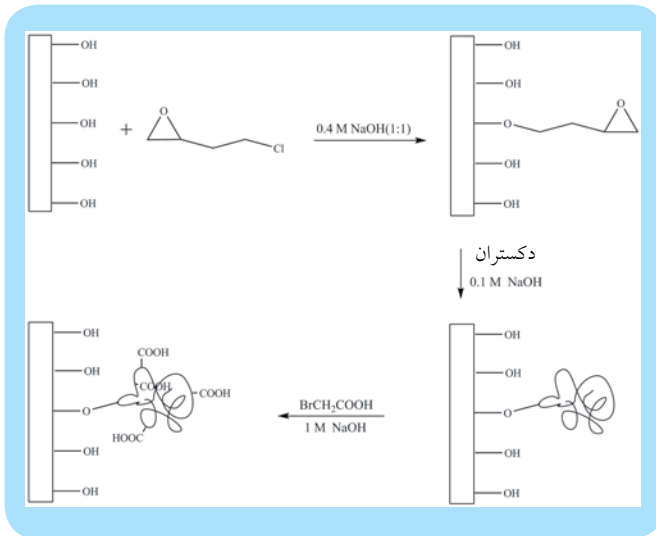
شکل ۳ سطح اشغال شده با یک لایه تک مولکولی

آماده سازی و اصلاح

موضوع بسیار مهمی که تاکنون اشاره‌ای به آن نشده این است که پاسخ این حسگرها به تغییر جرم کاملاً عمومی است. به عبارت دیگر این حسگرها هیچ فرقی بین مولکول‌های مختلف قائل نیستند و توانایی تشخیص مولکول‌ها از یکدیگر را ندارند. برای گزینشی کردن سطح الکترودهای به کار رفته در این حسگرها که ماده پیزوالکتریک (کوارتز) در بین آنها ساندویچ شده است، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که عبارتند از:

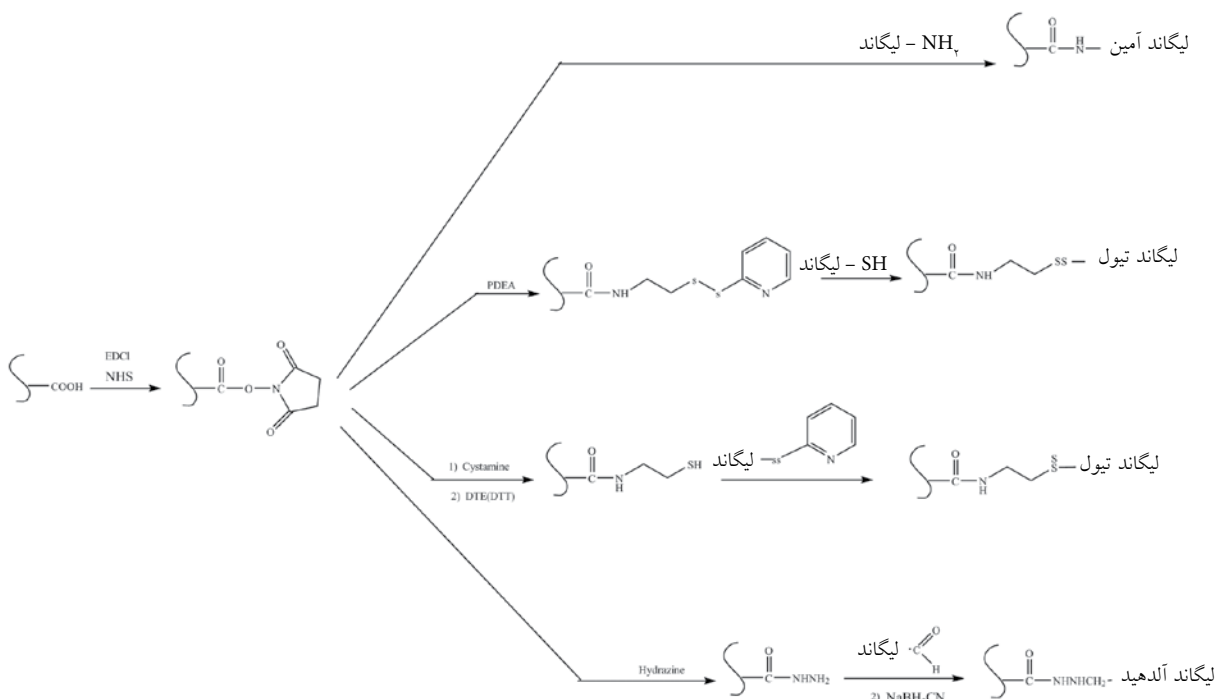
- جذب فیزیکی براساس تمایل ذاتی آمین‌ها به فلزهایی مانند طلا
 - آرایه‌های تک لایه‌ای براساس تمایل گوگرد و گروه‌های عاملی گوگردار به طلا، شکل ۳
 - جذب هیدروژل‌های دکسترانی، شکل ۴.
- از:

- لایه‌نشانی کووالانسی، شکل ۵
- گیراندازی
- اتصال درون لایه‌های لیپیدی



شکل ۴ سطح اصلاح شده با یک لایه دکستران و دارای عامل کربوکسیلیک اسید

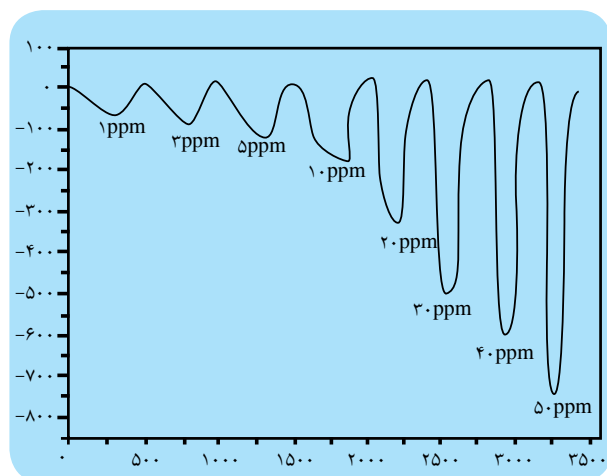
شکل ۵ سطح اصلاح شده به وسیله پیوند کووالانسی



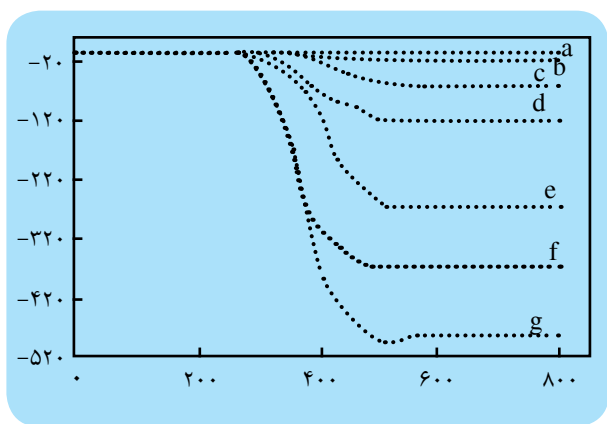


سنسوگرام

پاسخ حسگر به مقدارهای مشخص از نمونه مورد بررسی، به صورت تغییرات فرکانس در واحد زمان گزارش می شود که به آن سنسوگرام می گویند. شکل ۸ و ۹ نمونه ای از سنسوگرام را نشان می دهد.

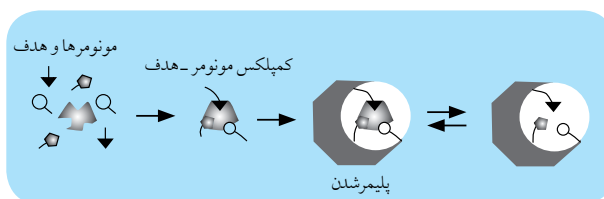


شکل ۸ سنسوگرام مربوط به اندازه گیری مولکول استاودین در سطح QCM اصلاح شده، به روش سل - ژل



شکل ۹ سنسوگرام مربوط به اندازه گیری بخار دی متیل، متیل فسفونات

● قالب زنی مولکولی براساس ایجاد یک قالب از مولکول هدف، درون یک بستر پلیمری آلی یا سل - ژل معدنی، شکل ۶.



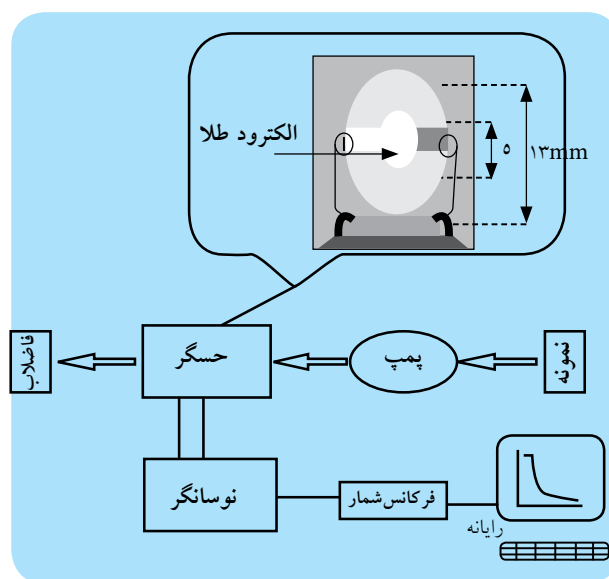
شکل ۶ سطح اصلاح شده با روش قالب زنی مولکولی

ساختار حسگر

یک دستگاه QCM دارای پنج قسمت اساسی به این شرح است:

- نوسانگر، جهت اعمال جریان متناوب بر الکترودها
 - حسگر شامل قطعه پیزوالکتریک که بین دو الکتروود قرار دارد.

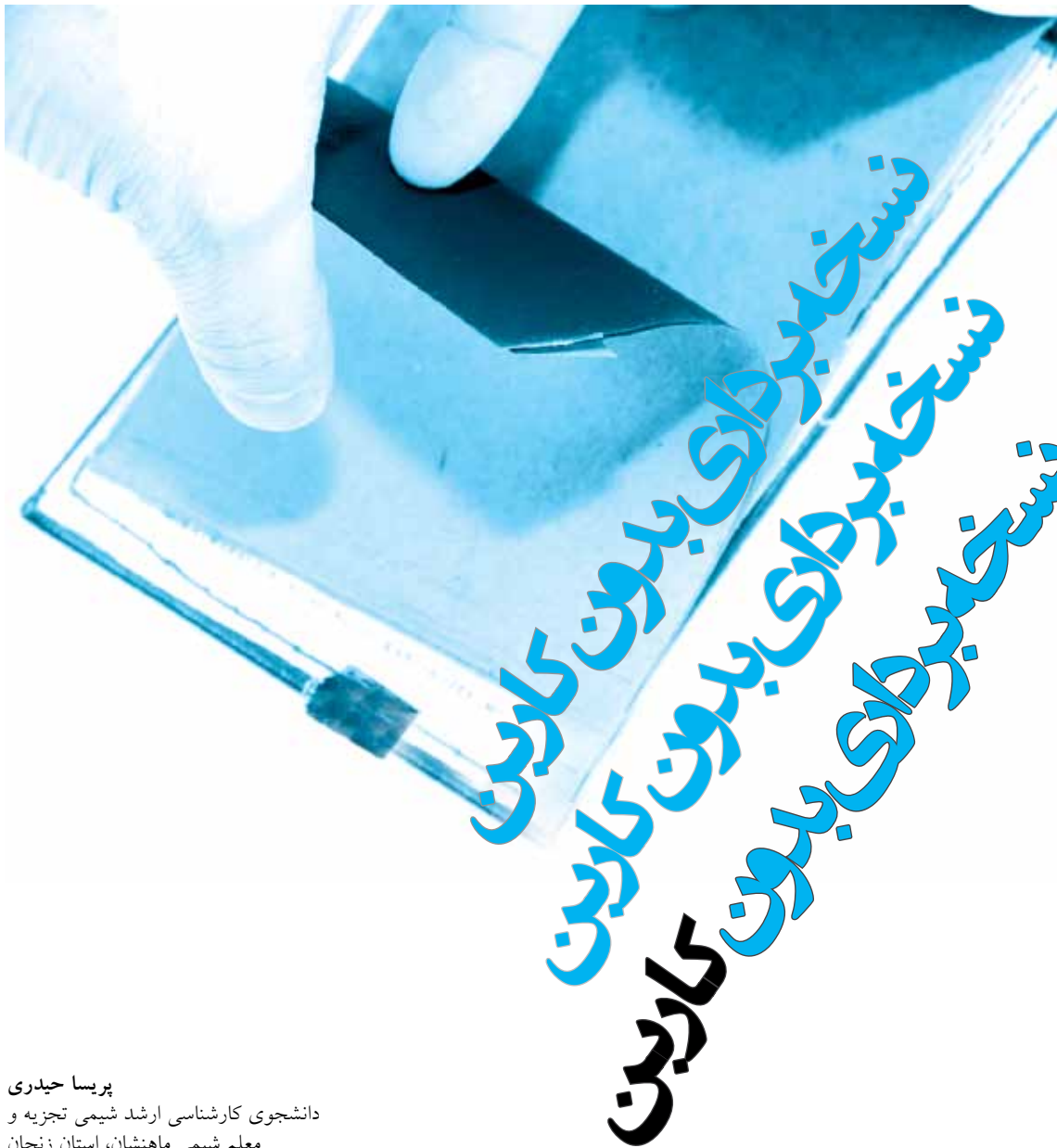
- پمپ، جهت ارائه نمونه گازی یا مایع به سطح حسگر در روش آنالیز جریانی یا دینامیکی
 - شمارنده و ثبت کننده فرکانس
 - تحلیلگر که معمولاً یک رایانه مجهز به نرم افزار مناسب جهت ثبت سنسوگرام است.



شکل ۷ اجزای تشکیل دهنده دستگاه QCM

1. Joshua, D. Kittle, Blacksburg, Virginia. MSc Thesis, November, 2006.
2. Buttry, D.; Work, M. Chem. Rev. 92(1992) 1355.
3. Brian R. Egdins. Chemical Sensors and Biosensors. John Wiley & Sons Ltd: 2002.
4. Janshoff, A, Galla, H. J. and Steinem, C. (2000) Angew. Chem. Int. Ed. 39, 4004-4032.
5. Jiri Janata. Principles of Chemical Sensors. Springer, 2009.
6. Chanbari, M. Kermanshah, Iran. PhD Thesis, October, 2012.
7. Wei. He, Xzohongxing. Liu. Talanta 76(2008) 698-702.





پریسا حیدری
دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی تجزیه و
معلم شیمی ماهنشان، استان زنجان

چکیده

امروزه در بانک‌ها و اداره‌ها فرم‌های اداری بدون نیاز به کاربن هنگام نوشتن نسخه برداری می‌شود. در این مقاله با سازوکار این نسخه برداری و مواد شیمیایی به کار رفته در آن آشنا می‌شویم.

کلیدواژه‌ها

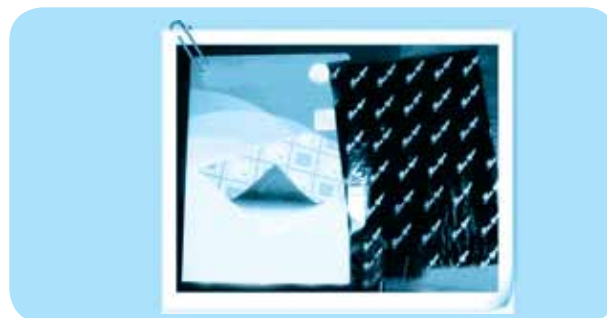
کاغذ نسخه برداری، کاربن، روغن‌های معدنی، رزین‌های فنولی

مقدمه

کاغذ نسخه برداری غیرکاربنی که جایگزین کاغذ کاربن شده است، توسط دو شیمی‌دان به نام‌های **لاول اسپلیچر** و **بری گرین** اختراع شد. این کاغذ برای کپی از یک سند دست‌نوشته یا سندی که به‌طور مکانیکی نوشته می‌شود، به کار می‌رود. کاغذ کپی بدون کاربن همان کار کاغذ کاربن‌دار را انجام می‌دهد با این تفاوت که در عمل، به‌هیچ نوع کاربنی نیاز نیست. این نوع کاغذ، هرگز دست‌ها را کثیف و سیاه نکرده، سطل زباله را بیهوده پر نمی‌کند که نتیجه آن قطع کمتر درختان است.



در این کاغذها، نوعی امولسیون روغنی رنگزا که در کپسول‌های بسیار کوچکی قرار داده شده، به صورت لایه‌ای در سطح پشتی کاغذ بالایی قرار می‌گیرد



ساختار

فاکتورها و چک‌ها استفاده می‌شود و با توجه به تعداد کپی‌های موردنیاز، از دو یا تعداد بیشتری لایه تشکیل می‌شود. برگه‌های مختلف کاغذ نسخه‌برداری بدون کاربن با توجه به عملکردشان به این شرح نام‌گذاری شده‌اند:

✓ **برگه CB** به‌عنوان برگه اول شناخته شده، در فرم‌ها به‌عنوان برگه بالایی یا اصلی استفاده می‌شود. زیر این برگه با یک لایه از کپسول‌های میکروسکوپی که حاوی ماده رنگزا هستند، پوشیده شده است.

✓ **برگه CFB** به‌عنوان برگه دوم یا میانی شناخته شده، اغلب در فرم‌هایی که سه یا تعداد بیشتری برگه دارند استفاده می‌شود. سطح رویی برگه با لایه پذیرنده پوشیده شده است و با ماده رنگزای موجود در برگه CB به‌طور شیمیایی واکنش می‌دهد.

✓ **برگه CF** به‌عنوان برگه سوم شناخته می‌شود و زیر بقیه مجموعه، قرار می‌گیرد. سطح بالایی این برگه دارای لایه پذیرنده است که با کپسول‌های میکروسکوپی حاوی ماده رنگزا در برگه

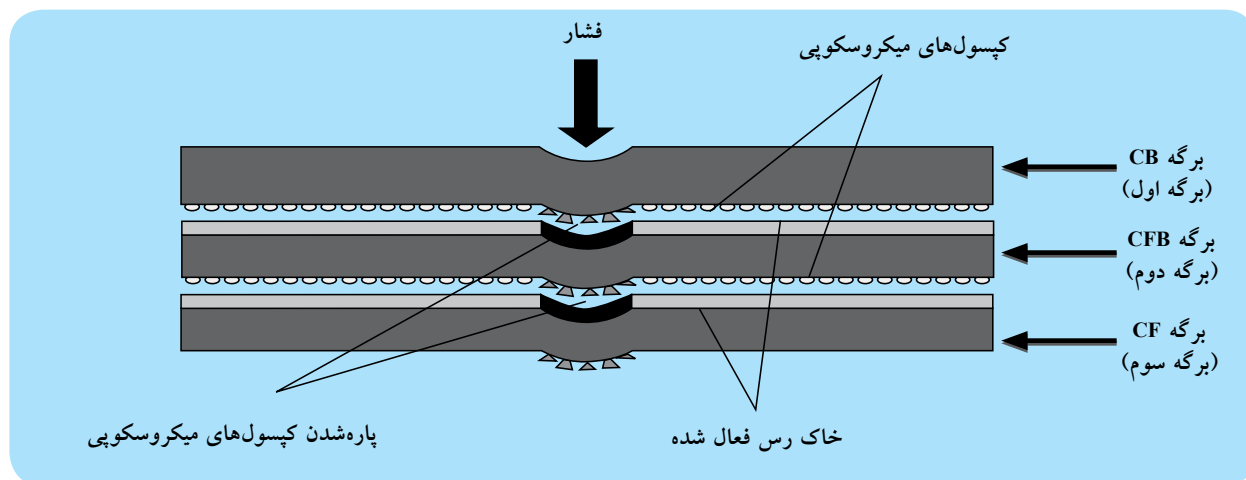
برای ردگذاری با استفاده از کاغذ نسخه‌برداری بدون کاربن، دست‌کم به دو برگه نیاز است؛ یکی در بالا و دیگری در پایین، که در میان آن‌ها، دو لایه پوششی به این شرح قرار می‌گیرند:

- **لایه انتقال** این لایه، پشت برگه اول قرار دارد و از کپسول‌های میکروسکوپی که حاوی ماده رنگزا هستند ساخته شده است. این لایه در واکنش با لایه گیرنده، روی برگه اول، اثر ایجاد می‌کند.

- **لایه پذیرنده یا لایه واکنشی** این لایه در سطح برگه دوم قرار دارد و از اجزایی ساخته شده است که با ماده رنگزای موجود در لایه انتقال که در بالای آن قرار دارد واکنش می‌دهد. کاغذ نسخه‌برداری بدون کاربن در بازار کاغذ به‌عنوان کاغذ شیمیایی شناخته شده است، زیرا طرح و نوشته‌ها از واکنش بین این دو لایه ایجاد می‌شوند.

کاغذهای غیر کاربنی

کاغذ نسخه‌برداری بدون کاربن به‌طور معمول در فرم‌ها،



شکل ۱ موقعیت برگه‌ها و اجزای کاغذ نسخه‌برداری بدون کاربن

تماس دائمی با کاغذ نسخه برداری بدون کاربن می تواند برای سلامتی فرد بسیار خطرناک باشد



می دهد. این مخلوط دارای انواعی به این شرح است:

- خاک رس فعال شده
- روی سالیسیلات
- رزین های فنولی

خواص نهایی فراورده، به نوع مخلوط استفاده شده بستگی دارد. برای نمونه، رزین های فنولی آهسته تر از رس، کهنه می شوند اما با گذشت زمان به رنگ زرد درمی آیند. از دو مورد نخست، در بازار اروپا و از رزین های فنولی در ایالات متحده استفاده می کنند.

اثرهای بهداشتی

در آغاز سال ۱۹۷۰ تولیدکنندگان، کارفرمایان و سازمان امنیت و سلامت شغلی شکایت های متعددی از نشانه های پوستی و غشاهای مخاطی دریافت کردند که به کار کردن با کاغذهای نسخه برداری بدون کاربن مربوط می شد. بنابر پژوهش ها، تماس دائمی با کاغذ نسخه برداری بدون کاربن می تواند برای سلامتی فرد بسیار خطرناک باشد چنان که استفاده از مرخصی استعلاجی و شکایت های بیماری در دفترهایی که به مقدار زیاد از کاغذ نسخه برداری بدون کاربن استفاده می کردند گزارش شده است. در مجموع، مطالعات زهرشناسی و بررسی های تجربی نشان می دهد قرار گرفتن در برابر این کاغذها با عوارض نامطلوب بهداشتی همچون ایجاد سوزش در پوست، غشاهای مخاطی چشم ها و بخش های بالایی دستگاه تنفسی همراه است.



1. U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention National Institute for Occupational Safety and Health/Carbonless Copy Paper/ December 2000
2. www.radantahrir.com
3. www.piconweb.com
4. www.torraspapal.com
5. www.appletondieas.com/pdf/Lowell_Schleicher_Dies.pdf

بالایی، واکنش می دهد.

وقتی به یک نسخه برداری از برگه اصلی نیاز داریم، به ترتیب یک CB و یک CF استفاده می شود ولی وقتی بیش از یک نسخه می خواهیم برای هر برگه میانی، یک CFB نیز استفاده می شود. شکل ۱ موقعیت برگه های یاد شده را نشان می دهد. در این نوع کاغذها، کپسول های میکروسکوپی به فشار حساس هستند. در نتیجه برگه های CB و CFB برای جلوگیری از پاره شدن و از دست دادن کارایی خود باید با دقت بسیار بالایی به کار گرفته شوند. برگه CF، به دلیل نداشتن کپسول های میکروسکوپی می تواند مانند کاغذ معمولی به کار رود.

مخلوط های پوشش

در ساخت کاغذ کپی بدون کاربن از دو مخلوط پوششی به این شرح استفاده می شود.

● مخلوط انتقال، CB

این مخلوط که برای پوشش لایه انتقال به کار می رود اجزای بسیاری دارد که مهم ترین آن ها عبارتند از:

- ماده رنگزا ایجادکننده رنگ است. در واقع، رنگ از واکنش شیمیایی ماده رنگزا با ترکیب های موجود در لایه CF ایجاد می شود.
- روغن های معدنی موادی مشتق شده از نفت هستند که با ماده رنگزا امولسیون تشکیل می دهند. زمانی که این روغن های معدنی با ماده رنگزا در آب تکان داده می شوند، کپسول های میکروسکوپی ایجاد می شوند.

- حفاظت کننده دیواره موادی شیمیایی هستند که از خراب شدن کپسول های میکروسکوپی در لایه پوششی، جلوگیری می کنند. این مواد هم به طور سنتزی و هم طبیعی در دسترسند.

● مخلوط پذیرنده، CF

مخلوط پذیرنده، برای ایجاد رنگ با ماده رنگزا واکنش



بزرگ‌ترین بازیافت کننده در خاورمیانه!

بازیافت مشهد

گزارش از
مجتمع
صنعتی

راضیه بنکدار سخی
معلم شیمی منطقه ۱۲ تهران

اشاره.....

سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد، در سال ۱۳۷۵، به منظور سامان‌بخشی زباله‌های خانگی و صنعتی از طریق بازیافت و دوباره استفاده کردن مواد - که نتیجه آن افزون بر بهره‌وری بهینه مواد، کاهش زباله‌هاست - تأسیس شد. این سازمان، یک مجتمع صنعتی را تحت پوشش دارد که گذشته از جداسازی مواد قابل استفاده از زباله‌ها مانند فلزها، به تولید چهار نوع کود آلی، تولید برق از زیست‌گاز، و نیز تولید کف‌پوش‌های لاستیکی و کاغذ و مقوا می‌پردازد و از این راه، افزون بر حفظ منابع طبیعی و بهداشت محیط‌زیست درآمد چشمگیری از این طلای کثیف به دست می‌آورد.

هدف‌ها و فعالیت‌ها

جمع‌آوری و سامان‌بخشی زباله‌ها پرداخته است و به تدریج در آن، کارخانه‌های بازیافت و تولید مواد ساخته و از آن بهره‌برداری شده است. هدف‌های این سازمان عبارت‌اند از:

سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری در مردادماه ۱۳۷۵ تأسیس شد. این سازمان در آغاز به آموزش شهروندان و

«طرح پاکیاران» به کمک دانش آموزان، فرهنگ تفکیک زباله را به خانواده‌ها آموزش دهد و با ایجاد ایستگاه‌های ثابت و متحرک به جمع‌آوری زباله‌های تفکیک‌شده از سطح شهر بپردازد.

۷ واحد سازماندهی ضایعات ساختمانی

با توجه به روند روزافزون ساخت‌وساز در بیشتر شهرها از جمله شهر مشهد یکی از مشکلات شهری، زباله‌ها و نخاله‌های حاصل از ساخت‌وساز است. سازمان بازیافت و تبدیل مواد با طراحی و ساخت ماشین‌آلات مناسب، طرح جمع‌آوری آسان، مکانیزه و با هزینه‌های کمتر را به اجرا درآورده است.

۷ مجموعه کارخانه‌های کمپوست کود آلی

مواد زائد جامد، حاصل از فعالیت‌هایی که در شهر انجام می‌شود، از دیدگاه خواص فیزیکی و شیمیایی به دو گروه فسادپذیر و فسادناپذیر تقسیم می‌شوند.

پسماند مواد غذایی یا شاخه و برگ‌های گیاهان و درختان که در گذرگاه‌ها بر اثر خزان یا هرَس آن‌ها به وجود می‌آیند مواد فسادپذیری هستند که با گذشت زمان به علت فعالیت موجودات زنده ذره‌بینی تجزیه می‌شوند و بوی زننده‌ای می‌گیرند. این مواد را زباله‌های تر می‌نامند. شاید ساده‌ترین روش برای دفع این زباله‌ها دفن یا پخش آن‌ها در زمین باشد اما شیرابه‌های حاصل از این مواد به لایه‌های پایین‌تر زمین نفوذ کرده، منابع آب‌های زیرزمینی را آلوده می‌کنند. همچنین هزینه خرید زمین برای دفن این زباله‌ها زیاد است. از این رو، دفن زباله‌ها روش مناسبی برای از بین بردن آن‌ها نیست. مجموعه کارخانه‌های تولید کود آلی (کمپوست) با تولید چهار نوع کود آلی شامل کود کمپوست، کود کمپوست غنی‌شده گوگرددار گرانوله، کمپوست سبز و کمپوست ورمی روشی مناسب از بهره‌وری این زباله‌های تر است، شکل ۱.

- آموزش و ترویج فرهنگ صحیح تولید، تفکیک، نگهداری و جمع‌آوری و بازیافت زباله‌ها
- ارائه به موقع و صحیح خدمات به مشتریان
- جلب مشارکت بخش خصوصی و استفاده از توانایی سازمان‌های غیردولتی در راستای تحقق هدف‌های سازمان
- ارتقای سطح فنی و استفاده از فناوری‌های نو در بازیافت و تبدیل مواد
- استمرار بهبود کیفی فعالیت‌ها در چارچوب نظام تضمین کیفیت.



مهم‌ترین فعالیت‌های این سازمان را می‌توان در ۸ واحد به این شرح خلاصه کرد:

۷ واحد تفکیک از مبدأ

این واحد با آموزش مستقیم و چاپ کتاب و بروشورهای آموزشی، به منظور آگاهی‌دادن به شهروندان برای جداسازی زباله‌ها اقدام کرده و با اهدای هدایایی، آنان را تشویق به تفکیک زباله‌ها از مکان تولید کرده است. همچنین با توجه به اینکه آموزش افراد از سال‌های کودکی سودمندتر است این واحد به کمک آموزش و پرورش شهر مشهد و اعزام مربیان آموزش دیده به دبستان‌ها و برخی مدارس دوره راهنمایی توانسته است با اجرای



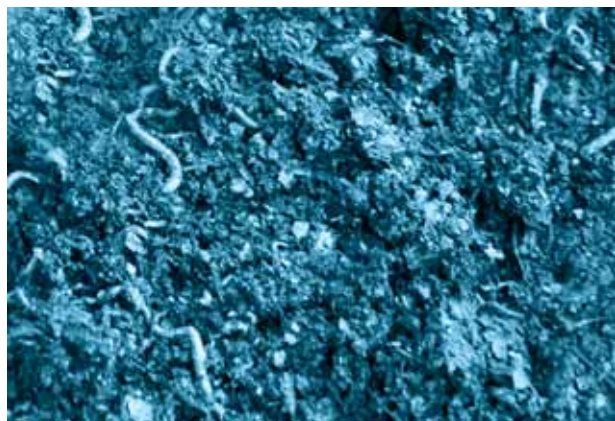
شکل ۱



تهیه و به‌عنوان کود استفاده می‌شود. امروز به‌کارگیری این بقایا به‌صورت دیگری مورد توجه قرار گرفته است؛ ضایعات سبز که همان سرشاخه‌ها و برگ‌های درختان است، خُرد و به‌وسیلهٔ سرندهایی دانه‌بندی می‌شوند. این کود سرشار از مواد آلی شامل سلولوز، لیگنین، مواد نشاسته‌ای، قندها و پروتئین‌هاست و از آنجا که مقدار لیگنین پلیمر شده و محلول در آب آن کم است، باعث تشکیل خاک دانه می‌شود.

کمپوست ورمی این نوع کود آلی از تجزیه مواد فسادپذیر توسط کرم‌های خاکی ویژه‌ای به نام ایزونیا فوتیدا^۹ - که به کرم زباله‌خوار معروفند - همراه با مدفوع این جانداران به‌وجود می‌آید. کرم‌های خاکی با تغذیه از بقایای مواد آلی داخل خاک باعث برگشت مواد به چرخه طبیعت می‌شوند. ورمی کمپوست به‌دلیل ارزش غذایی و سازگاری با محیط‌زیست از بهترین کودها در سراسر دنیا به‌شمار می‌رود.

از مزایای این کمپوست که سرشار از مواد غذایی قابل جذب گیاهان است می‌توان به اصلاح بافت فیزیکی خاک، افزایش پتاسیم، نگهداری رطوبت و آب در خاک اشاره کرد.



شکل ۲ کرم‌های زباله‌خوار

۷ واحد دفن زباله، نیروگاه زیست‌گازسوز

زباله‌هایی که از سال‌ها پیش درون زمین دفن شده‌اند پس از تجزیه توسط موجودات زنده ذره‌بینی، مقادیر زیادی گاز متان و دی‌هیدروژن سولفید تولید می‌کنند. گاز متان افزون بر آلوده‌کردن محیط‌زیست، به‌عنوان گاز گلخانه‌ای، به‌علت آتش‌گیر بودن و ایجاد انفجار، خطرناک است. از این‌رو، امروزه با طراحی نیروگاه‌های ویژه، این گاز سوزانده و از آن به‌وسیله ژنراتور، برق تولید می‌شود. به این منظور در فضاهایی که از پیش زباله‌ها در آن دفن شده‌اند برای جمع‌آوری گازها چاله‌هایی حفر و روی آن‌ها لوله‌گذاری می‌شود. سپس به‌وسیلهٔ پمپ‌های

کمپوست، کود آلی حاصل از تجزیهٔ زیست‌شناختی بقایای گیاهی و ضایعات جامد با منشأ آلی است که توسط انواع گوناگون موجودات زنده ذره‌بینی، به یک یا مخلوطی از چند ماده آلی قابل تجزیه، تبدیل می‌شود. کمپوست‌ها به‌دلیل منشأ طبیعی بر کودهای شیمیایی ارجح هستند. این کمپوست‌ها به‌دلیل داشتن عنصرهایی چون کربن، نیتروژن، فسفر، کلسیم، پتاسیم، سدیم، آهن، منگنز، روی و منیزیم افزون بر تأمین رطوبت و pH مناسب باعث حاصلخیزی خاک نیز می‌شوند. مراحل تولید کمپوست به این ترتیب است که در آغاز، زباله‌های تر توسط سرندهای بزرگ الک شده، از مواد قابل بازیافت مانند کاغذ، شیشه و پلاستیک جدا می‌شوند و مواد آلی با قطر ۷/۵ سانتی‌متر یا کوچک‌تر به‌دست می‌آیند. این مواد روی شبکه‌های سیمانی در سالن‌های مخصوص قرار داده می‌شوند. روی هر لایه از مواد آلی با لایه‌ای از خاک پوشانده شده، سپس لایه‌ای دیگر از این مواد آلی قرار داده می‌شود. این فرایند تا رسیدن ضخامت مواد به ارتفاع حداکثر ۲ متر ادامه می‌یابد. جمع‌شدن این مواد در این سالن ۲۰ تا ۲۵ روز زمان می‌برد. در این مدت به‌علت فعالیت ریز جانداران هوازی، مواد تخمیر و تجزیه می‌شوند. برای هوادهی بیشتر به این مخلوط، مخلوط‌کننده‌های بزرگ در سرتاسر سالن حرکت می‌کنند و با زیرورو کردن این مواد هوادهی انجام می‌شود. در این مدت، دما بر اثر فعالیت ریز جانداران به ۵۵ درجه سلیسیوس می‌رسد و در هفته‌های آخر، حتی تا ۷۰ درجه افزایش می‌یابد. سپس مخلوط به محوطه باز انتقال می‌یابد تا به مدت دو ماه عمل تثبیت انجام شود در پایان این فرایند، مخلوط دوباره سرد می‌شود. به این ترتیب کمپوست با دانه‌بندی ۶ میلی‌متری به‌دست می‌آید. این ویژگی باعث نگهداری رطوبت و افزایش تبادل اکسیژن در خاک می‌شود که از ویژگی‌های یک کمپوست مرغوب است. تفاوت کمپوست غنی‌شده با این کمپوست، افزودن مقداری



گوگرد به منظور تغییر میزان خاصیت اسیدی خاک و تبدیل این نوع کود به گرانول است. کمپوست غنی‌شده افزون بر اصلاح خاک و جذب ریزمغذی‌ها، مقدار فسفر را در خاک‌افزایش می‌دهد.

کمپوست سبز در گذشته از ضایعات باغی و زراعی



شکل ۴



شکل ۳

کارخانه بازیافت لاستیک

در این کارخانه، نخست فلزها و الیاف فلزی به وسیله دستگاه، از لاستیک‌های کهنه جدا می‌شوند. این لاستیک‌ها در دستگاه خردکن به قطعات ریز آسیاب، و سپس به صورت گرانول شکل داده می‌شوند. از مخلوط این گرانول با چسب و رنگدانه‌های پلیمری، در فشار و گرمای مناسب، کفپوش‌های لاستیکی به ابعاد و ضخامت‌های گوناگون براساس نوع کاربرد ساخته می‌شود. در این واحد سالانه ۳۰۰۰ تن لاستیک کهنه مورد بازیافت قرار می‌گیرد.

کارخانه بازیافت قیر و آسفالت

در این واحد قطعه‌های آسفالت از سطح گذرگاه‌ها یا ساختمان‌های قدیمی در حال بازسازی، جمع‌آوری شده، به سیلوهایی که دارای شبکه فلزی و گرمکن مجهز است



انتقال داده می‌شوند. در این سیلوها قیر ذوب شده، توسط شبکه‌های فلزی جدا می‌شود تا دوباره برای تهیه آسفالت از آن استفاده شود. این کارخانه ۵۰۰ تن آسفالت را در سال

مکنده، گازهای تولید شده را به نیروگاه انتقال می‌دهند. این گازها پس از رطوبت‌گیری به ژنراتور انتقال داده می‌شوند و انرژی الکتریکی تولید می‌کنند، شکل ۳. گفتنی است واحد زیست‌گاز مشهد نخستین نیروگاه زیست‌گازسوز خاورمیانه است که ۶۶۰ کیلووات در ساعت برق تولید می‌کند. واحد دفن زباله، زباله‌های غیرقابل بازیافت را در زمین‌هایی را که برای دفن زباله شرایط مناسب دارند، دفن و لوله‌گذاری می‌کند تا پس از سال‌ها از آن به‌عنوان منبع تولید زیست‌گاز استفاده شود.

۷ مجتمع صنعتی بازیافت

چنان‌که اشاره شد زباله‌ها را می‌توان به دو دسته فسادپذیر و فسادناپذیر تقسیم کرد. زباله‌های فسادناپذیر که به زباله‌های خشک نیز معروفند، پس از جمع‌آوری، به کارخانه‌های مجزایی مانند کارخانه بازیافت کاغذ، بازیافت لاستیک، بازیافت قیر و آسفالت، ضایعات قطعه‌های الکترونیکی، بازیافت پت انتقال داده‌شده، پس از عملیات گوناگون به موادی قابل استفاده تبدیل می‌شوند.

کارخانه بازیافت کاغذ

این کارخانه که از واحدهای بخش خصوصی سازمان است طی عملیاتی، کاغذهای کهنه را به ورقه‌های مقوایی برای تولید کارتن تبدیل می‌کنند. در این روش، نخست کاغذها با آب مخلوط می‌شوند تا خمیری رقیق و یکنواخت تشکیل شود. این خمیر را روی نوارهایی می‌گذارند تا با عبور از زیر غلطک‌های گرمایی، آبگیری و خشک شوند، شکل ۴. سپس به صورت لوله‌های کاغذ جمع‌آوری و به وسیله دستگاهی به ورق‌های چندلایه و مقوا تبدیل می‌شوند تا از آن‌ها کارتن‌های بسته‌بندی ساخته شود.



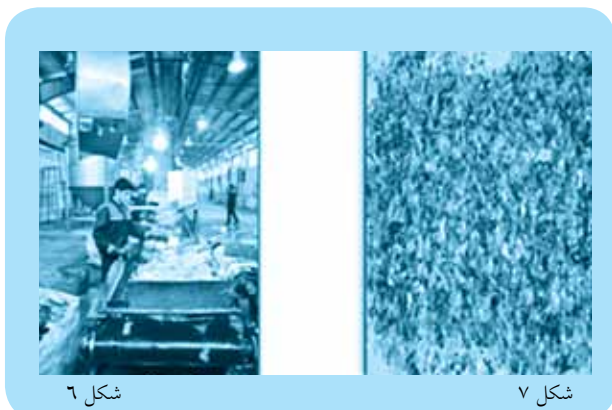
بازیافت می‌کند.

کارگاه ضایعات قطعه‌های الکترونیکی

این کارگاه از واحدهای جدید مجتمع صنعتی بازیافت است که در آن قطعه‌های الکترونیکی جداسازی می‌شود، شکل ۵. قطعه‌های سالم دوباره استفاده می‌شوند. قطعه‌های دیگر به منظور بازیافت فلزها خرد و آسیاب و در مخلوطی از نیتریک اسید، هیدروکلریک اسید و نمک ویژه‌ای حل شده، در سلول‌های آبکافت فلزها - که اغلب از جنس مس و قلع هستند - بازیافت می‌شوند. هرچند بازیافت این مواد صرفه اقتصادی ندارد اما برای حفظ محیط‌زیست از اهمیت بسزایی برخوردار است. آنچه که در این واحد نسبت به واحدهای دیگر، چشمگیر است، ساخت ابزارها و دستگاه‌های بُرشی است. جداسازی این قطعه‌ها و طراحی و ساخت ابزارها توسط دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد انجام می‌گیرد.

کارخانه بازیافت پت

پت همان بطری‌های پلیمری نوشابه‌هاست. در کارخانه بازیافت، نخست بطری‌های آلوده جداسازی می‌شوند، شکل ۶.



شکل ۶

شکل ۷

آب داغ و سود سوزآور شسته می‌شوند. این مواد در فشار و گرما، به رشته‌های باریک و سرانجام به گرانول تبدیل می‌شوند. گرانول‌ها با مقداری رنگ مخلوط می‌شوند و به کمک فشار هوا و گرما، برای تهیه کیسه‌های پلاستیکی به کار می‌روند، شکل ۸.

۷ واحد پسماندهای پزشکی و صنعتی

برخی از زباله‌ها مانند زباله‌های بیمارستانی که به شدت آلوده‌اند، پس از جمع‌آوری به این واحد انتقال یافته، در کوره‌های مخصوص سوزانده می‌شوند.



شکل ۸

۷ واحد نظارت بر مخازن این واحد، بر سامان‌بخشی مخزن‌های زباله‌های شهری نظارت و پشتیبانی می‌کند.

۷ واحد آموزش شامل دو بخش پژوهش و روابط عمومی است. در واحد پژوهش، پژوهش‌های تازه برای بازیافت مواد و زباله‌های شهری امکانات بهینه‌سازی روش‌ها را بررسی می‌کند. در بخش روابط عمومی، برگزاری کلاس‌های آموزشی برای کارکنان این سازمان و شهروندان برنامه‌ریزی می‌شود و شهروندان را به کاهش زباله‌های فسادناپذیر و جمع‌آوری بهینه زباله‌ها تشویق می‌کند.



شکل ۵

پس از آن توسط دستگاه، برچسب‌ها، حلقه‌ها و درپوش‌های پلاستیکی برداشته می‌شوند. سپس این بطری‌ها خرد و آسیاب شده، هم‌زمان به وسیله آب گرم شسته می‌شوند و پس از رطوبت‌گیری، با هوای داغ خشک می‌شوند. در پایان، پت‌های پت بازیافت می‌شوند، شکل ۷.

کارخانه بازیافت پلاستیک

در این کارخانه روزانه ۶ تن پلاستیک بازیافت می‌شود. برای بازیافت، نخست پلاستیک‌ها خاک‌گیری و در آسیاب، خرد می‌شوند. سپس طی دو مرحله با آب سرد و در مرحله سوم با

نخست برای کاهش این مشکلات آگاهی دادن هرچه بیشتر به شهروندان و توصیه به کاهش تولید زباله است تا به این ترتیب سرمایه‌ها و منابع ملی و محیط‌زیست حفظ شوند. به نظر می‌رسد که مناسب‌ترین زمان آموزش و یاددهی به فرزندانمان در دوره ابتدایی است تا فرهنگ صرفه‌جویی و حفظ منابع طبیعی در کودکانمان نهادینه شود.



نتیجه

مشهد به‌عنوان یکی از کلان‌شهرهای ایران، با داشتن ویژگی زیارتی - سیاحتی، به‌طور متوسط روزانه ۲۴۰۰۰-۱۷۰۰۰ تن



زباله تولید می‌کند و در رتبه دوم پس از شهر تهران قرار دارد. بی‌تردید، تولید این حجم زباله، مشکلات زیادی را، شامل آلودگی محیط‌زیست، هدر رفتن منابع طبیعی و هزینه‌های هنگفت برای جمع‌آوری و بازیافت آن‌ها، به‌همراه دارد. گام



1. Eisenia Foetida

۲. منظور، زمین‌های سخت است که در آن‌ها شیرابه‌ها به لایه‌های زیرین کمتر نفوذ کند، همچنین در جهت باد و نزدیک مناطق مسکونی و منابع آب‌های زیرزمینی نباشند.





فیبرهای خوراکی

ضامن طبیعت تندرسته

مهدیه مفتخر

دانشجوی دکترای شیمی تجزیه، دانشگاه زنجان

چکیده

نام فیبرهای خوراکی را زیاد شنیده‌ایم. می‌دانیم فیبر برای بدن مفید است و می‌بایست در غذای روزانه مصرف شود. فیبرها شامل موادی نظیر سلولوز، همی سلولوز، لیگنین، صمغ، موسیلاژ و پکتین هستند. فیبرهای خوراکی تأثیر بسزایی در سلامت انسان دارند و ما در این مقاله چگونگی عملکرد آن‌ها را بررسی خواهیم کرد.

کلیدواژه‌ها

فیبر، فیبر خوراکی، سلولوز، پکتین، صمغ

مقدمه

نخستین بار، به باقی مانده اسکلت سلول‌های گیاهی که درون بدن انسان در برابر آبکافت مقاوم است فیبر گفته شد. فیبر خوراکی^۱ بخش هضم‌نشدنی غذاهای گیاهی است که به بهبود عملکرد و تنظیم دستگاه گوارش کمک می‌کند و سبب افزایش جذب آب در بدن می‌شود. در واقع، فیبر مانند اسفنج عمل می‌کند و نیاز بدن به آب را افزایش می‌دهد. فیبر خوراکی مخلوطی از مواد گیاهی تجزیه‌ناپذیر در دستگاه گوارش انسان بوده و فیبرهای نامحلول (مانند سلولوز، همی سلولوز، لیگنین) و فیبرهای محلول (از جمله صمغ، پکتین و...) را دربرمی‌گیرد. فیبرهای محلول را که به آسانی در آب حل می‌شوند، می‌توان در پوسته جو، لوبیا، سیب، پکتین مرکبات، صمغ گوار و... یافت. فیبر نامحلول در آب حل نمی‌شود و در غلات کامل، پوسته جو، فیبر سویا و... وجود دارند. این نوع



فیبر به هضم و تنظیم عملکرد دستگاه گوارش به ویژه روده کمک می‌کند.

همه فیبرهای خوراکی - محلول یا نامحلول - شامل چندقندی‌های غیرنشاسته‌ای و اجزای گیاهی دیگر مانند دکسترین، لیگنین، واکس، کیتین، پکتین، بتاگلوکان و الیگوساکاریدها هستند. فیبر محلول نیز هضم‌شدنی نیست اما در عبور از دستگاه گوارش به وسیله باکتری‌ها، دچار تغییر می‌شود. این نوع فیبر با جذب آب به ماده‌ای ژلاتینی تبدیل می‌شود و از لوله‌های گوارشی بدن عبور می‌کند اما فیبر نامحلول طی عبور از سیستم گوارشی بدون تغییر باقی می‌ماند.

از منابع مهم فیبر محلول، می‌توان به خانواده باقلا شامل نخودفرنگی، لوبیای سویا و جوی دوسر

اشاره کرد. میوه‌ها و سبزی‌هایی مانند کلم بروکلی و کاهو و ریشه‌ها و ساقه‌های زیرزمینی همچون سیب‌زمینی و پیاز نیز دارای این نوع فیبر هستند.

از منابع مهم فیبر نامحلول نیز غلات کامل، پوسته ذرت، سیب‌زمینی، لوبیا سبز، پوسته گوجه‌فرنگی و مغز دانه‌های گیاهی را می‌توان نام برد.

کربوهیدرات‌های شامل کربن، هیدروژن و اکسیژن هستند که در آن‌ها نسبت هیدروژن دو برابر کربن و اکسیژن است. کربوهیدرات‌ها خانواده‌ای شامل قندها، نشاسته‌ها، سلولوز هستند. قندهای ساده یا مونوساکاریدها می‌توانند با هم ترکیب شوند تا کربوهیدرات‌های پیچیده‌تر را تولید کنند. ترکیب دو قند ساده یک دی‌ساکارید می‌دهد، کربوهیدرات‌های شامل ۲ تا ۱۰ قند ساده را الیگوساکارید می‌نامند و آن‌هایی که از تعداد بیشتری قند ساده برخوردارند، پلی‌ساکارید نامیده می‌شوند. از پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای می‌توان به آرابینوکیسلان‌ها، دکسترین، سلولوز و ترکیب‌های گیاهی دیگر مانند اینولین، لیگنین، واکس‌ها، کیتین، پکتین و بتا - گلوکان با پیوندهای بتا - گلوکوزیدی اشاره کرد.

اینولین

شامل ۱۰ یا تعداد کمتری واحد فروکتوز است. انحلال‌پذیری اینولین نسبت به الیگوفروکتوز کمتر است و بافتی کرم مانند و نرم دارد که طعمی مانند چربی ایجاد می‌کند. آنزیم‌های دستگاه گوارش انسان توانایی هضم اینولین و الیگوفروکتوز را ندارند، اما آن‌ها دستخوش تخمیر می‌شوند. اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و لاکتات که از تخمیر حاصل می‌شوند، به ازای هر گرم اینولین یا الیگوفروکتوز، ۱/۵ کیلوکالری انرژی تولید می‌کنند.

برخی گیاهان، کربوهیدرات‌ها را افزون بر نشاسته، به شکل اینولین هم ذخیره می‌کنند. اینولین‌ها در بسیاری از سبزیجات و میوه‌ها شامل پیاز، تره‌فرنگی، سیر، موز، مارچوبه، کاسنی و آرتیشو وجود دارند. اینولین‌ها که فروکتان هم نامیده می‌شوند، پلیمرهایی شامل واحدهای فروکتوز با پایانه‌های گلوکوز هستند. الیگو فروکتوز ساختاری شبیه به اینولین دارد، اما زنجیره‌های آن



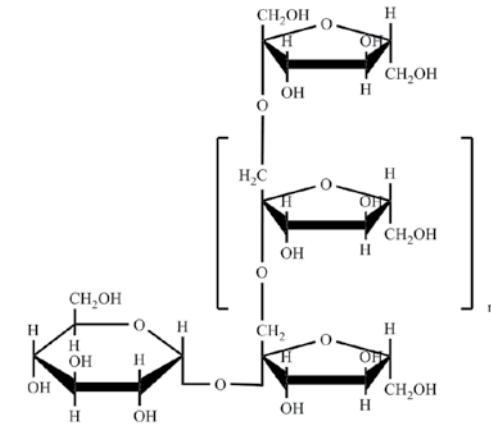
کربوکسی متیل ($-\text{CH}_2\text{COOH}$) جایگزین شده‌اند. خواص صمغ سلولوز بستگی به درجهٔ جانشینی و طول زنجیرهای سلولوز دارد. درجهٔ جانشینی، تعداد گروه‌های کربوکسی متیل بر واحد گلوکوز است و در فرآورده‌های تجاری از $1/4$ تا $1/5$ تغییر می‌کند. صمغ سلولوز غیر سمی است و در ترکیب با آب، گرانیوی بسیار پیدا می‌کند. از این رو به‌عنوان غلیظ‌کننده در غذاها و به‌عنوان پایدارکنندهٔ امولسیون در فرآورده‌هایی همچون بستنی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

همی سلولوز

واژهٔ همی سلولوز به‌جای سلولوز، به بخش چندقندی دیواره‌های سلول گیاهی که با محلول‌های قلیایی رقیق قابل استخراج باشند، گفته می‌شود. همی سلولوز تقریباً یک سوم کربوهیدرات‌ها در بافت گیاهان چوبی را تشکیل می‌دهد. ساختار شیمیایی همی سلولوز شامل زنجیرهای بلند از نوع پنتوز، هگزوز و اسید اورونیک مربوط به آن‌هاست. همی سلولوز ممکن است در میوه‌ها، ساقهٔ گیاهان و سبوس غلات یافت شود. همی سلولوز قابل هضم نیست اما می‌تواند توسط باکتری‌ها و مخمرها تخمیر شود. پلی‌ساکاریدی که از آبکافت پنتوز حاصل می‌شود، پنتوسان نام دارد. زیلان نمونه‌ای از یک پنتوسان، شامل واحدهای D-زیلوز با اتصالات بتا - (۴-۱) است.

آرابینوکسیلان

آرابینوکسیلان‌ها، چندقندی‌هایی هستند که در سبوس غلات و حبوبات مانند گندم و جو یافت می‌شوند. آرابینوکسیلان‌ها شامل یک اسکلت زیلان با L-آرابینوفورانوز (L-آرابینوز در حلقهٔ ۵ عضوی) هستند که به‌طور تصادفی با اتصالات آلفا - (۲-۱) یا آلفا - (۳-۱) به واحدهای زیلوز درون زنجیر متصل



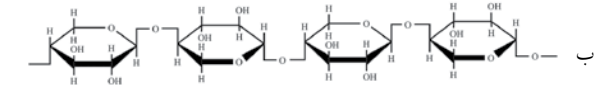
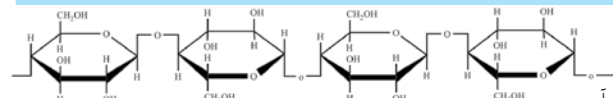
شکل ۱ ساختار اینولین، $n \approx 35$

در صنایع غذایی، از اینولین و الیگوفروکتوز به‌عنوان جایگزینی برای چربی یا شکر و کاهش کالری غذاهایی مانند بستنی، لبنیات، شیرینی‌ها و کیک‌ها استفاده می‌شود.

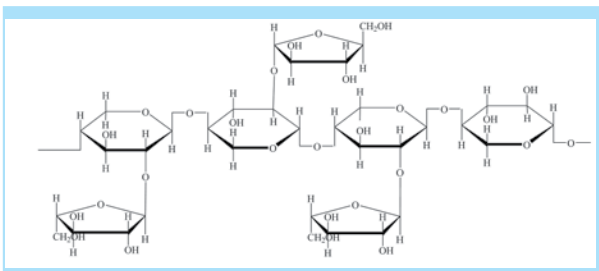
سلولوز

سلولوز پلیمری از بتا D-گلوکوز است که در مقایسه با نشاسته، گروه‌های $-\text{CH}_2\text{OH}$ در آن، در بالا و پایین صفحهٔ مولکول گلوکوز قرار گرفته‌اند و در نتیجه زنجیرهای طولانی بدون شاخه تولید می‌کنند. نبودن زنجیرهای جانبی به مولکول‌های سلولوز اجازه می‌دهد تا هر چه بیشتر نزدیک یکدیگر قرار بگیرند و ساختارهای محکمی تشکیل دهند. سلولوز مهم‌ترین مادهٔ ساختمانی گیاهان است. درصد بالایی از چوب را سلولوز تشکیل می‌دهد و کتان، تقریباً سلولوز خالص است. سلولوز می‌تواند به‌وسیله موجودات زنده ذره‌بینی‌هایی که در بدن موریانه و پستانداران زندگی می‌کنند، به واحدهای سازنده‌اش گلوکوز آبکافت شود.

صمغ سلولوز یا کربوکسی متیل سلولوز مشتقی شیمیایی از سلولوز است که برخی از گروه‌های هیدروکسیل آن با گروه‌های



شکل ۲ ساختار (A) سلولوز و (B) زیلان



شکل ۳ ساختار آرابینوکسیلان

شده‌اند. چون زیلوز و آرابینوز هر دو پنتوز هستند، آرابینوکسیلان‌ها معمولاً به عنوان پنتوسات طبقه‌بندی می‌شوند. واحدهای آرابینوز هنگام پخته‌شدن مواد غذایی به آب متصل می‌شوند و ترکیب‌هایی چگال تولید می‌کنند که بر انسجام خمیر، حفظ حباب‌های گاز حاصل از تخمیر در لایه‌های نشاسته - گلوتن بافت نهایی فرآورده‌های غذایی پخته اثر می‌گذارند.

پکتین

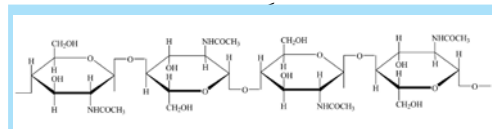
پکتین پلی‌ساکاریدی است که به‌عنوان سیمان در دیواره سلولی همه بافت‌های گیاهی عمل می‌کند. بخش سفید پوست لیمو و پرتقال تقریباً شامل ۳۰ درصد پکتین است. پکتین یک استر متیل‌دار شده از پلی‌گالاکتورونیک‌اسید است و زنجیره‌هایی شامل ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ واحد گالاکتورونیک‌اسید را دربردارد که با پیوندهای آلفا- (۴-۱) به هم متصل شده‌اند. درجه استری شدن، روی خواص ژله‌ای شدن پکتین اثر می‌گذارد. پکتین جزء مهم کمپوت‌های میوه، ژله‌ها و مرباهاست.

دکسترین

دکسترین‌ها گروهی از کربوهیدرات‌ها با وزن مولکولی کم هستند که از راه آبکافت نشاسته یا گلیکوژن تولید می‌شوند. دکسترین‌ها مخلوطی از پلیمرهای واحدهای D- گلوکوز هستند که به‌وسیله پیوندهای گلیکوزیدی آلفا- (۴-۱) یا آلفا- (۶-۱) با هم پیوند دارند.

کتین

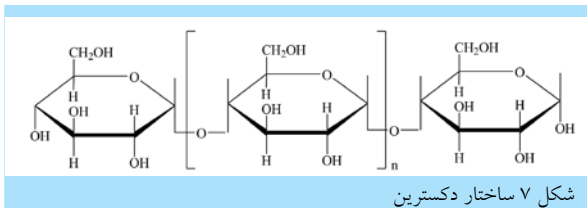
کتین پلیمری بدون شاخه از N- استیل -D- گلوکوزآمین است. این کربوهیدرات در قارچ‌ها یافت می‌شود و جزء اصلی بندپایان و پوسته اسکلت خارجی جاندارانی همچون حشرات، خرچنگ و میگوهاست. می‌تواند به‌عنوان مشتقی از سلولوز در نظر گرفته شود که در آن گروه‌های هیدروکسیل کربن دوم هر واحد گلوکوز با گروه‌های استامید،



شکل ۴ ساختار کتین

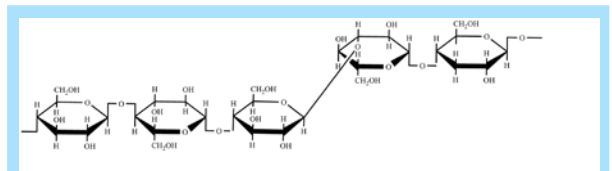
بتا-گلوکان

بتا-گلوکان‌ها شامل پلیمرهای خطی بدون شاخه از بتا-D- گلوکوز، شبیه به سلولوز هستند. بتا-گلوکان‌ها مولکول‌های استوانه‌ای بلند، شامل بیش از ۲۵۰/۰۰۰ واحد گلوکوز تشکیل می‌دهند. این مواد در سبوس غلات مانند جو و جو دوسر یافت می‌شوند و برای کاهش بیماری‌های قلبی از طریق کاهش کلسترول سودمندند. همچنین به‌طور تجاری برای بهبود بافت غذا و به‌عنوان جایگزین

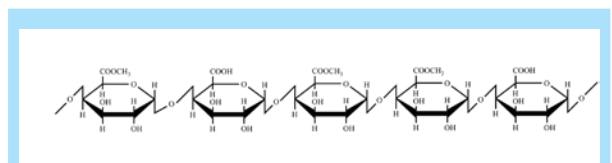


شکل ۷ ساختار دکسترین

دکسترین‌ها از اثر آنزیم‌هایی مانند آمیلاز روی نشاسته، در جریان فرایند هضم در بدن انسان، در خلال مالت‌سازی یا با به‌کاربردن گرمای خشک در شرایط اسیدی (پیرولیز یا برشته‌کردن) تولید می‌شوند. روش استفاده از گرمای خشک، در صنعت استفاده می‌شود و در جریان پخت، بر سطح نان تولید می‌شود و به آرد، رنگ و تردی می‌بخشد. دکسترین‌های تولید شده به‌وسیله گرما با عنوان پیرو دکسترین شناخته می‌شوند. در جریان برشته‌کردن در شرایط اسیدی، نشاسته آبکافت می‌شود و بخش‌های نشاسته کوتاه زنجیر، دوباره با پیوندهای آلفا- (۶-۱) شاخه‌دار شده، مولکول نشاسته تجزیه می‌شود



شکل ۵ ساختار بتا - گلوکان



شکل ۶ ساختار پکتین



مصرف فیبرها، به‌ویژه فیبرهای محلول، به‌دلیل کاهش قند و کلسترول بدخون باعث تعدیل و تنظیم فشار خون و کاهش خطر ابتلا به بیماری قلبی می‌شود. همچنین کلسترول خوب خون را بالا می‌برد که این امر در بهبود عملکرد قلب و رگ‌ها بسیار مؤثر است.

کاهش چربی خون

کلسترول بد و تری‌گلیسیریدها چربی‌های زیان‌آور برای بدن هستند که با مصرف فیبرهای محلول کاهش می‌یابند. فیبرهای محلول، کلسترول خوب را که برای بدن سودمند است، افزایش می‌دهند.

سازوکار این فرایندها به‌صورت زیر است:

- پیوند فیبرها با اسیدهای صفرا در روده کوچک و افزایش دفع این اسیدها از بدن، باعث افزایش تولید اسید صفرا، توسط کبد می‌شود. کبد برای ساخت این اسید، کلسترول بد را از خون جذب می‌کند. در نتیجه مقدار این نوع کلسترول در خون کاهش می‌یابد.

- فیبرها در روده بزرگ توسط باکتری‌ها تاحدی تخمیر می‌شوند، فیبر محلول نسبت به فیبر نامحلول بیشتر تخمیر می‌شود. در اثر این

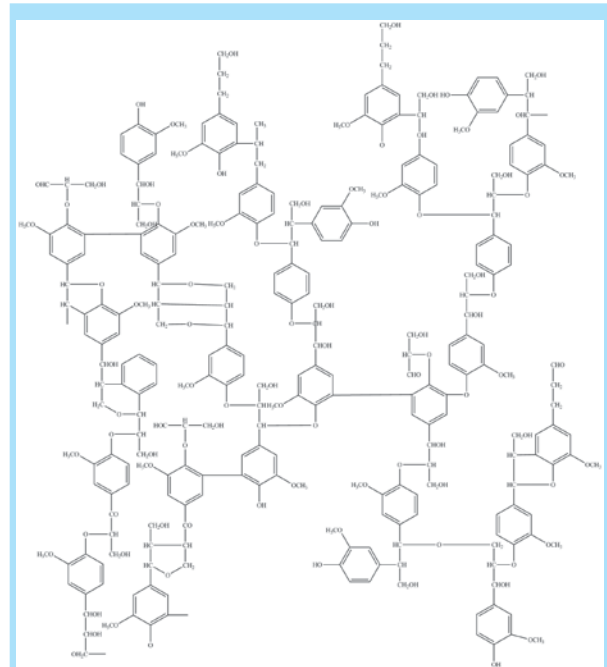
فرایند، فرآورده‌های مختلفی از جمله اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه تولید می‌شوند که شامل استات، بوتیرات و پروپیونات هستند. این اسیدها از راه روده بزرگ وارد دستگاه گردش خون می‌شوند و به کبد می‌روند و در آنجا با محدود کردن فعالیت آنزیمی، باعث کاهش تولید کلسترول می‌شوند.

- پروپیونیک‌اسید که در فرایند تخمیر به‌دست می‌آید باعث کاهش سطح کلسترول بد و تری‌گلیسیرید می‌شود.

- فیبرها باعث کاهش جذب چربی در روده کوچک می‌شوند، مقدار کلسترول خوب را در خون افزایش می‌دهند و از مقدار تری‌گلیسیرید می‌کاهند.

کاهش فشارخون

با مصرف فیبر محلول، فشارخون کاهش می‌یابد. فیبر محلول باعث افزایش حساسیت سلول‌ها به انسولین می‌شود و در نتیجه، مقدار انسولین خون را کاهش می‌دهد. به این ترتیب بافت سلول‌های سازنده دیواره رگ‌ها بهبود یافته، فشارخون کاهش می‌یابد.



شکل ۸ ساختار لیگنین

لیگنین

لیگنین ترکیب شیمیایی پیچیده‌ای دارد که اغلب از چوب مشتق شده و بخشی اساسی از دیواره سلولی ثانویه گیاهان و برخی از جلبک‌هاست. این ماده نخستین بار در سال ۱۸۱۹ شناخته شد. نام آن نیز از واژه لاتین لیگنوم به معنی چوب، گرفته شده است. لیگنین یکی از فراوان‌ترین پلیمرهای آلی روی زمین است که یک‌چهارم تا یک‌سوم ماده خشک چوب را تشکیل می‌دهد. این ماده که فضاهای دیواره سلول بین سلولوز، همی سلولوز و پکتین را پر می‌کند، با پیوند کووالانسی به همی سلولوز متصل می‌شود و به کمک پیوندهای عرضی که در پلی‌ساکاریدهای گیاهان مختلف وجود دارند، قدرت مکانیکی را در دیواره سلول افزایش می‌دهد.

اثر فیبرهای خوراکی در سلامتی

بیماری قلبی نتیجه گرفتگی رگ‌های تغذیه‌کننده قلب است. متأسفانه هنگامی که این گرفتگی به ۷۰ درصد برسد علامت بالینی ایجاد می‌شود که شرایطی بسیار خطرناک و جبران‌ناپذیر است.

تعدیل وزن بدن

مصرف فیبر باعث کاهش احساس گرسنگی و کاهش کالری مصرفی می‌شود. پس از حدود ۴ هفته مصرف روزانه و مداوم فیبر، در حدود ۸۰۰ گرم کاهش وزن دیده می‌شود. با مصرف فیبر محلول، هضم و جذب کربوهیدرات‌ها نیز کاهش می‌یابد. مصرف طولانی‌مدت فیبر محلول، هورمون کوله‌سیستوکینین را که توسط روده کوچک ترشح می‌شود، افزایش می‌دهد. این هورمون باعث تأخیر در تخلیه معده می‌شود که احساس سیری را برای مدت بیشتری ایجاد می‌کند.

محافظت از پاداکسندها در بدن

فیبرها با پاداکسندها پیوند برقرار می‌کنند و مانع از بین رفتن آن‌ها در طول دستگاه گوارش می‌شوند. در روده بزرگ که فرایند تخمیر صورت می‌گیرد، پیوند پاداکسندها با فیبر می‌شکند و جذب سریع پاداکسندها روی می‌دهد.

دیابت

در حالت طبیعی، قندخون به کمک هورمون انسولین در سلول‌ها مصرف می‌شود و در نتیجه مقدار گلوکوز خون در حد طبیعی باقی می‌ماند. اگر گلوکوز خون بیشتر از حد طبیعی باشد، مقدار انسولین کاهش می‌یابد و سلول‌ها در برابر انسولین مقاومت نشان می‌دهند و فرد به دیابت مبتلا می‌شود. مصرف فیبر محلول در افراد مبتلا به دیابت، باعث کاهش مقاومت سلول‌ها نسبت به انسولین می‌شود و در نتیجه نیاز بدن به انسولین کاهش می‌یابد. فیبرها مانع هضم و جذب کامل کربوهیدرات‌ها در بدن و در نتیجه کاهش قندخون می‌شوند. این مواد در افراد سالم هم باعث کاهش انسولین صبحگاهی شده و در نتیجه، تنظیم میزان قند خون می‌شود و موجب کاهش خطر بیماری‌های قلبی، فشارخون و کلسترول می‌گردد.

افزایش جذب روی، کلسیم، آهن و منیزیم

فیبرها توانایی ترکیب با یون‌های روی، کلسیم، آهن و منیزیم را دارند. هنگامی که فیبر در روده بزرگ تخمیر شد، این یون‌ها آزاد و بی‌درنگ جذب بدن می‌شوند.

یبوست

فیبرهای نامحلول با سازوکارهای مختلفی بر عملکرد روده اثر می‌گذارند که به این قرارند:

- افزایش حجم مدفوع و نرم کردن آن
- رقیق کردن محتویات روده
- افزایش حرکات روده به کمک موادی که از تخمیر فیبرها به وسیله باکتری‌های روده آزاد می‌شوند.

در فیبر خوراکی مقدار زیادی پنتوز وجود دارد که باعث جذب آب در روده می‌شود و در نتیجه مدفوع را حجیم‌تر و نرم‌تر می‌کند. همچنین در اثر فرایند تخمیر، گازهای کربن دی‌اکسید، متان و هیدروژن به وجود می‌آیند که به افزایش حجم مدفوع کمک می‌کنند.

در اثر تخمیر فیبرها در روده بزرگ موادی به وجود می‌آیند که خاصیت شبه‌هورمونی دارند و به‌ویژه مانند هورمون انترولاکتون در روده عمل می‌کنند. این هورمون باعث محدودشدن رشد انواعی از سلول‌های سرطانی می‌شود. همچنین اسید چرب با زنجیره کوتاه که در اثر تخمیر به وجود می‌آید اثرهای محافظتی در برابر سرطان روده بزرگ ایجاد می‌کند.



1. Dietary Fiber



1. Fiber, Harvard School of Public Health
2. Fiber Health Claims That Meet Significant Scientific Agreement, US Food and Drug Administration.
3. Higgins, J.A. "Resistant starch: metabolic effects and potential health benefits". JAOAC Int. 2004, 87 (3): 761-8. PMID 15287677.
4. Tungland, B.C.; Meyer, D. "Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety" 1:73-92, 2002.
5. Parisi, G.C.; Zilli, M.; Miani, M.P., et al. Dig Dis Sci, 2002, 47 (8): 1697-704. doi: 10.1023/A:1016419906546. PMID 12184518. <http://www.kluweronline.com/art.pdf?issn=0163-2116&volume=47&page=1697>.
6. Marlett, J. A. (2001). "Dietary fiber and cardiovascular disease". In Dreher ML, Cho SS. Handbook of dietary fiber. New York: M. Dekker. pp. 17-30. ISBN 0-8247-8960-1.
7. US Food and Drug Administration. Health Claims: Soluble fiber from certain foods and risk of heart diseases. Code of Federal Regulation. 2001; 21:101.81.
8. Eastwood, M. A.; Brydon, W.G.; Tadesse, K. (1980). "Effect of fiber on colon function". In Kay R, Spiller GA. Medical aspects of dietary fiber. New York: Plenum Medical Book Co. pp. 1-26.

تازه‌های

اشکان کریمی و نرگس پیشکاری

دارند، نانوسطح را شکل می‌دهند. ترکیب‌های آلی به نانوذره متصل می‌شوند و سرانجام با نشان دادن لایه‌ای از جنس یک ماده معدنی به نام نئوبیم پنتوکسید در اطراف محافظت‌کننده‌های آلی، شکل نانوذره تعیین می‌شود. پس از قرارگرفتن ماده معدنی، گروه‌های محافظت‌کننده جدا می‌شوند تا نانوذره‌های فلزی به صورت پوسته‌ای در قشر نانوسطح قرار گیرد. این پوسته از فشرده شدن نانوذره‌های کاتالیزگر جلوگیری می‌کند.

تغییر در اندازه، شکل و نسبت اجزای سازنده نانوسطح‌ها، عملکرد آن‌ها را تغییر می‌دهد. گفتنی است که اندازه و شکل را می‌توان به کمک گروه‌های آلی محافظت‌کننده، تنظیم کرد. هدف بعدی این گروه پژوهشی، بررسی و اندازه‌گیری عملکرد کاتالیزگرها در فرایند تولید زیست دیزل است.

1. Institute for Atom Efficient Chemical Transformation

2. Argonne National Laboratory

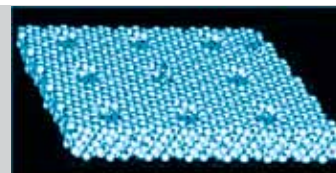
Science Daily 2012, Oct 26.



هیدروژل‌ها در خدمت دارورسانی هوشمند

یکی از مشکلات داروها ایجاد عوارض جانبی آن‌هاست. گاه دارو از راه گردش خون به بافت‌های دیگر راه می‌یابد و اثرهای ناخواسته‌ای از خود به جا می‌گذارد. جهت رفع این مشکل، پژوهشگران ژاپنی موفق به توسعه روشی برای کنترل و هدایت دارو در زمان مشخص به اندام هدف شده‌اند که موجب اثرگذاری بهتر و کاهش عوارض جانبی داروها می‌شود.

این روش برپایه استفاده از پلیمرهای هوشمند است که در پاسخ به محرک‌های ویژه، دستخوش تغییرهایی در ویژگی‌های



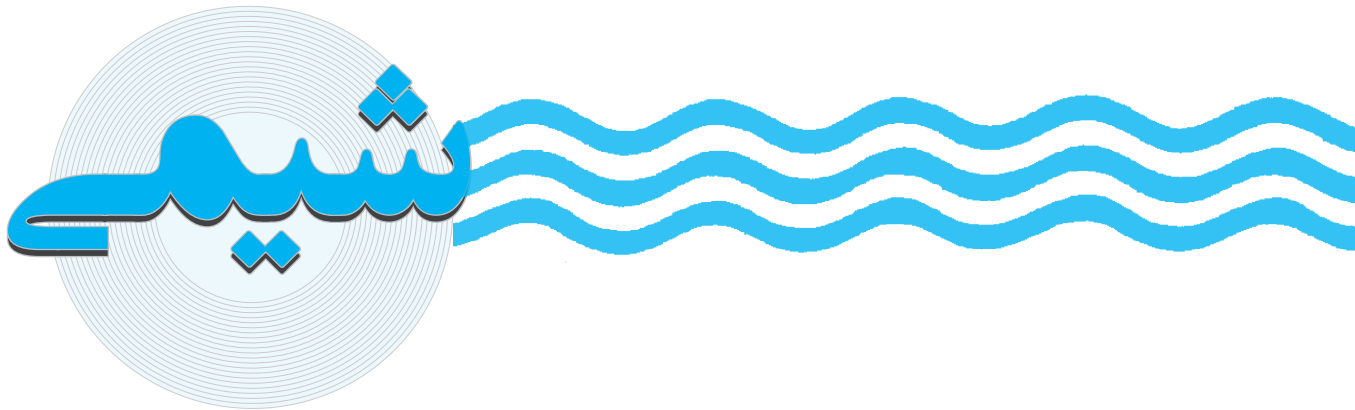
فناوری نانو و حفاظت کاتالیزگرها!

کاتالیزگرها که جزء مهمی از واکنش‌ها به‌شمار می‌روند، اغلب باید برای پیشبرد واکنش، سطح ویژه‌ای داشته باشند. به‌تازگی، نانوذره فلزهایی همچون پلاتین، ایریدیم و پالادیم بر سطح فلزهای گوناگون مورد آزمایش قرار گرفته و در فرایند تولید زیست دیزل از ذرت و نیشکر به‌کار رفته‌اند.

مشکل اینجاست که دو فرایند استری شدن و ترانس استری شدن - که معمولاً در این زمینه استفاده می‌شوند - به دماهای بالاتر از 200°C و فشارهای بیشتر از 4100 kPa نیازمندند و در این شرایط نانوذره فلزها فشرده شده، ذره‌هایی درشت تشکیل می‌دهند و در نتیجه، کارایی خود را به‌عنوان کاتالیزگر از دست می‌دهند. بنابراین نیاز به روشی برای محافظت از کاتالیزگرها احساس می‌شود.

پژوهشگران در مؤسسه IACT، آزمایشگاه ANL، دانشگاه‌های شمال غربی ایالات متحده، ویسکانزین و پوردو، جهت بهبود فرایند تولید زیست دیزل، روشی تازه ارائه داده‌اند. این گروه پژوهشی با استفاده از روش لایه نشانی نیم‌رساناها، موفق به ساخت نانوسطح‌هایی شده‌اند که نانوکاتالیزگرهای فلزی را از شرایط نامناسب درامان نگه می‌دارند.

نانوسطح‌ها در اصل، از قرار دادن اتم‌ها در اطراف یک کاتالیزگر ساخته می‌شوند. پژوهشگران برای تهیه شبکه‌ای از نانوسطح‌ها، میلیون‌ها نانوذره فلزی را روی یک سطح قرار می‌دهند. سپس به کمک ترکیب‌های آلی که نقش محافظت از کاتالیزگر را به‌عهده



معمولی می‌تواند در حسگرها به‌عنوان ثبت‌کننده روی کاغذ عمل کند. گزارش شده است که این حسگرها مقادارهای بسیار جزئی گاز پرخطر آمونیاک را در صنعت شناسایی می‌کنند. هنگامی که مولکول‌های گاز به نانولوله‌ها می‌چسبند از جریان الکترون‌ها در حسگر جلوگیری می‌کنند و به این ترتیب تشخیص داده می‌شوند. ساخت چنین حسگرهایی نیازمند نانولوله‌هایی است که در حلال‌هایی همچون دی‌کلروبنزن نامحلول باشند.

پژوهشگران کار خود را بدون حضور حلال آغاز کردند و خطی از نانولوله کربنی روی کاغذی کشیدند که یک الکتروود طلا روی آن قرار گرفته بود. با عبور جریان الکتریکی، این نوار به‌عنوان یک مقاومت رفتار می‌کرد و مقدار جریان در هر زمان قابل اندازه‌گیری بود و هر تغییری در مقدار جریان، وجود گاز و چسبیدن مولکول‌های آن به نانولوله‌ها را نشان می‌داد.

پژوهشگران در جریان آزمایش روی کاغذهای گوناگون دریافتند که بهترین نتیجه هنگامی به‌دست می‌آید که کاغذها نرم و صاف باشند. از برتری‌های این روش کم‌بودن هزینه‌های آن و پایدار بودن نوک‌های مداد است که از جنس نانولوله‌های کربنی هستند. یکی از گازهای مورد علاقه دانشمندان اتیلن است که با اندازه‌گیری اندازه آن در میوه‌ها می‌توان به زمان مناسب برای برداشت آن‌ها پی برد. پژوهشگران همچنین در پی ساخت حسگری هستند که به شناسایی ترکیب‌های گوگردار بپردازد که بی‌تردید در شناسایی نشت گاز طبیعی بسیار سودمند خواهد بود.

I. Marica, K.

Science Daily 2012, Nov 3.

بهترین خمیردندان کدام است؟

امروزه انواع خمیری یا ژله‌ای از خمیردندان‌ها در بازار موجود

خود می‌شوند. به این منظور از هیدروژل‌ها، به‌عنوان نمونه‌ای از پلیمرهای هوشمند استفاده شده است که از مولکول‌های زنجیره‌ای محلول در آب تشکیل شده‌اند. در آغاز نشان داده شد که می‌توان خاصیت اسیدی هیدروژل‌ها را با افزودن ماده‌ای به نام O-NBA کنترل کرد. این ماده در برابر پرتوهای فرابنفش، با آزادکردن پروتون، خاصیت اسیدی هیدروژل را افزایش می‌دهد. سپس به هیدروژل، L-DOPA افزوده شد که پیش‌ماده دوپامین است و در درمان پارکینسون کاربرد دارد. افزایش خاصیت اسیدی هیدروژل در اثر پرتو فرابنفش، برهم‌کنش L-DOPA را با پلیمر مختل می‌کند و موجب آزادشدن L-DOPA می‌شود. به این ترتیب با کنترل خاصیت اسیدی هیدروژل، دارو در محل مشخص آزاد می‌شود. از آنجا که این آزادسازی، ۵ ساعت پس از تابش UV انجام می‌گیرد، می‌توان زمان آزادشدن دارو را نیز کنترل کرد.

Science Daily 2012, Nov 1.



نانولوله‌های کربنی در نقش حسگرهایی با صرفه

نانولوله‌های کربنی در روشی کارآمد و جدید، برای شناسایی گازهای زیان‌آور در محیط به‌کار رفته‌اند. از آنجا که روش‌های تولید حسگرهایی از جنس نانولوله‌های کربنی پرخطر بوده، در مقیاس وسیع مناسب نیستند روش جدیدی برای تولید این مواد یافت شده است که نارسایی‌های روش‌های قدیمی را برطرف می‌کند.

کاترین ماریکا^۱ از دانشگاه MIT، نوعی نوک مداد طراحی کرده است که در آن به‌جای گرافیت از گرد فشرده‌ای از نانولوله‌های کربنی استفاده شده است. این نوک همراه با یک مداد مکانیکی



نانوسطح‌ها در اصل، از قرار دادن اتم‌ها در اطراف یک کاتالیزگر ساخته می‌شوند

هنگامی که مولکول‌های گاز به نانولوله‌ها می‌چسبند از جریان الکترون‌ها در مسگر جلوگیری می‌کنند و به این ترتیب تشخیص داده می‌شوند

به‌کار گرفته‌اند. در این روش، خمیردندان‌های مختلف با آب و بزاق رقیق شدند تا ثابت بودن نتایج، تأمین شود. سپس آزمون‌های سایش و تمیز شدن دندان‌ها به‌طور جداگانه انجام شدند که در آن‌ها رشته‌هایی به باریکی مو در دستگاه‌های ویژه روی نمونه دندان‌ها، به‌طور مستقیم و دورانی حرکت می‌کردند. در ادامه دستگاه‌هایی با حساسیت زیاد، عمق اجزای نشان‌دار در سطح دندان را اندازه می‌گرفتند. بنابه یافته‌های جدید هرچه RDA خمیردندان بیشتر باشد سایش دندان بیشتر خواهد بود. به کمک این روش می‌توان تفاوت شکل هندسی رشته‌های مسواک و اثری که بر سطح دندان می‌گذارند را نیز توضیح داد.

1. radioactive dentin abrasion
Science Daily 2012, Nov 3.



آیا می‌توان رنگ طلا را تغییر داد؟

در پی معرفی روشی نوآورانه، ارزشمندترین فلز دنیا تغییر رنگ می‌دهد. پژوهشگران دریافته‌اند که از راه ایجاد الگوهای ظریف برجسته یا فرورفته در سطح یک فلز می‌توان رنگ نوری را که آن فلز جذب می‌کند و باز می‌تاباند تغییر داد. به این ترتیب چشمان شما دیگر طلا را طلایی نخواهد دید.

این روش غیرمنتظره چشم‌انداز رنگ‌کردن فلزها بدون پوشش دادن به آن‌ها یا انجام واکنش‌های شیمیایی است و از



است؛ برخی در برابر پوسیدگی یا حمله‌های اسیدی دندان‌ها را محافظت می‌کنند و برخی دیگر هم برای دندان‌های حساس طراحی شده‌اند اما به‌راستی کدام یک به‌خوبی می‌تواند دندان را تمیز کند و کدام یک از مینای دندان، بهتر محافظت می‌کند؟ هم‌اکنون یک شیوه ارزیابی، این موضوع را به‌خوبی روشن کرده است.

خمیردندان‌ها باید حاوی ترکیب‌هایی باشند که به ساختار دندان آسیب وارد نکنند. پژوهشگران مؤسسه مکانیک مواد فرانسه به توسعه سازوکاری برای آزمایش قدرت ساینده‌ی خمیردندان پرداخته‌اند.

قدرت ساینده‌ی، موجب از بین رفتن جرم‌های دندانی می‌شود اما خمیردندان نباید زبر باشد زیرا با گذشت زمان ممکن است به مینای دندان آسیب بزند. این آسیب قابل ترمیم نیست و بیشتر در عاج دندان‌های نرم مشاهده می‌شود. ساینده‌ی یک خمیردندان بستگی به مقدار مواد ساینده‌ای همچون سیلیکا و آلومینا دارد که به خمیردندان افزوده می‌شوند. درجه ساینده‌ی خمیردندان، با RDA اندازه‌گیری می‌شود که گستره ۳۰ تا ۲۰۰ را دربرمی‌گیرد. این درجه با فرایندهای پیچیده مانند مسواک‌کردن نمونه‌ای از عاج دندان‌هایی که با مواد پرتوزا نشان‌دار شده‌اند اندازه‌گیری می‌شود. مقدار مواد پرتوزا از روی شدت تابش مواد برانگیخته در دندان تعیین می‌شود.

برای دستیابی به نتایج مطمئن‌تر، پژوهشگران روشی دیگر را برای بررسی واکنش میان مسواک، مینای دندان و خمیردندان

رشته‌های نازکی که
نانوگیره‌ها را می‌پوشانند
می‌توانند فلزهای سنگین
و سمی مانند جیوه و
کادمیم را به دام اندازند

خمیر دندان نباید زیاد
زبر باشد زیرا با گذشت
زمان ممکن است به
میخای دندان آسیب بزند



محدود کنند تا خطر وجود جیوه و اثر نامطلوب آن بر دستگاه عصبی جنین کاهش یابد.

روش‌های دستگامی متداول برای تجزیه کمی آب و تشخیص فلزهای سنگین، پیچیده و گران‌قیمت‌اند، در حالی که یک گروه پژوهشی، روشی را بر پایه فناوری نانو ارائه داده است که به کمک آن هر فردی می‌تواند آب آشامیدنی خود را از دید وجود فلزهای سنگین ارزیابی کند. این گروه موفق به اختراع دستگامی شده است که مجهز به نانوگیره‌هاست. رشته‌های نازکی که نانوگیره‌ها را می‌پوشانند می‌توانند فلزهای سنگین و سمی مانند جیوه و کادمیم را به دام اندازند.

در این فناوری، شیشه‌ای که سطح آن با لایه‌ای از نانورشته‌ها پوشانده شده است در آب فرومی‌رود. هنگامی که کاتیونی مانند Mg^{2+} یا Cd^{2+} میان دو رشته قرار می‌گیرد رشته‌ها به هم می‌چسبند و آن را به دام می‌اندازند. بسته به طول نانورشته‌ها می‌توان انواع گوناگون آلاینده‌ها را به دام انداخت. هرچه یون‌های بیشتری به دام بیفتند، جریان بزرگ‌تری در مدار برقرار می‌شود. بنابراین با اندازه‌گیری ولتاژ میان دو رشته می‌توان به تعداد ذره‌های به دام افتاده پی برد.

پژوهشگران این روش را برای بررسی آب دریاچه میشیگان به‌کار بردند. نتایج با آنچه در روش‌های قدیمی به‌دست آمده است سازگاری داشت. با استفاده از این فناوری می‌توان به راحتی همه غذاهای دریایی را مورد بررسی قرار داد.

Science Daily 2012, Sept 9.

دیدگاه اقتصادی و حفاظت از محیط‌زیست، ارزشمند شناخته شده است. از سوی دیگر، این روش گستره وسیعی از صنایع شامل ساخت جواهرات، اسکناس و تشخیص مدارکی که جعل آن‌ها دشوار است را دربرمی‌گیرد.

رنگی که ما از اجسام درک می‌کنیم نتیجه برهم‌کنش نور با آن‌هاست. برای نمونه، جسمی که نور سبز را بازتابانده است، طول موج‌های دیگر نور سفید را جذب می‌کند در نتیجه، به چشم ما به رنگ سبز دیده می‌شود. پژوهشگران دریافته‌اند که از راه حک کردن الگوهایی به شعاع 100nm در سطح فلز می‌توان تعیین کرد که آن فلز چه طول موج‌هایی از نور را جذب می‌کند و چه طول موج‌هایی را بازمی‌تاباند. در واقع، عمق دقیق این الگوها تعیین‌کننده رفتار نور برخوردکننده با فلز و در نتیجه، رنگی است که از آن فلز دیده می‌شود. از این روش برای ایجاد طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها روی فلز نیز می‌توان استفاده کرد. برای نمونه، با ایجاد چند الگوی مختلف روی یک حلقه نقره، می‌توان کاری کرد که بخشی از حلقه به رنگ سبز دیده شود در حالی که بخش دیگر سرخ‌رنگ به نظر می‌رسد. توانایی یادشده گویای این واقعیت است که درون هر ترکیب، الگوهایی وجود دارد که برهم‌کنش آن را با نور تعیین می‌کند. با این یافته، مسیر ایجاد ویژگی‌های جدید در فلزها که قبلاً در آن‌ها دیده نشده است، گشوده شده است.

Science Daily 2012, Oct 28.

فلزهای سنگین در دام نانورشته‌ها

جیوه، فلزی سمی است که با ورود به آب رودخانه‌ها و دریاها می‌تواند وارد بدن ماهی‌ها شده، به زنجیره غذایی جانداران راه یابد. از این‌رو به زنان باردار توصیه می‌شود مصرف ماهی خود را



شیمی در وب

پریسا نعمت‌الهی
 کارشناس ارشد شیمی معدنی

دانش‌آموزی نانو با توجه به ضرورت حرکت بنیادین برای رشد و توسعه پایدار در یکی از زمینه‌های جدید و کلان علم و فناوری در کشور، در جهت فرهنگ‌سازی و آشنایی ریشه‌ای دانش‌آموزان صورت گرفت که دانش‌گرا و فناوران فردای جامعه ما هستند. این ضرورت، جهت‌دهنده هدف‌های کلان تلاش یادشده، به این شرح بوده است:

- ✓ افزایش سواد علمی، درک علمی و منش علمی در دانش‌آموزان نسبت به علوم و فناوری نانو
- ✓ تشویق دانش‌آموزان به مطالعه و پژوهش در زمینه‌های مختلف علوم و فناوری نانو
- ✓ تولید محتوای علمی - آموزشی فارسی و مستند در شبکه جهانی برای دانش‌آموزان و معلمان
- ✓ احساس طعم پیشرفت و تقویت غرور ملی جامعه به‌وسیله اطلاع‌رسانی درمورد توسعه بومی این فناوری در نوجوانان با رویکرد آموزشی.

با توجه به ماهیت آموزشی طرح و ماهیت علوم و فناوری‌های نانو، یک راهبرد کلان آموزشی، فعالیت‌های وبگاه را هدایت می‌کند. این راهبرد، بر پایه این واقعیت است که در نانو، علوم مختلف درهم تنیده شده‌اند و نمی‌توان موضوع نانو را



باشگاه نانو

باشگاه دانش‌آموزی نانو

پیشنهاد تأسیس «باشگاه نانو» در آذرماه ۱۳۸۳، از سوی «بنیاد توسعه فردا» در ستاد ویژه توسعه فناوری نانو مطرح شد و مورد تصویب آن ستاد قرار گرفت. تلاش برای ایجاد وبگاه و باشگاه

اختصاصی همان موضوع است.

قسمت دیگری که در این پایگاه قابل توجه است حرفه‌هایی است که به صورت هفتگی در پایگاه قرار داده می‌شوند. این حرفه‌ها با تعیین نوع گرایش علمی هر فرد نمایش داده می‌شوند. برای نمونه، اگر شما علم آموخته زیست‌شیمی هستید حرفه‌های مربوط به زیست‌شیمی را به شما معرفی می‌کند.

در پایان صفحه، لینک مربوط به ژورنال‌های دیگر، باز هم بسته به نوع رشته شما، به صورت دسته‌بندی شده قرار داده شده است که می‌توانید به کمک آن، مجله‌های دیگر را نیز بررسی کنید.

<http://www.nature.com/nnano/index.html>



نردبان شیمی

این هم، پایگاهی اختصاصی و پرمحتوا در زمینه علم شیمی و یاددهی آن به زبان ساده است. این پایگاه توسط طاهره قانديان و محمدحسن بیگی طراحی شده، به روز می‌شود. موضوع‌های موجود در این پایگاه شامل توضیحات کامل شیمی در تمامی پایه‌های دبیرستان است که می‌توانید سرفصل‌های مهم و آزمایش‌هایی را که برای درک آن‌ها نیاز به توضیحات بیشتری است مشاهده کنید. در بخش دانلود نرم‌افزارها، نرم‌افزارهای مربوط به شیمی قابل بررسی و دانلود هستند. در بخش معرفی پایگاه‌های سودمند شیمی نیز، پایگاه‌های مهم در این رشته به علاقه‌مندان معرفی شده است. در قسمت پاوربونت و پویانمایی، می‌توانید موضوع‌های گوناگون این رشته را با فایل فلش مشاهده کنید. در قسمت‌های اخبار، مقاله‌های آموزشی و کتاب‌های الکترونیکی شیمی نیز می‌توانید اخبار و کتاب‌های مناسب برای دانشجویان و دانش‌آموزان شیمی را مطالعه و دانلود کنید. در این پایگاه، بخشی هم به نام همایش‌های

فارغ از گرایش‌ها و زمینه‌های مختلف علمی دیگر آموزش داد. در طرح وبگاه و باشگاه نانو، در جهت آشنا ساختن دانش‌آموزان با فناوری نانو و ارتقای سطح سواد علمی آن‌ها در زمینه‌های فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و علوم مواد در سطح مولکولی تلاش شده است. به‌طور خلاصه، رویکرد آموزشی این طرح، آموزش درهم‌تنیده زمینه‌های مختلف علوم با تأکید بر کاربرد آن‌ها در علوم و فناوری‌های نانو است.

محتوای وبگاه‌ها شامل مقاله‌ها، فعالیت، مسابقه، گزارش، مصاحبه و واژه‌نامه است. آخرین مقاله‌ها در زمینه نانو را می‌توانید در این پایگاه ببینید.

<http://www.nanoclub.ir/>



Nature nanotechnology

این، نام مجله‌ای در زمینه علم نانو است که جدیدترین مقاله‌های علمی را پیش از چاپ به صورت آنلاین در اختیار علاقه‌مندان قرار می‌دهد.

در صورتی که شما پژوهشگری در زمینه علم نانو هستید می‌توانید مقاله‌های خود را در این مجله به چاپ برسانید. همچنین اگر علاقه‌مند به کسب اطلاعات ارزشمند در زمینه نانو فناوری و کاربرد آن در طبیعت و زمینه‌های دیگر علم نانو هستید می‌توانید مقاله‌های به‌روز علمی را از این پایگاه به صورت رایگان تهیه کنید. در قسمت NPG resources لینک‌های مربوط به بخش‌های اخبار و مقاله‌های علمی در زمینه زیست‌فناوری، زیست‌شیمی، علم مواد، علوم دارویی و... گذاشته شده است که با انتخاب هر کدام وارد صفحه‌ای جداگانه خواهید شد که حاوی مقاله‌های



شیمی گنجانده شده است که برنامه سمینارها و همایش های پیش رو را به شما معرفی می کند. شما می توانید از لینک های بسیار متنوعی که برای علاقه مندان گذاشته شده است نیز بهره ببرید.

<http://nardbanchem.blogfa.com/>



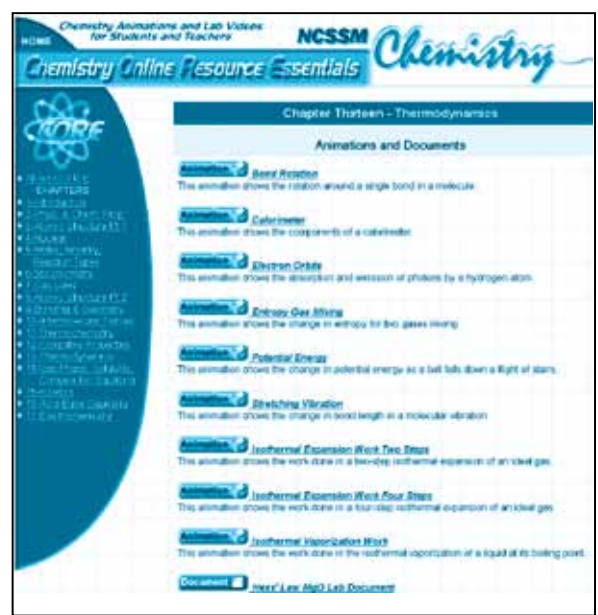
مرجع آموزش المپیادهای علمی ایران

دانش آموختگانی که در المپیادهای شیمی شرکت کرده اند حتماً این پایگاه را می شناسند. بله، به مرجع آموزش المپیادهای علمی ایران خوش آمدید! پایگاه المپیادهای علمی ایران از ۲۶ شهریور سال ۱۳۸۶ راه اندازی شده است. فعالیت های این پایگاه را می توان در موضوع هایی به این شرح طبقه بندی کرد:

- اخبار مربوط به برگزاری و ثبت نام در المپیادهای علمی در صفحه نخست پایگاه
- ایجاد سرویس خبرنامه پیامکی برای اطلاع علاقه مندان به رویدادهای المپیادهای ایران و جهان
- تهیه مقاله های آموزشی جهت آشنایی دانش آموزان با منابع و سرفصل آزمون های المپیادهای علمی
- بررسی نتایج و تحلیل کاربردی آمار نتایج مرحله اول و دوم المپیادهای علمی در سطح کشور برای برنامه ریزی مدیران و مدرسان
- مباحثه، آموزش و حل مسائل گوناگون در انجمن های تخصصی المپیادهای علمی
- ارائه دفترچه آزمون دوره های گذشته المپیادهای علمی به

- همراه پاسخ نامه
- اعزام مدرس به سراسر کشور و برگزاری دوره های چندروزه یا متناوب در طول سال
- مشاوره فرد به فرد توسط مدال آوران دوره های گذشته، استادان دوره های آموزشی و مؤلفان کتاب های المپیاد
- برگزاری آزمون های مجازی و ارزیابی تفکر خلاق دانش پژوهان
- ارائه کارنامه و پاسخ نامه تشریحی جهت آموزش نکته های هر آزمون

فراموش نکنید، اگر المپیادی هستید حتماً به این پایگاه سری بزنید!
<http://www.irysc.com/>



Chemistry online resource essential

این پایگاه علمی، پویانمایی ها، فیلم های توضیحی، فیلم های مربوط به آزمایشگاه و متون آزمایش ها را در اختیار شما قرار می دهد. این موارد از منابع معتبر شیمی توسط دکتر میرا هالپین و چوک روزر در این وبلاگ قرار داده شده است. در اصل این وبلاگ توسط گروه شیمی NCSSM نظارت، بررسی و به روز می شود. نکته جالب این است که این وبلاگ، پایگاه دیگری را که بنا به گفته خود، مرجع آموزشی مناسبی برای معلمان درس شیمی است با این نشانی، معرفی می کند:

<http://www.dlt.ncssm.edu/tiger/indexORIG.htm>

این پایگاه فایل های پویانمایی و گرافیکی نیز دارد و به معلمان در تدریس بهتر کمک می کند. این وبلاگ تنها مخصوص درس شیمی نبوده، مطالبی در زمینه فیزیک و ریاضی هم در آن گنجانده شده است.

و کنفرانس‌های علمی و فنی داخلی و بین‌المللی. ایجاد ارتباط علمی با جوامع و مؤسسه‌های علمی داخل و خارج. انجمن، در هر یک از گرایش‌های شیمی شامل شیمی آلی، شیمی تجزیه، شیمی معدنی، شیمی فیزیک و آموزش شیمی و نیز در بخش نشریه‌ها، دارای کمیته‌های جداگانه است.

انجمن شیمی ایران مانند انجمن‌های علمی دیگر از گردهمایی و مشارکت کارشناسان رشته شیمی و مهندسی شیمی تشکیل شده است. این شیمی‌دان‌ها به‌عنوان اعضای پیوسته، اعضای وابسته و اعضای دانشجویی با انجمن همکاری می‌کنند. همه دانشجویان رشته‌های شیمی و مهندسی شیمی می‌توانند به عضویت دانشجویی انجمن درآیند. افرادی که دست‌کم، دارای درجه کارشناسی ارشد در یکی از رشته‌های شیمی و مهندسی شیمی یا رشته‌های وابسته هستند نیز می‌توانند به‌طور دائمی عضو انجمن باشند. افرادی که دارای درجه کارشناسی در یکی از رشته‌های شیمی، مهندسی شیمی یا دیگر رشته‌های وابسته هستند، می‌توانند عضو وابسته انجمن شوند.

<http://ics.ir/default/>



کیمیاگری

شما حتماً اسم ماهنامه کیمیاگری را شنیده‌اید. در این پایگاه می‌توانید این ماهنامه را به‌صورت الکترونیکی و رایگان دریافت کنید. جالب است بدانید که در این پایگاه با یک آزمایشگاه کامل روبه‌رو هستید: آزمایشگاه‌های شیمی آلی، شیمی عمومی، تجزیه، تجزیه دستگاهی، صنایع شیمیایی، اصول عملیات دستگاهی، انتقال جرم، مکانیک سیالات، انتقال گرما، فناوری نفت، شیمی معدنی، شیمی فیزیک، فیزیک مکانیک، پالایش آب و... در این

پایگاه CORE شامل مطالبی درباره ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد، ساختار اتمی، اتم‌ها، مول و مولاریته، انواع واکنش‌ها، استوکیومتری، قانون گازها، نیروهای بین مولکولی، سینتیک، تعادل اسید و باز، الکتروشیمی و... است. این مطالب تا حد امکان با پویانمایی‌های سه‌بعدی و توضیح‌های کتبی در دسترس علاقه‌مندان قرار گرفته است.

<http://profmokeur.ca>



انجمن شیمی ایران

بله، اکنون شما با پایگاه انجمن شیمی ایران روبه‌رو هستید. با توجه به نقش روزافزون دانش شیمی و صنایع شیمیایی در بهبود زندگی کنونی جوامع بشری، ضرورت شناساندن همه‌جانبه این دانش و نیز اعتلا و گسترش دانش شیمی در امر آموزش، پژوهش و صنعت، انجمن شیمی ایران تشکیل شده و در راستای هدف‌های نظام جمهوری اسلامی ایران فعالیت‌هایی به این شرح داشته است: ایجاد ارتباط بین شیمی‌دانان و کارشناسانی که به‌نحوی با شاخه‌های گوناگون شیمی سروکار دارند.

همکاری با کارشناسان و صاحب‌نظرانی که در برنامه‌ریزی امور آموزشی، پژوهشی و صنعتی شرکت دارند. ارزیابی و بازنگری برنامه‌های آموزشی، پژوهشی و صنعتی و ارائه پیشنهادها لازم. ارائه خدمات آموزشی، علمی، فنی و صنعتی. تشویق پژوهشگران، صنعتگران و دانشجویان در پیشبرد فعالیت‌های شیمیایی. تهیه و انتشار نشریه‌های علمی و صنعتی، برگزاری سمینارها



گرماسنجی و سانتیفریوژ و... همراه با شکل توضیح داده شده است. در قسمت‌های Chem 5 و Chem 6 نیز می‌توانید آزمایش‌های اصلی شیمی را مشاهده کنید که به‌عنوان کار هفتگی برای شما در نظر گرفته شده است. این آزمایش‌ها، به‌طور مرحله به مرحله طراحی شده است و تا طرح سؤال برای تفهیم بهتر مطالب پیش می‌رود. در هر بخشی با ۸ آزمایش مختلف روبرو هستید. به آزمایشگاه شیمی خوش آمدید!

<http://www.dartmouth.edu/~chemlab/>



ChemEng software design

در این پایگاه نرم‌افزار Chemmaths، همراه با چهار نرم‌افزار دیگر، به‌صورت رایگان قابل دانلود است. این نرم‌افزارها از جمله نرم‌افزارهای تخصصی دانشجویان شیمی و مهندسی شیمی به‌شمار می‌روند که به کمک آن‌ها می‌توانند برخی فرایندها را طراحی و محاسبه کنند.

نام این نرم‌افزارها به قرار زیر است:

- ✓ DATAPRO V8.1
- ✓ EQUATIONSPRO V8.1
- ✓ ProsimGraphsPro V8.1
- ✓ UNITSPRO V1.0

اگر برای درک و کاربرد نرم‌افزار نیاز به راهنمایی داشتید، می‌توانید با مراجعه به بخش دانلود، در جدولی که در صفحه وجود دارد - در قسمت DESCRIPTION PAGE link - توضیح‌های مربوط به نرم‌افزار را مطالعه کنید.

www.cesd.com

پایگاه دسترسی به اخبار، نمونه پرسش‌های امتحانی، اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی و کارایی نیز امکان‌پذیر است.

در قسمتی دیگر می‌توانید تازه‌ترین مطالب بارگذاری شده و بیشترین مطالب مطالعه شده توسط بازدیدکنندگان پایگاه را مشاهده کنید. با عضویت در این پایگاه می‌توانید از مزایای اختصاصی داناود مقاله‌ها و دیگر امکانات آن بهره‌مند شوید.

به کسانی که موبایلشان جزئی از وسایل کاربردی‌شان شده است مژده می‌دهیم که فایل قابل اجرای این وبلاگ روی گوشی‌های موبایل نیز قابل دسترسی است!

<http://www.kimiagari.ir/>



ChemLab

اگر می‌خواهید با روش کار دقیق وسایل آزمایشگاه شیمی آشنا شوید توصیه می‌شود حتماً به این وبلاگ مراجعه کنید. در این پایگاه، روش کار با بیشتر وسایل آزمایشگاه، شامل نحوه توزین، کار با pH متر دستی و دیجیتالی، دستگاه طیف‌سنج، روش‌های

چند پرسش، چند پاسخ

تفسیر معلمان و کارشناسان از کتاب های کمک آموزشی

ماندانا فتوحی



اشاره

در آیین نامه سامان دهی منابع آموزشی و تربیتی مصوبه شورای عالی آموزش و پرورش (تاریخ ۱۳۸۹/۶/۲) تأکید شده که سامان دهی، مدیریت و هدایت فرایند تولید، توزیع منابع آموزشی و تربیتی به منظور استفاده در مدارس و مراکز آموزشی و جلوگیری از توزیع منابع غیراستاندارد در مراکز آموزشی از اهداف این مصوبه است. در همین راستا حمایت و پشتیبانی از تولیدکنندگان مواد و رسانه های استاندارد از جمله بسته های آموزشی، نرم افزارهای آموزشی، فیلم آموزشی، کتاب درسی، کتاب کار، کتاب راهنمای معلم و مانند آن نیز از وظایف وزارت آموزش و پرورش است. کتاب های کار تنها یکی از این رسانه ها هستند. با اینکه از عمر نخستین کتاب هایی که با عنوان کتاب کار راهی بازار شده اند بیش از دو دهه هم نمی گذرد رشد بی سابقه این گونه کتاب ها، خانواده آن ها را به پرجمعیت ترین مجموعه مواد آموزشی بدل کرده است و البته نه یک خانواده ای یکدست!

آنچه در پی می آید گزارشی از جلسه ای است که در دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی با حضور چهره هایی تشکیل شده است که سابقه تدریس شیمی دوره متوسطه و تألیف کتاب های آموزشی و کمک آموزشی را در کارنامه خود داشتند. شرکت کنندگان در این نشست ضمن بازگفتن اشکال ها و نارسایی های موجود، راهکارهای مناسبی هم برای برون رفت از وضعیت موجود پیشنهاد کردند. شرکت کنندگان در این جلسه عبارت بودند از:

- خانم ماندانا فتوحی معلم شیمی منطقه یک تهران با سابقه ۲۱ سال تدریس و مؤلف ۲ عنوان کتاب
- خانم فاطمه قریشی، معلم شیمی منطقه ۸ تهران، با ۱۹ سال سابقه تدریس و مؤلف ۵ عنوان کتاب
- خانم فرشته موسوی، کارشناس ارشد مرکز سنجش وزارت آموزش و پرورش، با ۱۵ سال سابقه تدریس سنجش و ارزشیابی و تألیف ۳ عنوان کتاب

- آقای فرشاد صیرفی زاده، با سابقه تدریس شیمی و تألیف، ویرایش و ترجمه کتاب های کمک آموزشی
- آقای حمیدرضا قمی، معلم شیمی ورامین، دانشجوی دکتری شیمی دانشگاه خوارزمی و مؤلف ۶ عنوان کتاب



علوم پایه مطلب می‌نویسیم، لازم است پاسخ پرسش‌های عددی را در انتهای کتاب بیاوریم. این نوع پرسش‌ها نیاز به خلاقیت ندارند. معلم هم ممکن است فرصت پاسخ‌دادن به همه پرسش‌ها را در کلاس نداشته باشد.»

قریشی: «برای پرسش‌های باز پاسخ نباید جواب گذاشته شود ولی برای پرسش‌های تشریحی و بسته پاسخ اشکالی ندارد پاسخ‌نامه داشته باشیم.»

صیرفی‌زاده: «هر مسئله شیمی باید به پاسخی مشخص برسد. پرسش‌های تحلیلی که در سطح المپیاد است باید پاسخ داشته باشند. از طرفی ممکن است این کتاب در اختیار دانش‌آموزی قرار بگیرد که دسترسی به هیچ معلمی ندارد.»

قمی: «نتیجه اینکه مؤلف اختیار هدف‌گذاری مشخصی را ندارد و باید متناسب با خواسته ناشر کتاب بنویسد.»

موسوی: «باید در ارزشیابی مستمر روی سنجش حیطه عاطفی معلم هم کار کرد.»

قمی: «باید در کتاب روی هر سه حیطه عاطفی، مهارتی و شناختی تأکید شود. کاری که ما در کتاب راهنمای شیمی ۲- که در حال چاپ است- انجام داده‌ایم. ما در کلاس، دانش‌آموزان را گروه‌بندی می‌کنیم ولی آیا آن‌ها روحیه کار گروهی را دارند؟ این نظام آموزشی است که باید در سنین پایین چنین روحیه‌ای را در آن‌ها ایجاد کند. بنا به تقسیم‌بندی سازمان یونسکو، آموزش چهار حیطه دارد: حیطه یادگیری برای شناخت، حیطه یادگیری برای زندگی کردن، حیطه یادگیری برای ارتباط با خود، خدا، مردم و محیط‌زیست می‌شود. حیطه عاطفی یعنی همین؛ ارزش‌گذاری به محیط‌زیست که به خوبی می‌تواند در پرسش‌های کتاب‌های کار آورده شود.»

موسوی: «برای طرح پرسش در حیطه عاطفی می‌توانیم از کتاب‌های طرح TIMSS بهره بگیریم که در ایران مؤسسه IEA مسئول اجرای آزمون‌های آن است. با مراجعه به شبکه، دسترسی به این پرسش‌ها ممکن است؛ پرسش‌هایی که هر سه حیطه مهارتی، شناختی و عاطفی را هم‌زمان با هم مورد سنجش قرار می‌دهند. این پرسش‌ها را یک کارشناس درحالی طراحی می‌کند که یک روان‌شناس هم با وی همکاری دارد. در کشور ما بیشتر روی حیطه شناختی تأکید می‌شود. ما در کارهای علمی و تدوین کتاب‌های درسی، از نظر روان‌شناختی، خلأ داریم. توجه به حیطه عاطفی یعنی علاقه دانش‌آموز را مورد سنجش قرار دهیم. در هر دوره، تمایل به ادامه تحصیل با برانگیخته شدن حیطه عاطفی به وجود می‌آید.»

آموزشی چارچوب کتاب کمک‌آموزشی چیست؟

موسوی: کتاب کمک‌آموزشی کتابی است

که یا انگیزه یادگیری را در دانش‌آموز ایجاد می‌کند یا جنبه ترمیمی داشته، تکمیل‌کننده مطالب کتاب درسی است. کتاب‌های حل‌المسائل یا کتاب‌هایی که در پایان آن‌ها پاسخ برخی از پرسش‌های انتخاب شده آمده باشد، کمک‌آموزشی نیستند. وظیفه کتاب کمک‌آموزشی کمک به دانش‌آموزان جهت پرکردن خلأهای آموزشی است.

کتاب‌هایی که پاسخ را در اختیار دانش‌آموزان می‌گذارند خلأهای موجود در این روند را افزایش می‌دهند زیرا با این کار خلاقیت را از دانش‌آموز می‌گیرند.



فاطمه قریشی

آموزشی آیا آموزش و پرورش

برای تألیف این کتاب‌ها چارچوب دارد؟

موسوی: ضرورت نظارت بیشتر آموزش و پرورش در اینجا وجود دارد چرا که این ناشر است که چارچوب کار را تعیین می‌کند. طبیعی است که ناشر به جای منافع ملی به فکر منفعت خودش است. به هر حال در کتاب‌های کمک‌آموزشی هدف این است که دانش‌آموز را به تفکر فرایندمحور هدایت کنیم نه تفکر نتیجه‌محور.

قمی: «این، صورت ایده‌آل مسئله است ولی واقعیت در جامعه این است که سلیقه مخاطب در نظر گرفته شود. درست است که ما نباید سطح کیفی برنامه‌هایمان را تا حدی که مخاطبان می‌خواهند پایین بیاوریم و به جای آن باید سطح فرهنگی جامعه را بالا ببریم اما خیلی از همکاران ما، هم در کلاس و هم در تألیف کتاب‌کار، سطح کار را پایین می‌آورند، چون این خواست دانش‌آموزان است.»

قریشی: «درست است ما در چاپ‌های اولیه کتاب‌هایمان پاسخ‌نامه نداشتیم اما ناشر، برای پرفروش شدن کتاب، در چاپ‌های بعدی از ما پاسخ‌نامه می‌خواست.»

صیرفی‌زاده: «از آنجا که ما در زمینه



امیرحسین قمی



امیرحسین قمی

سنجش باشد. در واقع ما نباید اهداف وزارت آموزش و پرورش را به خاطر کنکور زیر پا بگذاریم.

توجه به اصول استانداردسازی منجر به نوعی یکپارچگی در آموزش می‌شود و با نهادینه شدن این استانداردها برای دانش‌آموزان و والدینشان، دیگر مقررات کنکور و سازمان سنجش نمی‌تواند بر آموزش و کتاب‌های کمک‌آموزشی ما سایه بیندازد.

آموزشی چرا معلمی که در استخدام آموزش و پرورش است این استانداردها را نادیده می‌گیرد؟

صیرفی‌زاده: «چون برخی از ناشران برای فروش کتاب‌های خود با مدیران مدارس قرارداد می‌بندند و هیچ نظارتی هم صورت نمی‌گیرد و معلمان مجبور به استفاده از این کتاب‌ها می‌شوند.

موسوی: «در ماده ۶ آیین‌نامه سامان‌دهی کتاب‌های درسی چنین آمده است: «خرید، عرضه و تبلیغ هر گونه منبع آموزشی و تربیتی، صرفاً از منابع استاندارد مجاز است.»

بیشتر مؤسسه‌ها تنها بخش اول این ماده را در نظر می‌گیرند. اگر به معلمان اعلام شود که سامانه‌ای وجود دارد که کتاب‌های استاندارد را معرفی می‌کند خیلی بهتر است.»

قریشی: «البته استفاده از کتاب‌های

کمک‌آموزشی بیشتر به خود معلمان برمی‌گردد. برخی از معلمان حاضر به انجام کار اضافی در کلاس نیستند.»

صیرفی‌زاده: «معلمان می‌گویند وقت کافی ندارند تا به پرسش‌هایی که دانش‌آموزان از این کتاب‌ها دارند پاسخ دهند. شاید هم اطلاعات کافی برای پرداختن به برخی از پرسش‌ها را ندارند.»

موسوی: «وجود پایگاه‌های پشتیبان محتوای کتاب می‌تواند به جذب مخاطبان کمک کند.»

گفتنی است، طی بیش از ده سال گذشته طرح سامان بخشی منابع آموزشی و تربیتی در دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی انجام شده است. این طرح با رویکردی مبتنی بر راهنمایی، پشتیبانی و ایجاد انگیزه در پدیدآورندگان مواد آموزشی اقدام به ساماندهی وضعیت تولید کتاب‌های علمی-آموزشی، کمک آموزشی و کمک درسی کرده است. برای آگاهی بیشتر می‌توانید به وبگاه زیر مراجعه کنید.

samanketab.roshdmag.ir

آموزشی آیا کتاب‌های موجود در بازار به این حیطه‌ها توجه دارند؟ اشکال‌های اصلی این کتاب‌ها چیست؟

صیرفی‌زاده: «در حال حاضر هر ناشری با هر سلیقه‌ای کتاب کمک‌آموزشی چاپ می‌کند و نظارتی هم بر کارش وجود ندارد. درحالی‌که کتاب یک رسانه آموزشی است و حتماً باید این کار با مجوز- و نظارت مرجع صلاحیت‌داری- انجام شود. سطح کتاب‌های کمک‌آموزشی هم خیلی پایین آمده و بازاری شده است.»

قمی: «دانش‌آموزان دهه فعلی نسبت به دهه گذشته خیلی افت کرده‌اند و انتظار دارند که معلمان هم سطح تدریس را پایین بیاورند درحالی‌که سازمان بهداشت جهانی کسب ۱۰ مهارت را برای دانش‌آموزان دوره دبیرستان ضروری می‌داند که مهارت حل مسئله یکی از آنهاست. بنابراین ما باید میانگینی را در نظر بگیریم، در عین حال باید ایده‌آل فکر کنیم و به طور واقعی عمل کنیم. یعنی باید به بازار هم توجه شود. باید در کتاب‌های کار، مهارت ذهنی دانش‌آموزان را پرورش دهیم و برای این کار اصول تفکر منطقی را رعایت کنیم. در کتاب‌های درسی حتماً باید به برخی از مهارت‌های در نظر گرفته شده برای دانش‌آموزان پرداخته شود. برای نمونه، پرسش‌های تستی، تکنیک‌های حافظه‌ای را می‌سنجند و پرسش‌های تشریحی، قدرت حافظه را ارزیابی می‌کنند. ما باید جهانی فکر کنیم و منطقه‌ای عمل کنیم.»

موسوی: «بسیاری از این اشکالات ناشی از سایه کنکور است و اینکه همه می‌خواهند در راستای آن پیش بروند. در سال ۷۷، مرکز سنجش وزارت آموزش و پرورش اقدام به تهیه ۳۲ عنوان کتاب برای رشته‌های درسی مختلف کرد، که در هیچ‌یک از آنها از تست استفاده نشده بود. (به همین دلیل با وجود هزینه بسیار سنگینی که تولید این کتاب‌ها دربرداشت، از برخی از آنها استقبال نشد) روان‌شناسان در بررسی حیطه‌های یادگیری دریافته‌اند که پرسش‌های تستی، تنها حیطه شناختی را در برمی‌گیرند بی‌آنکه کسب مهارت فکری را در پی داشته باشند.»

آموزشی این‌گونه کتاب‌های کمک‌آموزشی (تستی) چه آسیبی به نظام آموزشی می‌زند؟

موسوی: «کسانی که بنگاه‌های اقتصادی کلان را با عنوان کتاب‌های کمک‌آموزشی راه‌انداخته‌اند تنها به کتاب‌های تستی رنگ و لعاب می‌دهند و نتیجه عملکرد آنها این است که می‌بینیم خلاقیت را در دانش‌آموزانی که به دانشگاه راه پیدا می‌کنند از بین برده‌اند. در امتحان‌های نهایی آموزش و پرورش هم استفاده از پرسش‌های تستی ممنوع است. بهتر است متولی کتاب‌های تست، خود سازمان

نمونه پرسش های شیمی

اورنگ باقی

کارشناس ارشد شیمی معدنی و معلم شیمی تالش

شیمی ۱

علت پیدایش نظریه جنبش مولکولی گازها چه بود؟ این نظریه در چه مواردی کاربرد دارد؟

در پی اختراع فشارسنج توسط **توریچلی**، دانشمندانی همچون **بویل** و **شارل** رفتار گازها را در برابر تغییر حجم، فشار و دما بیان کردند اما درباره اینکه در مقیاس مولکولی چه اتفاقی می افتد که سبب چنین رفتارهایی در مقیاس ماکروسکوپی می شود، توضیحی نداشتند؛ برای نمونه، چرا یک گاز در نتیجه گرم شدن منبسط می شود؟

برای توضیح قوانین تجربی باید از نظریه های مناسب بهره گرفت. نظریه جنبش مولکولی گازها در اواسط قرن نوزدهم به همین منظور توسط دانشمندانی مانند **کروئیک**، **کلازیوس**، **ماکسول** و **بولتزمن** به این شرح گسترش یافت:

نظریه جنبش گازها دارای شش فرضیه به این قرار است:

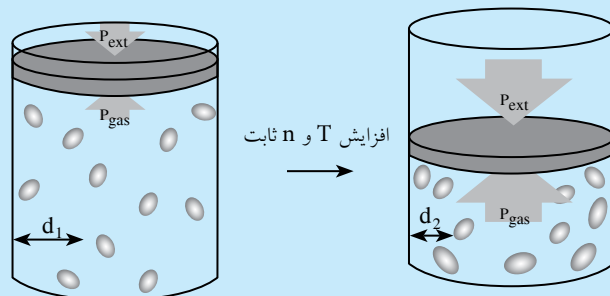
۱. گازها از ذره های بسیار کوچک (مولکول در O_2 ، اتم در He) تشکیل شده اند.
۲. حجم ذره های گاز (اتم یا مولکول) در مقایسه با حجم ظرف حاوی آن ناچیز است.
۳. ذره های گاز به طور پیوسته و نامنظم در حرکت اند و با یکدیگر و دیواره ظرفی که در آن قرار دارند، برخورد می کنند.
۴. برخورد میان ذره های گاز، کشسان است؛ یعنی انرژی جنبشی در جریان برخورد ذره ها، از ذره ای به ذره دیگر منتقل می شود و انرژی جنبشی کل ثابت می ماند. برای نمونه، برخورد یک توپ فوتبال با زمین برخوردی غیرکشسان است؛ یعنی پس از برخوردهای متوالی، توپ انرژی جنبشی خود را به طور کامل از دست می دهد و به سکون می رسد اما در گازها چنین نیست. از این رو حرکت مولکول ها دائمی است و به صفر نمی رسد.
۵. در دمایی معین، ذره های تشکیل دهنده یک نمونه گاز، سرعت و انرژی جنبشی متفاوتی دارند اما میانگین انرژی جنبشی ثابت و با دمای گاز، برحسب درجه کلوین، متناسب است. با افزایش دما، میانگین سرعت ذره ها و در نتیجه میانگین انرژی جنبشی گازها افزایش می یابد.

۶. نیروی جاذبه یا دافعه میان مولکول ها در گازها بسیار ضعیف یا ناچیز است.

برخی خواص گازها، که به کمک نظریه جنبش مولکول ها توجیه می شوند، به این قرارند:

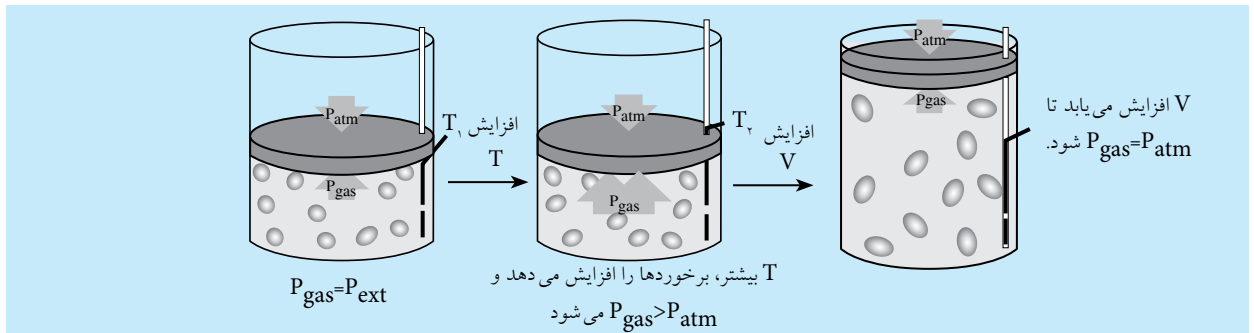
- **فشار گازها**؛ ناشی از برخورد پیوسته و نامنظم ذره های گاز به دیواره ظرف است. (فرضیه سوم)

- **قانون بویل** (در دمای ثابت، $\frac{1}{V} \propto P$): فاصله بین مولکول های گاز نسبت به حجم ذره ها بزرگ است (فرضیه دوم). در نتیجه، هرچه فشار اعمال شده بر نمونه گاز در دمای ثابت افزایش یابد، فاصله بین مولکول ها و حجم نمونه، کم می شود؛ یعنی در دمای ثابت با افزایش فشار، حجم نمونه کم می شود.

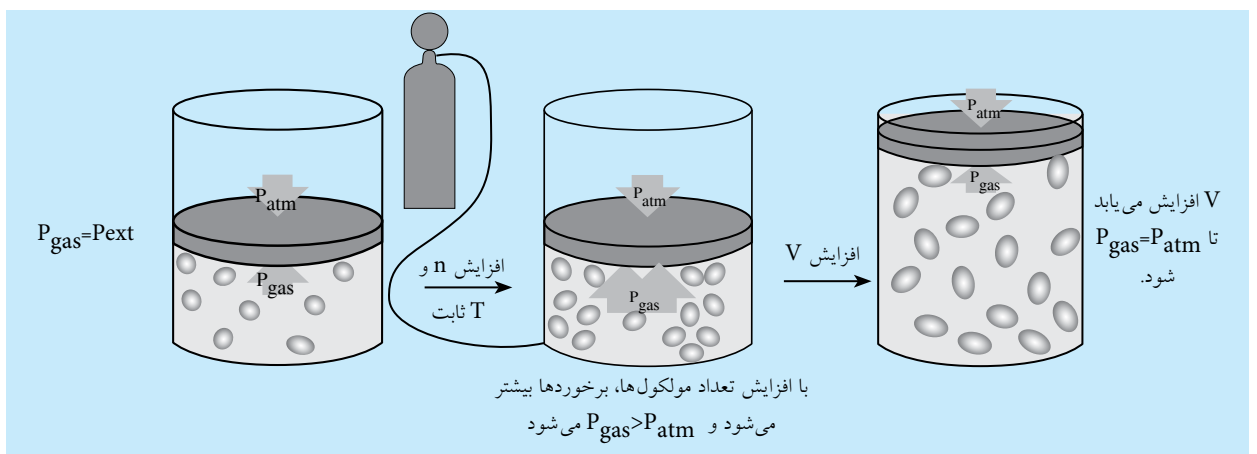


افزایش P_{ext} ، سبب
کمر شدن V و بیشتر
شدن برخوردها می شود تا
 $P_{gas} = P_{ext}$ شود.

- **قانون شارل** (در دمای ثابت، $V \propto T$): در فشار ثابت با افزایش دما، میانگین انرژی جنبشی و میانگین سرعت مولکولی افزایش می‌یابد (فرضیه پنجم). به این ترتیب، انرژی و برخورد مولکول‌ها به دیواره ظرف محتوی گاز بیشتر می‌شود. در نتیجه دیواره، به سمت خارج حرکت می‌کند که باعث افزایش حجم می‌شود و فشار را به حالت اول می‌رساند.



- **قانون آووگادرو** (در دمای ثابت، $V \propto n$): در ظرفی با دمای معین، مقدار مشخص گاز (n) با فشار داخلی P_{gas} وجود دارد که با فشار بیرونی، P_{atm} برابر است. هنگامی که مقدار گاز بیشتری به ظرف راه می‌یابد، تعداد مول‌های گاز، n ، افزایش می‌یابد و برخورد با دیواره‌ها بیشتر می‌شود و فشار داخلی، P_{gas} ، افزایش می‌یابد. این عمل به افزایش حجم می‌انجامد تا دوباره فشار داخلی با P_{atm} برابر شود. به این ترتیب، هنگامی که n افزایش می‌یابد، V نیز زیاد می‌شود.

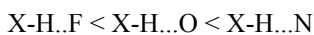


شیمی ۲

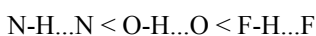
آیا پیوند هیدروژنی فقط بین اتم‌های F و O و N تشکیل می‌شود؟

خیر، پیوند هیدروژنی نتیجه برهم‌کنش الکتروستاتیک پیوند قطبی X-H و یک زوج الکترون ناپیوندی روی اتم دیگر Y است. (X-H...Y). مثل F-H...F یا F-H...O (در این نمونه، اتم‌های X و Y متفاوتند).

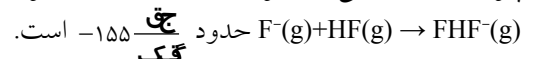
اتم Y باید جفت الکترون ناپیوندی داشته باشد تا بار مثبت پیوند X-H را جذب کند. اتم Y نیز باید دهنده الکترون بهتری باشد. در نمونه زیر، اتم N الکترون‌دهنده‌تر از F است. پس ترتیب قدرت پیوند هیدروژنی را می‌توان چنین نوشت:



در صورت یکسان بودن X و Y، قدرت پیوند هیدروژنی به این ترتیب افزایش می‌یابد:



اگر اتم Y بار منفی داشته باشد، جفت الکترون ناپیوندی قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی بسیار قوی خواهد بود. پیوند هیدروژنی در یون $F-H...F^-$ از جمله قوی‌ترین پیوندهای هیدروژنی شناخته شده است. مقدار ΔH واکنش



در حال حاضر پیوند هیدروژنی ضعیف به‌ویژه برهم‌کنش‌های C-H...O به‌خوبی شناخته شده است که در ساختارهای حالت جامد، مولکول‌های کوچک و سامانه‌های زیست‌شناختی نقش مهمی دارند.

چند نمونه از پیوندهای هیدروژنی

مقدار آنتالپی تفکیک انواع مختلف پیوند هیدروژنی که برای گونه‌ها در فاز گازی محاسبه شده‌اند.

نوع پیوند هیدروژنی	پیوند هیدروژنی	آنتالپی تفکیک kJ mol^{-1}
متقارن	[HF _۲] در F...H...F	۱۶۳
متقارن	[H _۲ O _۲] ⁺ در O...H...O	۱۳۸
متقارن	[N _۲ H _۲] ⁺ در N...H...N	۱۰۰
متقارن	[H _۲ O _۲] ⁺ در O...H...O	۹۶
بی‌تقارن	H _۲ O ... [NH _۲] ⁺ در O...H-N	۸۰
بی‌تقارن	Cl ⁻ ... H _۲ O در Cl...H-O	۵۶
بی‌تقارن	H _۲ O ... H _۲ O در O...H-O	۲۰
بی‌تقارن	H _۲ S ... H _۲ S در S...H-S	۵
بی‌تقارن	H _۲ O ... HC = CH در O...H-C	۹
بی‌تقارن	H _۲ O... H _۲ C در O...H-C	۳ تا ۱

شیمی ۳

منظور از «آزاد» در انرژی آزاد چیست؟

اگر یک سامانه به محیط خود انرژی دهد (ΔH)، بخشی از این انرژی برای انجام کار قابل دسترس است که آن را انرژی آزاد یا انرژی آزاد گیسیس (به افتخار ویلارد گیسیس دانشمند آمریکایی) ΔG می‌نامند. مقداری از این انرژی نیز برای بازآرایی سامانه مصرف می‌شود و قابل استفاده برای انجام کار نیست و برابر با ($T\Delta S$) است که این بخش را انرژی غیرآزاد می‌گویند.

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

↓ ↓ ↓

انرژی غیرآزاد و غیرقابل دسترس برای انجام کار انرژی آزاد در دسترس برای انجام کار انرژی مبادله‌شده بین سامانه و محیط

اگر این معادله را به‌صورت زیر بازآرایی کنیم، از آن برای پیش‌گویی احتمال انجام یافتن واکنش می‌توان استفاده کرد:

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

مقدار تغییر انرژی آزاد ΔG معیار کلی برای انجام خودبه‌خودی فرایند شیمیایی یا فیزیکی است. اگر ΔG مقدار منفی داشته باشد، فرایند خودبه‌خودی است. اگر ΔG صفر باشد، فرایند نه خودبه‌خودی است نه غیر خودبه‌خودی بلکه در حال تعادل است و اگر ΔG مقدار مثبت داشته باشد، فرایند غیر خودبه‌خودی است.

مشاهده می‌کنیم که با بهره‌گیری از علامت ΔG خودبه‌خودی یا تعادلی بودن واکنش را مشخص می‌کنیم. واکنشی که ΔG آن بزرگ و منفی است، مانند احتراق بنزین، در مقایسه با واکنشی که ΔG آن کوچک و منفی است، مثل ذوب شدن یخ، در دمای اتاق آمادگی بسیار بیشتری برای انجام کار روی محیط دارد. در واقع، تغییر انرژی آزاد برای یک فرایند، ΔG ، برابر با کار مفید بیشینه‌ای است که سامانه می‌تواند در یک فرایند خودبه‌خودی که در دما و فشار ثابت انجام می‌شود، روی محیط خود انجام دهد. $W_{\max} = \Delta G$ این رابطه توضیح می‌دهد که چرا به ΔG انرژی آزاد می‌گویند. ΔG بخشی از تغییر انرژی یک واکنش خودبه‌خودی است که

آزاد است کار مفید انجام دهد. بقیه انرژی به شکل گرما وارد محیط می شود. در بیشتر موارد سهم آنتالپی ΔH در تغییر انرژی آزاد ΔG بسیار بیشتر از سهم آنتروپی (TAS) است. به این دلیل، اغلب واکنش های گرمازا خودبه خودی هستند. بستگی سهم (TAS) در معادله انرژی آزاد گیبس به دما، نشانه آن است که برخی فرایندها بسته به دما ممکن است خودبه خودی یا غیر خودبه خودی باشند.

شیمی ۴

آ) پیش از بیان فرمول pH، بهتر است دانش آموزان با چه مطالبی آشنا شوند؟

ب) چرا pH واحد ندارد؟

پ) منظور از دامنه تغییر رنگ شناساگرها و شناساگر عمومی چیست؟

آ) درجه اسیدی یا بازی بودن یک محلول را می توان با داشتن غلظت $H_3O^+(aq)$ توصیف کرد. به طوری که با افزایش غلظت یون هیدرونیوم خاصیت اسیدی زیاد و با کاهش غلظت این یون خاصیت بازی افزایش می یابد. پس برای تعیین اسیدی یا بازی بودن محلول می توان غلظت یون $H_3O^+(aq)$ را معیار قرار داد. چون در بیشتر موارد غلظت یون هیدرونیوم به صورت توان منفی گزارش می شود، مثل 1×10^{-7} یا 5×10^{-6} ، و بیشتر مردم با این مفاهیم نا آشنا هستند، پس به جای استفاده از عددها با توان منفی، از کمیتی به نام pH استفاده می کنند (p را با حرف کوچک و H را با حرف بزرگ نشان می دهند) و به صورت $pH = -\log [H^+]$ تعریف می کنند. علامت منفی، عددهای منفی را به اعداد مثبت تبدیل می کند. برای نمونه، لگاریتم 10^{-1} برابر ۱- است ولی pH آن برابر ۱ است. pH کوتاه شده واژه ای به معنی توان یا قدرت هیدروژن است.

pH را نخستین بار دانشمند دانمارکی به نام سورن سورن سن، در سال ۱۹۰۹ میلادی براساس مقدار اسیدی بودن محلول ابداع کرد.

ب) در رابطه $pH = -\log[H^+]$ عبارت $[H^+]$ فقط به بخش عددی غلظت تعلق دارد نه واحدش. با توجه به رابطه لگاریتم داریم:

$$10^2 = 100 \Rightarrow \log_{10} 100 = 2$$

$$10^{-pH} = [H^+] \Rightarrow \log [H^+] = -pH$$

برای اینکه مفهوم ریاضی لگاریتم صحیح باشد، در جایگاه $[H^+]$ باید عدد بدون واحد بگذاریم تا مفهوم توان صحیح باشد (در رابطه بالا، $[H^+]$ به جای عدد ۱۰۰ قرار گرفته است). پس نمی توان از واحدها لگاریتم گرفت. پس همان طور که pK_a واحد ندارد، pH نیز واحد ندارد.

پ) هر شناساگر در گستره خاصی از pH تغییر رنگ می دهد؛ یعنی در پایین تر از $pH = 3/1$ ، متیل نارنجی به صورت اسیدی است که سرخ رنگ است. در فاصله $3/1$ تا $4/4$ که ناحیه خنثی است، تغییر رنگ (از سرخ به سمت زرد متمایل می شود) داده است تا اینکه در pH بالاتر از $4/4$ به رنگ زرد درمی آید و محلول بازی می شود.

البته با توجه به متفاوت بودن دامنه تغییر رنگ شناساگرها pH اسیدی یا بازی برای هر شناساگر متفاوت است. مثلاً دامنه تغییر رنگ فنول فتالین $8/8 - 9/2$ است.

از آنجا که شناساگرها در گستره خاص تغییر رنگ می دهند، برای سهولت اندازه گیری pH محلولها در گستره وسیع تر در فاصله $pH = 14$ ، از مخلوط شناساگر استفاده می شود. به این مخلوط، شناساگر عمومی یا جهانی می گویند.

شیمی ۳

آ) معنای واژه کولیگاتیو و دلیل استفاده از این واژه چیست؟

ب) از دیدگاه آنتروپی بررسی کنید که چرا فشار بخار محلول در مقایسه با حلال خالص، کم تر است؟

پ) قانون راولن چیست؟ چرا در بررسی خواص کولیگاتیو مثل فشار بخار، ماده حل شونده غیر فرار در نظر گرفته می شود؟

ت) خواص کولیگاتیو جزء خواص شدتی است یا مقداری؟ ج) چرا در بررسی خواص کولیگاتیو نمی‌توان به جای غلظت مولالیته از مولاریته استفاده کرد؟

آ: به معنای «بستگی داشتن به تجمع است» و به این دلیل به کار می‌رود که مجموعه ذرات حل شونده، اثرات مشاهده شده را ایجاد می‌کنند. یادآوری می‌شود به خواصی که به مجموع غلظت ذرات حل شونده بستگی دارد، نه به ماهیت شیمیایی حل شونده، خواص کولیگاتیو یا جمعی می‌گویند.

ب: تبخیر حلال خالص به این دلیل است که بخار، آنتروپی بیشتری نسبت به مایع دارد اما حلال در محلول، از آنتروپی بیشتری نسبت به حلال خالص برخوردار است. پس تمایل آن برای تبخیر شدن، به منظور دریافت آنتروپی کاهش می‌یابد. در نتیجه، فشار بخار محلول کم‌تر از حلال خالص خواهد بود.

پ) شیمی‌دان فرانسوی ماری رائول در سال ۱۸۸۶، مشاهده کرد فشار بخار جزئی حلال در بالای محلولی از یک حل شونده غیرالکترولیت، به کسر مولی حلال در محلول بستگی دارد و آن را به این صورت نشان داد:

$$P_A = P_A^0 X_A$$

P_A فشار بخار حلال در بالای محلول A ، P_A^0 فشار بخار حلال خالص و X_A کسر مولی حلال در محلول است. چون در محلول، X_A همیشه از ۱ کوچک‌تر است، P_A همواره از P_A^0 کم‌تر خواهد بود. ماده حل شونده، غیرفراز در نظر گرفته می‌شود تا فشار بخار اندازه‌گیری شده در بالای محلول، فقط ناشی از حلال باشد چون ماده حل شونده غیرفراز، فشار بخار قابل اندازه‌گیری ندارد. البته اگر ماده حل شونده فراز باشد، بنا به قانون رائول می‌توان چنین نوشت:

$$P_{\text{حلال}} = X_{\text{حلال}} \times P_{\text{حلال}}^0$$

$$P_{\text{حل شونده}} = X_{\text{حل شونده}} \times P_{\text{حل شونده}}^0$$

که $X_{\text{حلال}}$ و $X_{\text{حل شونده}}$ کسرهای مولی در فاز مایع‌اند. بنا به قانون فشارهای جزئی دالتون، فشار کل از جمع فشارهای جزئی به دست می‌آید:

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{حلال}} + P_{\text{حل شونده}} = (X_{\text{حلال}} \times P_{\text{حلال}}^0) + (X_{\text{حل شونده}} \times P_{\text{حل شونده}}^0)$$

حل شونده غیرفراز، به خاطر این که کسر مولی حلال را کمتر از یک می‌کند، از فشار بخار حلال می‌کاهد و به همین ترتیب، حضور هر جزء فراز نیز فشار بخار اجزای دیگر را کاهش می‌دهد، زیرا کسر مولی آن‌ها را کمتر از یک می‌کند.

ت: خواص کولیگاتیو جزء خواص شدتی است چون این خواص، به غلظت مولکول‌ها یا یون‌های حل شونده بستگی دارد به طوری که در برخی از کتاب‌های ترجمه شده شیمی عمومی مانند ریموند چنگ به خواص کولیگاتیو، خواص غلظتی نیز گفته شده است. از روی معادله قانون رائول، $P_A = P_A^0 X_A$ ، نیز می‌توان گفت که فشار بخار محلول به غلظت X_A بستگی دارد و می‌دانیم که نقطه جوش ۱۰۰ گرم محلول ۰/۱ مولال شکر با ۲۰۰g از همین محلول با همین غلظت هیچ فرقی نمی‌کند مگر این که غلظت آن تغییر کند. (۶۷ پاکرو، ۳۸۶ ایتگ، ۲۸۹ مک‌موری)

ث: مولاریته به تعداد مول حل شده در حجم محلول بستگی دارد و حجم محلول در مولاریته، با تغییر دما تغییر می‌کند. اما مولالیته به تعداد مول حل شده و جرم حلال بستگی دارد که مستقل از دماست. در بررسی خواصی مانند فشار بخار، نقطه جوش و نقطه انجماد که با دما ارتباط دارند باید از غلظتی مانند مولالیته استفاده کرد که مقدار آن مستقل از تغییرات دماست.

منابع

۱. ابینگ؛ شیمی عمومی یک، ترجمه دکتر محمدحسین حبیبی، انتشارات دانشگاه اصفهان. ۲. سیلبربرگ، مارتین؛ اصول شیمی عمومی - جلد اول، مترجمان: دکتر مجید میرمحمد صادقی، دکتر غلامعباس پارسا و دکتر محمدرضا سعیدی، نشر نورپردازان. ۳. مک‌موری، جان و سی. فای، رابرت؛ شیمی عمومی، مترجمان: دکتر عیسی یآوری و دکتر مهدی ادیب، نشر علوم دانشگاهی. ۴. چنگ، ریموند؛ شیمی عمومی یک، مترجمان: آزاده تجردی، علیرضا بدیعی و...، انتشارات پیام فردا.