

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

شناخت صنایع شیمیایی

رشته صنایع شیمیایی

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه ای

شماره درس ۲۴۰۱

۶۶۰	آقائی، حسین
ش ۶۶۱ آ	شناخت صنایع شیمیایی / مؤلفان: حسین آقائی... [و دیگران]. — بازسازی و
۱۳۹۰	تألیف: کمیسیون برنامه ریزی و تألیف رشته صنایع شیمیایی. — تهران: شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران، ۱۳۹۰.
۱۵۷ ص.	: مصور. — (آموزش فنی و حرفه ای؛ شماره درس ۲۴۰۱)
	متون درسی رشته صنایع شیمیایی، زمینه صنعت.
	۱. صنایع شیمیایی. الف. نفیسی، غلامحسین. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش.
	کمیسیون برنامه ریزی و تألیف رشته صنایع شیمیایی. ج. عنوان. د. فروست.

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز:
پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران- صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های
فنی و حرفه‌ای و کار دانش، ارسال فرمایند.

tvoccd@medu.ir

پیام‌نگار (ایمیل)

www.tvoccd.medu.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

این کتاب در سال تحصیلی ۸۹-۱۳۸۸ در هفت استان منتخب کشور مورد اعتباربخشی قرار گرفت و نتایج حاصله پس از بررسی و تأیید کمیسیون تخصصی رشته صنایع شیمیایی در کتاب اعمال شد.

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش

نام کتاب: شناخت صنایع شیمیایی - ۳۵۹/۱۹

مؤلفان: حسین آقایبی (فصل‌های اول و دوم)، ساسان صدراپی‌نوری (فصل‌های سوم و چهارم)، غلامحسین نفیسی، ناصر رضایی

شواشتری (فصل پنجم)، غلامحسین نفیسی، سعیدبلالایی، محمدرضا ارشدی (فصل ششم) و اعظم صفاری (فصل هفتم)

اعضای کمیسیون تخصصی: محمدرضا ارشدی، ساسان صدراپی‌نوری، اعظم صفاری، طیبه کنشلو و مرضیه‌گرد

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹.

وب‌سایت: www.chap.sch.ir

مدیر امور فنی و چاپ: سیداحمد حسینی

طراح جلد: مریم کیوان

صفحه‌آرا: شهرزاد قنبری

حروفچین: زهرا ایمانی نصر

مصحح: زهرا رشیدی‌مقدم و فرشته ارجمند

امور آماده‌سازی خیر: ناهید خیام‌باشی

امور فنی رایانه‌ای: حمید ثابت کلاجاهی، بیمان حبیب‌پور

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران- تهران- کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج- خیابان ۶۱ (داروبخش)

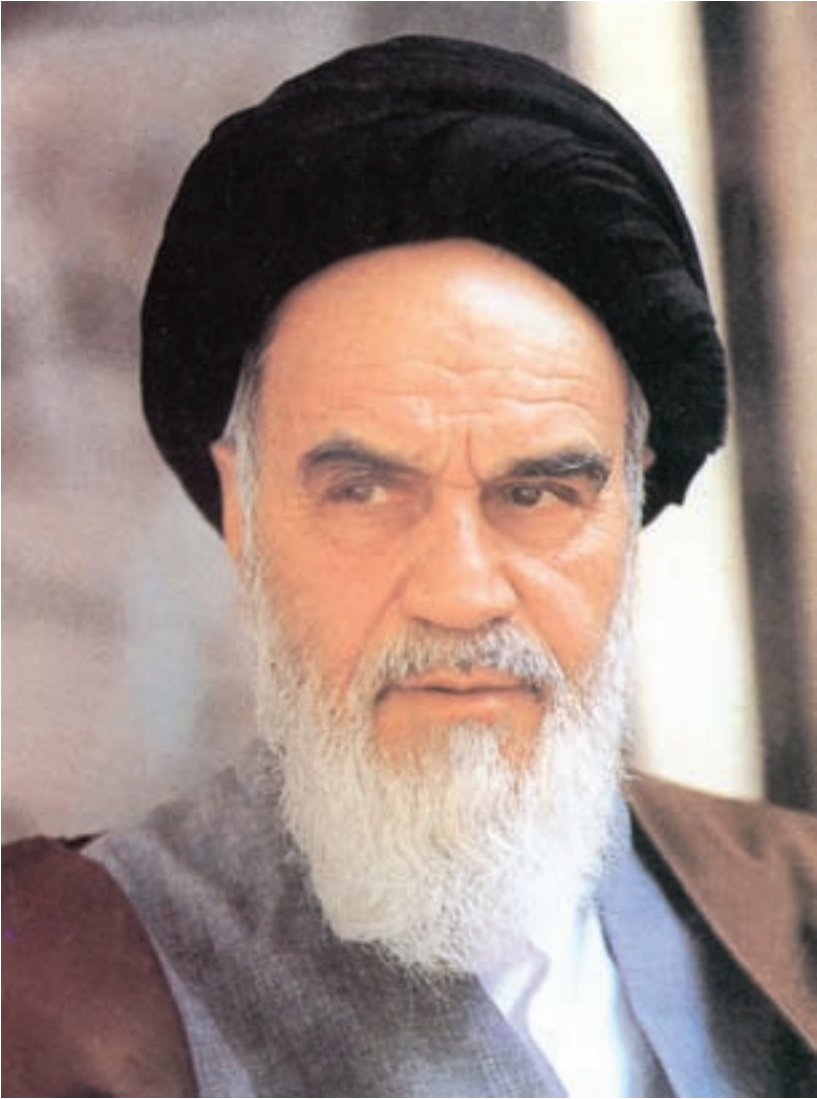
تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۴۴۵/۶۸۴

چاپخانه: خرمی

سال انتشار: ۱۳۹۰

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۷-۱۶۹۳-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-1693-7



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدس سرّه الشریف»

۲	فصل ۱: پیشینه صنایع شیمیایی و مفاهیم اصلی
۲	۱-۱ مقدمه
۳	۱-۲ کیمیاگری، پایه و مایه شکل گیری شیمی
۴	۱-۳ کیمیاگری در صدر اسلام
۵	۱-۴ برخی کیمیاگران نامدار جهان اسلام (مطالعه آزاد)
۸	۱-۵ گذر از کیمیاگری به شیمی امروزی
۹	۱-۶ پیشرفت‌های علمی و صنعتی در سده‌های هفدهم و هجدهم
۹	۱-۷ توسعه شیمی و صنایع شیمیایی در دوران جدید
۱۱	۱-۸ اهمیت صنایع شیمیایی
۱۲	۱-۹ آشنایی با برخی اصطلاحات و مفاهیم
۱۶	۱-۱۰ تعریف برخی فرآیندها و اصطلاحات دیگر در صنایع شیمیایی
۲۰	پرسش و تمرین
۲۱	فصل ۲: صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
۲۱	۲-۱ تاریخچه
۲۳	۲-۲ منشأ پیدایش نفت و گاز
۲۶	۲-۳ اکتشاف، حفاری و تولید

۳۰	۲-۴ انتقال نفت خام و گاز طبیعی
۳۱	۲-۵ تبدیلات گاز طبیعی
۳۲	۲-۶ پالایش نفت خام
۳۵	۲-۷ پالایش گاز طبیعی
۳۷	۲-۸ صنایع پتروشیمی
۴۰	پرسش و تمرین

فصل ۳: انرژی‌های تجدیدپذیر

۴۱	۳-۱ مقدمه
۴۴	۳-۲ انرژی زمین گرمایی
۴۹	۳-۳ انرژی خورشیدی
۵۶	۳-۴ انرژی باد
۶۱	۳-۵ انرژی زیست توده
۶۷	۳-۶ انرژی آب
۶۹	۳-۷ انرژی‌های نو
۷۵	پرسش و تمرین

فصل ۴: صنایع شیمیایی معدنی

۷۶	۴-۱ مقدمه
۷۷	۴-۲ صنایع تولید اسیدها، بازها و نمک‌ها
۹۲	۴-۳ فرآورده‌های صنایع سیلیکات
۱۰۳	۴-۴ صنایع استخراج فلزات
۱۱۰	پرسش و تمرین

۱۱۳

فصل ۵: صنایع کشاورزی

۱۱۳

۵-۱ مقدمه

۱۱۴

۵-۲ کودهای شیمیایی

۱۱۸

۵-۳ صنایع سلولزی

۱۲۵

۵-۴ صنایع چرم

۱۲۷

پرسش و تمرین

۱۲۹

فصل ۶: صنایع غذایی، دارویی، بهداشتی و آرایشی

۱۲۹

۶-۱ صنایع غذایی

۱۳۵

۶-۲ صنایع دارویی

۱۳۸

۶-۳ صنایع شوینده، بهداشتی و آرایشی

۱۴۱

پرسش و تمرین

۱۴۳

فصل ۷: فناوری نانو

۱۴۳

۷-۱ مقدمه

۱۴۳

۷-۲ تاریخچه فناوری نانو

۱۴۴

۷-۳ فناوری نانو چیست؟

۱۴۵

۷-۴ ویژگی‌های نانو ذرات

۱۴۸

۷-۵ نانو ساختارهای کربن

۱۵۰

۷-۶ نانو کامپوزیت‌ها

۱۵۰

۷-۷ نانو فناوری و برخی کاربردهای آن

۱۵۵

پرسش و تمرین

۱۵۶

منابع و مراجع

از یکی دو سده قبل و در سده حاضر، صنایع شیمیایی با پیشرفت‌های اعجاب‌برانگیزی همراه شده و توسعه شایان توجهی یافته است؛ به طوری که، با نگاهی ساده به گوشه‌های زندگی روستایی و شهری، به آسانی می‌توانیم به اهمیت بی‌چون و چرای صنایع شیمیایی و فرآورده‌های آن پی ببریم. در واقع دست‌یابی به فرآورده‌های نفتی بسیار متعدد، تولید فلزات گوناگون و آلیاژهای مختلف آن‌ها در سطحی بسیار گسترده، تهیه محصولات شیمیایی بسیار مهمی چون اسیدها، بازها و نمک‌ها، سنتز و تهیه هزاران ترکیب آلی با مصرف‌های گوناگون در قلمرو صنایع شیمیایی قرار دارند. هم‌چنین، تهیه انواع کودهای شیمیایی و سم‌های دفع آفات، کاربری انواع رنگ‌ها، لعاب‌ها و آبگینه و سرامیک‌ها در عرصه‌های مختلف، تهیه و تولید انواع پودرهای شوینده، صابون‌ها، شامپوها و دیگر مواد بهداشتی در مقادیر بسیار بالا، تهیه انواع روغن‌های نباتی، داروهای طبی و بسیاری از محصولات غذایی و همین‌طور موارد بسیار متعدد دیگری از این قبیل، همگی زیرمجموعه صنایع شیمیایی محسوب می‌شوند و در پرتو آن است که روزانه مقادیر بسیار بالا و روزافزونی از آن‌ها روانه بازار تجارت و مصرف می‌شود. این است که صنایع شیمیایی در تأمین نیازهای جوامع انسانی و ایجاد آسایش و رفاه برای آن‌ها و فراهم ساختن زمینه‌های لازم برای پیشرفت‌های متعالی دارای نقشی سرنوشت‌ساز و یگانه است و می‌باید اهمیت آن برای همه آشکار باشد. از این رو، در این کتاب سعی شده است چشم‌اندازهای مقدماتی از گستره متنوع صنایع شیمیایی و فناوری‌های نوین مرتبط با آن به هنجریان عزیز معرفی گردد تا از این راه به اهمیت، تنوع و گستردگی آن پی ببرند.

هدف کلی

شناخت کلی صنایع شیمیایی و آشنایی مقدماتی با تنوع، گستردگی و اهمیت این صنایع

پیشینه صنایع شیمیایی و مفاهیم اصلی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیرنده باید بتواند:

- ۱- کیمیاگری را، در عهد باستان و دوران صدر اسلام، توضیح دهد.
- ۲- تکامل کیمیاگری را به اختصار شرح دهد.
- ۳- چگونگی گذر از کیمیاگری به دانش شیمی را شرح دهد.
- ۴- انقلاب علمی و انقلاب صنعتی را در اروپا شرح دهد.
- ۵- چگونگی پیشرفت صنایع شیمیایی مهم را، در سده‌های جدید، به اختصار شرح دهد.
- ۶- مواردی از دستاوردهای مهم شیمی را به اختصار شرح دهد.
- ۷- برخی اصطلاحات و مفاهیم مورد استفاده در صنایع شیمیایی، از قبیل تکنولوژی، تکنولوژی صنایع شیمیایی، فرآیند و ... را تعریف کند.

۱-۱ مقدمه

از سال‌های بسیار دور، شاید بیش از چند هزار سال قبل از میلاد، پاره‌ای فعالیت‌های عملی که تا اندازه‌ای به شیمی عملی و برخی صنایع شیمیایی مقدماتی شبیه بوده، در میان بعضی جوامع بشری عهد باستان رواج داشته است. در آن ایام جمعی از استادکاران ماهر و صاحبان حرفه می‌توانستند پاره‌ای فلزات اولیه را جداسازی کنند و به کار برند، تعدادی از آلیاژها را تهیه کنند، نمونه‌هایی از رنگ‌های مختلف و لعاب‌ها را بسازند، برخی از شیشه‌های نامرغوب و آبگینه‌ها را فراهم آورند، مقداری از عصاره‌ها و داروهای گیاهی را استخراج کنند و به کار برند و از عملیاتی مانند حرارت دادن در کوره، جوشاندن در ظرف‌های موجود در آن زمان، تقطیر در شکل ابتدایی و سیاه اندود کردن

فلزات و... در کارهای خود استفاده کنند. در واقع از توسعه و تکامل این گونه عملیات و فعالیت‌های آغازی بوده که سنگ اولیه بنای شیمی و صنایع شیمیایی نهاده شده است.

امروزه صنایع شیمیایی بسیاری وسعت یافته است و در آن با اصطلاحات و مفاهیم مختلفی برخورد می‌کنید که درک معنای علمی آن‌ها ضروری است. در این فصل، با بعضی از اصطلاحات رایج در این صنعت، آشنا می‌شوید.

۱-۲ کیمیاگری، پایه و مایه شکل‌گیری شیمی

کیمیاگری در عهد باستان، هنر و فعالیتی عملی بوده است که طی آن کیمیاگران می‌کوشیدند تا فلزات کم‌ارزش را به طلا تبدیل کنند و از سوی دیگر، تلاش می‌کردند ماده‌ای به نام اکسیر یا سنگ فیلسوف (Philosopher's Stone) به دست آورند تا به کمک آن جوانی دایمی را به اشخاص هدیه دهند. کیمیاگران برای رسیدن به این دو مقصود، در طی بیش از دو هزار سال به عملیات گوناگون، (از قبیل حل کردن مواد گوناگون در مایعات مختلف و جوشاندن آن‌ها، حرارت دادن مخلوط مواد مختلف در کوره‌ها، تکلیس، تشویه، تقطیر، سیاه‌اندود کردن فلزات و ذوب کردن آن‌ها) پرداختند.

گرچه کیمیاگران هیچ‌وقت موفق به تبدیل فلزات به طلا و تهیه اکسیر نشدند، اما توانستند بسیاری از مواد را، ضمن شناسایی، از یکدیگر جدا کنند. هم‌چنین موفق شدند به بسیاری از خواص مواد پی ببرند، بسیاری از عنصرها را کشف کنند، به بسیاری از قوانین ساده شیمی دست یابند و بسیاری از وسایل و دستگاه‌های اولیه مورد مصرف در آزمایشگاه‌های شیمی را طراحی و تهیه کنند.

در واقع، کوشش‌های شبانه‌روزی دو هزار ساله کیمیاگران بود که سنگ بنای شیمی امروزی را پایه‌گذاری کرد.

هنر کیمیاگری از حدود سیصد سال پیش از میلاد و حتی پیش از آن، در برخی از سرزمین‌های آن روز رواج داشته است. این هنر در مصر باستان، خصوصاً در دوره اسکندر، رونق بسیاری داشته است و کیمیاگران بنامی در اعتلای آن کوشیده‌اند. در چین، هند، یونان باستان و بین‌النهرین نیز هنر کیمیاگری رواج داشته است. در چین کیمیاگران ماهر می‌زیسته‌اند و دستاوردهای قابل توجهی را عرضه کرده‌اند.

کیمیاگران با اعتقاد به «نظریه چهار عنصری»^۱ بر این باور بودند که از اختلاط مواد در یکدیگر

۱- فلاسفه یونان باستان، نظریه چهار عنصری را در مورد اجزای سازنده جهان تدوین کردند. براساس این نظریه، جهان

خلقت از چهار عنصر «آب، خاک، آتش و هوا» درست شده است.

و با انجام عملیاتی بر روی آن‌ها (مانند حرارت دادن در کوره، جوشاندن، تقطیر کردن و...) می‌توان برخی مواد را به مواد دیگری تبدیل کرد و به‌ویژه، از فلزات کم‌ارزش فلزات قیمتی مانند طلا، پلاتین و نقره به‌دست آورد و یا به جوهری به‌نام «اکسیر» دست یافت.

همان‌طور که گفته شد، نظریهٔ چهار عنصری نظریهٔ درستی نبود، اما در دوران خود توانست کیمیاگران را به کوشش و فعالیت‌های وصف‌ناپذیری ترغیب کند. نقص بزرگ کار کیمیاگران این بود که آن‌ها از روش علمی بی‌خبر بودند و آزمایش‌های آن‌ها بر روش علمی مبتنی نبود. آزمایش‌هایی که کیمیاگران ترتیب می‌دادند عموماً شخصی و متکی به شیوهٔ «آزمایش - خطا» بود. آن‌ها موادی را که با هم مخلوط می‌کردند اغلب به‌طور تصادفی گزینش می‌کردند و عملیاتی را هم که بر روی آن‌ها انجام می‌دادند غیرعلمی و بیش‌تر بر مبنای حدس و گمان بود.

به همین دلیل، دستاوردهای کیمیاگران در دورهٔ دو هزار ساله (از حدود سیصد سال پیش از میلاد تا سدهٔ هفده تا هجدهٔ بعد از میلاد) در مقایسه با دستاوردهای شیمی در دو سدهٔ اخیر بسیار ناچیز و اندک است. با وجود این، نباید فراموش کرد که اگر همان دستاوردهای بسیار اندک کیمیاگران نبود، ما هم امروزه، شاهد پیشرفت‌های خارق‌العاده در قلمرو شیمی و صنایع شیمیایی نبودیم.

۳-۱ کیمیاگری در صدر اسلام

کیمیاگری در صدر اسلام و سرزمین‌های اسلامی، هم‌چون سایر علوم و فنون، بسیار رونق یافت. بی‌شک این رونق بیش‌تر در پرتو ستایش دین مبین اسلام از علم و عالم به‌دست آمده است. در قرآن مجید، در موارد متعدّد، علم و عالم مورد ستایش قرار گرفته است. نخستین آیاتی که بر پیامبر گرامی نازل شد، نوید خواندن و تعلیم می‌داد و به قلم و آنچه می‌نویسد سوگند یاد می‌کرد. برای مثال در آیهٔ ۹ از سورهٔ زُمر می‌خوانیم:

«هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ»

(آیا دانایان با نادانان برابرند؟)

پیغمبر اکرم و امامان معصوم نیز همواره علم و عالم را می‌ستودند و مسلمانان را به فراگرفتن دانش و فن تشویق می‌کردند. همهٔ شما این کلام عالی اسلامی را شنیده‌اید که تعلیم و تعلم (یاد دادن و یاد گرفتن) عبادت است و به همین ترتیب، ده‌ها توصیه و سفارش دیگر در باب علم‌اندوزی و صیانت

آن در مضامین اسلامی به چشم می خورد.

این جانب‌داری شریعت اسلام از تحصیل علم، شوق و شغف فراوانی در میان مسلمانان صدر اسلام برانگیخت و باعث شد که مسلمانان در مدت بسیار کوتاهی، در مقایسه با سایر دوره‌های تاریخی، به پیشرفت‌های والایی در زمینه‌های علم، فلسفه و فن دست یابند. به موازات این پیشرفت‌ها، هنر کیمیاگری نیز در سرزمین‌های اسلامی رونق یافت و کیمیاگران برجسته‌ای تربیت یافتند.

آغاز رونق کیمیاگری در صدر اسلام از آن جا بود که یکی از خلفای عباسی در سال ۲۰۶ هجری دستور داد تا مرکزی به نام بیت‌الحکمه (خانه حکمت یا فرهنگستان)، به منظور ترجمه متون یونانی دوره اسکندر به عربی، تأسیس شود. از این زمان بود که آثار علمی و پزشکی یونانی، از جمله نوشته‌هایی در باب کیمیاگری دوره اسکندری، به عربی ترجمه شد و در اختیار علاقه‌مندان و دانشمندان اسلامی قرار گرفت.

کیمیاگری در مدت پنج سده (از سده دو تا شش) در اختیار دانشمندان اسلامی قرار داشت و در این مدت پیشرفت‌های قابل توجهی نصیب کیمیاگران اسلامی شد. آنان توفیق یافتند برخی دستگاه‌ها و ابزارهای مورد استفاده کیمیاگران را طراحی کنند و سازند و اصطلاحاتی را، چون الکیما، الکالی، الکحل، کاربوی، نفتا، زیرکن و غیر آن‌ها، به دنیای کیمیاگری عرضه کنند. در این دوره برخی صنایع دستی نیز در حال رونق و تکامل بوده‌اند، از جمله تهیه قند از نیشکر، تهیه بعضی آلیاژها و ساختن ادوات جنگی، تهیه لعاب‌ها و به کارگیری آن‌ها، تهیه شیشه‌های ساده و رنگی، ریسندگی و تهیه پارچه‌های الوان، استخراج و تهیه داروهای گیاهی.

۴-۱ برخی کیمیاگران نامدار جهان اسلام

از نظر تاریخی، شروع کیمیاگری اسلامی را به شخصی به نام خالد از خاندان بنی‌امیه نسبت می‌دهند. براساس بعضی از روایات، او کیمیاگری را از راهبی مسیحی فرا گرفته و گذشته از آن، چندین متن علمی آن زمان را به عربی ترجمه کرده است. جابر بن حیان (۱۰۷-۲۰۰ ه.ق): وی یکی از شاگردان بنام امام جعفر صادق (ع) است. او بر علوم و فلسفه زمان خود وقوف کامل داشت و در کیمیاگری نیز استاد بود. صاحب‌نظران اروپایی می‌گویند مقام جابر در کیمیاگری هم چون مقام ارسطو در علم منطق است. تهیه نیزاب سلطانی، جیوه (II) کلرید یا سوبلیمه و سفیداب سرب

(سرب هیدروکربنات) را به وی نسبت می‌دهند. جابر آمونیوم کلرید را توصیف نمود، تهیه سرب سفید را شرح داد، سرکه را تقطیر کرد و احتمالاً نیتریک اسید غلیظ و سولفوریک اسید را نیز تهیه کرد.

جابر نظریه چهار عنصری را قبول داشت و به تبدیل فلزات دیگر به طلا معتقد بود. تألیف و تصنیف کتاب‌های زیادی (حدود ۲۰۰۰ جلد)، را به او نسبت داده‌اند. البته تعدادی از کتاب‌های منتسب به جابر پس از مرگ وی تألیف و تصنیف شده‌اند. در واقع آن‌ها توسط پیروان و شاگردان جابر نوشته شده، که از سر شوق و علاقه به نام استادشان، جابر، انتشار یافته است.

ابوبکر محمدبن زکریای رازی (۲۵۱-۳۱۳ ه.ق): رازی دومین کیمیاگر نامدار اسلامی است. او علاوه بر کیمیاگری، در داروسازی، پزشکی، فیزیک و فلسفه نیز استادی یگانه بوده است.

رازی مواد را به شیوه ماهرانه‌ای طبقه‌بندی نمود. روش تهیه آب گوگرد (محلول کلسیم پلی سولفید)، آب قلیایی و آب اسیدی را نیز به خوبی شرح داد. گفته می‌شود که او الکل معمولی را از راه تقطیر به دست آورده است.

رازی به تبدیل فلزات به یکدیگر اعتقاد داشت و در این باره آزمایش‌های زیادی را انجام داد. وی کتاب‌های زیادی در زمینه پزشکی، داروسازی و کیمیاگری تألیف و تصنیف نمود.

ابوعلی ابن سینا (۳۷۰-۴۲۸ ه.ق): ابن سینا یکی دیگر از اندیشمندان و فلاسفه بزرگ دوره اسلامی است. او در پزشکی، منطق، فلسفه و سایر علوم زمان خود استادی مسلم و یگانه بود. ابوعلی کتاب‌های بسیار باارزشی را تألیف و تصنیف نمود. کتاب «قانون» او در طب شهرت جهانی دارد. در کتاب «الشفاء»، ابن سینا دیدگاه‌های خود را در خصوص کیمیاگری شرح داده است. وی در بخشی از این کتاب پیرامون چگونگی تشکیل کانی‌ها و دسته‌بندی آن‌ها به بحث پرداخته است و می‌نویسد که جیوه یا ماده‌ای همانند آن، مایه اصلی اجسام گدازپذیر است.

جالب توجه است که وی برخلاف کیمیاگران معاصر خود، تبدیل فلزات به یکدیگر را مردود و نادرست دانسته و از این راه شجاعت علمی خود را آشکار ساخته است.

این دیدگاه و سایر دیدگاه‌های هوشمندانه ابن‌سینا سهم شایسته‌ای در تکامل علم و فلسفه در جهان داشته است.

ابوریحان محمد بیرونی (۳۶۲-۴۴۲ ه.ق): این دانشمند نامی از خانواده‌ای فقیر و گم‌نام بود. او شوق فراوانی به تحصیل علم و معرفت داشت. درسی و هشت سالگی به استادی «دارالعلم» مأمون پذیرفته شد. به گفته خود وی تا سال ۴۲۷ یکصد و سیزده جلد کتاب تألیف نمود.

بیرونی فعالیت‌های علمی را بر پایه مشاهده و آزمایش بنا نهاده بود و از آرا و عقاید علمی گذشتگان، آن‌هایی را که با مشاهده و تجربه موافق نبود، نمی‌پذیرفت. این، همان چیزی است که اندیشمندان اروپایی در سده هفده (هفتصد سال بعد) به آن دست یافتند. بیرونی ترازویی را برای اندازه‌گیری چگالی اجسام طراحی کرد و به کمک آن، چگالی بعضی فلزات و یاقوت سرخ و لاجورد را اندازه گرفت. جواب‌هایی که او از این راه به دست آورد به مقادیر دقیق امروزی بسیار نزدیک است. جدول ۱-۱ را ملاحظه کنید.

جدول ۱-۱ چگالی برخی اجسام که توسط بیرونی اندازه‌گیری شده است.

نام	چگالی بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب	
	امروزی	از بیرونی
طلا	۱۹/۲۶	۱۹/۲۶
نقره	۱۰/۵	۱۰/۶۸
جیوه	۱۳/۵۹	۱۳/۷۴
سرب	۱۱/۳۵	۱۱/۴
یاقوت سرخ	۴/۱۴ تا ۳/۹۵	۳/۸۵
لاجورد	۲/۸ تا ۲/۴	۲/۶

۵-۱ گذر از کیمیاگری به شیمی امروزی

همان‌طور که گذشت، کیمیاگری از حدود سیصد سال پیش از میلاد رونق گرفت و از آن به بعد گاه و بی‌گاه بر وسعت و قلمرو آن افزوده شد. دوره کیمیاگری تقریباً حدود ۲۰۰۰ سال طول کشید و طی آن سال به سال بر انبوه تجارب کیمیاگران افزوده می‌شد. هر اندازه نتایج تجربی کیمیاگران افزایش می‌یافت، ضعف نظریه کیمیاگری برای توجیه آن‌ها آشکارتر می‌شد. تا این‌که سرانجام در سال‌های سده هفده برخی کیمیاگران که از دقت نظر بالا و اندیشه پویایی برخوردار بودند، نسبت به تفکر اصلی کیمیاگری، که شامل تبدیل فلزات دیگر به طلا و تهیه سنگ فیلسوف بود، ابراز تردید کردند و به شیوه عالمانه‌ای در رد آن به استدلال پرداختند. برای مثال، بویل^۱ ایرلندی که کیمیاگری ماهر بود، در سال ۱۶۶۱ کتابی به نام «شیمی‌دان شکاک» منتشر کرد. او در کتاب خود در رد عقاید کیمیاگری به استدلال پرداخت و تعریف عنصر را، به گونه‌ای که از عهد باستان مرسوم بود، مردود دانست و تعریف تازه‌ای برای عنصر، که امروزه نیز درست است، ارائه کرد.

بویل در این کتاب، به جای واژه کیمیاگری (Alchemy)، واژه Chemistry (شیمی) را به کار برد و کیمیاگر^۲ را به شیمی‌دان^۳ برگرداند و بدین‌سان بود که عصر کیمیاگری به پایان خود نزدیک شد و شیمی جای آن را گرفت.

البته بسیاری از کیمیاگران، حتی تا سال‌های پایانی سده هجدهم بر باور کیمیاگری اصرار ورزیدند و به آسانی از عقاید خود دست برنداشتند. در هر حال، از موقعی که بویل به نوشتن کتاب «شیمی‌دان شکاک» همت گماشت، بر جمع طرفداران عقاید او افزوده شد و از این راه بود که شیمی در مسیر پیشرفت حقیقی خود قرار گرفت.

در نیمه دوم سده هفدهم، شیمی‌دان‌ها و سایر دانشمندان، بارها جلسات مشورتی ترتیب دادند و نتیجه این همایش‌ها، آن شد که در سال ۱۶۶۶ فرهنگستان علوم در پاریس تأسیس شود (البته انجمن سلطنتی علوم در لندن نیز در سال ۱۶۶۲ تشکیل شده بود).

در ادامه این پیشرفت‌ها، نظریه اتمی دالتون، قوانین وزنی و حجمی در واکنش‌های شیمیایی، شناخت خواص گازها، کشف عناصر و تهیه ترکیبات جدید، که همگی در رسیدن به شیمی امروزی تأثیرگذار و سهمیم بودند، علم شیمی را گسترش دادند.

از سوی دیگر، مطالعات ارزنده داوی، فاراده، آرنیوس و دیگران بحث الکتروشیمی را به

۱- Boyle

۲- Alchemist

۳- Chemist

دنیای شیمی کشاند. ساختار اتم در پرتو پژوهش‌های تامسون، رادرفورد، بوهر و دیگر دانشمندان به مطالعه درآمد. جدول تناوبی عنصرها به کوشش مندلیف و هم عصرانش تنظیم و تکمیل شد و شیمی آلی در پرتو کوشش‌های پی‌گیر وهلر، وانت هوف، ککوله و... در مسیر درست خود قرار گرفت و بالآخره در پرتو همه آن‌چه که برشمرده شد و آن‌چه که مجال گفتن آن در این مختصر نبود، درخت تنومند شیمی به بار نشست، به طوری که امروزه کم‌تر محصولی می‌توان یافت که شیمی در تهیه آن نقشی نداشته باشد یا کم‌تر فرآیندی می‌توان در نظر گرفت که شیمی در آن ردپایی نداشته باشد. امروزه شیمی و فرآورده‌های صنعتی و غیرصنعتی آن از چنان اهمیتی برخوردارند که معادلات اقتصادی و حتی سیاسی جهان صنعتی تحت الشعاع آن‌ها قرار دارد.

۱-۶ پیشرفت‌های علمی و صنعتی در سده‌های هفدهم و هجدهم

سرزمین‌های اروپایی در سده‌های میانی، از حدود سده چهارم تا سیزدهم پس از میلاد، شاهد رکود نسبی علمی و صنعتی بود، حال آن‌که سرزمین‌های اسلامی در بخشی از این دوران (سده هشتم تا دوازدهم) به شکوفایی و توسعه علمی دست یافتند. دوره تجدید حیات علمی در اروپا از سده چهاردهم آغاز می‌شود و تا پایان قرن شانزدهم به نقطه اوج خود می‌رسد. اروپاییان در این چند سده در عرصه علم، فلسفه، صنعت و... موقعیت‌های چشم‌گیری نصیب خود ساختند. به دنبال دوره تجدید حیات علمی، در سده‌های هفدهم و هجدهم اروپا پیشرفت‌های علمی گوناگون به قدری زیاد بود که نام انقلاب علمی به خود گرفت. کاربرد دستاوردهای علمی در عرصه تکنولوژی و صنعت در نیمه دوم سده هجدهم و اوایل سده نوزدهم، به حدی فراوان و فراتر از انتظار بود که به «انقلاب صنعتی» نامیده شد.

۱-۷ توسعه شیمی و صنایع شیمیایی در دوران جدید

تا حوالی سده هفدهم و اوایل سده هجدهم، اغلب این طرز فکر حاکم بود که اجرای سنجش و اندازه‌گیری کمی در شیمی دشوار و شاید ناممکن باشد. چنین نگرشی مانع اساسی پیشرفت منطقی علم شیمی نسبت به فیزیک بود. با وجود این، برخی شیمی‌دانان که از هوش و نبوغ بالایی برخوردار بودند، کوشیدند تا سنجش و اندازه‌گیری را در شیمی هم چون فیزیک رواج دهند.

در سال ۱۷۵۴، پزشک و شیمی‌دانی به نام بلاک^۱ در ارتباط با پژوهش‌هایی که برای دریافت

۱- Joseph Black

درجهٔ دکترای پزشکی خود انجام می‌داد، نخست، مقداری سنگ‌آهک (کلسیم کربنات) را وزن کرد، سپس آن را حرارت داد تا به CaO و CO_2 تجزیه شود. پس از آن، مادهٔ برجای مانده را از نو توزین کرد و از این راه به کاهش وزن حاصل شده پی برد. این آزمایش بلاک سرآغازی برای سنجش‌ها و اندازه‌گیری‌های بعدی در شیمی محسوب می‌شود.

در سال ۱۶۷۷، بویل ایرلندی، بستگی میان حجم و فشار یک نمونهٔ هوا را مورد مطالعه و سنجش قرار داد و به قانونی دست یافت که امروزه به «قانون بویل در مورد بستگی میان حجم و فشار یک نمونهٔ گاز در دمای ثابت»، مشهور است.

در سال ۱۷۶۶، هنری کاوندیش^۱ حجم‌های معینی از گازها را وزن کرد و دریافت که گاز هیدروژن، که خود آن را تهیه کرده بود، در ردیف سبک‌ترین گازهای شناخته شدهٔ آن زمان است. گام‌های اساسی بعدی در مورد اندازه‌گیری در شیمی توسط لاوازیه در سال‌های نزدیک به ۱۷۷۰ برداشته شد و در پرتو آن، قانون بقای جرم در واکنش‌های شیمی شکل گرفت.

لاوازیه، در سال ۱۷۷۰ برای آزمودن عقیدهٔ فلاسفهٔ یونان باستان دربارهٔ عنصر بودن آب، به آزمایش جالبی دست زد. فلاسفهٔ یونان باستان عقیده داشتند که آب یکی از عناصر چهارگانهٔ تشکیل‌دهندهٔ جهان خلقت است. آن‌ها بر این باور بودند که آب در پی جوشیدن متوالی، به خاک تبدیل می‌شود. لاوازیه مقداری آب را توزین کرد و سپس آن‌را در بالنی مجهز به یک سردکننده ریخت. او آب داخل بالن را برای ۱۰۱ روز جوشاند و بخار آب حاصل از جوشاندن، در مبرد سرد و مایع شد و از نو به داخل بالن برگشت. لاوازیه در پایان این مدت دید که شفافیت آب و مقدار آن تغییری نکرده و از تبدیل آب به خاک خبری نشده است. او با این آزمایش نشان داد که عقاید فلاسفهٔ یونان باستان در خصوص عنصر بودن آب نادرست است. شما امروزه می‌دانید که آب یک جسم مرکب است و از هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده است.

آزمایش‌های کمی، که از آن‌ها نام برده شد و سنجش‌های کمی دیگری که سایر دانشمندان انجام دادند، آشکار ساختند که شیمی نیز علمی است که با اندازه‌گیری و کمیّت سر و کار دارد و می‌توان نتایج آزمایش‌های شیمیایی را به‌طور کمی گزارش کرد و از معادلات دقیق ریاضی برای بیان آن‌ها استفاده کرد.

این دستاوردها، به همراه سایر دستاوردهای عظیم شیمی‌دانان در سدهٔ نوزدهم، باعث شدند که

علم شیمی، خواه از جنبه‌های نظری و خواه از جنبه‌های کاربردی ابعاد بسیار وسیعی پیدا کند. در همین راستا، صنایع عظیم شیمیایی بسیاری (مانند تهیهٔ اسیدها، بازها، نمک‌ها و اکسیدها، استخراج فلزات و تهیهٔ آلیاژها، تهیهٔ محصولات شیمیایی)، که از جنبه‌های نظامی، کشاورزی، دارویی و... شایان اهمیت‌اند و هم چنین صنایع نفت و پتروشیمی، صنایع سیلیکات، صنایع رنگ و... شکل گرفتند و تکامل یافتند.

از سویی علم شیمی در حال حاضر، در پرتو تکامل و توسعهٔ بسیاری که پیدا کرده است به شاخه‌های شیمی آلی، شیمی معدنی، شیمی تجزیه، شیمی فیزیک و... اشتقاق یافته است و امروزه هر یک از این شاخه‌ها یا رشته‌ها خود به اندازه‌ای وسیع و پهناور شده‌اند که شاید یک دانش‌پژوی پرتلاش نتواند حتی در تمام عمر خود بخشی از یکی از آن‌ها را به دقت فراگیرد و در آن صاحب نظر شود.

۸-۱ اهمیت صنایع شیمیایی

در صنایع شیمیایی، شاهد تهیه و ساختن هزاران فرآوردهٔ مورد مصرف جوامع انسانی هستیم. با کمی دقت، می‌توانیم دریابیم که دوام و بقای جوامع پیشرفتهٔ امروزی شدیداً به صنایع شیمیایی وابسته است و شکوفایی اقتصادی ملی هر کشوری در پرتو توان و گستردگی صنایع شیمیایی آن کشور امکان‌پذیر است. برای پی بردن به این مطلب، به چند مثال توجه کنید:

با انجام عملیات شیمیایی بر روی نفت خام، گاز طبیعی و زغال سنگ می‌توانیم صدها فرآوردهٔ بسیار مهم و ارزشمند مانند انواع بنزین‌ها، نفت و گازوئیل، انواع روغن‌ها، گاز شهری، زغال کک و صدها محصول پتروشیمی دیگر به دست آوریم. شما با کمی دقت می‌توانید به اهمیت این فرآورده‌ها در زندگی روزانه، حمل و نقل، امور نظامی، کشاورزی، دارویی و... پی ببرید.

استخراج آهن از کانی‌های آن، به دنبال اجرای یک سلسله واکنش‌های شیمیایی در کورهٔ بلند صورت می‌گیرد. اهمیت آهن و فرآورده‌های آن برای شما بسیار آشکار است. از آهن و آلیاژهای آن در صنایع ماشین‌سازی، ساخت کشتی و هواپیما، نساجی و... استفاده می‌شود.

تهیهٔ آلومینیم از بوکسیت و تهیهٔ فلزات دیگر از ترکیبات آن‌ها نیز به دنبال اجرای واکنش‌های شیمیایی در دستگاه‌های مورد نظر، عملی می‌شود.

از سوزاندن گوگرد و یا پیریت در کارخانه و انجام عملیات بعدی بر روی آن، سولفوریک اسید به دست می‌آید. از این اسید برای تهیهٔ انواع کودهای شیمیایی، برخی نمک‌ها، دیگر ترکیب‌های شیمیایی، حل کردن کانی‌ها و... استفاده می‌شود.

آمونیاک و نیتریک اسید از محصولات جنبی صنعت زغال سنگ و گاز طبیعی به دست می آیند. این دو در تهیه کودهای شیمیایی و برای مصارف دیگر اهمیت زیادی دارند. از نمک طعام برای تهیه هیدروکلریک اسید، سدیم کربنات، سود، گاز کلر، سدیم و ... استفاده می شود. این ها به نوبه خود در تهیه صابون، کاغذ، پارچه های پنبه ای و پشمی، پلاستیک، فیبرها و ... کاربرد دارند.

از راه اجرای عملیات شیمیایی بر روی چوب، می توان به محصولاتی چون ابریشم مصنوعی، انواع فیبرها، انواع کاغذها، پلاستیک ها، پودرهای بدون دود، زغال فعال، استیک اسید، اتانول و متانول، تربانتین، رزین، استون و ... دست یافت.

هم چنین، از راه انجام واکنش های شیمیایی بر روی مواد خام اولیه مورد نظر انواع شیشه ها و انواع رنگ های مصنوعی به دست می آیند. تهیه انواع سرامیک ها و فرآورده های سرامیکی نیز با انجام واکنش های شیمیایی چندی همراه است.

تولید انرژی نیز به نوبه خود بیش تر منشأ شیمیایی و صنایع شیمیایی دارد، مانند انرژی حاصل از سوخت های معمولی و انرژی حاصل از واکنش های هسته ای.

به همین ترتیب، در پرتوشیمی و صنایع شیمیایی است که انواع داروهای پزشکی، سم های دفع آفات، انواع کاتالیزورها و هزاران محصول دیگر سنتز، تهیه یا استخراج می شود. بنابراین، با اطمینان می توان گفت شکوفایی اقتصادی ملی تا حدود زیادی در پرتوشیمی و صنایع شیمیایی امکان پذیر است.

۹-۱ آشنایی با برخی اصطلاحات و مفاهیم

شما در جریان فراگرفتن هر علمی با اصطلاحات و مفاهیم بنیادی بسیاری روبه رو می شوید. توجه داشتن به معنای دقیق این اصطلاحات، به یادگیری آن علم بسیار کمک می کند. در این راستا، در صنایع شیمیایی، که از قلمرو وسیعی نیز برخوردار است، با اصطلاحات و مفاهیمی مانند تکنولوژی، تکنولوژی صنایع شیمیایی، روش، فرآیند، ماده خام، محصول، بهره یا بازده و ... برخورد می کنید که در نظر گرفتن معنای علمی آنها شالوده یادگیری این علم را تشکیل می دهد.

تعریف تکنولوژی و تکنولوژی شیمیایی: شما در مطالعه و شناخت صنایع شیمیایی با اصطلاح «تکنولوژی» یا «فناوری» زیاد روبه رو می شوید. در خصوص معنای رایج و امروزی آن چه فکر می کنید؟ تکنولوژی به زبان ساده عبارت است از کاربرد نظریه ها و روش های علمی و همراه با عملیات لازم برای تبدیل مواد خام طبیعی به محصولات قابل مصرف و ساخت و تهیه انواع وسایل،

دستگاه‌ها و ماشین‌های مورد استفاده.

مواد خام طبیعی: یعنی موادی که در طبیعت موجودند و از آن‌ها در صنایع شیمیایی برای تهیه مواد دیگر استفاده می‌شود. برای مثال، زغال‌سنگ، نفت خام، سنگ‌های معدنی فلزی و غیرفلزی، آب، هوا (شامل: نیتروژن و اکسیژن) و مانند آن‌ها، مواد خام طبیعی شمرده می‌شوند. بیش‌تر مواد خام پیش از آن‌که عملیاتی بر روی آن‌ها انجام شود قابل مصرف نیستند. برای مثال، نفت خامی که از چاه‌های نفت استخراج می‌شود، قابل مصرف برای بهره‌وری‌های گوناگون نیست. از نفت خام نمی‌توان، هم‌چون بنزین، گازوئیل و دیگر فرآورده‌های نفتی استفاده کرد. برای به‌دست آوردن فرآورده‌های مختلف نفتی باید عملیات گوناگونی بر روی نفت خام انجام شود. به مجموعه این عملیات و روش‌های مورد استفاده و شناخت و مطالعه آن‌ها، «تکنولوژی پالایش نفت» گفته می‌شود. برای مثالی دیگر، به تولید صنعتی آهن توجه کنید. آهن محصول صنعتی بسیار مهمی است، اما به‌صورت خالص به‌ندرت در طبیعت پیدا می‌شود. در مقابل، اکسیدهای آهن، سولفیدهای آهن و کربنات آن در حد زیادی در زمین یافت می‌شوند. برای تهیه آهن از این ترکیبات، باید یک سلسله عملیات مانند خردکردن، جدا کردن، گرم کردن، احیا کردن و ... بر روی آن‌ها انجام شود. در این‌جا نیز به شناخت فنی این عملیات و مطالعه و بررسی آن‌ها «تکنولوژی تولید آهن» گفته می‌شود.

پرسش:

با توجه به تعریفی که از تکنولوژی ارائه شد، منظور از تکنولوژی استخراج قند، تکنولوژی آلیاژها، تکنولوژی چرم، تکنولوژی کاغذ و تکنولوژی صابون چیست؟
اکنون در مورد «تکنولوژی صنایع شیمیایی» چه فکر می‌کنید؟ در صنایع شیمیایی، با جنبه‌های کاربردی علم شیمی و محصولات شیمیایی روبه‌رو هستیم و در کارخانه‌های صنایع شیمیایی از مواد خام طبیعی محصولات صنعتی و غیر صنعتی را به‌دست می‌آوریم.
برای مثال، به تهیه سولفوریک اسید، که یک محصول بسیار مهم صنایع شیمیایی است، توجه کنید. مواد خامی که برای تهیه آن به‌کار می‌روند، سولفیدهای طبیعی یا گوگرد طبیعی و اکسیژن هوا است. سولفیدها یا گوگرد را در کوره می‌سوزانند تا SO_2 حاصل شود. SO_2 حاصل را پالایش می‌کنند، سپس با اکسیژن هوا از روی کاتالیزگر گرم عبور می‌دهند تا به SO_3 اکسید شود. آن‌گاه SO_3 را در آب حل می‌کنند تا محلول سولفوریک اسید به‌دست آید. اکنون می‌گوییم که به شناخت این مجموعه عملیات و به‌کارگیری و مطالعه آن‌ها «تکنولوژی تولید سولفوریک اسید» گفته می‌شود.

بر این قیاس، می‌توان گفت منظور از تکنولوژی صنایع شیمیایی عبارت است از شناخت و به‌کارگیری روش‌ها و عملیات لازم برای تبدیل مواد خام طبیعی به محصولات شیمیایی.

یک تقسیم‌بندی کلی از تکنولوژی: برخی اوقات تکنولوژی را به مکانیکی و مهندسی شیمیایی دسته‌بندی می‌کنند. تکنولوژی مکانیکی شامل شناخت، به‌کارگیری و مطالعه مجموعه روش‌ها و عملیاتی است که برای تغییر شکل و یا تغییر خواص فیزیکی مواد اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرند، در حالی که در تکنولوژی مهندسی شیمیایی، شناخت، به‌کارگیری و مطالعه مجموعه روش‌ها و عملیاتی که در آن‌ها ترکیب درصد، خواص شیمیایی و ساختار کلی مواد شرکت‌کننده دست‌خوش تغییر اساسی می‌شوند، مورد نظر است.

باید در نظر داشت که این تقسیم‌بندی در عمل چندان دقیق نیست و معمولاً در هر یک از آن دو، ممکن است روش‌ها و عملیاتی از هر دو نوع شرکت داشته باشد.

فرآیند در تکنولوژی شیمیایی: در تکنولوژی شیمیایی، فرآیند شامل مجموعه تغییرهای فیزیکی و شیمیایی است که در مراحل تبدیل ماده خام اولیه به محصول شیمیایی مورد نظر، انجام می‌شود. برای مثال به جزئیات فرآیند تهیه آهک توجه کنید. در این فرآیند، نخست سنگ آهک (کلسیم کربنات طبیعی) را در اندازه‌های مناسب خرد می‌کنند و در صورت نیاز ناخالصی‌های اولیه را از آن جدا می‌سازند. سنگ خرد شده را در کوره می‌چینند و سپس برای مدت زمان لازم آن را حرارت می‌دهند تا کلسیم کربنات به آهک زنده، CaO و گاز کربن دی‌اکسید تجزیه شود. CaO را از کوره خارج می‌کنند و بر آن آب می‌پاشند تا به آهک شکفته، Ca(OH)_2 ، تبدیل شود. آهک شکفته محصولی است که آماده برای مصارف ساختمانی است.

یک فرآیند ممکن است به صورت «دفعه به دفعه^۱» و یا «مداوم^۲» انجام شود. در حالت نخست، مقادیر مشخصی از مواد خام را در دستگاه یا در ظرف عمل می‌ریزند و با هم مخلوط می‌کنند. سپس عملیات لازم را بر روی آن‌ها انجام می‌دهند تا محصول یا محصولات در نتیجه تغییرهای فیزیکی و شیمیایی به عمل آمده، به دست آیند. آنگاه محصول یا محصولات را از ظرف یا دستگاه خارج می‌کنند و از نو عملیات گفته شده را برای دور بعد و دورهای دیگر تکرار می‌نمایند. به فرآیندی با مشخصات گفته شده «فرآیند دفعه به دفعه^۲» می‌گویند.

در فرآیند مداوم یا جاری^۴، مواد اولیه به تدریج و به صورت جریان، از یک سو وارد محیط واکنش

می‌شود. در آنجا تغییرات فیزیکی و شیمیایی لازم بر روی آن‌ها انجام می‌گیرد و محصولات فرآیند تشکیل می‌شوند. این محصولات به تدریج و به‌طور پیوسته از سوی دیگر از محیط واکنش خارج می‌گردند.

امروزه، تهیه بیش‌تر محصولات صنعتی از راه فرآیندهای مداوم و یا جاری صورت می‌گیرد و بازده اقتصادی آن بسیار بالاتر است.

لازم است در نظر داشته باشید که در هر فرآیند تکنولوژیکی شیمیایی سه مرحله اساسی دخالت دارد:

الف) انتقال اجزای واکنش‌دهنده به محیط واکنش و انتشار آن‌ها در یکدیگر؛

ب) انجام واکنش‌های شیمیایی لازم در محیط واکنش؛

ج) بیرون راندن محصولات از محیط واکنش.

از میان سه مرحله یاد شده، مرحله ب، دارای اهمیت زیادی است. در این مرحله است که واکنش‌های شیمیایی مورد نظر انجام می‌شوند و در صنایع شیمیایی دارای نقش تعیین‌کننده‌اند. واکنش‌های انجام شده ممکن است تا حدودی کامل یا این‌که پیشرفت کمی داشته باشند، سریع انجام شوند یا آن‌که کند باشند، با کاتالیزگر همراه، یا بدون کاتالیزگر باشند و یا این‌که دارای شرایط دیگری باشند.

مواد خام مورد استفاده در صنایع شیمیایی: برای عملی ساختن یک فرآیند تکنولوژیکی، به مواد خام، انرژی و وسایل و دستگاه‌های لازم، نیاز است. مواد خام، رکن اساسی تولید یک محصول محسوب می‌شود. مسئله اقتصادی، روش‌های تولید و کیفیت یک محصول ارتباط تنگاتنگی با مواد خام مورد استفاده در تهیه آن محصول دارند.

مواد خام: به موادی می‌گویند که به‌طور طبیعی یافت می‌شوند (صفحه ۱۳) و از آن‌ها برای تهیه محصولات صنعتی استفاده می‌شود. توسعه روزافزون تولیدات صنعتی و نیاز روزافزون به محصولات شیمیایی، اهمیت مواد خام را روزبه‌روز آشکارتر می‌کند و مواد خام جدیدی را می‌طلبد.

مواد خام را، با در نظر گرفتن ماهیت آن‌ها، می‌توان به‌صورت مواد خام معدنی و آلی تقسیم‌بندی کرد. گاهی اوقات، مواد خام معدنی را به سنگ‌های معدنی، غیر فلزی و قابل سوختن نیز تقسیم‌بندی می‌کنند. سنگ‌های معدنی شامل آن دسته از مواد خام معدنی هستند که از آن‌ها فلز استخراج می‌شود. مواد معدنی غیر فلزی، به مواد خامی می‌گویند که برای تهیه فلز به کار نمی‌روند، در مقابل، برای تهیه ترکیبات شیمیایی و مواد مورد مصرف در کارهای ساختمانی و ... مورد استفاده‌اند؛ مانند سولفات‌ها،

فسفات‌ها، نیترات‌ها و... مواد معدنی قابل سوختن، مانند نفت خام، زغال سنگ طبیعی و... توجه داشته باشید که آب و هوا نیز در شمار مواد خام طبیعی هستند که اهمیت آن‌ها برای همه ما روشن است. مواد خام گیاهی و حیوانی، مانند چوب، پنبه، ابریشم، روغن‌ها، چربی‌ها، شیر، پر، پشم و غیر آن‌ها ممکن است برای دو مصرف به کار برده شوند: یکی برای تهیه غذا که در این صورت به آن‌ها مواد خام غذایی گفته می‌شود و دیگری برای تهیه محصولات صنعتی که در این حالت به آن‌ها مواد خام تکنیکی گفته می‌شود. در عین حال، در برخی فرآیندهای صنعتی، مواد خام غذایی به محصولات صنعتی یا به عکس تبدیل می‌شوند.

پرسش:

الف) آیا می‌توانید مواد خام را به روش‌های دیگری هم دسته‌بندی کنید؟
ب) تأثیر مواد خام و نیز تأثیر کیفیت این مواد در اقتصاد ملی کدام است؟

۱-۱۰ تعریف برخی فرآیندها و اصطلاحات دیگر در صنایع شیمیایی

همان‌طور که گفته شد، قلمرو و گستره صنایع شیمیایی بسیار وسیع است. از این رو، در صنایع شیمیایی با فرآیندهای گوناگون و اصطلاحات مختلف روبه‌رو هستیم. تا این جا با برخی فرآیندها و اصطلاحات آشنا شده‌اید. اینک برخی دیگر را که اهمیت بیش‌تری دارند، نام می‌بریم.

تقطیر^۱: تقطیر فرآیند نسبتاً پیچیده‌ای است که برای جدا کردن اجزای یک مخلوط مایع از یکدیگر به کار می‌رود. در فرآیند تقطیر هم تبخیر^۲ و هم چگالش^۳ پیش می‌آید. در عمل تبخیر، یک جزء به حالت مایع، در نتیجه جذب گرما به بخار تبدیل می‌شود و در عمل چگالش، یک بخار در نتیجه سرد شدن و از دست دادن گرما و گاه همراه با تراکم یافتن به حالت مایع درمی‌آید. توجه داشته باشید که چگالش، معکوس عمل تبخیر است.

در صنعت نفت از فرآیند تقطیر، به‌ویژه تقطیر جزء به جزء، در معیار وسیعی برای جدا کردن برش‌های نفتی از یکدیگر استفاده می‌شود.

تبلور^۴: تبلور فرآیندی است که برای جدا کردن اجسام حل شده، از یک محلول مایع به کار می‌رود. از این فرآیند برای خالص‌سازی نیز استفاده می‌شود. تبلور ممکن است در دمای متغیر یا در

۱- Distillation

۲- Evaporation

۳- Condensation

۴- Crystallization

دمای ثابت صورت گیرد. تبلور در دمای متغیر به این ترتیب است که محلول سیر شده در یک دمای بالا را به تدریج سرد می‌کنند تا جسم حل شده، در شکل جامد متبلور از محلول ته‌نشین و جدا شود. این روش موقعی به کار می‌رود که قابلیت حل شدن اجسام حل شده در دماهای بالاتر بیش از دماهای پایین‌تر باشد.

تبلور در دمای ثابت، چنین است که محلول را در دمای ثابت تبخیر می‌کنند، تا مقداری از حلال از این راه به بخار تبدیل شود و محلول به صورت سیر شده و فوق سیر شده درآید و از آنجا مقداری از جسم حل شده به شکل بلور از محلول جدا شود.

استخراج^۱: در این عمل، یک مخلوط را با حلال مناسبی مجاور می‌کنند. خاصیت این حلال طوری است که یکی از اجزای مخلوط را در حد زیادی در خود حل می‌کند، در حالی که سایر اجزای مخلوط به کار رفته، یا در حلال تقریباً نامحلول هستند یا آن که قابلیت حل شدن آن‌ها اندک است. از این راه، یک جزء از مخلوط در حلال به کار رفته حل می‌شود که با تبخیر محلول به دست آمده می‌توان آن جزء را جدا نمود. با انتخاب حلال‌های مناسب دیگر می‌توان از این راه سایر اجزای مخلوط را از آن جدا ساخت.

تمرین: مخلوطی از دو نمک مناسب را تهیه کنید و به کمک حلال آب، آن دو را از هم جدا سازید. حلال‌های مورد استفاده برای این روش عبارت‌اند از: آب، اسیدهای معدنی، قلیاها، حلال‌های آلی مانند کرین‌تتراکلرید، الکل‌ها و

استخراج یک جزء از یک مخلوط جامد به کمک حلال^۲، در سطح وسیعی در عملیات صنایع شیمیایی به کار می‌رود. مثال‌هایی از آن عبارت‌اند از: جدا کردن برخی نمک‌ها و ترکیبات از هم، جدا کردن محصولات حاصل از شکستن اورانیم در محیط‌های واکنش هسته‌ای، جدا کردن محصولات دارویی از هم و

لخته شدن^۳: لخته شدن فرآیندی است که طی آن ذرات بسیار ریز نامحلول که قابلیت ته‌نشینی ندارند (ذرات کلوئیدی) به هم می‌چسبند و ذرات بزرگ‌تر را تشکیل می‌دهند و به صورت لخته درمی‌آیند. فرآیند لخته شدن در صنایع لاستیک، پلاستیک، الیاف، غذایی و ... دارای اهمیت زیادی است. **جذب^۴:** در فرآیند جذب، مولکول‌های یک نوع ماده (معمولاً گاز) در بین مولکول‌های یک ماده دیگر (معمولاً مایع) نفوذ می‌کنند و در آنجا نگهداری می‌شوند. برای مثال، وقتی یک نمونه گاز را در

۱- Extraction or Leaching

۲- Leaching

۳- Coagulation

۴- Absorption

تماس با یک مایع قرار می‌دهیم، مولکول‌های گاز به تدریج در بین مولکول‌های مایع نفوذ می‌کنند (در واقع در آن حل می‌شوند). در برخی اوقات فرآیند جذب ممکن است با انجام واکنش شیمیایی همراه شود؛ مانند جذب هیدروژن کلرید در آب که یک نوع انحلال همراه با انجام واکنش است.

از فرآیند جذب در تهیهٔ سولفوریک اسید، هیدروکلریک اسید، نیتریک اسید، فسفریک اسید، آمونیاک، سدیم کربنات و ... در حدّ زیادی استفاده می‌شود. همان‌طور که اشاره شد، فرآیند جذب ممکن است با انجام واکنش‌های شیمیایی نیز همراه شود.

تمرین: یک فرآیند جذب، که با انجام واکنش شیمیایی همراه است، نام ببرید و معادلهٔ واکنش آن را هم بنویسید.

جذب سطحی^۱: در جذب سطحی مولکول‌های یک نوع ماده، (معمولاً مولکول‌های یک گاز)، بر روی سطح یک جامد جمع می‌شوند اما به درون آن نفوذ نمی‌کنند، این فرآیند در واکنش‌های کاتالیزگری ناهمگن اهمیت بسیار زیادی دارد. برای مثال، در سنتز آمونیاک، مواد واکنش‌دهنده، یعنی H_2 و N_2 بر روی سطح کاتالیزگر جذب می‌شوند. در نتیجهٔ این کار، تشکیل آمونیاک آسان می‌شود.

واجذب^۲: واجذب معکوس عمل جذب سطحی است، در این عمل، مولکول‌های جذب شده بر روی سطح یک جامد از آن جدا می‌شوند. در بسیاری از فرآیندهای تکنولوژیکی از جذب و واجذب به‌طور همزمان استفاده می‌شود.

تمرین: یک فرآیند در صنایع شیمیایی را نام ببرید که در آن از فرآیند جذب و واجذب استفاده می‌شود.

پخش یا نفوذ^۳: پراکنده شدن مولکول‌های یک گاز، یا یک مایع را «نفوذ» می‌نامند. پدیدهٔ نفوذ نیز به نوبهٔ خود در فرآیندهای تکنولوژیکی شیمیایی اهمیت بسیار زیادی دارد. برای مثال، وقتی در واکنش « $H_2 + Cl_2$ » مواد واکنش‌دهنده را با هم مجاور می‌کنیم مولکول‌های آن‌ها از راه نفوذ در هم مخلوط می‌شوند و واکنش نشان می‌دهند و از آن‌جا گاز هیدروژن کلرید حاصل می‌شود.

پرسش:

الف) تفاوت میان جذب و جذب سطحی در چیست؟
ب) برای هر یک از جذب و جذب سطحی یک جذب فیزیکی و یک جذب شیمیایی را نام ببرید.

۱- Adsorption

۲- Desorption

۳- Diffusion

تعریف موازنه جرم و انرژی: موضوع موازنه جرم و موازنه انرژی در طراحی یک واحد شیمی صنعتی بسیار مهم است.

موازنه جرم، براساس قانون محفوظ ماندن جرم در واکنش‌های شیمیایی، صورت می‌گیرد. قانون محفوظ ماندن جرم در واکنش‌های شیمیایی یا قانون بقای ماده بیانگر آن است که در یک واکنش شیمیایی، مجموع جرم مواد واکنش‌دهنده و مجموع جرم محصولات با هم مساوی‌اند. وقتی این قانون را در مورد یک فرآیند تکنولوژیکی شیمیایی به کار می‌بریم، معنای آن این است که جرم مواد اولیه شرکت‌کننده در فرآیند (مواد ورودی) با جرم مواد نهایی حاصل (مواد خروجی) مساوی است. چون مواد خام مورد استفاده در فرآیندها اغلب ناخالص‌اند، بنابراین برخی محصولات فرعی نیز به دست می‌آیند و برخی پس مانده‌های غیرقابل مصرف نیز برجای می‌مانند. از این رو، در موقع موازنه جرم باید جرم آن‌ها را هم در موازنه شرکت داد.

موازنه انرژی: دانشمندان از راه تجربه‌های گوناگون پی برده‌اند که در جریان تغییرهای فیزیکی و شیمیایی انرژی نابود نمی‌شود و از هیچ هم به وجود نمی‌آید، بلکه از شکلی به شکل دیگر تبدیل می‌شود و یا از جایی به جای دیگر جابه‌جا می‌شود. این بیان، قانون «بقای انرژی» نام دارد. براساس این قانون می‌توان به «موازنه انرژی» در فرآیندهای به کار رفته در تکنولوژی شیمیایی مبادرت کرد و مجموع انرژی‌های مصرف شده و آزاد شده را در برابر هم نهاد.

غالباً در فرآیندهای وابسته به تکنولوژی شیمیایی به جای موازنه انرژی، موازنه گرما را مورد توجه قرار می‌دهند. در این موازنه تمام گرماهایی را که در فرآیند آزاد می‌شود و تمام گرماهایی را که مصرف می‌شود، جداگانه حساب می‌کنند و از مقایسه آن‌ها پی می‌برند که در کل فرآیند از لحاظ گرمایی چه موقعیتی دارد.

واکنش‌های هسته‌ای: در واکنش‌های معمولی مانند سوختن هیدروژن در اکسیژن، واکنش هیدروژن با کلر، خنثاشدن اسیدها و بازها با یکدیگر و ... معمولاً الکترون‌های لایه آخر اتم‌ها و مولکول‌های شرکت‌کننده دست‌خوش تغییر و جابه‌جایی می‌شوند، در حالی که هسته اتم‌ها بدون تغییر می‌مانند. از سوی دیگر، در واکنش‌های هسته‌ای^۱، هسته اتم‌ها دچار تغییر می‌شوند.

۱- در فصل انرژی‌های تجدیدپذیر، با واکنش‌های هسته‌ای آشنا خواهید شد.

- ۱- کیمیاگران چه هدف‌هایی را دنبال می‌کردند؟
- ۲- چه نوع صنایع اولیه‌ای در صدر اسلام رواج داشته است؟
- ۳- چگونگی گذار از کیمیاگری به شیمی را شرح دهد؟
- ۴- انقلاب علمی و انقلاب صنعتی در چه سده‌هایی رخ داد؟
- ۵- ارتباط میان صنایع شیمیایی و شیمی را مورد بحث قرار دهید و پنج صنعت شیمیایی مهم را نام ببرید.
- ۶- آیا می‌توانید صنعتی را نام ببرید که به کلی از شیمی بی‌بهره باشد؟
- ۷- معنای اصطلاح «تکنولوژی» چیست؟ تکنولوژی شامل شناخت و به‌کارگیری چه مجموعه عملیاتی است؟
- ۸- تکنولوژی شیمیایی چه نوع تکنولوژی‌ای است؟ آن را شرح دهید.
- ۹- یک صنعت شیمیایی چه نوع صنعتی است؟ چند نوع صنعت شیمیایی را نام ببرید و اهمیت هر یک را شرح دهید.
- ۱۰- یک فرآیند تکنولوژیکی، معمولاً دارای چه مراحل اساسی است؟
- ۱۱- مواد خام چه نوع موادی هستند؟ دسته‌بندی آن‌ها چگونه است؟ اهمیت آن‌ها را شرح دهید.
- ۱۲- تعریف ساده‌ی هر یک از فرآیندهای استخراج، تبلور، جذب، جذب سطحی، لخته‌شدن و پخش کدام است؟
- ۱۳- اهمیت موازنه جرم و موازنه انرژی در عملیات صنایع شیمیایی را شرح دهید.

صنایع نفت ، گاز ، پالایش و پتروشیمی

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل، فراگیرنده باید بتواند :

- ۱- تاریخچه استفاده از نفت و گاز را در ایران و جهان شرح دهد.
- ۲- منشأ پیدایش نفت و گاز (سوخت‌های فسیلی) را شرح دهد.
- ۳- سرنوشت نفت و گاز را از سرچاه تا انتقال به پالایشگاه‌ها یا مجتمع‌های پتروشیمی، بیان کند.

۲-۱ تاریخچه^۱

چه زمانی بشر برای اولین بار از نفت و گاز استفاده کرد؟ این تاریخ به طور دقیق مشخص نیست اما شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد تمدن‌های اولیه با این مواد، که امروزه مهم‌ترین منابع تأمین انرژی هستند، آشنا بوده و به شکل محدود از آن‌ها استفاده می‌کرده‌اند.

ایرانی‌ها، چینی‌ها، مصری‌ها و یونانی‌ها جزء پیشگامان استفاده از نفت بوده‌اند. با نفوذ نفت خام به سطح زمین و تبخیر اجزای سبک آن، ماده قیرگونه‌ای باقی ماند، که در عایق بندی قایق‌ها و گرمایش خانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت. از این ماده در روان کاری چرخ‌های ارابه‌ها و حتی مومیایی کردن مرده‌ها استفاده می‌شده است.

شواهد قطعی وجود دارد که در حدود ۴۰۰۰ سال پیش در ساخت دیوارها و برج‌های شهر بابل از نوعی آسفالت استفاده شده است. کتیبه‌های به جا مانده از ایران باستان نشان می‌دهد که اعیان و

۱- لازم نیست فراگیرنده تاریخ‌های وقایع مختلف این بخش را حفظ نماید، فقط تاریخ و شهر آغاز به کار صنعت نفت ایران را باید به خاطر بسپارد.

اشراف پارسی از نفت در پزشکی و تولید روشنایی استفاده می‌کردند. در قرن نهم میلادی زکریای رازی برای اولین بار نفت خام را تقطیر کرد و نفت سفید به‌دست آورد.

در اوایل قرن نوزدهم به دلیل کمبود روغن وال (ماده سوخت چراغ‌های روشنایی) نفت خام، که به‌صورت محدود در بعضی مناطق به سطح زمین نفوذ کرده و حوضچه‌هایی را به‌وجود آورده بود، مورد استفاده قرار گرفت. با تقطیر بسیار ساده و ابتدایی نفت خام، نوعی ترکیب شبیه نفت سفید به‌دست آمد و به‌صورت محدود برای سوخت چراغ‌های روشنایی به‌کار رفت.

سال ۱۸۵۸م. را می‌توان سال تولد صنعت نفت مدرن دانست. زیرا در این سال اولین چاه نفت، که به منظور تولید و تجارت نفت حفر شده بود، در عمق ۱۸ متری در آمریکای شمالی به نفت رسید. از آن پس صنعت حفاری و تولید و پالایش نفت خام به سرعت رشد کرد. اما عمده محصولات عرضه شده به بازار، نفت سفید و روغن‌های روان‌کننده بود و ترکیبات سبک‌تر حاصل از تقطیر، نظیر بنزین و گازوئیل از نفت خام جدا نمی‌شد و زغال سنگ، هم‌چنان برای تولید بخار و الکتریسیته، مهم‌ترین منبع انرژی تلقی می‌شد.

اختراع موتورهای بنزینی (۱۸۸۵ م.) و موتورهای دیزل (۱۸۹۲ م.) فصل جدیدی را در صنعت نفت پدید آورد و موجب شد صنعت پالایش نفت رونق گیرد. در سال ۱۹۰۳ م. برادران رایت با استفاده از مشتقات نفت (سوخت هواپیما) به یکی از آرزوهای بشر یعنی «پرواز» جامه عمل پوشاندند.

تاریخچه استفاده از گاز طبیعی توسط بشر قدمت بیش‌تری دارد. احتمالاً اولین تجربه بشر هنگامی است که گاز طبیعی در بعضی مناطق از میان صخره‌ها و شکاف‌ها به سطح زمین نفوذ کرده و بر اثر صاعقه آتش گرفته است. شعله حاصل از سوختن گاز طبیعی قرن‌ها دوام داشته است و بعضاً محل آن‌ها به آتشکده‌هایی برای پرستش تبدیل شده است.

دویست سال قبل از میلاد مسیح چینی‌ها با سوزاندن گاز طبیعی آب دریا را تبخیر و از آن نمک تهیه می‌کردند. در اوایل قرن نوزدهم در اروپا و آمریکای شمالی از گاز طبیعی برای سوخت چراغ‌های روشنایی در خیابان‌ها و منازل استفاده می‌شد. اولین شرکت گاز در اروپا در سال ۱۸۱۲ م. و در امریکا در سال ۱۸۱۶ م. آغاز به کار کردند و مسئولیت تولید، انتقال و فروش گاز به منازل را برعهده گرفتند. از اواسط قرن نوزدهم، تولید انبوه وسایل گاز سوز، به‌خصوص اجاق‌های گازی، در اروپا و امریکا رونق گرفت. از اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم، گاز توسط خطوط لوله در مسیرهای طولانی منتقل شد. این امر با ساخت کمپرسورهای انتقال گاز میسر گردید.

روز پنجم خرداد ۱۲۸۷ ش. (۱۹۰۸ م.) آغاز به کار صنعت نفت ایران است. زیرا برای اولین بار در مسجد سلیمان نفت کشف شد. عمق اولین چاه حدود ۶۰۰ متر بود. در سال ۱۲۹۰ اولین خط لوله نفت در کشور جهت انتقال آن به آبادان احداث شد. پالایشگاه آبادان با ظرفیت ۲۵۰۰ بشکه در روز، در سال ۱۲۹۱ آغاز به کار کرد. بعدها با اجرای واحدهای تکمیلی، پالایشگاه آبادان گسترش یافت و به بزرگ‌ترین پالایشگاه دنیا تبدیل شد. امروزه، به منظور سهولت در انتقال و توزیع فرآورده‌های نفتی، در سراسر کشور پالایشگاه‌های محلی با ظرفیت‌های متوسط احداث گردیده و مشغول به کار شده‌اند. پالایشگاه‌های فعال کشور، به ترتیب زمان شروع به کار، عبارت‌اند از: آبادان، تهران، کرمانشاه، شیراز، لاوان، تبریز، اصفهان، اراک و بندرعباس. هم‌اکنون مراحل طراحی و ساخت چند پالایشگاه جدید در کشور آغاز شده است.

تحقیق کنید

با مراجعه به سایت‌های شرکت ملی گاز ایران و شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران و مراجع دیگر، تاریخچه صنایع گاز و پتروشیمی در کشور را تهیه کنید.

۲-۲ منشأ پیدایش نفت و گاز

در خصوص چگونگی تشکیل نفت و گاز در اعماق زمین تئوری‌های مختلفی وجود دارد. اما امروزه تقریباً همه دانشمندان معتقدند که منشأ نفت و گاز اجساد حیوانات و گیاهانی است، که میلیون‌ها سال پیش در زیر لایه‌های رسوبی در کف دریاها مدفون شده‌اند. تعداد بی‌شماری از اجساد موجودات زنده، در طی قرون با گل و لای حاصل از چشمه‌ها و رودخانه‌هایی که به دریا می‌ریزند پوشانده شده‌اند و بر اثر تشکیل لایه‌های رسوبی فوقانی، که فشار و دمای لایه‌های زیرین را افزایش می‌دهند و فعالیت باکتری‌ها، نفت و گاز تشکیل شد (شکل ۲-۱).



الف) ته‌نشین شدن گل و لای به همراه اجساد موجودات زنده، لایه‌های رسوبی اولیه را تشکیل می‌دهد.



ب) لایه‌های رسوبی جدید تشکیل شده و باعث می‌شود فشار و دمای لایه رسوبی اولیه افزایش یابد.

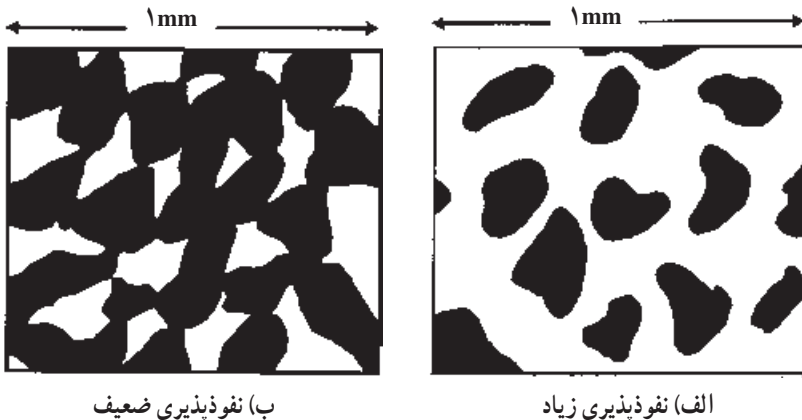


ج) در لایه زیرین تحت فشار لایه‌های بالایی و دمای بین ۶۵ تا ۱۷۵ درجه سلیسیوس و باکتری‌های مناسب، در طی میلیون‌ها سال، اجساد موجودات زنده به قطره‌های نفت و گاز تبدیل شدند.

شکل ۱-۲

اما داستان پیدایش نفت و گاز این جا خاتمه نمی یابد. قطرات باران وقتی تشکیل می شوند، به کمک نیروی جاذبه به سطح زمین می رسند و از آن جا نیز در سرازیری ها به سمت پایین حرکت می کنند تا به برکه ها، دریاچه ها و دریاها (مخازن آب) برسند و در آن جا آرام گیرند و سفرشان به پایان رسد. قطرات پراکنده باران هیچ گاه نمی توانند مورد استفاده بشر باشند، مگر آن که به صورت مخازن آب در کنار هم جمع شوند. قطرات هیدروکربن ها نیز که در لایه های رسوبی (سنگ های رسوبی) تشکیل شده اند و مسلماً قطرات آب نیز در این سنگ ها وجود دارد به کمک نیروی موینگی^۱ به سمت بالا حرکت می کنند.

سنگ های رسوبی متخلخل اند و حرکت قطره های گاز، نفت و آب از درون تخلخل های بسیار ریز این سنگ های رسوبی امکان پذیر است. حرکت قطرات از میان حُخل و فُرَج سنگ های رسوبی به سمت بالا، به عامل دیگری به نام نفوذپذیری^۲ نیز بستگی دارد. اگر خلل و فرج سنگ به گونه ای باشد که حفره ها به یکدیگر راه داشته باشند، آن سنگ نفوذپذیری بالایی دارد و قطره های گاز، نفت و آب در حرکت رو به بالای خود می توانند به یکدیگر پیوندند و مخزن نفت و گاز را تشکیل بدهند (شکل ۲-۲ الف). اما اگر به دلیل بسته بودن خلل و فرج سنگ نفوذپذیری آن کم شده باشد، قطرات نفت و گاز موجود، هیچ گاه نمی توانند مهاجرت کنند و به یکدیگر پیوندند و مخزن هیدروکربنی به وجود آورند (شکل ۲-۲ ب). بنابراین، با وجود تشکیل نفت و گاز، طی قرون متمادی در چنین لایه ای، امکان بهره برداری از آن وجود ندارد.

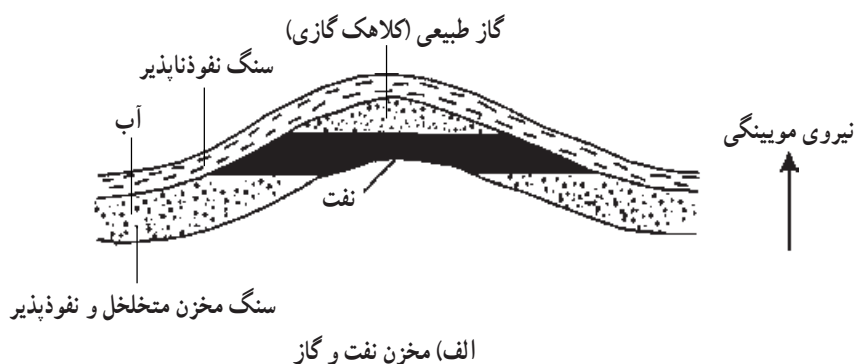


شکل ۲-۲ نفوذپذیری سنگ های متخلخل

۱_ Force of Buoyancy

۲_ Permeability

حرکت قطرات گاز، نفت و آب به سمت بالا، از لایه‌های سنگ‌ها و لایه‌های متخلخل و نفوذپذیر، تا جایی ادامه می‌یابد که به لایه‌های سنگی نفوذناپذیر برسند و در آن جا به تله می‌افتند و مخزن را تشکیل می‌دهند. به دلیل تفاوت در چگالی این مواد، گاز طبیعی در بالا، نفت در وسط و آب در پایین مخزن جای می‌گیرد (شکل ۲-۳ الف). در مخازن نفت، حجم گاز نسبتاً کم است و عمدتاً نیز گاز در لایه نفت حل می‌شود (شکل ۲-۳ ب). در مخازن گاز حجم گاز نسبت به نفت قابل توجه است. میدان گازی پارس جنوبی بزرگ‌ترین مخزن گاز جهان محسوب می‌شود که لایه نفتی آن اندک و حجم گاز آن زیاد است.

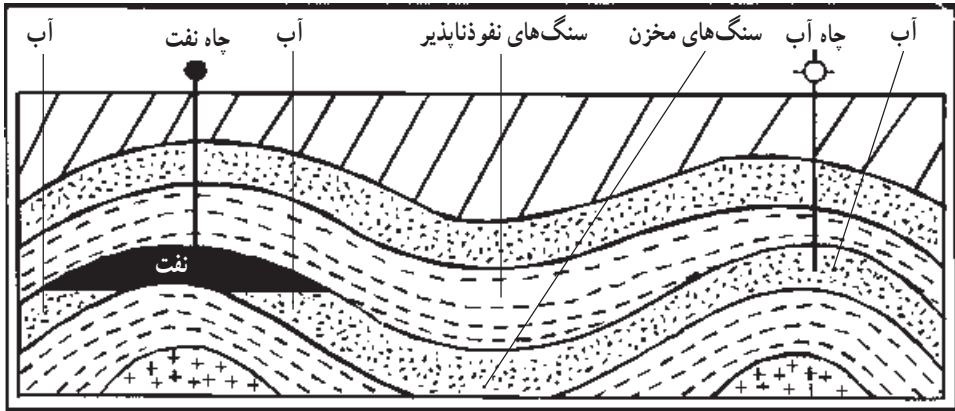


شکل ۲-۳

۲-۳ اکتشاف، حفاری و تولید

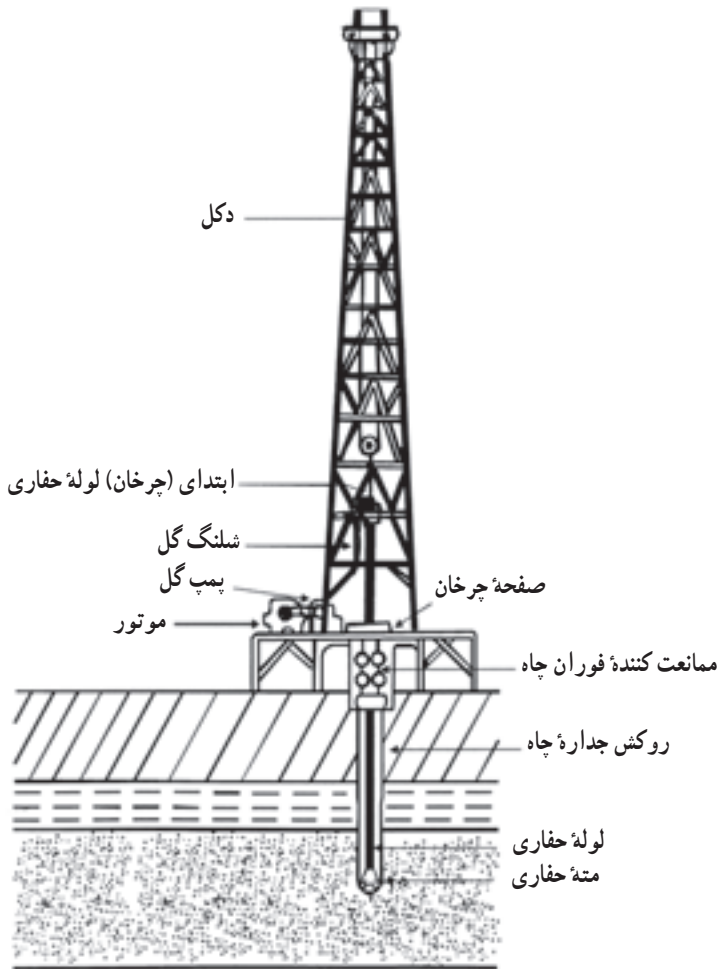
اولین قدم در استفاده از مخازن نفت و گاز، اکتشاف این مخازن است. منظور از اکتشاف تعیین محل مخزن و حجم ذخائر موجود در آن است. به کمک روش‌های پیشرفته زمین‌شناسی، اطلاعات جامعی در خصوص احتمال وجود نفت و گاز در یک منطقه به دست می‌آید. اما تا زمانی که اولین چاه حفر نشود، نمی‌توان به وجود مخزن نفت و گاز در زیر زمین مطمئن بود. در شکل ۲-۴ دو

ساختار یک‌سان زمین‌شناسی نشان داده شده است ولی یکی مخزن نفت و دیگری مخزن آب است و فقط از طریق حفاری می‌توان به ماهیت هر یک پی برد.

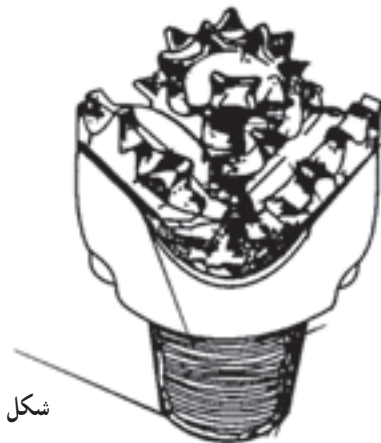


شکل ۴-۲ در عملیات حفاری، به منظور رسیدن به نفت و گاز، تا حدودی شناس و اقبال نیز دخالت دارد.

برای حفاری هر چاه، که عملیات پرهزینه‌ای است، میلیاردها تومان خرج می‌شود. شکل ۵-۲ نمای کلی تجهیزات حفاری را نشان می‌دهد. موتور، نیروی محرکه لازم را، برای چرخش لوله حفاری، تأمین می‌کند. با چرخش لوله حفاری، مت‌حفاری (شکل ۶-۲) زمین را سوراخ می‌کند. در دکل بلندی، که تحت نام دکل حفاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، جهت اضافه کردن لوله حفاری یا بیرون آوردن آن‌ها از چاه، جرثقیل مناسب نصب می‌شود. جهت جلوگیری از ریزش دیواره چاه لوله‌های فولادی را در جداره چاه تعبیه می‌کنند و بین دیواره چاه و لوله فولادی را با سیمان پر می‌کنند. این روکش جداره چاه، هم‌چنین باعث می‌شود که در ضمن عملیات حفاری، نفت و گاز از جداره چاه نفوذ نکند و در عملیات حفاری، تا رسیدن به عمق مناسب، خللی به وجود نیاید.



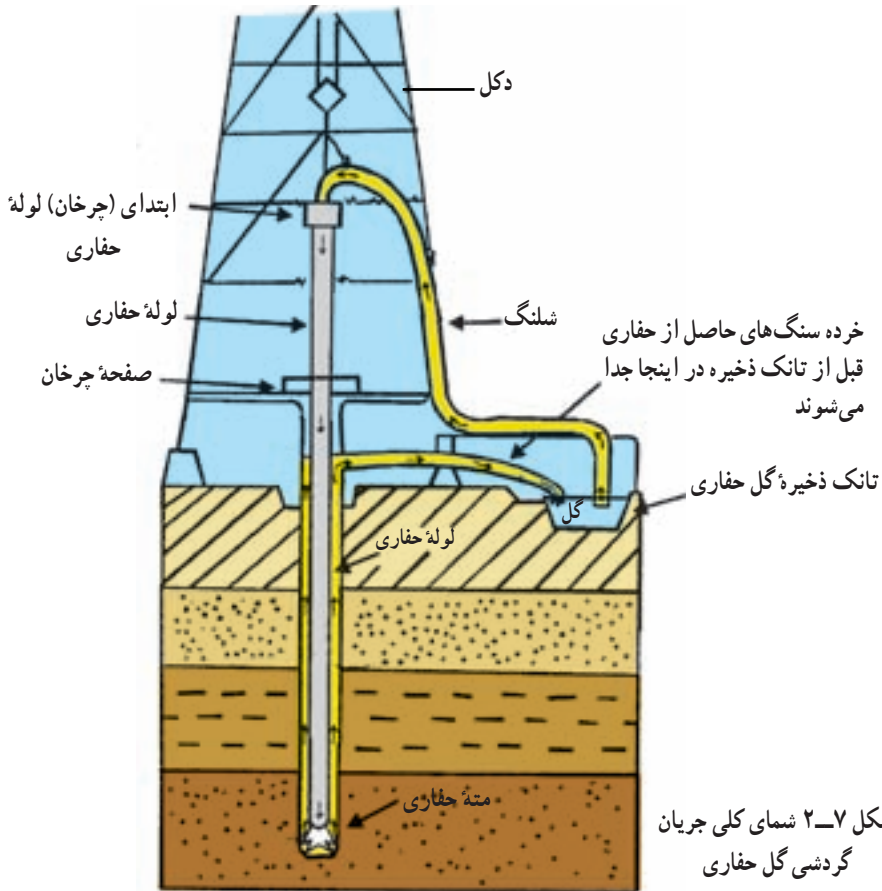
شکل ۲-۵ تجهیزات حفاری



شکل ۲-۶ متنه حفاری

گل حفاری ترکیبی است نسبتاً سنگین از خاک رس^۱، آب و افزودنی‌های شیمیایی که چندین وظیفه را، به شرح ذیل، برعهده دارد:

- ۱- خنک کردن سرمته؛
 - ۲- خارج کردن خرده سنگ‌های حاصل از حفاری و انتقال آن به سطح زمین؛
 - ۳- ایجاد فشار در انتهای چاه و جلوگیری از فوران نفت و گاز به سطح زمین؛ به خصوص هنگامی که مته به نزدیکی مخزن رسیده است.
- شکل ۷-۲ نشان می‌دهد که چگونه گل حفاری از داخل لوله حفاری به مته می‌رسد و بعد از خنک کردن آن به همراه خرده سنگ‌ها از چاه خارج می‌شود.



شکل ۷-۲ شمای کلی جریان گردش گل حفاری

قدم بعدی تکمیل چاه حفاری شده است که باید تجهیزات لازم (شامل شیرهای کنترل جریان) بر سر چاه نصب شود و دکل حفاری و تجهیزات مربوط به آن برداشته شوند. به این ترتیب، با بستن این شیرها می‌توان از چاه به وقت لزوم استفاده کرد.

عملیات بهره‌برداری از چاه (با توجه به تولید مستمر آن) مرحله بعدی است. معمولاً نفت و گاز خارج شده از چند چاه مستقر در یک منطقه به یک واحد بهره‌برداری، که در نزدیکی آن چاه‌ها ساخته شده است، هدایت می‌شود. در یک واحد بهره‌برداری، معمولاً جداسازی‌های اولیه صورت می‌گیرد، از جمله: جداسازی مواد رسوبی، جداسازی نفت و گاز، آب و جداسازی بخشی از هیدروژن سولفید (H_2S) همراه نفت، که ماده‌ای بسیار بدبو، خورنده و کشنده است. به این ترتیب نفت و گاز برای تزریق به خطوط لوله و ارسال به پالایشگاه‌های نفت یا گاز آماده می‌شوند. باید توجه داشت که برای صادرات و فروش گاز طبیعی ابتدا باید آن را به پالایشگاه گاز فرستاد ولی برای صدور و فروش نفت خام نیاز به پالایشگاه نفت نیست.

۴-۲ انتقال نفت خام و گاز طبیعی

انتقال و ذخیره‌سازی نفت خام، به دلیل آن که حالت مایع دارد، آسان‌تر از گاز طبیعی است. برای انتقال نفت خام دو روش وجود دارد: خط لوله و کشتی‌های نفت کش. جهت انتقال گاز طبیعی، استفاده از خط لوله یکی از متداول‌ترین روش‌هاست. گاز طبیعی مایع شده (ال ان جی) روش دیگری برای انتقال گاز است و آن در شرایطی است که احداث خط لوله امکان نداشته باشد. ال ان جی (LNG)، گاز طبیعی است که در دمای $160^{\circ}C$ - سرد می‌شود و به مایع تبدیل می‌گردد. در این فرآیند، حجم گاز طبیعی تا 600 برابر تقلیل می‌یابد. انتقال چنین گاز کم حجم (به دلیل تبدیل شدن به مایع) با کشتی به مقاصد دور دست، که احداث خط لوله غیرممکن یا بسیار پرهزینه است کاملاً صرفه اقتصادی دارد. در بعضی کشورها از «ال ان جی» برای ذخیره‌سازی گاز و تأمین نیازهای محلی در فصل اوج مصرف استفاده می‌شود.

امروزه، تجارت گاز طبیعی از طریق خرید و فروش «ال ان جی» بسیار رونق یافته است. وزارت نفت جمهوری اسلامی ایران نیز ساخت چند واحد بزرگ تولید «ال ان جی» را در دستور کار خود دارد. باید توجه داشت که تجارت این نوع گاز سه حلقه اصلی دارد که هر کدام به میلیارد دلار

سرمایه گذاری نیازمند است و هیچ یک به تنهایی امکان حیات ندارند :

الف) تأسیسات تولید «ال ان جی»، که در سواحل کشور فروشنده گاز نصب می شود ؛
ب) کشتی های مخصوص حمل و نقل آن، که معمولاً در اختیار شرکت های بین المللی است ؛
ج) تأسیسات تبدیل «ال ان جی» به گاز، که در سواحل کشور خریدار گاز نصب می شود.
گاز طبیعی فشرده^۱ «سی ان جی» راه دیگری برای انتقال و ذخیره سازی گاز طبیعی است. در این روش، استفاده از کمپرسورهای مخصوص، گاز طبیعی با فشار ۷۰ اتمسفر فشرده می شود و حجم آن ۲۰۰ برابر کاهش می یابد و آنگاه توسط کشتی های مخصوص منتقل می شود. انتقال گاز با این روش، صرفه اقتصادی کمتری دارد و برای مسافت های طولانی انتقال گاز به روش «ال ان جی» و خط لوله اقتصادی تر است. البته تکنولوژی مورد نیاز سی ان جی (CNG) بسیار ساده تر از «ال ان جی» است. در ایران برنامه استفاده از سی ان جی، به منظور تأمین سوخت خودروها با موفقیت و سرعت در حال پی گیری است.

توجه: یادآور می شود آنچه که تحت عنوان LNG و CNG انتقال می یابد یا به فروش می رسد گاز طبیعی است که معمولاً ۹۹ درصد آن متان (CH_۴) است.

۲-۵ تبدیلات گاز طبیعی

بعضی از صاحب نظران معتقدند به جای انتقال و فروش گاز طبیعی، بهتر است ارزش حرارتی یا ارزش اقتصادی معادل آن را انتقال دهیم. در این صورت گاز طبیعی را ابتدا به ماده ای که انتقال آن آسان تر است تبدیل می کنیم و سپس آن را انتقال می دهیم. در این خصوص فرآیندهای زیر در عرصه صنعت گاز ظهور کرده اند:

جی تی پی (GTP)^۲: تبدیل گاز طبیعی به محصولات پتروشیمی: در این فرآیندها، که تکنولوژی های شناخته شده ای دارند گاز طبیعی به محصولات پتروشیمی، نظیر متانول، آمونیاک، کودهای شیمیایی، و ... تبدیل می شود و ارزش افزوده اقتصادی پیدا می کند. به جای صادرات گاز طبیعی می توان محصولات پتروشیمی را صادر کرد.

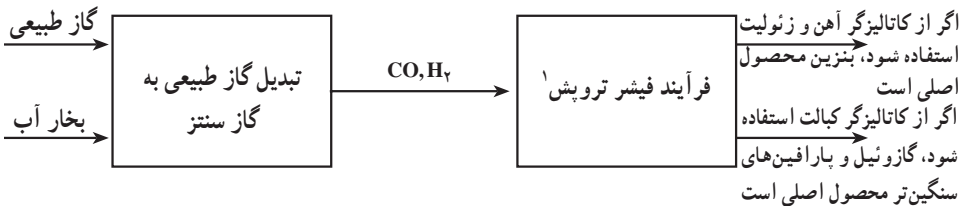
جی تی ال (GTL)^۳: تبدیل گاز طبیعی به فرآورده های نفتی مایع، نظیر بنزین و گازوئیل: در جنگ جهانی دوم آلمان ها به دلیل نیاز به بنزین، گاز متان را که از زغال سنگ تهیه می شد، به بنزین تبدیل می کردند. این فرآیند قدیمی، که سال ها به دلیل غیراقتصادی بودن مورد توجه قرار نداشت،

۱- Compressed Natural Gas

۲- Gas To Petrochemicals

۳- Gas To Liquid

امروزه با پیشرفت‌های فناوری در عرصه تبدیلات گاز طبیعی، فرآیندی مطرح است. نمودار ساده این فرآیند به شرح زیر است :



جی تی دبلیو (GTW)^۲: تبدیل گاز طبیعی به جریان الکتریسیته و سپس انتقال آن از طریق شبکه انتقال نیرو، روش دیگری برای تبدیل گاز طبیعی و انتقال آن است. البته باید توجه داشت هرچه بازده نیروگاه‌های گازی بیش‌تر باشد، این روش به صرفه‌تر است.

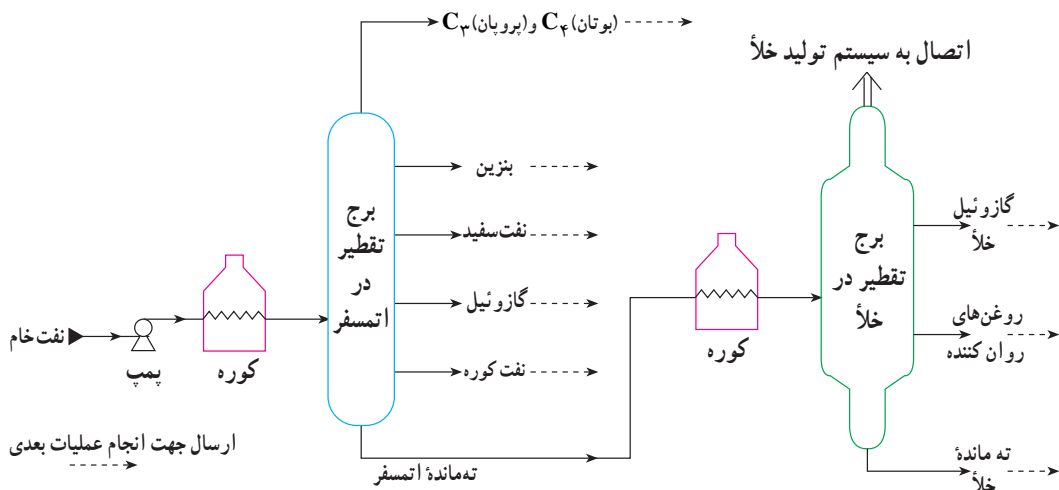
۶-۲ پالایش نفت خام

نفت خام مخلوط پیچیده‌ای است که عمدتاً از هیدروکربن‌های مختلف تشکیل شده است. معمولاً همراه نفت خام مقادیر کمی هم ترکیبات آلی گوگرددار، ترکیبات آلی اکسیژن‌دار، ترکیبات آلی نیتروژن‌دار، ترکیبات آلی - فلزی، محلول آبی نمک‌ها (NaCl، MgCl_۲، CaCl_۲)، H_۲S و CO_۲ مخلوط با هیدروکربن‌ها وجود دارد. در پالایشگاه نفت، ضمن آن‌که ترکیبات همراه هیدروکربن‌ها را جدا می‌کنند، با تفکیک هیدروکربن‌های سبک، متوسط و سنگین از یکدیگر، محصولات مختلفی به‌دست می‌آورند. هیچ دو پالایشگاهی کاملاً شبیه هم نیستند، زیرا براساس نوع نفت خام ورودی به پالایشگاه و محصولات مورد نظر، طراحی پالایشگاه‌ها کاملاً متفاوت است. اما همه پالایشگاه‌ها از واحد تقطیر اتمسفری و واحد تقطیر در خلأ برخوردارند. در سال سوم با بعضی فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی، که در یک پالایشگاه به کار گرفته می‌شوند، آشنا خواهید شد. در این‌جا فقط به فرآیندهای تقطیر که فرآیندهای فیزیکی هستند اشاره می‌کنیم.

شکل ۸-۲ برج‌های تقطیر اتمسفری و تقطیر در خلأ را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، نفت خام ابتدا وارد دستگاه نمک زدایی می‌شود. اگر این نمک‌ها، که در آب همراه نفت حل شده است، جدا نشوند در داخل برج تقطیر اتمسفری خوردگی شدید ایجاد می‌کند. سپس، نفت خام وارد کوره می‌گردد تا حدود ۳۵۰°C گرم شود و به برج تقطیر اتمسفری وارد می‌گردد. در این برج

هیدروکربن‌های نفت خام از یکدیگر تفکیک می‌شوند. هیدروکربن‌های سبک نظیر پروپان و بوتان از بالای برج خارج می‌شوند. مخلوط پروپان و بوتان را گاز مایع یا ال پی جی (LPG) می‌نامند که در کپسول به مشتریان عرضه می‌شود. محصولات «خام» دیگری که به ترتیب از بالا به پایین از برج تقطیر خارج می‌شوند، عبارت‌اند از بنزین، نفت سفید و گازوئیل. کلمه خام، به این دلیل به کار می‌رود که این هیدروکربن‌ها مستقیماً قابل استفاده نیست و قبل از عرضه به بازار باید بر روی آن‌ها عملیات تکمیلی انجام شود. ته ماندهٔ برج تقطیر اتمسفری، که سنگین‌ترین اجزای نفت خام را همراه خود دارد، بعد از عبور از کوره به برج تقطیر در خلأ ارسال می‌شود. در این برج با ایجاد خلأ، بار دیگر عمل تقطیر انجام می‌شود. دمای خوراک ورودی به برج حدود 400°C است و فشار مطلق متوسط داخل برج حدود ۷۵ میلی‌متر جیوه است. محصولات خام خروجی از این برج، گازوئیل (که اصطلاحاً به آن گازوئیل خلأ می‌گویند) و روغن‌های روان‌کننده است. ته ماندهٔ برج خلأ برای ساخت انواع قیر، گریس یا نفت کوره و ارسال به بخش‌های دیگر است.

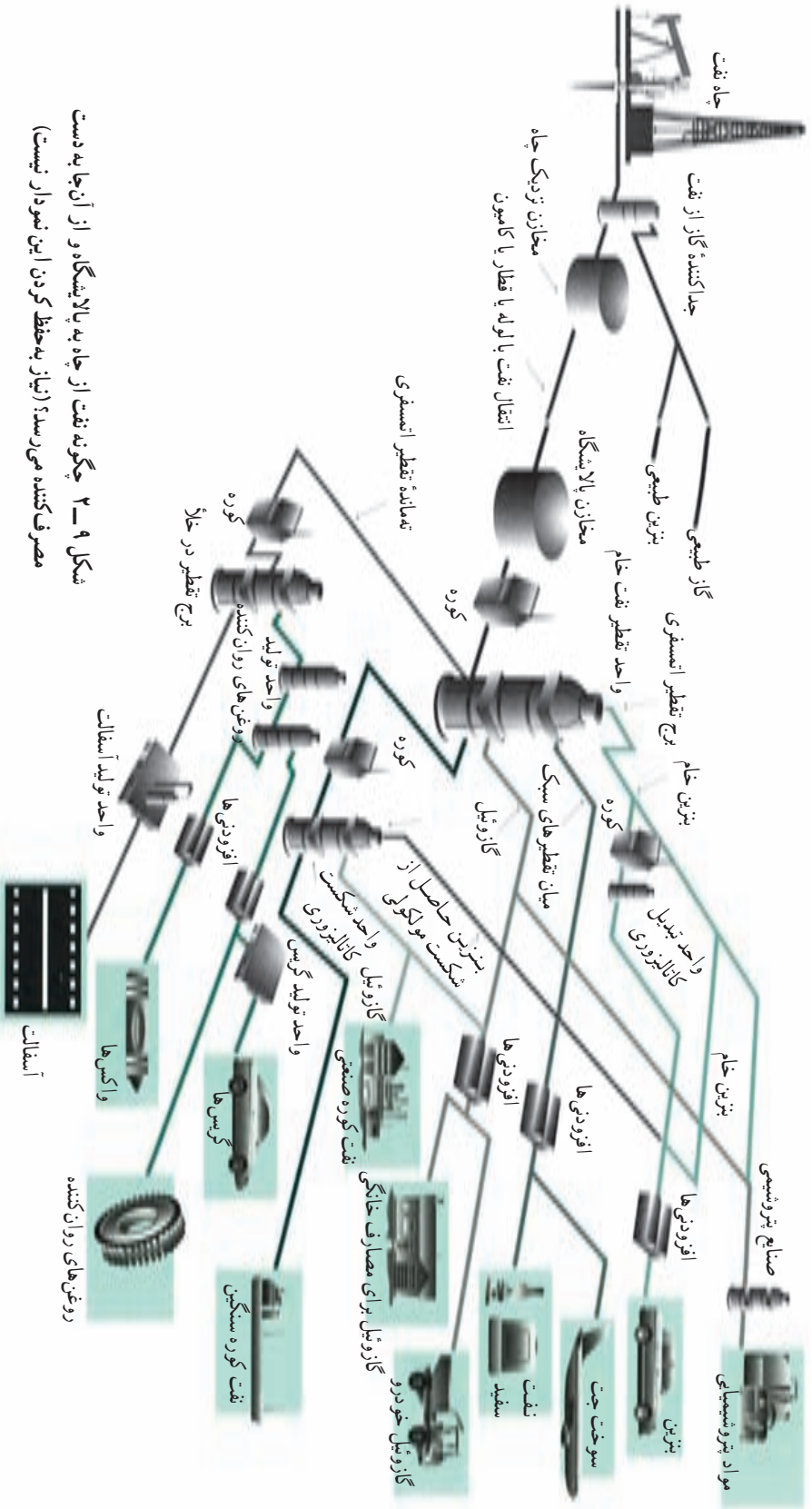
شکل ۹-۲ به شکل خلاصه نشان می‌دهد که نفت خام برای تبدیل شدن به محصول مورد مصرف در بازار چه مسیری را طی می‌نماید. به این مسیر اصطلاحاً چاه تا چرخ^۲ گویند.



شکل ۸-۲ در ابتدای همهٔ پالایشگاه‌ها عملیات تقطیر وجود دارد.

۱- Liquid Petroleum Gas

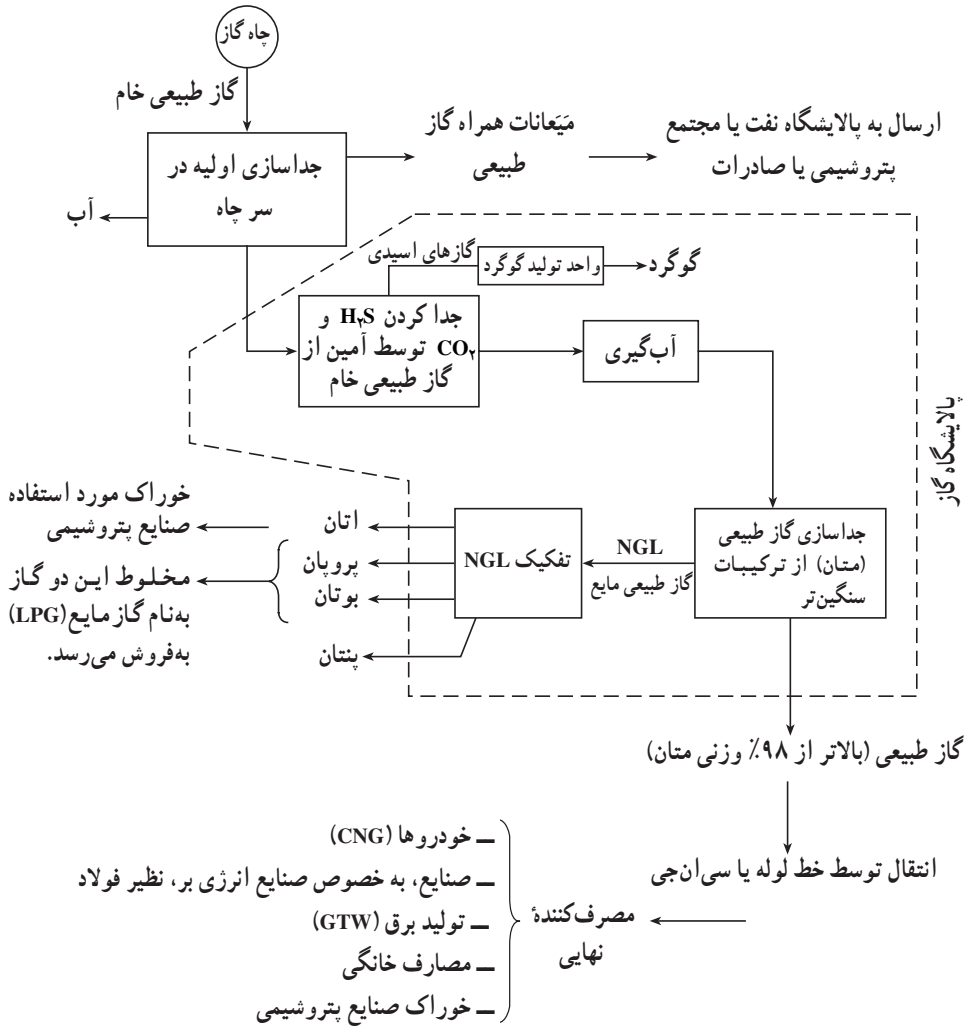
۲- Well to Wheel) منظور مسیری است که با خروج نفت خام از چاه آغاز می‌شود و سرانجام محصولی می‌شود که چرخ اتومبیل‌ها، کامیون‌ها، قطارها و ... را به حرکت درمی‌آورد.



شکل ۹-۲ جگوند نفت از چاه به پالايشگاه و از آن چاه به دست مصرف کننده می‌رسد؟ (نیاز به حفظ کردن این نمودار نیست)

۲-۷ پالایشگاه گاز طبیعی

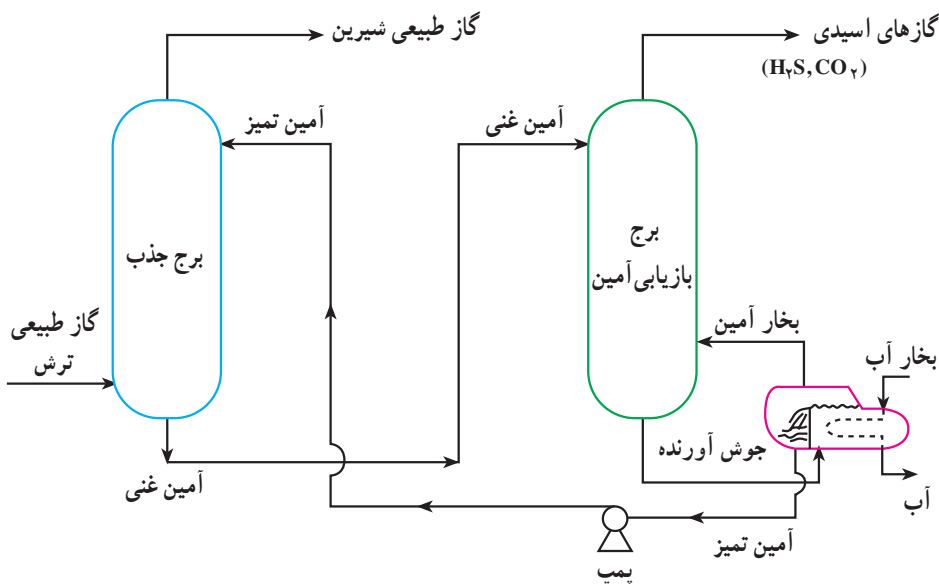
گاز طبیعی خروجی از چاه‌های گاز، همراه خود مقداری هیدروکربن‌های سنگین در محدوده پنتان و سنگین‌تر از آن (بین C_5 تا C_{12}) را به همراه دارد، که بسیار با ارزش است. این میعانات همراه گاز طبیعی^۱ یا صادر می‌شوند یا خوراک پالایشگاه‌ها و مجتمع‌های پتروشیمی را تأمین می‌کنند (شکل ۲-۱۰). این میعانات در سرچاه از گاز طبیعی جدا می‌شوند. گاز طبیعی خام جهت پالایش به



شکل ۲-۱۰ گاز طبیعی از چاه تا چرخ

پالایشگاه گاز ارسال می‌شود. در مرحله اول گازهای H_2S و CO_2 توسط محلول‌های آمینی، نظیر «دی‌اتانول آمین» از گاز طبیعی جدا می‌شود. از H_2S گوگرد تهیه می‌کنند و آن را، که یک محصول فرعی پالایشگاه است به فروش می‌رسانند. گاز طبیعی، بعد از آگیری توسط جاذب‌هایی، نظیر کربن فعال، خشک می‌گردد و در مرحله آخر، مایعات گاز طبیعی^۱ (NGL) از آن جدا می‌شوند. منظور از مایعات گاز طبیعی مخلوط اتان، پروپان، بوتان و پنتان است.

واحد شیرین‌سازی گاز طبیعی^۲ در واقع قلب پالایشگاه گاز است. شکل ۱۱-۲ نشان می‌دهد که گاز ترش^۳ از پایین برج جذب وارد می‌شود. از بالای برج محلول آمین تمیز^۴ وارد می‌شود. گاز ترش در برج از پایین به بالا و محلول آمین تمیز از بالا به پایین حرکت می‌کند و در برخورد گاز ترش با محلول آمین تمیز، H_2S و CO_2 در آمین حل می‌شود. آمین خروجی از پایین برج جذب را «آمین غنی»^۵ می‌نامند، زیرا تقریباً تمامی H_2S و CO_2 موجود در گاز ترش را در خود حل کرده است.



شکل ۱۱-۲ واحد شیرین‌سازی گاز ترش توسط آمین در پالایشگاه گاز

۱- Natural Gas Liquid

۲- Natural Gas Sweetening

۳- Sour Gas

۴- Lean Amine منظور محلول آمینی است که H_2S و CO_2 در خود ندارد و آمادگی جذب این دو گاز را دارد.

۵- Rich Amine منظور محلول آمینی است که H_2S و CO_2 را در خود حل کرده است و از این دو گاز غنی شده و توان جذب بیش‌ترین دو گاز را ندارد.

از بالای برج جذب گاز طبیعی عاری از H_2S و CO_2 خارج می‌شود که به آن گاز طبیعی شیرین می‌گویند. آمین غنی برای آن که دوباره مورد استفاده قرار گیرد باید وارد برج بازیابی شود. در این برج به کمک یک جوش آورنده (که به کمک بخار آب کار می‌کند)، H_2S و CO_2 که نقطه جوش پایین‌تری دارند از آمین جدا می‌شوند. از پایین برج (پایین جوش آورنده) آمین عاری از H_2S و CO_2 خارج می‌شود که به برج جذب برگشت داده می‌شود و از بالای برج، گازهای ترش یعنی H_2S و CO_2 خارج می‌گردند.

می‌توان این فرآیند را در دو جمله خلاصه کرد:

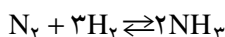
در برج جذب: محلول آمین گازهای H_2S و CO_2 را در خود حل می‌نماید و گاز طبیعی ترش را به گاز طبیعی شیرین تبدیل می‌کند.

در برج دفع: محلول آمین بر اثر حرارت و کاهش فشار، H_2S و CO_2 را، که قبلاً در خود حل کرده بود، از دست می‌دهد و دوباره برای برگشت به برج جذب آماده می‌شود.

۸-۲ صنایع پتروشیمی

محصولات پتروشیمی از مواد اولیه مختلف به دست می‌آیند، اما همان‌طور که نمودار «رونند تولید محصولات پتروشیمی» مربوط به شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران (نمودار پیوست کتاب) نشان می‌دهد، مواد اولیه این صنعت را عمدتاً هیدروکربن‌ها تشکیل می‌دهند. گاز طبیعی و میعانات همراه گاز طبیعی یکی از مهم‌ترین منابع تولید محصولات پتروشیمی است.

محصولات پالایشگاه‌ها، که ما آن‌ها را برای سوخت مصرف می‌کنیم، از ارزشمندترین مواد اولیه در صنایع پتروشیمی محسوب می‌شوند. گاز مایع (ال‌پی‌جی)، بنزین خام (نفتا)^۱، نفت سفید و گازوئیل که همگی از سوخت‌های مهم محسوب می‌شوند و از پالایشگاه‌ها به دست می‌آیند، می‌توانند خوراک صنایع پتروشیمی را تأمین کنند. باید توجه داشت موادی که منشأ غیرهیدروکربوری دارند نیز مواد اولیه‌ای هستند که در این صنعت به کار می‌روند. برای مثال با جداسازی نیتروژن از هوا، از این گاز در تولید آمونیاک استفاده می‌شود:



۱- در نمودار پیوست کتاب از برشی به نام پلانفورمیت نام برده شده که حاوی هیدروکربن‌های آروماتیکی است و به برش نفتا یا بنزین خام نزدیک است.

در صنایع پتروشیمی با چهار دسته مواد سروکار داریم :
ماده اولیه

ماده حد واسط (که می توانند در چند مرحله تولید شوند)
محصول نهایی

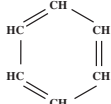
محصول مصرفی

مثال زیر نمونه‌ای از زنجیره ماده اولیه تا محصول مصرفی را نشان می دهد :

ماده اولیه ← نفتا(بنزن)^۱ ← کومن ← فنل ← بیس فنل آ ← پلی کرنات ها ← بلاستیک ها
ماده حد واسط (۱) ماده حد واسط (۲) ماده حد واسط (۳) محصول نهایی محصول مصرفی

جهت کسب اطلاعات بیشتر، در خصوص مطالب این فصل، با استفاده از
کلید واژه‌های فارسی و انگلیسی زیر از اینترنت کمک بگیرید :

- ۱- نفت Petroleum (Oil)
- ۲- گاز طبیعی Natural Gas
- ۳- نفت خام Crude Oil
- ۴- فرآورده‌های نفتی Petroleum Products
- ۵- اکتشاف، حفاری، بهره‌برداری (تولید) نفت و گاز Exploration / Drilling / Production of Oil and Gas
- ۶- پالایشگاه نفت Petroleum (Oil) Refinery
- ۷- پالایشگاه گاز Gas (Natural Gas) Refinery
- ۸- خالص سازی گاز طبیعی Natural Gas Purification
- ۹- میعانات گازی Natural Gas Condensate

۱- بنزن از خانواده آروماتیک‌هاست با فرمول مولکولی C_6H_6 و فرمول ساختمانی  که از نفتا گرفته

می‌شود. به عبارت بهتر بنزن یکی از اجزاء تشکیل دهنده نفتا است. برای تولید بنزن از نفتا باید بنزن را جدا کرد. زیرا بنزن ماده‌ای سرطان‌زاست. البته بنزن ماده اولیه مهمی برای صنایع پتروشیمی است.

- ۱۰- گاز طبیعی مایع شده
- ۱۱- گاز مایع
- ۱۲- مجتمع پتروشیمی
- ۱۳- صنعت پتروشیمی
- ۱۴- محصولات پتروشیمی
- Upstream / Downstream of Petrochemical Industry
- ۱۵- صنایع بالا دستی / پایین دستی پتروشیمی
- ۱۶- شرکت ملی نفت ایران
- ۱۷- شرکت ملی گاز ایران
- ۱۸- شرکت ملی صنایع پتروشیمی
- NPC (National Petrochemical Company)
- NIORDC (National Iranian Oil Refining and Distribution Company)
- ۱۹- شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران

۱- اولین چاه نفت ایران در چه سالی و در کدام منطقه به نفت رسید؟

۲- با رسم شکل منشأ پیدایش نفت و گاز را شرح دهید.

۳- گل حفاری چیست و چه وظایفی را بر عهده دارد؟

۴- هر یک از کلمات زیر را توضیح دهید:

الف) ال ان جی (LNG) ب) سی ان جی (CNG)

ج) جی تی ال (GTL) د) جی تی دبلو (GTW)

ه) ال بی جی (LPG) و) ان جی ال (NGL)

ز) میعانات گازی

۵- ضمن رسم نمودار فرآیندهای اصلی یک پالایشگاه نفت، بخش‌های مختلف

آن را نام‌گذاری کنید و محصولات مختلف حاصل از تقطیر اتمسفری و تقطیر در خلأ را در شکل بنویسید.

۶- نمودار واحد شیرین‌سازی گاز ترش توسط آمین در پالایشگاه گاز را رسم

نمایید و قسمت‌های مختلف آن را نام‌گذاری کنید.

۷- مواد اولیه صنایع پتروشیمی را نام ببرید.

۸- معمولاً در صنایع پتروشیمی برای تهیه مواد مصرفی از مواد اولیه، مواد

دیگری نیز باید تولید شوند، این مواد را چه می‌نامند؟

انرژی‌های تجدیدپذیر

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیرنده باید بتواند:

- ۱- انواع انرژی‌های تجدیدپذیر را نام ببرد و مزیت آن‌ها را نسبت به سوخت‌های فسیلی شرح دهد.
- ۲- معایب یا مشکلات کاربرد هر یک از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر را بیان کند.
- ۳- روش‌ها و چگونگی استفاده از هر یک از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر را شرح دهد.

۳-۱ مقدمه

بشر، از دیرباز با به‌کارگیری انواع انرژی‌های در دسترس طبیعی، در پی گشودن دریچه‌ای تازه به روی خویش بوده است تا از این رهگذار، بتواند، ضمن آسان‌تر کردن کارها، فعالیت‌های خود را با کم‌ترین هزینه و بالاترین سرعت به انجام رساند و گامی برای آسایش بیش‌تر بردارد. نخستین انرژی به‌کار رفته توسط بشر، انرژی خورشیدی^۱ بود. از همان ابتدای خلقت، انسان از نور و گرمای آفتاب بهره می‌برد. مردمانی که به جریان‌های آزاد آب دسترسی داشتند یا در سرزمین‌های بادخیز می‌زیستند، از این انرژی‌های حرکتی در قایق‌رانی یا آسیاب کردن غلات استفاده می‌کردند. انرژی دیگری که بشر در گذشته با آن آشنایی داشته و از آن استفاده می‌کرده، انرژی گرمایی زمین^۲ بوده است. انسان‌های ساکن نواحی آتش‌فشانی، آگاهانه یا ناخودآگاه، با بهره‌بردن از ویژگی‌های

۱- Solar Energy

۲- Geothermal Energy

درمانی - گرمایی چشمه‌های آبگرم، به نوعی انرژی را به کار می‌بستند. با افزایش جمعیت و گسترش و پراکندگی جوامع بشری و نیز همگام با نیاز روزافزون به انرژی‌های جدید و کارآتر با بازده بیشتر، به تدریج بشر سوخت‌های فسیلی را کشف کرد و آن را منبعی پایان‌ناپذیر یافت که نوید بخش آینده‌ای روشن بود.

وابستگی انسان به سوخت‌های فسیلی، یعنی زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی، روز به روز بیش‌تر می‌شد و با پیشرفت علم و فناوری و ساخت ماشین‌ها و ابزارهای گوناگون و به‌ویژه با رخ دادن انقلاب صنعتی، به‌کارگیری سوخت‌های فسیلی به شدت افزایش یافت. در کنار این پیشرفت‌ها، رفته رفته بشر دریافت که گذشته از محدود بودن انرژی فسیلی، بهره‌گیری از این انرژی نیز چندان بی‌دردسر نخواهد بود و دیری نپایید که پیامدهای ناشی از سوزاندن منابع فسیلی، خود در عرصه حفاظت از محیط زیست به چالشی تازه تبدیل شد.

مصرف نفت و گاز در جهان سیر صعودی دارد. هنوز از زغال‌سنگ، که آلوده‌کننده‌ترین نوع سوخت‌های فسیلی است، در آمریکا و اروپا جهت تولید انرژی به ویژه برق استفاده می‌شود. با استفاده از انرژی فسیلی سالانه چندین میلیون تن گازهای سمی SO_2 ، NO_x و CO در جو زمین رها می‌شود. گاز CO_2 ، که از سوختن همه انواع سوخت‌های فسیلی (حتی گاز طبیعی که تمیزترین نوع سوخت‌های فسیلی است) تولید می‌شود، گازی غیرسمی است اما در جو زمین اثر گل‌خانه‌ای داشته و به‌طور نگران‌کننده‌ای باعث گرم شدن زمین گردیده است.

امروزه عوامل متعدد، از جمله گسترش فزاینده نیاز به انرژی، محدودیت منابع فسیلی و نوسانات بی‌رویه قیمت آن‌ها، فاجعه آلودگی زیست محیطی و اثر گل‌خانه‌ای گاز CO_2 و گرم شدن زمین، سبب رویکرد دوباره دانشمندان به انرژی‌های تجدیدپذیر^۱، طبیعی شده است. به همه این عوامل باید پیشرفت‌های بشر در زمینه فناوری‌های مختلف را، که فصلی تازه در مهار و تبدیل انرژی‌های تجدیدپذیر گشوده است، اضافه کرد.

در به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر دو روش عمده وجود دارد:

- روش ترکیبی که در آن همه انواع این انرژی‌ها به برق تبدیل می‌شوند.

- روش مجموعه‌های مکمل، که در آن با استفاده از تجهیزات ویژه (مکمل)، این انرژی‌ها به شکل بی‌واسطه در گرمایش، سرمایش یا به چرخش در آوردن یک محور (حرکت مکانیکی) به کار می‌روند.

روش مجموعه‌های مکمل، به دلیل حذف تبدیل‌های غیرلازم، نسبت به روش نخست، برتری دارد و بازدهی آن نیز بسیار بیش‌تر است، اما به دلیل فراهم بودن فناوری‌ها و زیرساخت‌های (امکانات) تولید و انتقال برق، گرایش بیش‌تری به روش ترکیبی نشان داده شده است. جدول ۱-۳ انواع منابع انرژی تجدیدپذیر و روش‌های (فناوری‌های) استفاده از آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۳ انواع انرژی‌های تجدیدپذیر و نحوه استفاده از آن‌ها

منابع انرژی‌های تجدیدپذیر	فناوری استفاده از انرژی
زمین گرمایی	<p>۱- استفاده از گرمای زمین به صورت بخار آب، به منظور تولید الکتریسیته</p> <p>۲- استفاده از گرمای زمین به صورت آب داغ و استفاده مستقیم جهت گرمایش</p> <p>۳- استفاده از اختلاف دمای زمین و هوای سطح زمین به منظور گرمایش یا سرمایش منازل و اماکن عمومی (پمپ حرارتی)</p>
خورشید	<p>۱- استفاده از سلول‌های فتوولتاییک^۱ یا تولید بخار آب از انرژی خورشید به منظور تولید الکتریسیته</p> <p>۲- استفاده از تجهیزات لازم جهت گرم کردن آب توسط تابش مستقیم نور خورشید (آب گرم‌کن خورشیدی)</p>
باد	<p>۱- استفاده از توربین بادی منفرد یا مجموعه‌ای از توربین‌های بادی به منظور تولید الکتریسیته</p> <p>۲- استفاده از آسیاب بادی، پمپ بادی و تجهیزاتی که مستقیماً انرژی باد را به انرژی مکانیکی موردنیاز تبدیل می‌کند.</p>
زیست توده	<p>۱- استفاده از سوخت‌های حاصل از زیست توده جهت تولید الکتریسیته</p> <p>۲- استفاده از سوخت‌های حاصل از زیست توده جهت گرمایش، پخت و پز و نظایر آن‌ها</p>
آب	<p>۱- استفاده از ارتفاع آب پشت سد، امواج و جزر و مد به منظور تولید الکتریسیته</p> <p>۲- استفاده از آسیاب آبی و تجهیزاتی که مستقیماً انرژی جریان آب را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند.</p>

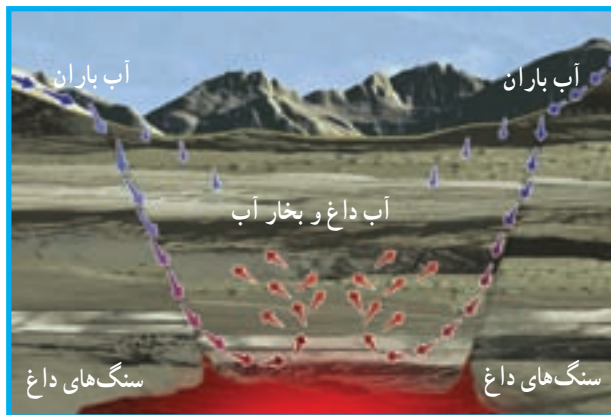
پرسش: در جدول ۱-۳ مشخص کنید کدام مورد به روش ترکیبی و کدام مورد به روش مجموعه‌های مکمل مربوط است.

۱- Photovoltaic (PV)

در خصوص گازهای گل‌خانه‌ای و چگونگی تأثیر آن‌ها بر گرم شدن زمین گزارش تهیه نمایید. هم چنین، با جست‌وجو در اینترنت در خصوص «پیمان کیوتو»، که در زمینه مبارزه با تولید گازهای گل‌خانه‌ای و جلوگیری از تغییرات آب و هوایی، منعقد شده است، اطلاعات مقدماتی تهیه نمایید.

۳-۲ انرژی زمین گرمایی

کلمه «ژئوترمال» که معنی فارسی آن زمین گرمایی است، از دو کلمه یونانی «ژئو» به معنی زمین و «ترمال» به معنی گرما گرفته شده است. مرکز زمین از سیالی مذاب و تحت فشار تشکیل شده است. در سطح زمین نیز، درجه‌های اطمینانی برای کنترل این فشار و جلوگیری از متلاشی شدن پوسته، وجود دارد. این درجه‌ها، که آتش‌فشان‌ها هستند، انرژی گرمایی اعماق زمین را به شکل گدازه‌های مذاب به سطح انتقال می‌دهند و همواره در اطرافشان چاه‌ها و چشمه‌های آب جوشان و آب‌فشان‌های فراوان به چشم می‌خورد. منشأ انرژی زمین گرمایی، گرمای هسته مذاب کره زمین است. شکل ۳-۱ نحوه تشکیل مخزن گرمایی را نشان می‌دهد. آب باران با نفوذ به داخل زمین و رسیدن به سنگ‌های داغ اعماق زمین گرمای آن‌ها را می‌گیرد. هنگامی که آب داغ و بخار آب در سنگ‌های متخلخل و

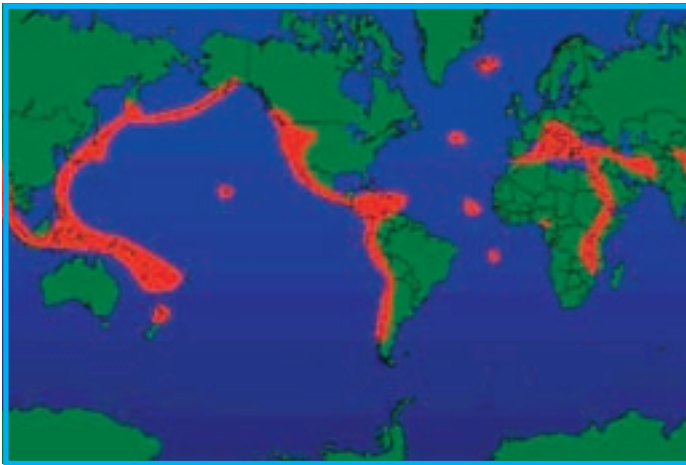


شکل ۳-۱ نحوه تشکیل مخزن زمین گرمایی

نفوذپذیر به سمت بالا حرکت می‌کند، اگر به صخره‌های نفوذناپذیر برسد، مخزن زمین گرمایی تشکیل می‌شود. این مخزن، بسته به درجه حرارت سنگ‌های داغ و شرایط لایه‌های منطقه، می‌تواند حاوی آب داغ، بخار آب یا هر دوی آن‌ها باشد.

در مواردی که لایه‌های نفوذپذیر تا سطح زمین ادامه داشته باشد، آب داغ و بخار آب به سطح زمین می‌رسند و چشمه‌های آب گرم طبیعی را به وجود می‌آورند. گفتنی است مخازن زمین گرمایی و دسترسی به آن‌ها از طریق حفاری، کم و بیش مشابه مخازن نفت و گاز است، با این تفاوت عمده که خطر آتش‌سوزی ندارند.

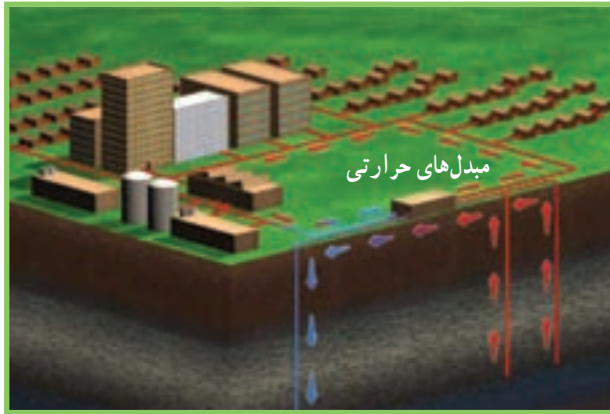
شکل ۲-۳ نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از کشور ما دارای مخازن زمین گرمایی بسیار داغ است که امکان استفاده از این منبع مهم انرژی را فراهم می‌نماید. دمای این مخازن می‌تواند حتی به 37°C نیز برسد.



شکل ۲-۳ نقشه نواحی‌ای که داغ‌ترین منابع زمین گرمایی را در کره زمین دارند.

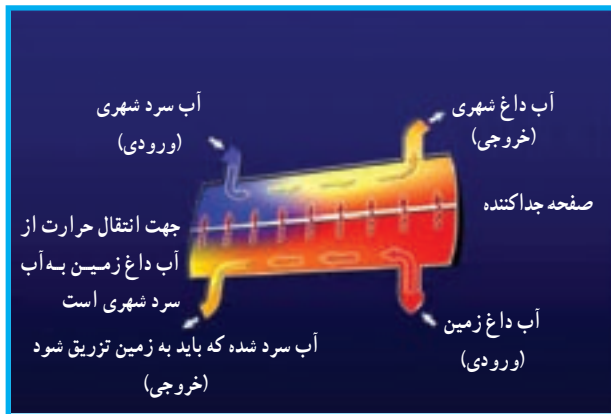
بشر از دیرباز، از انرژی زمین گرمایی به شکل مستقیم استفاده کرده است. چشمه‌های آب گرم که به صورت طبیعی به سطح زمین می‌رسند، جهت استحمام و استفاده از خواص درمانی، در طول تاریخ مورد استفاده بشر قرار گرفته‌اند. امروزه با حفر چاه و نصب تجهیزات مکمل، از این آب‌های داغ جهت گرم کردن گل‌خانه‌ها، حوضچه‌های پرورش ماهی و فضای خانه‌ها، ادارات و کارخانجات استفاده می‌کنند.

شکل ۳-۳ نشان می‌دهد که چگونه آب داغ خروجی از یک یا چند چاه توسط لوله‌کشی وارد مبدل‌های حرارتی^۱ می‌شود و در آنجا گرمای خود را به شبکه لوله‌کشی آب شهری می‌دهد و سپس جهت حفظ و نگهداری منابع آب مخازن زمین گرمایی، مجدداً به زمین تزریق می‌شود.



شکل ۳-۳ چگونگی گرمایش یک شهرک با استفاده از انرژی زمین گرمایی به روش مستقیم

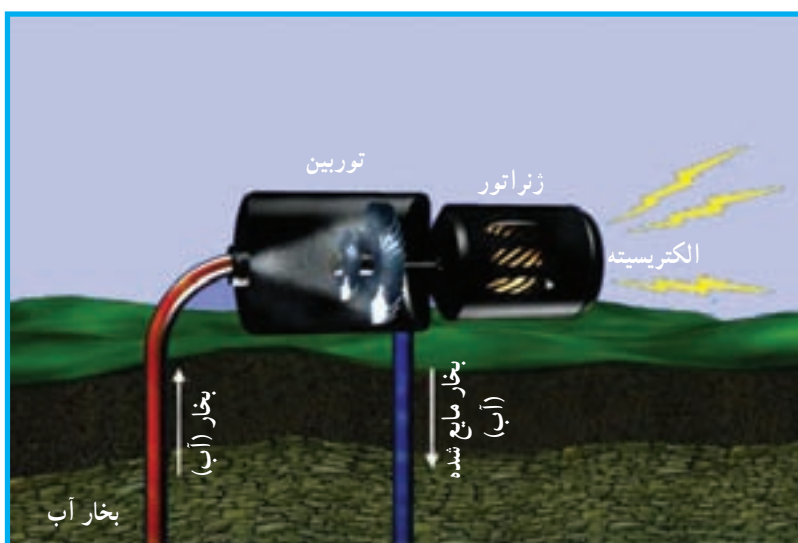
شکل ۳-۴ نحوه عملکرد یک مبدل حرارتی را، که در آن حرارت از آب داغ خارج شده از زمین، به آب سرد شهر منتقل می‌شود، نشان می‌دهد.



شکل ۳-۴ چگونگی گرم کردن آب شهری توسط آب خروجی از مخازن زمین گرمایی در یک مبدل حرارتی

۱- Heat Exchanger

تولید برق، با استفاده از انرژی زمین گرمایی در نقاطی که دمای مخزن زمین گرمایی بیش از 140°C است امکان پذیر است. در این روش با حفر چاه، بخار داغ خشک خروجی از زمین وارد نیروگاه می شود و با برخورد به پره های توربین آن ها را به حرکت درمی آورد. حرکت چرخشی توربین توسط یک محور به ژنراتور منتقل می شود. در ژنراتور، انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی تبدیل می گردد. شکل ۳-۵ نشان می دهد که چگونه یک نیروگاه، انرژی زمین گرمایی را که به شکل بخار و با فشار زیاد از چاه های حفر شده خارج می شود، به انرژی الکتریکی تبدیل می نماید. بخار آب با از دست دادن انرژی خود، پس از تبدیل شدن به مایع، مجدداً به زمین بازگردانده می شود.



شکل ۳-۵ اصول کار نیروگاه های بخار در دو مرحله است:

- ۱- تبدیل انرژی بخار آب به انرژی مکانیکی در توربین
- ۲- تبدیل انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی در ژنراتور

در بعضی مناطق، زمین برای تولید بخار از گرمای مناسب برخوردار است. اما در اعماق زمین، آبی وجود ندارد که به صورت بخار و از طریق حفاری به آن دست یافت. در این حالت با حفر چاه و تزریق آب به اعماق زمین و استفاده از حرارت سنگ های اعماق زمین، ضمن تبدیل کردن آب به بخار، از آن در تولید الکتریسیته استفاده می کنند.

در روشی دیگر، برای استفاده از انرژی زمین گرمایی به مخزن زمین گرمایی نیاز نیست و تقریباً

در همهٔ نقاط زمین می‌توان آن را به کار برد. این روش که پمپ حرارتی^۱ نام دارد، یکی از متداول‌ترین راه‌ها برای استفاده از انرژی زمین گرمایی به منظور سرمایش و گرمایش ساختمان‌های اداری، تجاری و منازل است. پدیدهٔ قابل توجهی، که روش پمپ حرارتی بر آن استوار شده است، ثابت بودن دمای زمین در عمق حدود ۳ متر است. این دما در تابستان و در زمستان حدود 10° تا 16° درجهٔ سلسیوس است. برای این منظور کافی است آب سیستم تهویهٔ ساختمان، پس از اقدام به لوله‌کشی، در یک مدار بسته به عمق موردنظر فرستاده شود. شکل ۶-۳ نشان می‌دهد که در زمستان آب نزدیک به 10°C به عمق زمین فرستاده می‌شود و پس از گرفتن حرارت از زمین، با دمای حدود 16° تا 10° به داخل ساختمان برمی‌گردد. البته این آب فقط پیش گرم شده است و جهت گرم کردن ساختمان باید به دمای حدود 60° تا 70° درجهٔ سلسیوس برسد، که این کمبود با استفاده از منابع دیگر مثل سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. به این ترتیب در مصرف سوخت فسیلی صرفه‌جویی شده است. در تابستان



شکل ۶-۳ چگونگی کار پمپ حرارتی در زمستان

(شکل ۷-۳) آب ارسالی از ساختمان به عمق زمین باز هم با دمای حدود 16° تا 10° برگردانده می‌شود که آب با این دما برای استفاده در سیستم تهویه و خنک کردن فضای داخل ساختمان مناسب است. روش پمپ حرارتی در نواحی خیلی سرد یا خیلی گرم بازدهی و اثربخشی بیش‌تری دارد و هیچ‌گونه آلودگی ایجاد نمی‌کند. تنها محدودیت این روش نیاز داشتن به فضای زیاد در اطراف

ساختمان است، تا بتوان لوله‌ها را در عمق حدود سه متری زمین دفن کرد.



شکل ۷-۳ چگونگی کار پمپ حرارتی در تابستان

معایب انرژی زمین گرمایی: استفاده وسیع از انرژی زمین گرمایی در یک منطقه، مثلاً برای استفاده در یک نیروگاه، ممکن است ناپایداری‌هایی در ساختار زمین به وجود آورد. به خصوص هنگامی که مخزن زمین گرمایی فاقد آب و بخار آب باشد. لازم است آب مورد نیاز جهت تولید بخار، به داخل آن تزریق شود. همچنین، بخار آب خروجی از مخزن زمین گرمایی حاوی مقادیری ترکیبات گوگردی (H_2S) و CO_2 است، که با خود از اعماق زمین به همراه آورده است. ترکیبات گوگردی به شدت خورنده هستند و لوله‌ها و وسایلی که با بخار آب یا آب حاوی این ترکیبات تماس دارند باید از آلیاژهای مقاوم در برابر خوردگی ساخته شوند. جداسازی این ترکیبات و ورود آن‌ها به اتمسفر نیز باعث آلودگی هوا می‌شود.

البته در هر شرایطی نیروگاه‌های بخار، که با انرژی زمین گرمایی کار می‌کنند، بیش از پنج درصد آلودگی هوایی که توسط نیروگاه‌های بخار با سوخت فسیلی به وجود می‌آید، تولید نخواهند نمود. تأکید می‌شود این معایب فقط به نیروگاه‌های بخاری، که از انرژی زمین گرمایی استفاده می‌کنند، مربوط می‌شود و دو روش دیگر هیچ‌گونه مشکل زیست محیطی ندارند.

۳-۳ انرژی خورشیدی

بشر از ابتدای خلقت از گرمای آفتاب بهره برده است. اما دقیقاً مشخص نیست از چه زمان به

شکل هوشمندانه از انرژی خورشیدی استفاده کرده است. بقایای بناهای تاریخی در ایران و یونان نشان می‌دهد که این اقوام ساختمان‌های خود را رو به جنوب می‌ساختند و با تعبیه پنجره از گرما و نور آفتاب استفاده می‌کردند.

ارشمیدس با استفاده از آینه‌های مقعر، کشتی‌های رومی‌ها را، که قصد حمله به جزیره سیسیل^۱ را داشتند، به آتش کشید. قرن‌ها قبل از آن بشر آموخته بود که چگونه نور خورشید را به کمک عدسی‌های ابتدایی و ساده متمرکز سازد و آتش درست کند.

از اواخر قرن نوزدهم در اروپا و آمریکا تجهیزاتی که بتوان به کمک نور خورشید گرما و آب گرم منازل را تأمین کرد به بازار عرضه شد و به صورت یک کسب و کار نسبتاً پررونق درآمد. با گسترش استفاده از سوخت‌های فسیلی و به‌خصوص با ورود گاز طبیعی به بازار اروپا و آمریکا، انرژی خورشیدی جایگاه خود را از دست داد. امروزه به دلیل مشکلاتی که سوخت‌های فسیلی پدید آورده، بشر بار دیگر به انرژی‌های تجدیدپذیر، از جمله انرژی خورشیدی، روی آورده است.

انرژی تابشی که توسط نور خورشید در هر ساعت به زمین می‌تابد، بیش از کل انرژی‌ای است که ساکنان زمین در یک سال مصرف می‌کنند. تمام تلاش دانشمندان و پژوهشگران در این حوزه به بهره‌گیری از این انرژی تابشی پراکنده، با «بازده بالا» و «هزینه کم» معطوف شده است. روش‌های استفاده از انرژی خورشیدی به شرح زیر است:

۱- تبدیل انرژی خورشیدی به جریان الکتریسیته به کمک سلول‌های فتوولتائیک^۲ و تولید الکتریسیته از آفتاب در نیروگاه‌های بخار خورشیدی؛

۲- آب گرم‌کن خورشیدی قابل استفاده در منازل و ساختمان‌های مختلف؛

۳- طراحی مناسب ساختمان‌ها به گونه‌ای که حداکثر بهره‌برداری از انرژی تابشی خورشید در جهت روشنایی و گرم کردن ساختمان شده باشد.

سلول‌های فتوولتائیک که به آن‌ها سلول‌های خورشیدی^۳ نیز می‌گویند از جنس مواد نیمه‌هادی سیلیکونی^۴ هستند و با تابش نور خورشید به آن‌ها، الکتریسیته تولید می‌کنند. براساس نظریه پلانک، نور خورشید از بسته‌های پر انرژی به نام فوتون ساخته شده است. وقتی نور خورشید به این سلول‌ها برخورد می‌کند، فوتون‌ها انرژی خود را به الکترون‌های لایه آخر سیلیکون می‌دهند و آن‌ها را از اتم

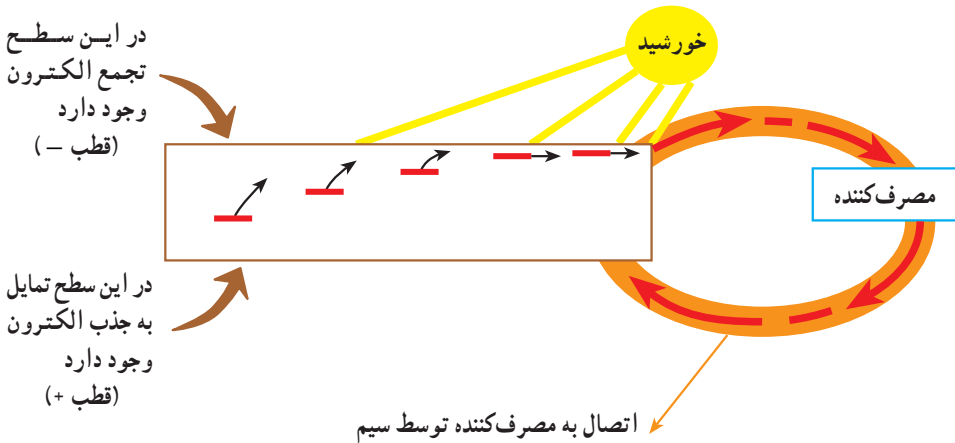
۱- سیسیل شهری است در ایتالیا

۲- Photovoltaic Cells (PV Cells)

۳- Solar Cells

۴- Silicon - Semiconducting Materials

خود جدا می‌کنند. این الکترون‌های آزاد در سطحی، که رو به خورشید قرار دارد، تجمع می‌کنند و موجب اختلاف پتانسیل با سطح دیگر سلول (که نور به آن نتاییده است) می‌شوند و در صورت اتصال این دو سطح به یکدیگر توسط سیم، جریان الکتریسیته برقرار می‌شود.



شکل ۸-۳ طرز کار یک سلول فتوولتاییک

همان‌طور که دیدید، سلول‌های خورشیدی، فتون‌ها^۱ را به ولتاژ^۲ تبدیل می‌کنند و به همین دلیل به آن‌ها نام سلول فتوولتاییک داده‌اند. چون یک سلول فتوولتاییک به تنهایی انرژی الکتریکی اندکی تولید می‌کند، معمولاً ۴۰ سلول را به یکدیگر وصل می‌کنند و یک صفحه از سلول‌ها را که می‌تواند بین ۱۰ تا ۳۰۰ وات انرژی الکتریکی تولید کند، می‌سازند. از کنار هم قرار گرفتن حداقل ۶ تا ۹ عدد از صفحات، یک واحد خورشیدی ساخته می‌شود. برای تأمین انرژی الکتریکی یک خانه، معمولاً ۱۰ تا ۲۰ واحد خورشیدی نیاز است (شکل ۹-۳).

یادآوری می‌شود در روش فتوولتاییک جریان مستقیم (DC)^۳ تولید می‌شود و قبل از مصرف باید به جریان (AC)^۴ تبدیل شود.

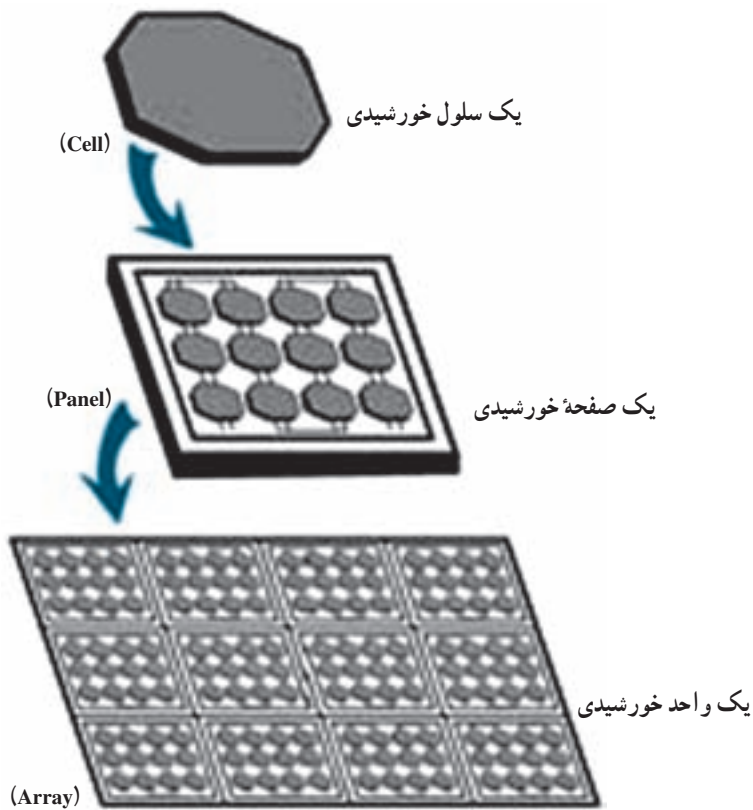
شکل ۱۰-۳ نمایی از یک نیروگاه فتوولتاییک را نشان می‌دهد که از چندین واحد خورشیدی تشکیل شده است. در نوع پیشرفته‌تر، واحدهای خورشیدی به کمک یک موتور همراه با حرکت خورشید در آسمان، چرخیده و همواره رو به آفتاب قرار می‌گیرند.

۱- Photon

۲- Voltage

۳- Direct Current

۴- Alternating Current



شکل ۹-۳ سلول (Cell)، صفحه (Panel or Module) و واحد (Array) فتوولتاییک



شکل ۱۰-۳ یک نیروگاه فتوولتاییک

روش دیگر جهت تولید برق استفاده از انرژی خورشیدی جهت تولید بخار آب و استفاده از آن در نیروگاه بخار است. به این منظور باید ابتدا نور خورشید را بر روی مخازن آب متمرکز نمود. سه نوع وسیله اصلی جهت جمع آوری پرتوهای خورشید و متمرکز نمودن آن به کار می رود:

– آینه‌های سهموی (شکل ۳-۱۱)

– بشقاب‌های خورشیدی (شکل ۳-۱۲)

– برج‌های خورشیدی (شکل ۳-۱۳)



شکل ۳-۱۱ آینه‌های سهموی

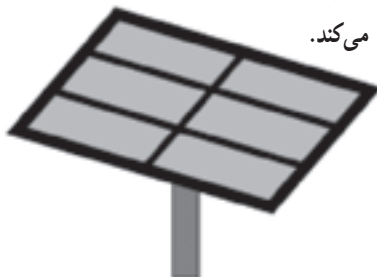


شکل ۳-۱۲ بشقاب‌های خورشیدی



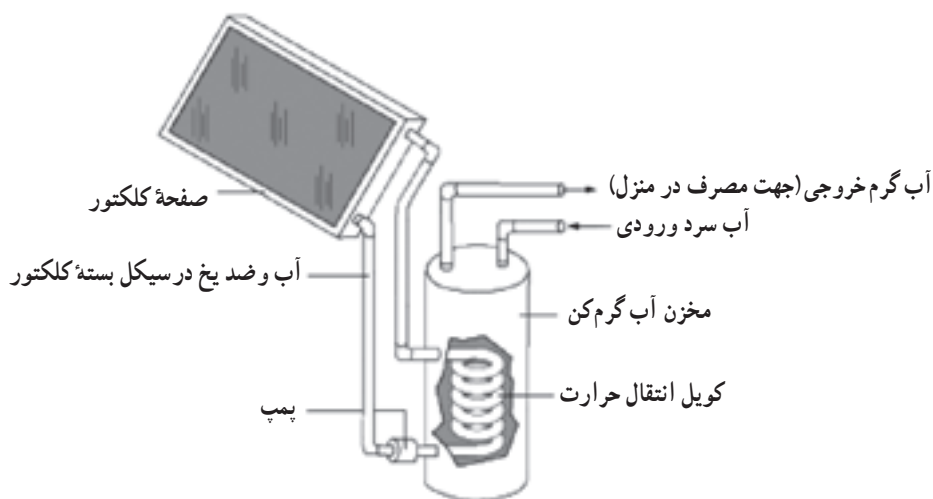
صفحه دریافت‌کننده که در آن لوله‌های سیال تعبیه شده و سیال حرارت را جذب می‌کند.

آینه چرخان که نور خورشید را بر روی صفحه دریافت‌کننده متمرکز می‌کند.



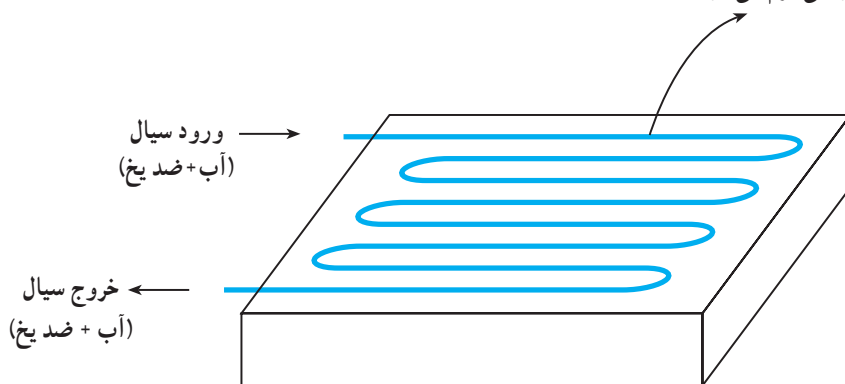
شکل ۱۳-۳ برج‌های خورشیدی

روش دوم جهت استفاده از انرژی خورشیدی که بسیار متداول است و نیاز به تجهیزات و فناوری پیشرفته ندارد آب گرم‌کن خورشیدی است. شکل ۱۴-۳ یک آب گرم‌کن خورشیدی ساده را نشان می‌دهد. مخزن آب گرم‌کن توسط کویل حرارتی گرم می‌شود. در درون کویل حرارتی، سیالی (مثلاً مخلوط آب و ضد یخ، جهت جلوگیری از انجماد در فصل زمستان) جریان دارد که گرمای خورشید را از کلکتور می‌گیرد و به آب داخل مخزن آب گرم‌کن پس می‌دهد. شکل ۱۵-۳، یک نمونه کلکتور را نشان می‌دهد. صفحه شیشه‌ای به انرژی تابشی خورشید اجازه ورود می‌دهد.



شکل ۱۴-۳ شمای ساده یک آب گرم کن خورشیدی

لوله‌های داخل کلکتور که طول زیادی دارند و سیال داخل آن‌ها با عبور از این مسیر طولانی گرم می‌شود.



شکل ۱۵-۳ نمونه ساده یک کلکتور

سومین روش استفاده از انرژی خورشیدی که به کارگیری طراحی مناسب ساختمان‌ها است قدمت تاریخی دارد^۱. ساختمان باید به گونه‌ای طراحی شود که:

– به روشنایی مصنوعی نیاز نباشد و در طول روز به کمک نور خورشید کلیه فضاها به میزان کافی نور داشته باشند.

– از پنجره‌های نسبتاً بزرگ برای دریافت نور خورشید و گردش مناسب هوا در داخل ساختمان جهت گرم شدن کلیه قسمت‌های ساختمان استفاده شود.

– از سایبان‌های مناسب جهت جلوگیری از تابش نور خورشید در تابستان به داخل منزل استفاده شود.

– استفاده از عایق‌های مناسب در دیوارها و سقف‌ها و پنجره‌های دو جداره، به منظور جلوگیری از اتلاف انرژی، استفاده شود.

معایب انرژی خورشیدی: سه مشکل عمده در مصرف انرژی خورشیدی وجود دارد. اول آن که بازده روش‌های مختلفی که شرح داده شد زیاد نیست. برای مثال بازده یک سلول فتوولتائیک ۱۵٪ است، یعنی فقط ۱۵٪ انرژی تابیده شده را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. مشکل دوم گران‌قیمت بودن تجهیزات موردنیاز برای تبدیل انرژی خورشیدی به دیگر انواع انرژی است و دست آخر آن که نور خورشید فقط در روز می‌تابد و در هوای ابری کارآیی دستگاه‌هایی که با نور خورشید کار می‌کنند کاهش می‌یابد.

پرسش:

در خصوص این عبارت توضیح دهید: انرژی باد، انرژی زیست توده و انرژی فسیلی را می‌توان از انواع انرژی خورشیدی برشمرد.

۳-۴ انرژی باد

استفاده بشر از انرژی باد به بیش از ۵۰۰۰ سال قبل برمی‌گردد. از جمله ایرانی‌ها، رومی‌ها، مصری‌ها و چینی‌ها در استفاده از آن برای قایق‌رانی پیش‌تاز بودند. هم‌چنین، این اقوام به تدریج باد گرفتند که چگونه با استفاده از انرژی باد و به کمک ابزار ابتدایی آب را از چاه بیرون آورند و زمین‌های کشاورزی خود را سیراب نمایند.

۱- به این روش Passive Solar می‌گویند، که می‌توان آن را استفاده از انرژی خورشیدی به روش غیرفعال ترجمه نمود.

امروزه نیز انرژی باد جزء متداول‌ترین انواع انرژی‌های تجدیدپذیر است و پیش‌بینی می‌شود مصرف آن بیش از دیگر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر رشد و توسعه یابد. در پایان سال ۲۰۰۷، نیروگاه‌های بادی ۵۰/۰۰۰ مگاوات برق تولید کردند که حدود یک درصد الکتریسیته مصرف شده در جهان بود. در این سال دانمارک پیش‌تاز استفاده از انرژی باد بود و نوزده درصد الکتریسیته مصرفی خود را از نیروگاه‌های بادی تأمین کرد.

دو روش برای استفاده از انرژی باد وجود دارد. روش اول، که تاریخچه آن نیز شرح داده شد، استفاده مستقیم از انرژی باد است. اخیراً یک کشتی تجاری غول‌پیکر با نصب بادبان‌های بزرگ در مصرف سوخت خود به میزان قابل ملاحظه‌ای صرفه‌جویی کرد. آسیاب‌های بادی امروزه هم‌چنان



کاربرد دارند. شکل ۱۶-۳ یک پمپ آب سرچاه را نشان می‌دهد که با انرژی باد کار می‌کند. در سال‌های اخیر روش دوم که تبدیل انرژی باد به انرژی الکتریکی است، کاربرد گسترده‌ای یافته است. از واحدهای کوچک تولید برق بادی، که نیاز یک خانه را تأمین می‌کند تا مجموعه‌های بزرگ که به آن‌ها «نیروگاه بادی» یا «مزرعه باد» می‌گویند و به شبکه سراسری برق کشورها متصل است، کارایی خود را اثبات کرده‌اند.

شکل ۱۶-۳ پمپ آب سرچاهی که با انرژی باد کار می‌کند.

شکل‌های ۱۷-۳ و ۱۸-۳ به ترتیب یک مولد برق بادی خانگی و یک نیروگاه بادی را نشان می‌دهند. تجهیزات تولید برق بر روی دکل‌ی به ارتفاع ۳۰ متر و بیش‌تر نصب می‌شود تا بتواند انرژی باد بیش‌تری را جذب نماید. شکل ۱۹-۳ نشان می‌دهد که این تجهیزات از دو قسمت اصلی تشکیل شده است: توربین باد و ژنراتور. توربین باد از پره‌ها، محور اصلی و جعبه‌دنده (که با یک سیستم ترمز از ژنراتور جدا شده) تشکیل گردیده است. ژنراتور با حرکت چرخشی محور پرسرعت، الکتریسیته تولید می‌کند. وظیفه جعبه‌دنده آن است که حرکت چرخشی نسبتاً آهسته محور اصلی را به حرکت چرخشی با سرعت زیاد تبدیل کند. هرچه سرعت چرخش محور پرسرعت بیش‌تر باشد، توان الکتریکی بیش‌تری تولید می‌شود. سیستم ترمز، هنگامی که سرعت باد بیش از اندازه باشد یا به هنگام تعمیرات، مورد استفاده قرار می‌گیرد و از حرکت چرخشی پره‌ها جلوگیری می‌کند.

توان تولید الکتریسیته توسط هر مولد برق بادی کوچک حدود یک تا ده کیلووات است. مولدهای بزرگ‌تر که برای استفاده در مزارع و ساختمان‌های تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند تا ۱۰۰ کیلووات توان الکتریکی تولید می‌کنند. امروزه با استفاده از فناوری‌های جدید در ساخت تجهیزات، مولدهای برق بادی با ارتفاع دکل ۷۰ متری ساخته شده‌اند و قادرند توان الکتریکی حدود ۱۵۰۰ کیلووات تولید کنند. در یک نیروگاه بادی بعضاً تا ۴۰۰ دکل مولد برق بادی نصب می‌شود.

پرسش:

فرض کنید یک مولد برق بادی که می‌تواند ۱ کیلووات ساعت توان الکتریکی تولید کند، در ۳۰۰ روز در سال و هر روز ۵ ساعت در معرض باد مناسب قرار گیرد و بتواند حداکثر توان را تولید کند: الف) در سال چند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی تولید می‌کند؟ ب) با مراجعه به قبض برق منزل خود، مقدار انرژی الکتریکی مصرفی خانواده را در یک سال تخمین بزنید و جواب به‌دست آمده را با قسمت الف مقایسه کنید.

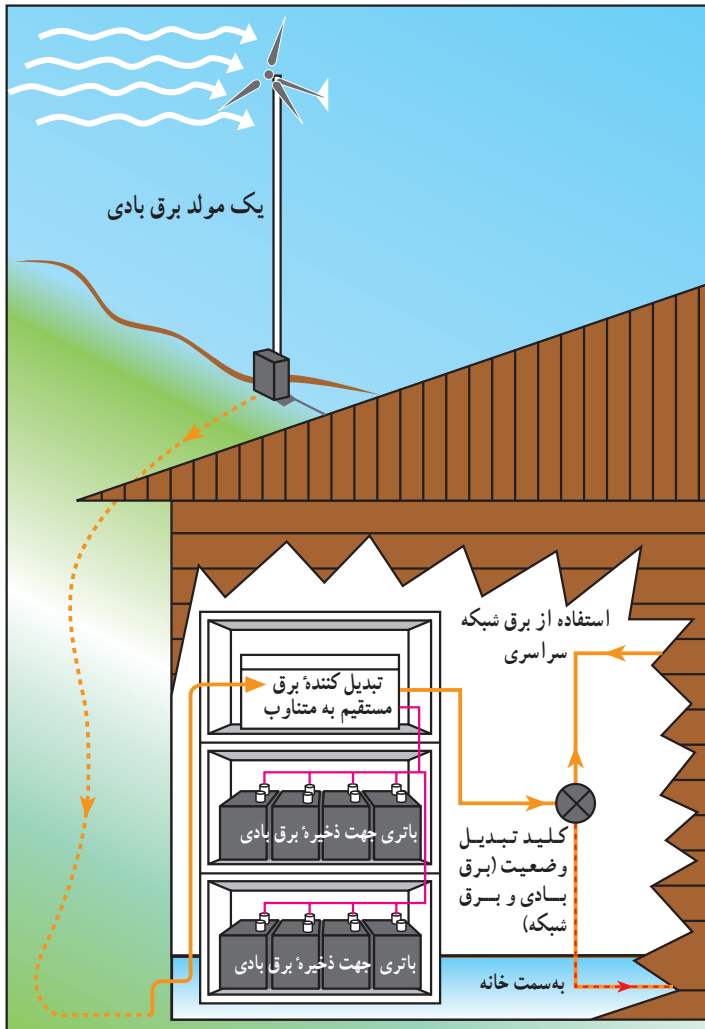
معایب انرژی باد: قبل از نصب یک مولد برق بادی یا یک نیروگاه بادی مطالعات جامعی در خصوص سرعت باد و روزهایی که وزش باد در منطقه قابل قبول است، انجام می‌شود. باید معایب کاربرد این نوع انرژی را دقیقاً شناخت و در جهت کاهش یا رفع آن‌ها اقدام نمود. این معایب عبارت‌اند از:

– وزش باد به‌طور دقیق قابل پیش‌بینی نیست و حتی در یک منطقه باد خیز ممکن است در بعضی روزها باد نوزد.

– توربین و ژنراتور ممکن است بر امواج تلویزیونی اطراف خود تأثیر بگذارد و گیرنده‌های

اطراف آن‌ها با مشکل مواجه شوند.

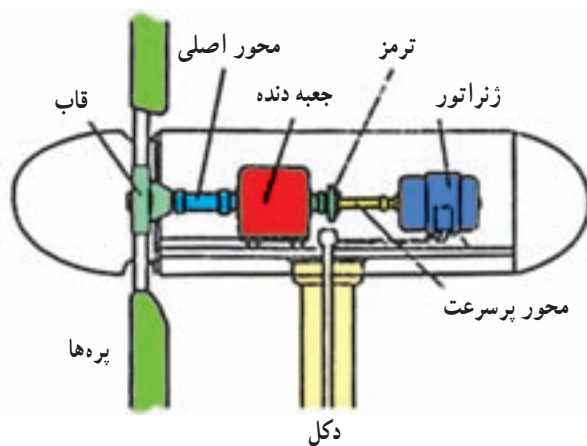
– سر و صدای ناشی از قسمت‌های متحرک تا فاصله ۲۰۰ متر موجب ناراحتی ساکنان منطقه می‌شود. البته امروز با استفاده از فناوری‌های جدید سر و صدای این تجهیزات به شدت کاهش یافته است.
– پره‌های توربین باد می‌تواند باعث مرگ پرندگان شوند، لذا ساخت نیروگاه بادی در محل‌هایی که زیستگاه پرندگان یا مسیر عبور پرندگان مهاجر است به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود.



شکل ۱۷-۳ یک مولد برق بادی خانگی. هنگامی که باد نمی‌وزد، از انرژی الکتریکی ذخیره شده در باتری‌ها یا برق شبکه سراسری استفاده می‌کنند.



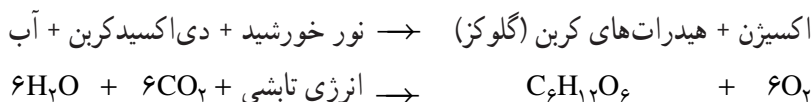
شکل ۱۸-۳ نیروگاه بادی یا مزرعه باد



شکل ۱۹-۳ توربین بادی (شامل پره‌ها، محور اصلی، جعبه دنده، ترمز و محور پرسرعت) و ژنراتور

۳-۵ انرژی زیست توده^۱

مواد آلی که از گیاهان، حیوانات و انسان به اشکال گوناگون حاصل می‌شود، «زیست توده» نام دارد. این مواد انرژی خورشید را در خود ذخیره دارند. به این ترتیب که گیاهان از طریق فرآیند فتوسنتز انرژی تابشی خورشید را به هیدرات‌های کربن^۲ که موادی با انرژی شیمیایی قابل توجه‌اند، تبدیل می‌کنند:



حیوانات از گیاهان و انسان از گیاهان و حیوانات تغذیه می‌نمایند و این مواد پراثری را جذب می‌کنند. بنابراین جنگل‌ها، ضایعات صنایع چوب و کاغذ، محصولات کشاورزی، ضایعات کشاورزی، مدفوع انسان‌ها و حیوانات (فاضلاب‌ها) و زباله‌های شهری، که حاوی مقادیر زیادی هیدرات‌های کربن‌اند و از منابع تجدیدپذیر انرژی محسوب می‌شوند، می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

استفاده از انرژی زیست توده با کشف آتش آغاز شد و استفاده از انرژی حاصل از سوختن چوب، بعد از انرژی خورشیدی، قدیمی‌ترین منبع تأمین انرژی بشر شناخته شده است. باید توجه داشت که در بحث کاربرد انرژی زیست توده، به خصوص در کشور ما، استفاده از «ضایعات» گیاهی، حیوانی و انسانی مطرح است و استفاده از جنگل‌ها و محصولات کشاورزی، به دلیل محدودیت زمین‌های حاصل خیز، کم‌تر مورد توجه است.

فناوری‌های متداول جهت استفاده از انواع انرژی‌های زیست توده به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

۱- سوزاندن زیست توده و استفاده مستقیم از حرارت حاصل، جهت گرم کردن منازل، اماکن عمومی، پخت و پز؛

۲- سوزاندن زیست توده در نیروگاه‌ها و تولید انرژی الکتریکی؛

۳- تبدیل زیست توده به سوخت‌هایی شناخته شده، نظیر بیوگاز^۳ (متان)، بیودیزل^۴ (جایگزین گازوئیل) و اتانول.

حال به تشریح انواع منابع زیست توده و نحوه کاربرد آن‌ها می‌پردازیم.

۱- Biomass Energy

۲- Carbohydrates

۳- Biogas

۴- Biodiesel

ضایعات صنایع چوب و کشاورزی: در صنایع چوب و کاغذ ضایعات فراوانی نظیر شاخ و برگ و پوست درختان، ضایعات و براده‌های اره، تراشه‌های رنده و کُنده‌های غیرقابل استفاده به میزان قابل توجه تولید می‌شود. امروزه در کارخانجات بزرگ چوب و کاغذ، یک نیروگاه کوچک جهت تولید برق مورد نیاز کارخانه وجود دارد که نیمی از سوخت خود را از ضایعات کارخانه تأمین می‌کند. در این نیروگاه از زیست‌توده به منظور سوخت جهت تولید بخار آب با فشار بالا استفاده می‌شود. این بخار را از روی پره‌های توربین عبور می‌دهند و آن را به حرکت درمی‌آورند. حرکت دورانی توربین توسط یک ژنراتور به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

ضایعات کشاورزی نظیر پوست و ساقه ذرت، شلتوک برنج، ساقه گندم و غلات نیز می‌توانند به عنوان یک منبع انرژی مورد استفاده قرار گیرند. در مواردی که این ضایعات به اندازه کافی نباشند تا در یک نیروگاه جهت تولید الکتریسیته مورد استفاده قرار گیرند. در این صورت منبعی برای تغذیه دام‌ها یا سوخت برای گرم کردن منازل روستاها محسوب می‌شوند.

زباله‌های شهری: سوزاندن زباله‌های شهری، به خصوص در مناطقی که فضای کافی برای دفن آن‌ها وجود ندارد، از گذشته مرسوم بوده است. امروزه زباله‌ها، مواد لاستیکی، پلاستیکی، نایلون‌ها و هر آنچه را که منشأ نفتی دارد از زباله‌ها جدا می‌کنند و آنچه را که منشأ گیاهی دارد (زیست‌توده) می‌سوزانند و از حرارت آن برق تولید می‌کنند. یک تن زباله می‌تواند معادل ۲۵۰ کیلوگرم زغال‌سنگ برق تولید کند.

در مناطقی که زمین کافی برای دفن زباله‌های شهری وجود دارد، زیست‌توده بر اثر فعالیت باکتری‌ها در زیر خاک تجزیه می‌شود و گازی تولید می‌کند که به آن «بیوگاز» یا «زیست‌گاز» می‌گویند. این همان گاز متان^۱ است که در فصل صنایع نفت با آن آشنا شدید.

این گاز، علاوه بر آن که خطر انفجار دارد، اثر گل‌خانه‌ای آن به مراتب شدیدتر از گاز دی‌اکسیدکربن است. به همین دلیل، اگر حجم بیوگاز تولید شده قابل ملاحظه باشد، به گونه‌ای که جمع‌آوری و انتقال آن به شهر (که نباید خیلی دور از محل دفن زباله باشد) صرفه اقتصادی داشته باشد، این زباله‌ها منبع تجدیدپذیر و قابل اعتماد برای تأمین انرژی ما خواهند بود. اگر به هر دلیل امکان انتقال بیوگاز نباشد، حتماً باید آن را سوزاند و به گاز CO₂ تبدیل کرد. زیرا خطر متان برای

۱- یادآوری می‌شود که متان با فرمول CH₄، جزء اصلی گاز طبیعی است که به صورت گسترده در کشور ما مصرف می‌شود. وقتی این گاز از منابع زیست‌توده به دست آید به آن «بیوگاز» گویند.

محیط زیست و ایجاد آلودگی هوا، بسیار بیش‌تر از گاز دی‌اکسیدکربن است.

زیست‌سوخت‌ها^۱: زیست‌سوخت‌ها به دو دسته گاز و مایع تقسیم می‌شوند. زیست‌سوخت گازی همان بیوگاز (زیست‌گاز) است که با آن آشنا شدید. تولید بیوگاز از فاضلاب‌ها و فضولات انسانی و حیوانی به‌خصوص در روستاها و مناطق دورافتاده متداول است. روش کار بسیار ساده است، کافی است مخزنی به کمک آجر یا فلز در زیرزمین تعبیه شود و مدفوع انسان یا حیوان در آن جمع‌آوری شود. این مخزن زیرزمینی کاملاً درزگیری می‌شود و هیچ‌گونه راه نفوذ هوا ندارد. با فعالیت باکتری‌ها و تجزیه شدن زیست توده داخل مخزن، گاز متان (بیوگاز) تولید می‌شود. بیوگاز تولیدشده از طریق لوله‌کشی به منازل می‌رسد و جهت گرم کردن منازل و پخت‌وپز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مواردی حتی این مخازن در حیاط یک خانه روستایی تعبیه می‌شود و هر خانه بیوگاز مورد نیاز خود را از تجزیه فاضلاب خود تهیه می‌کند. این روش در روستاهای کشور به سادگی قابل اجراست و می‌تواند منبع قابل اطمینانی برای تأمین انرژی روستاها باشد.

دسته دوم زیست سوخت‌ها مایع‌اند و دو نوع اصلی و پرمصرف آن‌ها اتانول^۲ (از خانواده الکل‌ها) و بیودیزل^۳ (سوخت جای‌گزین گازوئیل در موتورهای دیزل) نام دارند. گفتنی است ایده استفاده از زیست سوخت‌ها، ایده جدیدی نیست. آقای رادولف دیزل^۴، که مخترع موتورهای دیزلی است، اولین بار از روغن‌های مایع گیاهی به منظور سوخت استفاده کرد. در سال ۱۹۰۰ میلادی در نمایشگاه جهانی پاریس، او موتور دیزل خود را که با سوخت «روغن بادام» کار می‌کرد به نمایش گذاشت. در این نمایشگاه هنری فورد^۵ موتوری به نام «مدل T» را به نمایش گذاشت که از اتانول برای سوخت استفاده می‌کرد. با ورود نفت و مشتقات آن به عرصه انرژی جهان، این سوخت فسیلی فراوان و ارزان جای همه انواع زیست‌سوخت‌ها را گرفت. با توجه به محدودیت سوخت‌های فسیلی و گران شدن آن و به‌خصوص موضوع آلودگی هوا، امروزه زیست سوخت‌ها مجدداً مورد توجه قرار گرفته‌اند.

روغن‌های گیاهی چه به‌صورت مصرف‌شده و چه به‌صورت تازه ماده اولیه تولید بیودیزل‌اند. روغن آفتاب‌گردان، سویا، بادام، ذرت و ... برای پخت و پز مورد استفاده قرار می‌گیرند. روغن‌های مصرف شده در آشپزخانه منازل و رستوران‌ها، بعد از انجام یک سری عملیات فیزیکی و شیمیایی

۱ - Biofuels

۲ - Ethanol (C_۲H_۵OH)

۳ - Biodiesel

۴ - Rudolf Diesel

۵ - Henry Ford

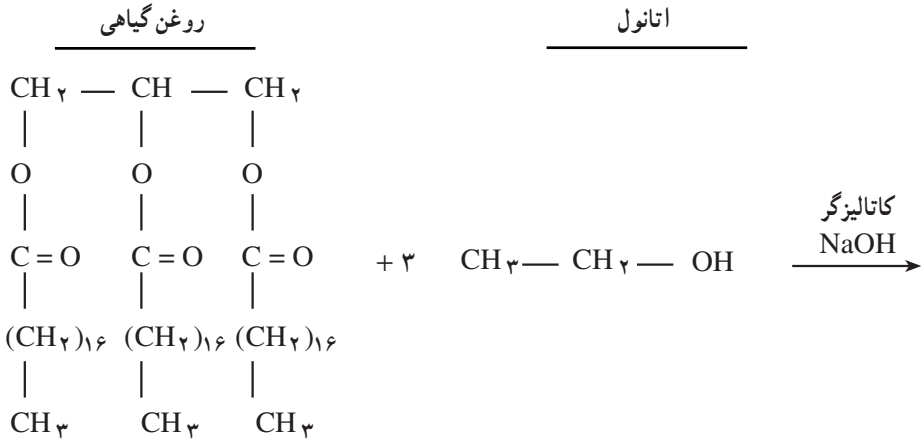
نسبتاً ساده، به بیودیزل تبدیل می‌شوند. اگر از این روغن‌ها مستقیماً در موتورهای دیزل امروزی استفاده کنیم، موجب آسیب موتور خواهند شد.

استفاده از بیودیزل به صورت مخلوط با گازوئیل یا به تنهایی، از سایش میان اجزای موتور می‌کاهد و از نظر قابلیت اشتعال از گازوئیل ایمن‌تر است. البته چون بیودیزل در دمای بالاتری نسبت به گازوئیل آتش می‌گیرد، ترکیبات NO_x بیش‌تری نسبت به گازوئیل تولید می‌کند. علاوه بر آن، بیودیزل به دلیل خاصیت حلالیت بالایی که دارد موجب صدمه زدن به قطعات لاستیکی سیستم سوخت‌رسانی می‌شود و موتورهایی که از این سوخت استفاده می‌کنند باید سیستم سوخت‌رسانی آنها اصلاح شود.

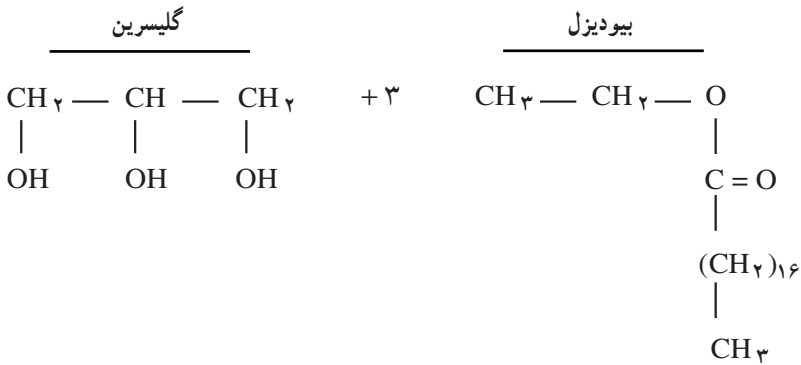


شکل ۲-۳ بیودیزل

روغن‌های گیاهی و حیوانی ترکیباتی هستند با فرمول ساختاری زیر:



اگر بر روی ترکیب فوق یکی از الکل‌ها مثلاً متانول (CH_3OH) یا اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)^۱ بریزیم، در حضور کاتالیزگر NaOH یا KOH، استر بلند زنجیری به دست می‌آید که همان بیودیزل است. محصول جانبی این واکنش نیز گلیسرین^۲ است، که ماده باارزشی است.

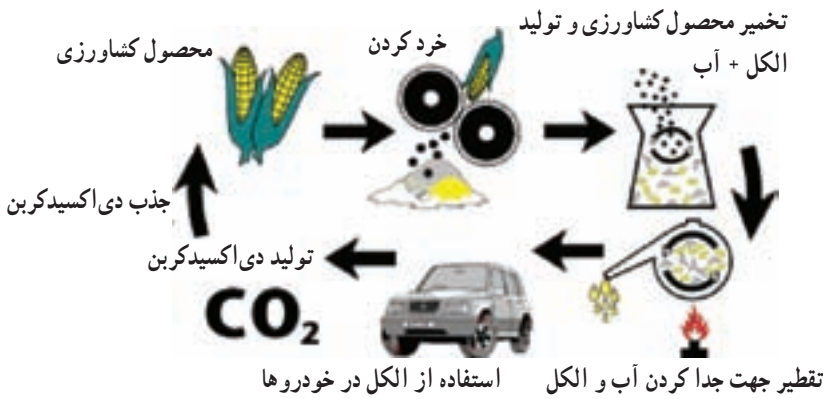


۱- چون متانول ماده‌ای بسیار سمی و خطرناک است، در کارگاه‌های کوچک تولید بیودیزل از اتانول استفاده می‌کنند.

۲- Glycerin

اتانول یکی دیگر از زیست سوخت‌هاست که محمدبن زکریای رازی آن را کشف کرد. اتانول از تخمیر قند موجود در محصولات کشاورزی نظیر انگور، خرما، سیب، ذرت و... به دست می‌آید. امروزه صنایع بزرگ تولید اتانول از تفاله‌های چغندر، ذرت و نظایر آن‌ها استفاده می‌کنند. برزیل کشوری است که در استفاده از اتانول به منظور سوخت خودروها در جهان دارای رتبه اول است حدود $\frac{1}{3}$ سوخت مصرفی خودروها در برزیل از اتانول تأمین می‌شود و بقیه آن بنزین است. در برزیل خودروهایی طراحی شده است که فقط با اتانول کار می‌کنند. هم چنین، در تمامی خودروها بین ۱۰ تا ۲۰ درصد اتانول با بنزین مخلوط شده است. در موتور این نوع خودروها تغییراتی جزئی داده‌اند تا بتواند با مخلوط بنزین و اتانول کار کند. یادآوری می‌شود که برزیل از تولیدکنندگان و صادرکنندگان اصلی اتانول در جهان است.

حال که با انرژی زیست توده و انواع آن آشنا شدید، شاید این سؤال به ذهن شما آمده باشد که چرا به انرژی زیست توده «انرژی پاک» می‌گویند؟ مگر نه آن که با سوزاندن هریک از انواع آن کم و بیش مقداری CO_2 تولید می‌شود؟ شکل ۲۱-۳ به این سؤال جواب می‌دهد. انواع زیست توده منشأ گیاهی دارد و گیاه به هنگام رشد و نمو به اندازه کافی CO_2 از جو زمین جذب کرده است. بنابراین، به هنگام سوزاندن آن و تولید دی‌اکسیدکربن، در مقدار کل CO_2 جهان تأثیر نمی‌گذارد.



شکل ۲۱-۳ چرخه تولید و مصرف CO_2 در استفاده از انرژی زیست توده

معایب زیست توده: یکی از عمده مشکلات انرژی زیست توده (هنگامی که از محصولات کشاورزی استفاده می‌شود) محدودیت زمین‌های حاصل خیز و پرآب در جهان است که موجب

کمبود مواد غذایی در جهان شده و بسیاری از مردم کرهٔ خاکی را با بحران تغذیه روبه‌رو کرده است. استفاده از ضایعات کشاورزی، انسانی و حیوانی نیز با مشکل جمع‌آوری و تفکیک روبه‌روست که در بسیاری از موارد هزینه‌های آن، استفاده از انرژی زیست‌توده را از نظر اقتصادی زیرسؤال می‌برد.

۳-۶ انرژی آب

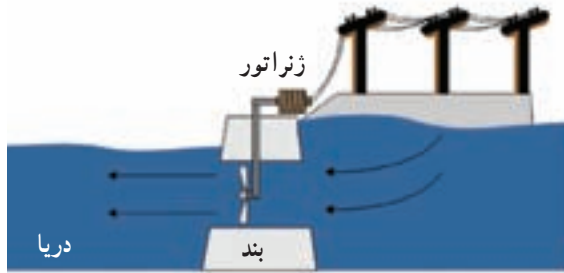
استفادهٔ مستقیم از انرژی جریان آب جویبارها و رودخانه‌ها در به‌گردش درآوردن آسیاب‌های آبی از دیرباز متداول بوده است. امروزه با ایجاد سد، از انرژی پتانسیل آب ذخیره شده در پشت سد برای تولید الکتریسیته استفاده می‌کنند. با بازکردن دریچه‌های سد، آب با فشار کنترل شده جریان می‌یابد و پره‌های توربین را به حرکت درمی‌آورد. ژنراتور این حرکت چرخشی را به الکتریسیته تبدیل می‌کند. تولید برق از آب، با این روش، یکی از پاک‌ترین انواع تولید انرژی است که در کشور ما نیز از آن استفاده می‌شود و علاوه بر تأمین آب موردنیاز شهری و کشاورزی از جاری شدن سیل در سال‌های پربارش جلوگیری می‌کند.

استفاده از انرژی جزر و مد دریاها در تولید برق روش دیگری برای استفاده از انرژی آب است. جزر و مد به دلیل تأثیر جاذبهٔ ماه و خورشید و گردش دَوْرانی زمین به‌وجود می‌آید و حجم زیادی آب جابه‌جا می‌شود. در دنیا 2° منطقه، که تغییرات سطح آب آن‌ها بیش از ۷ متر است شناسایی شده است. در این مناطق تولید انرژی الکتریکی از جزر و مد، اقتصادی است. در حال حاضر دو نیروگاه بزرگ که از انرژی جزر و مد استفاده می‌کنند، یکی در فرانسه (240° مگاوات) و دیگری در کانادا (16° مگاوات) در حال کار است.

شکل ۳-۲۲ روش تولید برق از انرژی جزر و مد را نشان می‌دهد. ابتدا باید سد یا بند بزرگی در منطقهٔ نسبتاً وسیعی از دریا ساخته شود و مجاری متعددی مجهز به دریچه که باز و بسته شدن آن‌ها قابل کنترل است، جهت ارتباط آب پشت بند و آب دریا، تعبیه شود. در دهانهٔ این مجاری توربین‌ها نصب می‌شوند. با بالا رفتن آب دریا به هنگام مد، آب از سمت دریا به پشت بند جریان می‌یابد و پره‌های توربین را به چرخش درمی‌آورد و برق تولید می‌شود. به هنگام جزر و پایین رفتن آب دریا، جهت جریان آب در مجاری عکس می‌شوند و توربین‌ها، که به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که در هر دو جهت عمل کنند، به کمک ژنراتور برق تولید می‌کنند.



ورود آب به پشت بند به هنگام مد



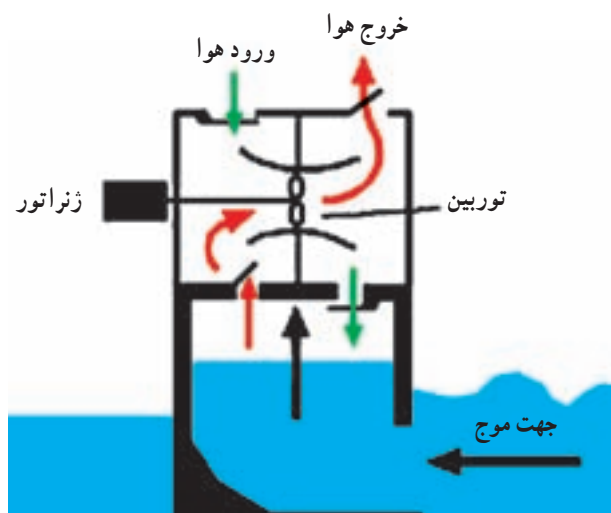
خروج آب از پشت بند به هنگام جزر

شکل ۲۲-۳ چگونگی تولید برق از جزر و مد دریاها

از امواج دریا نیز می‌توان برق تولید کرد. شکل ۲۳-۳ نشان می‌دهد که با رسیدن موج به محفظه ساخته شده در دریا، هوای داخل محفظه از مسیری که با پیکان‌های قرمز نشان داده شده است خارج می‌گردد. حرکت هوا باعث چرخش پره‌های توربین و تغذیه ژنراتور و تولید برق می‌گردد. بعد از عبور موج، سطح آب در محفظه پایین می‌آید و بر اثر خلأ ایجاد شده در محفظه، هوا از مسیری که با پیکان‌های سبز نشان داده شده است، داخل می‌شود و مجدداً پره‌های توربین را به حرکت درمی‌آورد. توجه داشته باشید که دریچه‌های تعبیه شده در هر دو مسیر یک طرفه‌اند و به هنگام ایجاد خلأ هوا از دریچه مسیر قرمز وارد نمی‌شود و این دریچه بسته می‌ماند. با حرکت توربین ژنراتور متصل به آن برق تولید می‌کند.

مشکلات استفاده از انرژی آب: تولید برق آبی از پاک‌ترین و مطلوب‌ترین انواع کاربردهای انرژی‌های تجدیدپذیر است. اما قبل از ساختن سد بر روی رودخانه‌ها یا احداث بند جهت استفاده از انرژی جزر و مد دریاها، باید بررسی‌های دقیق زیست محیطی انجام شود و اثرات احتمالی احداث این سازه‌های عظیم بر روی انسان‌ها، حیوانات، گیاهان و تغییراتی که در هوای منطقه ایجاد می‌کند،

مطالعه گردد. هم‌چنین هزینه ساخت سد بر روی رودخانه‌ها نسبتاً زیاد است. در عین حال هزینه ساخت بند برای استفاده از انرژی جزر و مد بیش‌تر است. ضمناً به‌کارگیری سازه‌ها و تجهیزات در آب شور دریا به استفاده از آلیاژهای مقاوم و گران‌قیمت در برابر خوردگی نیاز دارد، که هزینه‌های استفاده از انرژی جزر و مد را افزایش می‌دهد.



شکل ۲۳-۳ با عبور موج از محفظه نصب شده در دریا، هوا جریان می‌یابد و پره‌های توربین را به حرکت درمی‌آورد.

۳-۷ انرژی‌های نو

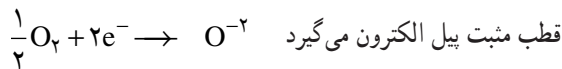
انواع انرژی‌هایی که تاکنون در این فصل بررسی کردیم، «انرژی‌های تجدیدپذیر» نام دارند. بعضی صاحب‌نظران به این انرژی‌ها نام دومی نیز می‌دهند و آن‌ها را «انرژی‌های نو» می‌نامند. این عده معتقدند با وجود آن که بشر از دیرباز به شکل ابتدایی و ساده از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده کرده است، اما با پیشرفت علم و فناوری، استفاده گسترده و مؤثر با بازدهی بالا از این انرژی‌ها در سال‌های اخیر آغاز شده و از این منظر کلمه «نو» را می‌توان برای آن‌ها به کار برد. جا دارد با دو منبع دیگر انرژی، که استفاده از آن‌ها در گذشته سابقه ندارد و عنوان انرژی‌های نو یقیناً برانده آن‌هاست، آشنا شوید.

هیدروژن: اگر با استفاده از انرژی خورشید برق تولید کنند و از آن در تجزیه الکتریکی آب استفاده شود و هیدروژن تولید گردد، در این صورت هیدروژن را می‌توان به گروه سوخت‌های تجدیدپذیر اضافه کرد. هیدروژن سوختی است که قابل ذخیره‌سازی و حمل است، در صورتی که ذخیره‌سازی برق بسیار مشکل و محدود است. البته این روش تولید هیدروژن گران‌قیمت است و

امروزه عمده هیدروژن مورد نیاز، که یک ماده شیمیایی مورد استفاده در صنایع یا برای سوخت است، از تبدیل^۱ هیدروکربن‌ها به خصوص گاز طبیعی (CH_۴) تهیه می‌شود. در این تبدیل مقادیر زیادی گاز CO_۲ تولید می‌شود و می‌دانیم منابع فسیلی، از جمله گاز طبیعی محدود و پایان پذیرند.

هیدروژن به هنگام سوختن بسیار پاک می‌سوزد زیرا حاصل ترکیب هیدروژن و اکسیژن آب است که به صورت بخار آب از آگزوز خودروهایی که با این سوخت کار می‌کنند خارج می‌شود. امروزه تعداد زیادی خودرو در سراسر جهان، به خصوص ژاپن، با این سوخت کار می‌کنند. در ژاپن جایگاه‌های تحویل سوخت هیدروژن ساخته‌اند و به خودروهایی که به «پیل سوختی» و موتور الکتریکی مجهزند، سوخت‌رسانی می‌کنند.

پیل سوختی دستگاهی است که واکنش سوختن هیدروژن در آن به صورت دو نیم‌واکنش انجام می‌شود:



انتقال الکترون‌ها از قطب منفی به قطب مثبت، جریان الکترون‌ها یا به عبارتی جریان الکتریسته را پدید می‌آورد، به طوری که می‌تواند یک موتور الکتریکی را به حرکت درآورد. این خودروها کاملاً بدون صدا و لرزش کار می‌کنند. ضمناً پیل‌های سوختی بازده بالایی (حدود ۹۰ درصد) دارند؛ یعنی ۹۰ درصد انرژی شیمیایی حاصل از سوختن هیدروژن را به جریان الکتریسته تبدیل می‌کنند. تعدادی از خودروهایی که با سوخت هیدروژن کار می‌کنند از موتورهای چهارزمانه درون‌سوز استفاده می‌کنند. البته بازده این‌گونه موتورها حدود ۴۰ درصد است و در مقایسه با پیل سوختی و موتور الکتریکی جذابیت کم‌تری دارند.

انرژی هسته‌ای: انرژی هسته‌ای عبارت است از شکافت^۲ یا هم‌جوشی^۳ هسته‌اتم یا اتم‌ها که در طی آن مقداری از ماده به انرژی تبدیل می‌شود. تبدیل ماده به انرژی طبق فرمول اینشتین به قرار

۱- گاز طبیعی به کمک بخار آب به هیدروژن و CO_۲ «تبدیل» می‌شود که به آن Steam Reforming گویند.

۲- Fission

۳- Fusion

زیر است :

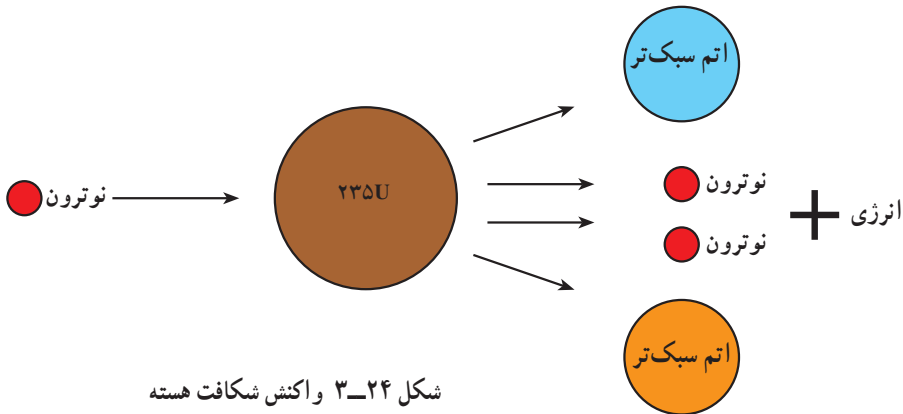
$$E = mC^2$$

m = جرم از بین رفته که به انرژی تبدیل می شود

C = سرعت نور در خلأ (عدد ثابت)

E = انرژی تولید شده

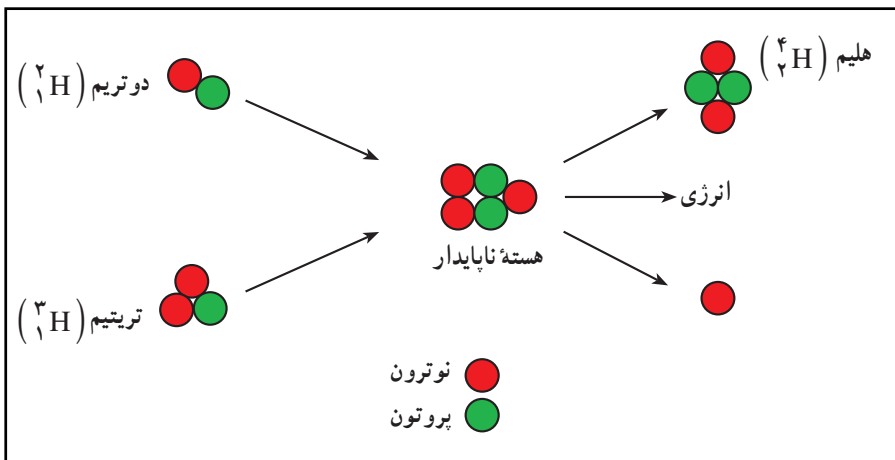
در فرآیند شکافت، یک هسته ناپایدار سنگین مثل اورانیم ۲۳۵ (^{235}U) بر اثر برخورد یک نوترون با آن، به اتم‌های سبک‌تر تبدیل و تعداد بیش‌تری نوترون تولید می‌شود. این نوترون‌ها نیز به اتم‌های دیگر اورانیم ۲۳۵ برخورد می‌کنند و این فرآیند زنجیروار ادامه می‌یابد. بر اثر شکافت هسته‌ای، مقدار قابل توجهی انرژی پدید می‌آید (شکل ۲۴-۳).



شکل ۲۴-۳ واکنش شکافت هسته

نوع دیگر واکنش هسته‌ای، هم‌جوشی نامیده می‌شود. در این واکنش دو هسته کوچک‌تر به هم می‌پیوندند و هسته بزرگ‌تری را پدید می‌آورند و در این میان انرژی زیادی تولید می‌شود. انرژی خورشید ناشی از این نوع واکنش هسته‌ای است (شکل ۲۵-۳).

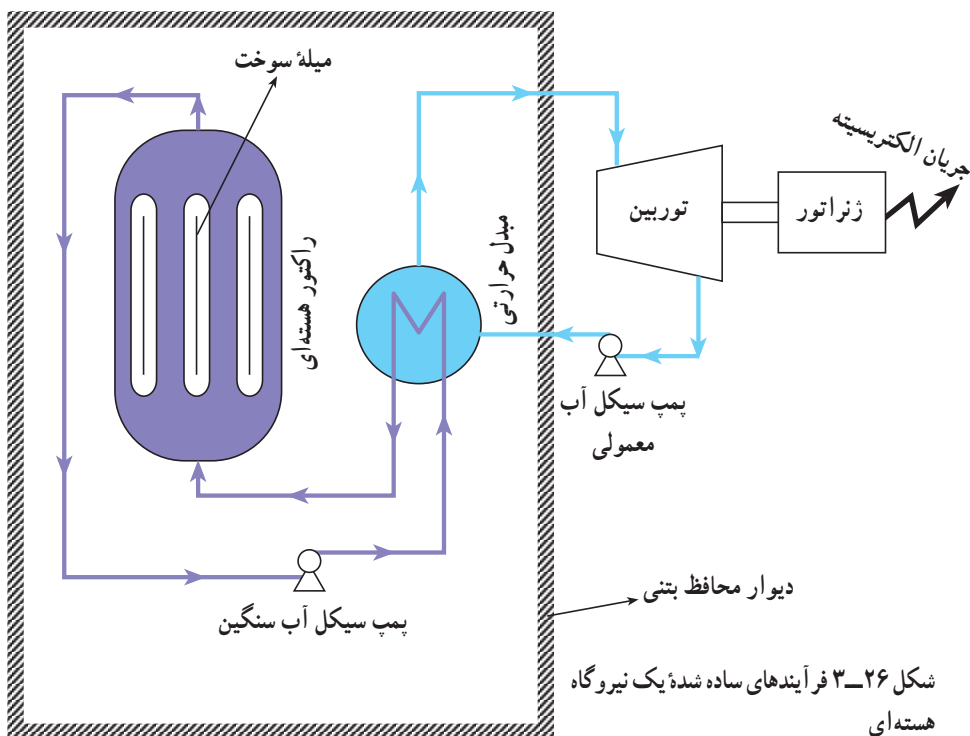
اتم هیدروژن یک پروتون در هسته و یک الکترون در اطراف هسته دارد و نوترون ندارد. یکی از ایزوتوپ‌های عنصر هیدروژن دوتریم است که علاوه بر یک پروتون، یک نوترون نیز در هسته دارد. ایزوتوپ دیگر تریتم نام دارد که یک پروتون و دو نوترون در هسته دارد. هم‌جوشی هسته‌ای واکنشی است پیچیده که کنترل آن در راکتورهای هسته‌ای مشکل است. تحقیقات در زمینه تولید برق به این روش هم‌چنان ادامه دارد.



شکل ۲۵-۳ واکنش هم جوشی هسته

امروزه نیروگاه‌های هسته‌ای به روش «شکافت هسته اورانیم ۲۳۵» برق تولید می‌کنند. شکل ۲۶-۳ شمای کلی و ساده شده یک نیروگاه هسته‌ای را نشان می‌دهد. واکنش هسته‌ای در داخل راکتور هسته‌ای انجام می‌شود. در داخل راکتور محفظه‌هایی وجود دارد که میله‌های سوخت را در داخل آن‌ها قرار می‌دهند. انرژی تولید شده به صورت گرما ظاهر می‌شود که توسط آبی که در اطراف محفظه‌های سوخت جریان دارد جذب می‌شود و خارج می‌گردد. این آب H_2O نیست بلکه آب سنگین نام دارد که به جای هیدروژن، ایزوتوپ آن یعنی دوتریم قرار دارد و فرمول مولکولی آن را با D_2O نمایش می‌دهند، پمپ سیکل آب سنگین وظیفه به جریان انداختن این آب در یک مدار بسته را برعهده دارد. حرارت جذب شده توسط آب سنگین در یک مبدل حرارتی به سیکل آب معمولی منتقل می‌شود و بخار پرفشار تولید می‌کند. این بخار وارد توربین می‌شود و پره‌های آن را به چرخش درمی‌آورد در نتیجه انرژی خود را از دست می‌دهد و به صورت آب خارج می‌شود. توربین به ژنراتور متصل است و برق تولید می‌نماید. پمپ سیکل آب معمولی وظیفه به جریان انداختن آب خروجی از توربین را برعهده دارد.

سنگ معدن اورانیم که از معادن طبیعی به دست می‌آید مخلوطی از دو ایزوتوپ ^{238}U (۹۹/۳ درصد وزنی) و ^{235}U (۷ درصد وزنی) است. از طرفی تنها ایزوتوپ ^{235}U قابل استفاده در واکنش‌های شکافت هسته‌ای است و ایزوتوپ ^{238}U ، به دلیل سنگینی هسته، مناسب انجام واکنش هسته‌ای نیست.



بنابراین، قبل از استفاده از اورانیم، باید غلظت ایزوتوپ ^{235}U را افزایش داد، که به این عمل «غنی‌سازی اورانیم» گویند. برای آن‌که اورانیم بتواند در راکتورهای هسته‌ای به کار گرفته شود، غلظت ایزوتوپ ^{235}U باید به حدود ۵ درصد وزنی برسد. برای تولید سلاح‌های هسته‌ای غلظت ایزوتوپ ^{235}U باید حداقل ۸۵ درصد وزنی باشد.

جهت غنی‌سازی اورانیم و افزایش ایزوتوپ ^{235}U ابتدا اورانیم را به گاز اورانیم هگزا فلورید (UF_6) تبدیل می‌کنند. سپس این گاز را به دستگاه‌های استوانه‌ای شکل به نام سانتریفوژ وارد می‌نمایند. این استوانه‌ها با سرعت بسیار زیاد دوران می‌کنند و به واسطه نیروی گریز از مرکز، ترکیب سنگین‌تر ($^{238}\text{UF}_6$) در نزدیکی جداره استوانه و ترکیب سبک‌تر ($^{235}\text{UF}_6$) در نواحی اطراف محور تجمع می‌نمایند و به این ترتیب دو ایزوتوپ اورانیم از یکدیگر جدا می‌شوند. این جداسازی کامل نیست و هرچه تعداد مراحل سانتریفوژ بیش‌تر باشد، جداسازی بهتر انجام می‌شود و اورانیم ^{235}U با غلظت بیش‌تر به دست می‌آید.

معایب انرژی هسته‌ای: همان‌طور که دیدید، در فرآیند تولید برق از انرژی هسته‌ای گاز

CO₂ و گازهای مضر دیگر تولید نمی‌شود و از این نظر می‌تواند جای‌گزین مناسبی برای سوخت‌های فسیلی باشد. البته باید توجه داشت که در نیروگاه‌های هسته‌ای، پس‌ماند یا زباله هسته‌ای تولید می‌شود که امروزه روش‌های شناخته‌شده‌ای جهت جمع‌آوری و نگهداری ایمن آن‌ها وجود دارد. به هر حال دو نقطه ضعف انرژی هسته‌ای به شرح زیر است:

– در طراحی، ساخت، نصب و بهره‌برداری از نیروگاه‌های هسته‌ای به فناوری‌های پیشرفته نیاز است.

– پیدا کردن مکان مناسب جهت دفن ایمن زباله‌های هسته‌ای نسبتاً دشوار است.

جهت کسب اطلاعات بیش‌تر در خصوص مطالب این فصل، با استفاده از کلید واژه‌های فارسی و به‌خصوص انگلیسی زیر از اینترنت کمک بگیرید:

- | | |
|---------------------|----------------------|
| - renewable energy | ۱- انرژی تجدیدپذیر |
| - geothermal energy | ۲- انرژی زمین‌گرمایی |
| - Wind energy | ۳- انرژی باد |
| - Water energy | ۴- انرژی آب |
| - tidal energy | ۵- انرژی جزر و مد |
| - biomass energy | ۶- انرژی زیست‌توده |
| - biofuel | ۷- بیوسوخت |
| - biodiesel | ۸- بیودیزل |
| - biogas | ۹- بیوگاز |
| - solar energy | ۱۰- انرژی خورشیدی |
| - hydrogen Fuel | ۱۱- سوخت هیدروژن |
| - nuclear energy | ۱۲- انرژی هسته‌ای |
| - fuel cell | ۱۳- پیل سوختی |

پرسش و تمرین

۱- در به کارگیری همه انواع انرژی‌های تجدیدپذیر دو روش عمده وجود دارد. این دو روش را شرح دهید و مثال‌های مرتبط با هر روش را در خصوص انرژی باد نام ببرید.

۲- نحوه تشکیل مخزن زمین‌گرمایی را شرح دهید.

۳- سه روش استفاده از انرژی زمین‌گرمایی را نام ببرید.

۴- طرز کار یک سلول فتوولتائیک را با رسم شکل نشان دهید.

۵- با رسم شکل ساده یک آب‌گرم‌کن خورشیدی و نام‌گذاری اجزای آن، طرز کار این دستگاه را شرح دهید.

۶- شکل یک مولد برق بادی شامل توربین بادی و ژنراتور را رسم کنید با نام‌گذاری اجزای مختلف آن، نحوه تولید برق را شرح دهید.

۷- فناوری‌های متداول جهت استفاده از انواع انرژی‌های زیست توده را نام ببرید.

۸- روش‌های مختلف استفاده از زباله‌های شهری را، که یکی از منابع انرژی است، شرح دهید.

۹- با رسم شکل، چگونگی تولید برق از امواج دریا را شرح دهید.

۱۰- با رسم شکل ساده یک نیروگاه هسته‌ای، فرآیند تولید انرژی الکتریکی از انرژی هسته‌ای را شرح دهید.

صنایع شیمیایی معدنی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیرنده باید بتواند:

- ۱- صنایع اسیدها، بازها، نمک‌ها و برخی کاربردهای آن‌ها را به‌طور مقدماتی توضیح دهد.
- ۲- صنایع سیلیکات را، از قبیل صنعت سیمان، گچ، آهک، شیشه، لعاب و سرامیک، توضیح دهد.
- ۳- خواص و کاربرد فلزات آهن، مس، آلومینم و آلیاژهای آن‌ها را توضیح دهد.

۴-۱ مقدمه

صنایع شیمیایی معدنی به آن دسته از صنایع گفته می‌شود که مواد اولیه آن‌ها به‌طور مستقیم از زمین گرفته می‌شوند و غالب محصولات آن‌ها در تولید مواد شیمیایی مورد نیاز انسان مصرف می‌گردند. از جمله صنایع معدنی می‌توان از تولید سولفوریک اسید، آمونیاک و هالوژن‌ها نام برد. این ترکیبات خود مواد اولیه در تولید رنگ‌های صنعتی، صنایع لاستیک و مواد آرایشی و بهداشتی محسوب می‌شوند.

مواد شیمیایی معدنی، به صورت ساده و اولیه آن از دیرباز توسط بشر تولید می‌شده است. شاید بتوان آغاز آن را هفت هزار سال قبل از میلاد مسیح، که ساخت ترکیباتی چون آهک و سایر مواد قلبایی برای تهیه شیشه بین مردم خاورمیانه امروز متداول بوده است، دانست. تولید انبوه محصولات شیمیایی معدنی بعد از انقلاب صنعتی در اروپا شروع گردید. تهیه سولفوریک اسید و سدیم کربنات در مقیاس انبوه، جزو اولین محصولات بوده‌اند. امروزه بیش از سیصد نوع محصول توسط این صنایع تهیه می‌شود که هر یک از آن‌ها در صنایع مهمی مانند حمل و نقل، نفت و پتروشیمی هوا فضا و ...

کاربرد دارند.

در این فصل، به ذکر مختصر چند نوع از آن‌ها می‌پردازیم و به منظور سهولت کار آن‌ها را به سه

دسته زیر تقسیم می‌کنیم:

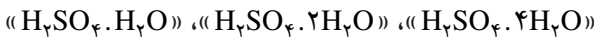
۱- صنایع تولید اسیدها، بازها و نمک‌ها؛

۲- فرآورده‌های صنایع سیلیکات؛

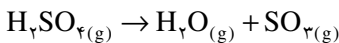
۳- صنایع استخراج فلزات.

۴-۲ صنایع تولید اسیدها، بازها و نمک‌ها

● **سولفوریک اسید:** سولفوریک اسید (H_2SO_4) خالص، مایعی سنگین و روغنی شکل است^۱ و کار کردن با آن باید با احتیاط زیاد همراه باشد. سولفوریک اسید با هر نسبتی در آب حل می‌شود و گرمای زیادی را تولید می‌کند. گرمای حل شدن اسید در آب به قدری زیاد است که می‌تواند محلول را به شدت به جوش آورد. در موقع حل کردن سولفوریک اسید غلیظ در آب، باید با دقت زیاد اسید را کم کم و به آهستگی در آب ریخت و آن را به هم زد. هیچ وقت نباید آب را در اسید غلیظ ریخت، چرا؟ در تجارت، نام سولفوریک اسید هم برای اسید خالص و هم برای محلول آن در آب ($H_2SO_4 + nH_2O$) استعمال دارد. حتی این نام گاهی برای آلوم ($H_2SO_4 + nSO_3$) نیز به کار می‌رود. سولفوریک اسید با آب ترکیباتی به نام هیدرات می‌دهد که ترکیبات پایدار هستند. این هیدرات‌ها اغلب مانند یک ترکیب شیمیایی عمل می‌کنند. مهم‌ترین هیدرات‌های این اسید «سولفوریک اسید - آب» عبارت‌اند از:



بخار سولفوریک اسید در دماهای بالا به آب و SO_3 تجزیه می‌شود^۲.

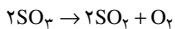


۱- چگالی سولفوریک اسید در $^{\circ}C$ برابر با $1/85 \text{ gcm}^{-3}$ است. دمای انجماد و جوش آن در فشار ۱ اتمسفر به ترتیب

$10^{\circ}C$ - و $296^{\circ}C$ است.

۲- در بالاتر از $40^{\circ}C$ ، درصد SO_3 در تعادل بالا بیش از H_2SO_4 است.

در دماهای خیلی بالاتر، SO_3 نیز به نوبه خود به SO_2 و O_2 تجزیه می‌شود.



در بالاتر از $70^{\circ}C$ ، تعادل بالا بیش‌تر شامل SO_2 و O_2 است. در واقع در بالاتر از $100^{\circ}C$ تقریباً تمامی SO_3 به

SO_2 و O_2 تجزیه می‌شود.

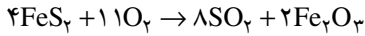
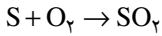
برخی نکات مهم در مورد سولفوریک اسید: این اسید یک ترکیب شیمیایی بسیار فعال است. اکسیدهای فلزی و بیش تر فلزات را در خود حل می‌کند. از سولفوریک اسید برای تهیه اسیدهای دیگر از نمک‌هایشان در دماهای مناسب استفاده می‌شود. این اسید یک آب‌گیر و جاذب رطوبت قوی است. پشم و محصولات گیاهی، بافت‌های سلولزی، نشاسته و شکر و نظایر آن‌ها، در سولفوریک اسید غلیظ تجزیه می‌شوند. اسید غلیظ پوست را می‌سوزاند و از این لحاظ باید با احتیاط زیاد با آن کار کرد.

کاربرد: فعالیت شیمیایی بسیار زیاد سولفوریک اسید و پایین بودن قیمت آن باعث شده است که این اسید در ردیف یکی از محصولات بسیار مهم صنایع شیمیایی درآید. به سختی می‌توان یک واحد تولیدی صنعتی را تصور کرد که در آن از سولفوریک اسید و یا فرآورده‌هایی که سولفوریک اسید در تهیه آن‌ها به کار می‌رود، استفاده نشود. مصرف عمده سولفوریک اسید در تهیه کودهای شیمیایی مثل سوپرفسفات‌ها، آمونیم سولفات و ... است. بسیاری از اسیدهای دیگر و نمک‌ها نیز به کمک سولفوریک اسید تهیه می‌شوند. از این اسید در استخراج فلزات غیر آهنی نیز زیاد استفاده می‌شود. مصارف دیگر این اسید عبارت‌اند از:

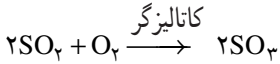
در آبرکاری، در پالایش محصولات نفتی و پتروشیمیایی، در صنعت رنگ، در داروسازی، در تهیه برخی ترکیبات آلی، در تهیه شوینده‌ها، در تهیه سموم و حشره‌کش‌ها، در تهیه ابریشم مصنوعی، در آماده کردن الیاف برای رنگ، در صنایع غذایی، در باتری‌سازی و در تهیه مواد منفجره و ...
تولید صنعتی سولفوریک اسید: در صنعت، سولفوریک اسید را با دو روش تهیه می‌کنند. یکی، روشی که در گذشته رواج داشته است و دیگری روشی که امروزه مرسوم است. در گذشته، SO_2 حاصل از سوزاندن گوگرد را به کمک اکسیژن هوا و با شرکت کاتالیزگرهایی مانند NO_2 و NO به SO_3 تبدیل می‌کردند و سپس از حل کردن SO_3 در آب، محلول سولفوریک اسید را تهیه می‌نمودند.

در روش امروزی، که از آن به نام روش مجاورت یاد می‌شود، برای تبدیل SO_2 به SO_3 از کاتالیزگرهای فلزی و اکسید فلزی استفاده می‌شود. این روش از اواخر سده نوزده و اوایل سده بیست متداول شده و در حال حاضر جای‌گزین روش اول، که بیش از دو‌یست سال مورد استفاده بوده، گردیده است.

در هر دو روش، نخستین مرحله شامل تهیه گوگرد دی‌اکسید، SO_2 ، از سوزاندن گوگرد یا پیریت در کوره‌های مناسب است.



SO₂ حاصل از این راه، دارای ناخالصی‌های زیادی است. این ناخالصی‌ها به سرعت کاتالیزگرهای به کار رفته را در تبدیل SO₂ به SO₃، ضایع می‌کنند و آن‌ها را از فعالیت باز می‌دارند.



از این رو، لازم است این ناخالصی‌ها را از SO₂، قبل از تبدیل آن به SO₃، جدا نمود.

تهیه سولفوریک اسید به روش مجاورت: این روش، علاوه بر مرحله تولید SO₂، دارای سه مرحله اساسی دیگر است:

۱- جدا کردن ناخالصی‌ها از SO₂ برای جلوگیری از ضایع شدن کاتالیزگرها و از کار افتادن آن‌ها (برای جلوگیری از مسموم شدن کاتالیزگرهای به کار رفته).

۲- اکسایش SO₂ به SO₃ به کمک کاتالیزگرهای مناسب (در این جا، اکسایش به معنای واکنش دادن با اکسیژن است).

۳- جذب SO₃ حاصل و تبدیل آن به سولفوریک اسید.

محلول سولفوریک اسید برای جذب SO₃ بسیار مناسب است و می‌تواند مقدار زیادی از آن را در خود حل کند. از این راه می‌توان آلثوم را به دست آورد. آلثوم محلول SO₃ در H₂SO₄ است، مقدار SO₃ در آلثوم به ۲۰ درصد هم می‌رسد.

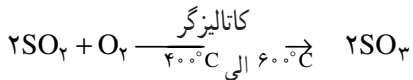
گذشته از آن، می‌توان سولفوریک اسید ۹۲/۵٪ را هم تهیه کرد که ۷/۵٪ آب دارد سولفوریک اسید تجارتي که در بازار به فروش می‌رسد، معمولاً در حدود ۹۸٪ خالص است.

در روش مجاورت، کاتالیزگرهای زیادی را برای تسریع واکنش اکسایش SO₂ به SO₃ شناسایی کرده‌اند. از میان آن‌ها، تنها سه کاتالیزگر است که کارایی بیش‌تری دارند و جنبه تجاری یافته‌اند. این سه کاتالیزگر عبارت‌اند از پلاتین، آهن (III) اکسید و وانادیم (V) اکسید. امروزه بیش‌تر از وانادیم (V) اکسید و آهن (III) اکسید استفاده می‌شود، زیرا هم ارزان‌ترند و هم در برابر ناخالصی‌ها، فعالیت خود را به سرعت از دست نمی‌دهند.

در کارخانه پاكسان، در نزدیکی تهران، یک واحد تولید سولفوریک اسید وجود دارد که روش مورد استفاده در آن واحد، همان روش مجاورت است و بیش‌تر از کاتالیزگر V₂O₅ استفاده می‌شود.

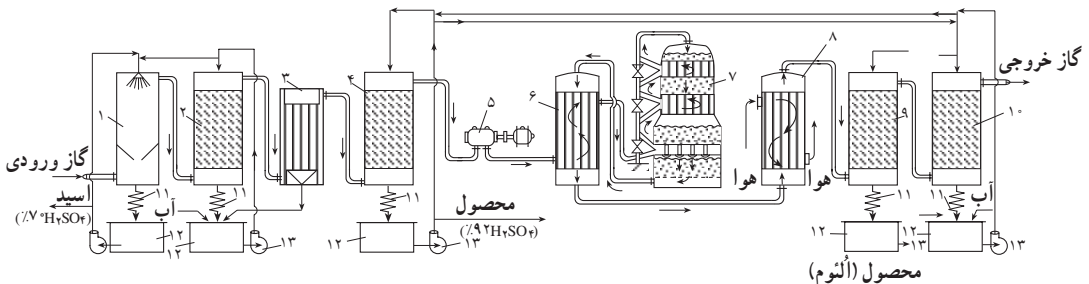
برای بالا بردن سرعت تبدیل SO₂ به SO₃، علاوه بر استفاده از کاتالیزگر، لازم است دما هم

در حد مناسبی بالا باشد. معمولاً دماهای بین 40°C تا 60°C برای این کار مناسب است.



تمرین: به کمک مطالعه کتابخانه‌ای روش تهیه سولفوریک اسید با شرکت اکسیدهای نیتروژن به عنوان کاتالیزگر را مورد بررسی قرار دهید و معادله واکنش‌های انجام شده در این روش را بنویسید (این تمرین صرفاً برای مطالعه آزاد است).

پرسش: در واکنش تهیه SO_3 از SO_2 ، فشرده کردن مخلوط مواد شرکت کننده در واکنش، بر روی بهره تبدیل SO_2 به SO_3 ، چه تأثیری دارد؟
تمرین: به نمودار داده شده در شکل ۱-۴ توجه کنید. در این نمودار مراحل تهیه سولفوریک اسید به روش مجاورت نشان داده شده است. در آن، چه نوع محصولی از سولفوریک اسید به دست آمده است؟



- | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|--------------|---------------------|-----------------|
| ۱- سردکننده‌های اسید | ۲- برج‌های تخلیص | ۳- صافی | ۴- برج خشک‌کن | ۵- متراکم‌کننده |
| ۶- مبادله‌کننده گرما | ۷- محیط واکنشی کاتالیزگری | ۸- گاز سردکن | ۹ و ۱۰- برج‌های جذب | |
| ۱۱- سردکننده‌های اسید | ۱۲- مخزن‌های اسید | ۱۳- پمپ‌ها | | |

شکل ۱-۴ نمودار تهیه صنعتی سولفوریک اسید به روش مجاورت

● **آمونیاک:** آمونیاک، NH_3 ، یکی از مهم‌ترین ترکیبات نیتروژن‌دار است. ترکیبات نیتروژن‌دار به طور کلی در زندگی انسان و موجودات زنده و در صنایع گوناگون شیمیایی اهمیت بسیاری دارند. برای بی‌بردن به این موضوع به چند مورد از کاربرد این ترکیبات توجه کنید:

– بسیاری از فرآیندهای زیست‌شیمیایی با ترکیبات نیتروژن سروکار دارد.

– پروتئین‌ها، که برای ادامه حیات و در صنایع غذایی اهمیت زیادی دارند، در ردیف ترکیبات نیتروژن‌دارند.

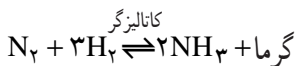
– از ترکیبات نیتروژن‌دار برای تهیه کودهای شیمیایی، مواد منفجره و آتش‌زا، به‌عنوان ماده حد واسط در تهیه رنگ‌ها، پلاستیک‌ها، الیاف سنتزی، داروهای پزشکی، داروهای عکاسی و ... استفاده می‌شود.

مهم‌ترین محصولات اولیه‌ای که برای تهیه سایر ترکیبات نیتروژن‌دار مورد استفاده قرار می‌گیرند، یکی آمونیاک و دیگری نیتریک اسید است. از این رو، در تهیه صنعتی این دو محصول، باید بیش‌تر توجه کرد.

ترکیبات نیتروژن‌دار طبیعی، که از نظر تجارت شایان توجه باشند، کم‌تر یافت می‌شوند. تنها در شبلی و جنوب آفریقا است که معادن مهم سدیم نیترات وجود دارد. علاوه بر آن، از گازهای حاصل از تقطیر زغال سنگ نیز مقادیری ترکیبات نیتروژن‌دار (مانند آمونیم سولفات) حاصل می‌شود.

از سوی دیگر، نیتروژن به شکل گاز N_2 بخش مهمی از هوای اطراف زمین را تشکیل می‌دهد. هوا به طور عمده مخلوطی از گاز نیتروژن (N_2) و گاز اکسیژن (O_2) است. در هوا گازهای دیگری مانند، H_2 ، Ne ، He ، Kr ، Xe ، CO_2 و ... نیز به مقادیر بسیار کم یافت می‌شوند. در حدود $3/78\%$ حجم هوا از گاز N_2 ، $20/95\%$ آن از گاز O_2 ، $0/93\%$ آن از گاز آرگن و بقیه شامل مخلوط سایر گازهای موجود در هواست.

تهیه صنعتی آمونیاک: تهیه صنعتی آمونیاک در سال‌های ۱۹۰۸–۱۹۰۴ توسط هابر^۱ طراحی شد. در روش هابر، نیتروژن و هیدروژن را در دماهای مناسب از روی کاتالیزگر عبور می‌دهند:



طبق اصل لوشاتلیه، چون واکنش تشکیل آمونیاک یک واکنش دو طرفه یا تعادلی است و با گرمادهی نیز همراه است، لذا بازده یا بهره واکنش در دماهای پایین‌تر بیش‌تر است. اما همان‌طوری که می‌دانید، سرعت واکنش تشکیل آمونیاک در دماهای پایین ناچیز است و در نتیجه صرفه اقتصادی ندارد. از این رو در صنعت، آمونیاک را در یک دمای مناسب بالا و با استفاده از کاتالیزگر و در فشارهای زیاد تهیه می‌کنند.

دماهای بین $400^\circ C$ تا $500^\circ C$ برای تهیه آمونیاک دماهای مناسبی هستند. علاوه بر آن، باید

۱– F. Haber

آمونیاک را در فشارهای بالا و در حدود ۱۰۰۰ اتمسفر تهیه کرد. در جدول ۱-۴ درصد آمونیاک در مخلوط در حال تعادل « $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ » در دماها و فشارهای مختلف داده شده است. دقت در آن می‌تواند بسیار آموزنده باشد.

جدول ۱-۴ درصد آمونیاک در تعادل $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ در دماها و فشارهای مختلف

درصد آمونیاک		
در فشار ۱۰۰۰ atm	در فشار ۳۰۰ atm	دما (°C)
۹۸/۲۹٪	۸۹/۹۴٪	۲۰۰
۹۲/۵۵٪	۷۰/۹۶٪	۳۰۰
۷۹/۸۲٪	۴۷/۰۰٪	۴۰۰
۵۷/۴۷٪	۲۶/۴۴٪	۵۰۰
۳۱/۴۳٪	۱۳/۷۷٪	۶۰۰
۱۲/۸۳٪	۷/۲۸٪	۷۰۰

با کمی دقت در جدول، می‌توانید به این نکته پی‌ببرید که در دماهای پایین و در فشارهای بالا بازدهی واکنش تشکیل آمونیاک بیش‌تر است. اما همان‌طور که اشاره شد، در دماهای پایین، سرعت واکنش بسیار کم است، لذا دماهای بین $500^{\circ}C - 400^{\circ}C$ دماهای مناسبی برای سنتز آمونیاک است. در تهیه صنعتی آمونیاک به چند نکته مهم باید توجه کرد:

الف) چگونگی تهیه N_2 و H_2 لازم برای سنتز آمونیاک که N_2 را از هوا جدا می‌کنند و H_2 را از تجزیه متان به دست می‌آورند.

ب) جدا کردن ناخالصی‌ها از مخلوط $N_2 + H_2$: مخصوصاً جدا کردن ناخالصی‌هایی که باعث مسموم شدن کاتالیزگرهای به کار رفته می‌شوند.

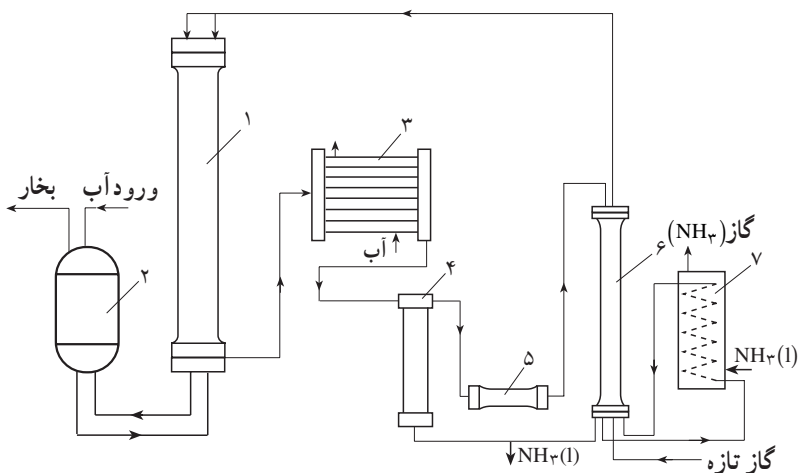
ج) استفاده از کاتالیزگر مناسب برای بالا بردن سرعت واکنش: فلزاتی مانند آهن، پلاتین، منگنز، تنگستن و برخی فلزات واسطه دیگر در تهیه آمونیاک نقش کاتالیزگر دارند. در این میان کاتالیزگر آهن به دلیل ارزان بودن و فعالیت زیاد مورد توجه است. امروزه از این کاتالیزگر و همراه با ترکیباتی مانند CaO ، K_2O ، Al_2O_3 ، و SiO_2 ، که کارایی و کیفیت کاتالیزگر را بالا می‌برند، در سنتز آمونیاک استفاده می‌شود.

مراحل تشکیل آمونیاک با دخالت کاتالیزگر عبارت‌اند از:

- ۱- مجاور شدن مخلوط $N_2 + H_2$ با سطح کاتالیزگر؛
- ۲- انجام فرآیند جذب شیمیایی N_2 و H_2 بر روی سطح کاتالیزگر؛
- ۳- انجام واکنش تشکیل آمونیاک بر روی سطح کاتالیزگر؛
- ۴- جدا شدن آمونیاک تشکیل شده از سطح کاتالیزگر.

تمرین: در شکل ۲-۴ نمودار یک واحد سنتز آمونیاک را مشاهده می‌کنید. قسمت‌های مهم این واحد را از روی شکل نام ببرید.

پرسش: آیا کاتالیزگر در بهره‌تتشکیل آمونیاک مؤثر است یا نه؟



- ۱- برج سنتز
۲- دیگ بخار
۳- دستگاه سردکننده
۴- جداکننده
۵- متراکم کننده
۶- برج چگالش
۷- تبخیر کننده

شکل ۲-۴ نمودار یک واحد سنتز آمونیاک

● **نیتریک اسید:** نیتریک اسید یکی از اسیدهای معدنی مهم است. این اسید یک اکسیدکننده قوی است. تقریباً می‌توان گفت تمامی فلزات به جز پلاتین، رودیم، ایریدیم و طلا با نیتریک اسید غلیظ واکنش می‌دهند و به اکسیدهای خود تبدیل می‌شوند و سپس از اکسیدهای حاصل، آن‌هایی که در نیتریک اسید محلول هستند به نیترات‌های مربوط تبدیل می‌شوند.

آهن به راحتی در محلول رقیق نیتریک اسید حل می‌شود. اما اگر آهن را در محلول غلیظ نیتریک اسید وارد کنیم، در سطح آن، یک قشر اکسید سخت و نفوذناپذیر و نامحلول در اسید فوراً تشکیل

می‌شود که مانع تأثیر بعدی اسید بر آهن می‌شود و اصطلاحاً گفته می‌شود که آهن روپین شده است. بر همین اساس است که می‌توان نیتریک اسید غلیظ و حتی با 10% سولفوریک اسید را در مخزن‌های فولادی حمل کرد.

بسیاری از مواد آلی در نیتریک اسید ضایع می‌شوند و برخی از آن‌ها در تماس با نیتریک اسید غلیظ مشتعل می‌شوند. از نیتریک اسید بدون آب و مخلوط آن با سولفوریک اسید در برخی از واکنش‌های آلی استفاده می‌شود. علاوه بر آن، از این اسید برای تهیه مواد منفجره و مصارف نظامی و... نیز بهره گرفته می‌شود.^۱

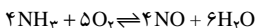
تهیه صنعتی نیتریک اسید: در صنعت، نیتریک اسید را معمولاً از اکسایش آمونیاک تهیه می‌کنند. مراحل کار، چنین است:

الف) اکسایش آمونیاک به کمک کاتالیزگر: در واکنش میان آمونیاک و اکسیژن، بسته به نوع کاتالیزگر و شرایط عمل، ممکن است محصولات مختلفی مانند NO ، N_2O ، H_2O و... تولید شوند. این واکنش در دماهای بالا، مثلاً بالاتر از 900°C ، پیشرفت دارد و از پلاتین، اکسیدهای آهن، منگنز، کبالت و... می‌توان به عنوان کاتالیزگر برای آن استفاده کرد.

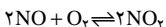
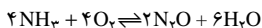
ب) اکسایش NO به NO_2 : گاز NO در دمای مناسب با اکسیژن واکنش می‌دهد و به NO_2 اکسید می‌شود.

ج) انحلال NO_2 در آب: NO_2 حاصل از مرحله (ب) را در آب حل می‌کنند و از این راه محلول نیتریک اسید با درجه خلوص ۴۸ تا 50% تهیه می‌شود. برای به دست آوردن نیتریک اسید غلیظ می‌توان اسید رقیق را تغلیظ کرد یا آن که آن را مستقیماً تهیه نمود.^۲

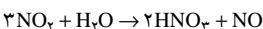
۱- نیتریک اسید مورد استفاده در آزمایشگاه‌ها در حدود 65% خالص است و چگالی آن $1/4 \text{ kg L}^{-1}$ است. در تجارت، معمولاً اسید 50° تا 60° درصد خالص را به کار می‌برند و در مواردی از اسید 96 تا 98 درصد خالص نیز استفاده می‌شود. نیتریک اسید خالص به صورت مایع بی‌رنگی است با چگالی $1/52 \text{ kg L}^{-1}$ (در 15°C). این اسید در مجاورت هوا دودکننده است. دمای انجماد این اسید 41°C - و دمای جوش طبیعی آن 86°C است. نیتریک اسید خالص و نیز نیتریک اسید غلیظ نسبتاً ناپایدارند و به طور جزئی به NO_2 ، O_2 و H_2O تجزیه می‌شوند.



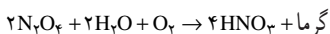
۲- الف) معادلات شیمیایی اکسایش آمونیاک



ب) اکسایش NO به NO_2



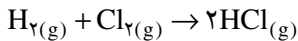
ج) انحلال NO_2 در آب



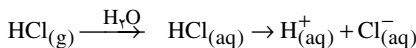
تهیه مستقیم نیتریک اسید:

● **هیدروکلریک اسید:** از واکنش میان گاز کلر با گاز هیدروژن، هیدروژن کلرید (H-Cl)

به دست می آید:



هیدروژن کلرید ترکیبی مولکولی است که از حل شدن آن در آب، هیدروکلریک اسید به حالت محلول حاصل می شود. محلول هیدروکلریک اسید دارای یون های H^+ و Cl^- است.



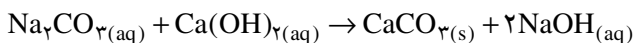
از محلول هیدروکلریک اسید برای تهیه برخی نمک ها در تهیه کلروپرن و وینیل کلرید، در تهیه رنگ های آنیلینی، در هیدرولیز نشاسته به منظور تهیه الکل و در تعدادی فرآیندهای صنعتی دیگر استفاده می شود^۱.

● **سدیم هیدروکسید:** سدیم هیدروکسید (NaOH) یکی از محصولات مهم صنایع شیمیایی است. این محصول کاربرد صنعتی وسیعی دارد. از سدیم هیدروکسید در حد قابل توجهی در تهیه سایر فرآورده های شیمیایی (در تهیه الیاف و پارچه، آب قلیا، پاک کننده ها و شوینده ها و صابون، خمیر کاغذ و نیز در پالایش نفت و ...) استفاده می شود.

در تجارت، به سدیم هیدروکسید اغلب سودسوزآور^۲ می گویند.

سدیم هیدروکسید در تجارت از دو راه تهیه می شود: یکی روش قدیمی است که در آن از

واکنش میان سدیم کربنات و محلول کلسیم هیدروکسید استفاده می شود:



کلسیم کربنات که نامحلول است به شکل رسوب جدا می شود و سدیم هیدروکسید به شکل محلول می ماند که از تبخیر آن می توان سود جامد را به دست آورد.

روش دیگر، روش الکترولیز محلول نمک طعام است که از دید صنعتی بسیار مهم است. در

این روش جریان برق مستقیم را از محلول نمک طعام عبور می دهند. از این راه، علاوه بر سودسوزآور

۱- نوعی محلول غلیظ هیدروکلریک اسید در حدود ۳۷/۷٪ اسید در خود دارد و مابقی آن آب است. چگالی چنین محلولی

در حدود $1/19 \text{ kg L}^{-1}$ است. می توان محلول هیدروکلریک اسید را با غلظت های دیگر، نیز تهیه کرد. برای مثال یک لیتر آب در دمای

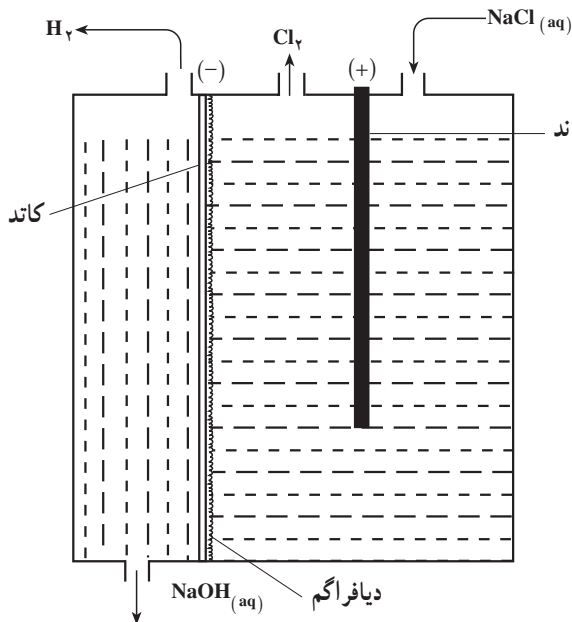
$^{\circ}\text{C}$ می تواند در حدود ۵۲۵ لیتر گاز هیدروژن کلرید دارای فشار یک اتمسفر را در خود حل کند و محلولی به دست دهد که در حدود

۴۶/۱۵٪ وزنی هیدروکلریک اسید را داراست. در تجارت، بیش تر از محلول هیدروکلریک اسید ۲۷/۵٪ الی ۳۱٪ خالص استفاده

می شود.

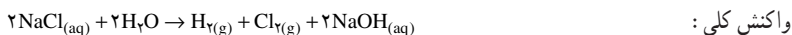
که به شکل محلول تشکیل می‌شود، گاز هیدروژن و گاز کلر هم به دست می‌آید که می‌توان آن‌ها را برای مصارف مختلفی به کار برد. برای مثال می‌توان از واکنش گاز کلر با گاز هیدروژن، هیدروژن کلرید (HCl) را تهیه کرد^۱.

در شکل ۳-۴ نمودار ساده شده یک سلول الکترولیز برای تهیه سودسوزآور نشان داده شده است.



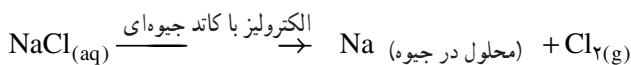
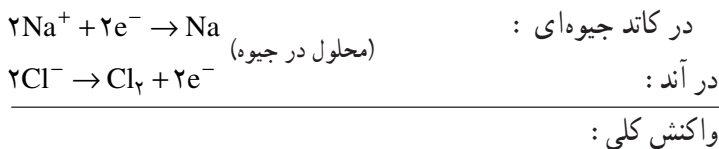
شکل ۳-۴ نمودار ساده شده یک سلول الکترولیز برای تهیه NaOH، H₂ و Cl₂ از محلول نمک طعام

۱- واکنش‌های انجام شده در الکترولیز محلول نمک طعام

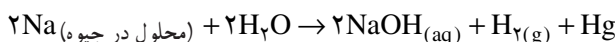


در روش الکترولیز نمی توان تمام نمک طعام موجود در محلول را از راه الکترولیز به سدیم هیدروکسید تبدیل کرد. محلول واقع در بخش کاتد دستگاه، پس از انجام الکترولیز، علاوه بر سدیم هیدروکسید هنوز دارای مقدار قابل توجهی نمک طعام است. در یک شرایط بهینه، در هر لیتر از آن محلول، پس از تغلیظ نمودن ممکن است 11° تا 12° گرم سود و 17° تا 18° گرم نمک طعام موجود باشد. با وجود این، چون قابلیت حل شدن سودسوزآور و نمک طعام در آب با هم تفاوت دارد و تغییر حلالیت آن‌ها با دما نیز متفاوت است می توان از راه تبلور نوبتی سودسوزآور را از نمک طعام جدا کرد. در واقع، با افزایش غلظت سودسوزآور در محلول، از قابلیت حل شدن نمک طعام کاسته می شود. برای مثال، در دمای 20°C ، قابلیت حل شدن نمک طعام در یک محلول دارای 769 گرم سودسوزآور در هر لیتر، فقط $13/9$ گرم بر لیتر است. از این رو، وقتی محلول دارای سودسوزآور و نمک طعام را تبخیر می کنیم، ابتدا نمک طعام به شکل بلور از محلول جدا می شود و سودسوزآور در محلول باقی می ماند. در هر حال از این راه می توان به محصولی، که در حدود $92-94\%$ سدیم هیدروکسید و $2-3\%$ سدیم کلرید دارد، دست یافت.

برای تهیه سودسوزآور خالص باید از کاتد جیوه ای در فرآیند الکترولیز استفاده کرد. در این شرایط از الکترولیز محلول نمک طعام، آمیزه (ملغمه) سدیم که شامل محلول سدیم در جیوه است در کاتد و گاز کلر در آند حاصل می شود.



آمیزه سدیم به دست آمده را از سلول الکترولیز خارج می کنند و آن را در یک ظرف دیگر با آب واکنش می دهند.



دست آخر، محلول حاصل از واکنش آمیزه سدیم با آب را تبخیر می کنند تا سود خالص حاصل شود.

● **نمک‌ها و اهمیت صنعتی آن‌ها:** نمک‌ها دسته بسیار مهمی از ترکیبات شیمیایی هستند. صدها نمک معدنی گوناگون در زمینه‌های مختلف زندگی و در صنعت مورد استفاده دارند. این نمک‌ها یا به صورت مواد خام طبیعی در طبیعت موجودند که پس از جداسازی و تخلیص مورد استفاده قرار می‌گیرند یا این‌که در کارخانجات صنایع شیمیایی سنتز و تهیه می‌شوند. برخی کاربردها و اهمیت صنعتی نمک‌های معدنی عبارت‌اند از:

– در کشاورزی تعداد زیادی از نمک‌ها قابلیت کودهای شیمیایی و مصارف دیگر دارند و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

– بسیاری از نمک‌ها در صنایع غذایی به کار می‌روند و عده‌ای از نمک‌ها در فرآیندهای زیستی اهمیتی یگانه دارند.

– از نمک‌ها در موارد زیادی برای تهیه داروهای پزشکی استفاده می‌شود.

– از نمک‌ها در صنایعی، مانند صنعت شیشه، کاغذ، رنگ، آبکاری، متالورژی، شوینده‌ها، سم‌های دفع آفات، سیمان، سرامیک، چرم و ... استفاده می‌شود.

– به هر حال، نمی‌توان هیچ یک از شاخه‌های صنعتی را از نمک‌های معدنی بی‌نیاز دانست. مصارف سالانه نمک‌ها در زمینه‌های مختلف بالغ بر ده‌ها میلیون تن است.

اکنون چند کاربرد ویژه از چند نمک معدنی را از نظر می‌گذرانیم:

– سدیم سولفات ماده خامی است که در تهیه سولفید و شیشه به کار می‌رود. از سویی، سدیم سولفید، سدیم تیوسولفات و سدیم سولفیت در عکاسی و در جاهای دیگر مصرف دارند.

– نمک طعام علاوه بر مصرف غذایی و دارویی، در تهیه گاز کلر، سود و برخی ترکیبات دیگر به کار می‌رود.

– سدیم فلئورید، سدیم و پتاسیم دی‌کرومات، فسفات‌ها و نیز نمک‌های آهن، آلومینیم و باریوم در تهیه صنعتی رنگ‌ها، برخی مواد شیمیایی ویژه، کاتالیزورها، لیاف‌های صنعتی، پلاستیک‌ها، لاستیک‌ها، شوینده‌ها و سایر محصولات شیمیایی به کار می‌روند.

– سولفات‌ها، فسفات‌ها و نترات‌ها در تهیه کودهای شیمیایی مورد استفاده‌اند.

پرسش:

الف) دو مورد دیگر – به غیر از موارد یاد شده – از کاربرد نمک‌ها را نام ببرید.
ب) آیا می‌توانید صنعتی را نام ببرید که در آن از نمک‌های معدنی استفاده نمی‌شود؟

دسته‌بندی نمک‌های معدنی: نمک‌های معدنی را می‌توان به چند لحاظ دسته‌بندی کرد: الف) بر حسب منشأ: که آن‌ها را به نمک‌های موجود در طبیعت و نمک‌های سنتزی تقسیم می‌کنند.

ب) بر حسب ماهیت: که آن‌ها را به نمک‌های سدیم، پتاسیم و ... دسته‌بندی می‌کنند.

ج) بر حسب روش‌های تولید،

د) بر حسب مصارف و کاربرد.

روش‌های تولید نمک‌های معدنی: نمک‌های معدنی براساس دو روش کلی تهیه می‌شوند، یکی استخراج نمک‌هایی که به طور طبیعی در طبیعت موجودند و دیگری سنتز و تهیه آن‌ها در کارخانه‌های صنایع شیمیایی از نمک‌های طبیعی و سایر مواد خام طبیعی.

الف) استخراج نمک‌های طبیعی: در این روش نمک‌هایی را که در معادن موجودند از راه عملیات مختلف استخراج می‌کنند. برای مثال، از راه تبخیر آب دریاچه‌های شور می‌توان نمک‌های موجود در آن‌ها را جدا و خالص‌سازی کرد یا می‌توان نمک‌های طبیعی محلول در آب را که با ناخالصی‌های نامحلول در آب همراه‌اند، از طریق حل کردن آن‌ها در آب جدا کرد. برای این کار، پس از حل کردن نمک طبیعی ناخالص در آب، محلول حاصل را از ناخالصی‌ها جدا و سپس تبخیر می‌نمایند تا نمک مورد نظر جدا شود. اگر دو یا چند نمک محلول در آب در ماده خام اولیه موجود باشد، می‌توان آن‌ها را از راه تبلور نوبتی (در چند نوبت) از هم جدا کرد.

ب) تهیه و سنتز نمک‌های معدنی در کارخانه: برای تهیه و سنتز نمک‌های معدنی، که تعداد آن‌ها هم بسیار زیاد است، از روش‌ها و فرآیندهای مختلفی استفاده می‌شود. با وجود این، می‌توان چگونگی سنتز و تهیه بیش‌تر آن‌ها را در چهارچوب یک «واحد عملیاتی» خلاصه کرد. در یک واحد عملیاتی مربوط به تکنولوژی نمک‌های معدنی، عملیاتی به شرح زیر انجام می‌شود:

۱ - خرد کردن و کاستن اندازه مواد جامد طبیعی؛

۲ - بهره‌وری از مواد خام طبیعی؛

۳ - انجام اعمالی مانند خشک کردن، تکلیس کردن، مخلوط کردن و حل کردن، هم‌چنین

رسوب دادن، صاف کردن، تبخیر، تصعید، سرد کردن محلول، تبلور، جذب و واجذب و

در جریان عملیات ذکر شده، واکنش‌های شیمیایی لازم نیز صورت می‌گیرد و از آن‌جا محصول و یا محصولات شیمیایی مورد نظر تولید و آماده مصرف می‌شوند.

در هر واحد عملیاتی، به شرحی که گذشت، چندین تغییر فیزیکی و چندین تغییر شیمیایی

صورت می‌گیرد. بیش‌تر این تغییرات، به ویژه آن‌هایی که به تهیه مواد خام و کارهای لازم بر روی محصولات نهایی در ارتباط است، فیزیکی هستند. در مقابل، تهیه مواد شیمیایی جدید از واکنش میان مواد خام به کار رفته، از نوع تغییر شیمیایی است.

مواد خامی که از آن‌ها برای سنتز و تهیه نمک‌های معدنی در کارخانه استفاده می‌شود، عبارت‌اند از: مواد معدنی موجود در طبیعت، محصولات شیمیایی واسطه در صنایع شیمیایی و محصولات شیمیایی زاید در صنعت.

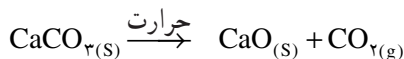
لازم به یادآوری است که یکی از مشخصه‌های تکنولوژی نمک‌های معدنی آن است که در سنتز و تهیه آن‌ها معمولاً به کاتالیزگر نیازی نیست.

در جریان تهیه نمک‌های معدنی از مواد خام، علاوه بر انجام فرآیندهای فیزیکی، برخی اعمال شیمیایی مهم، مانند تجزیه، ترکیب، اکسایش - کاهش و... نیز انجام می‌شود. برای مثال، کانی‌های دارای نمک‌های معدنی را در اسیدها یا در قلیاها حل می‌کنند تا به اجزای محلول تجزیه شوند، یا این‌که آن‌ها را حرارت می‌دهند تا به اجزای مفیدتر تجزیه گردند و همین‌طور آن‌ها را در معرض اکسژن هوا حرارت می‌دهند تا دست‌خوش اکسایش لازم شوند.

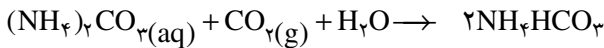
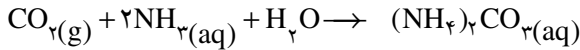
تولید صنعتی سدیم کربنات: سدیم کربنات کاربردهای صنعتی فراوانی دارد و میزان تولید جهانی آن بسیار بالاست. از این نمک برای تهیه سایر محصولات شیمیایی در متالورژی، در صنعت شیشه، در پالایش محصولات نفتی، در تهیه خمیر کاغذ، در صابون‌سازی، در تهیه لیاف سنتزی، در صنایع سنتز ترکیبات آلی و... استفاده می‌شود.

روش صنعتی تهیه سدیم کربنات، در اواخر سده نوزده توسط سلوی شیمی دان بلژیکی طراحی شده و توسعه یافته است. مواد خام مورد استفاده در این روش شامل کلسیم کربنات و نمک طعام است. مراحل تهیه سدیم کربنات عبارت‌اند از:

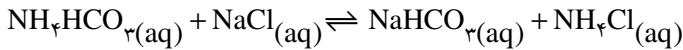
۱- کلسیم کربنات را در کوره مناسب حرارت می‌دهند تا به CaO و CO_2 تجزیه شود:



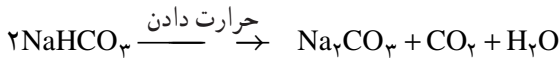
۲- سپس CO_2 حاصل را در محلول دارای آمونیاک و نمک طعام، که از نمک طعام سیر شده است، وارد می‌کنند تا از این راه سدیم هیدروژن کربنات به دست آید. چون قابلیت حل شدن سدیم هیدروژن کربنات در آب کم است، با تغلیظ محلول می‌توان آن را به صورت جامد، از محلول جدا کرد.



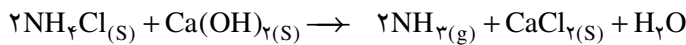
در گام بعدی، واکنش تعویض Na^+ با NH_4^+ صورت می‌گیرد.



۳- سدیم هیدروژن کربنات جدا شده را حرارت می‌دهند تا به سدیم کربنات تجزیه شود.

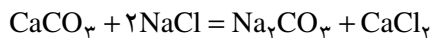


CO_2 حاصل از این مرحله، از نو در مرحله (۲) مورد استفاده قرار می‌گیرد.
۴- آمونیوم کلرید حاصل از مرحله (۲) در تهیه سدیم کربنات یک محصول فرعی است و مصارف مختلفی دارد. گذشته از آن، می‌توان آن را با $\text{Ca}(\text{OH})_2$ حاصل از مرحله (۱) مخلوط کرد و حرارت داد تا آمونیاک مورد استفاده در مرحله (۲) به دست آید.



کلسیم کلرید محصول فرعی دیگری است که در واکنش بالا به دست می‌آید و دارای مصارف مختلفی است.

به این ترتیب، اگر واکنش‌های به کار رفته در این چهار مرحله را با هم جمع کنیم به معادله کلی زیر می‌رسیم:

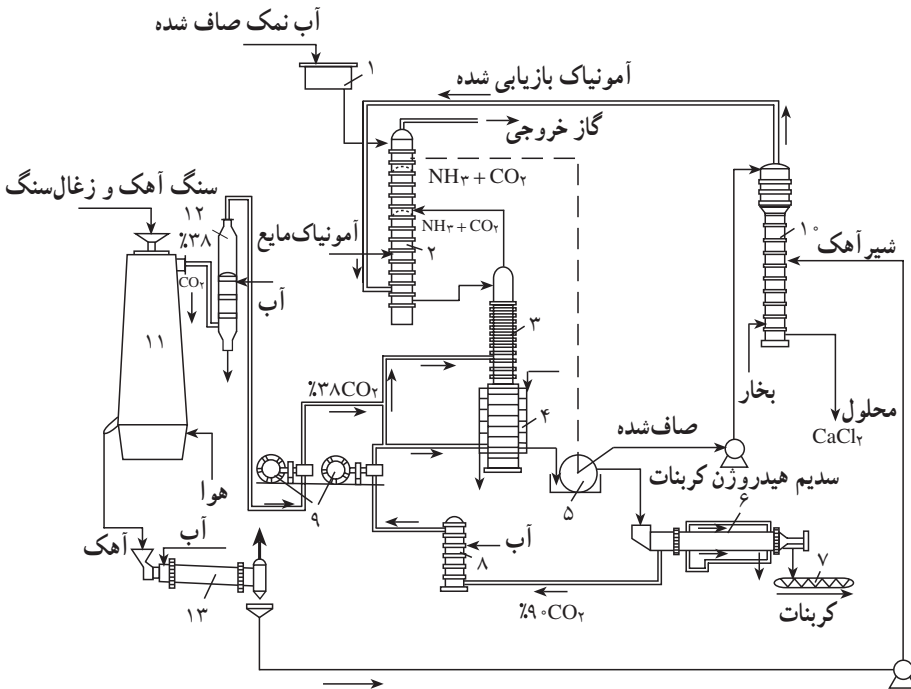


پرسش: آیا از واکنش مستقیم کربنات کلسیم با نمک طعام می‌توان سدیم کربنات

تهیه کرد؟ برای پاسخی که می‌دهید دلیل بیاورید.

پرسش: در شکل ۴-۴ نمودار مراحل تهیه سدیم کربنات ترسیم شده است.

از دقت کردن در آن به چه نتایج آموزنده‌ای می‌رسید؟



- | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------|
| ۱- مخزن آب نمک | ۲- برج جذب | ۳- برج جذب CO_2 | ۴- بخش سرد برج |
| ۵- صاف کردن با خلأ | ۶- حرارت دادن سدیم هیدروژن کربنات | ۷- نقاله | ۸- کوره پالایش گاز |
| ۹- متراکم کننده | ۱۰- برج تقطیر | ۱۱- کوره تهیه آهک | ۱۲- کوره پالایش گاز |
| ۱۳- جایگاه پاشیدن آب بر روی آهک زنده | | | |

شکل ۴-۴ نمودار یک واحد تهیه سدیم کربنات

۴-۳ فرآورده‌های صنایع سیلیکات

صنایع سیلیکات، صنایعی هستند که ماده اولیه مورد مصرف آن‌ها بیش‌تر سیلیس^۱ (SiO_2)

^۱silica ; silice

و ترکیبات آن است. امروزه، صنایع تهیه آجرهای نسوز منیزی، کرومی، گرافیتی را نیز در ردیف صنایع سیلیکات می‌آورند. زیرا اصول کار آن‌ها با کار صنایع سیلیکات مشابه است.

محصولاتی که در صنایع سیلیکات تهیه می‌شوند، خواص جالب توجه و مهمی دارند. از جمله اغلب آن‌ها خیلی سخت‌اند و نقطه ذوب بالایی دارند. این گونه محصولات در مقابل عوامل شیمیایی مقاوم‌اند و گرما را به خوبی تحمل می‌کنند. علاوه بر آن، قیمت آن‌ها پایین است.

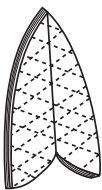
مواد خام مصرفی در صنایع سیلیکات در طبیعت فراوان‌اند. خاک رس، مارن، سنگ آهک، گچ، دولومیت، کوارتز و فلدسپار جزو این موادند.

برخی از مواد اولیه مورد استفاده در این صنایع را به طور مصنوعی نیز تهیه می‌کنند؛ مثل سدیم کربنات و سدیم سولفات. در ضمن، ضایعات بعضی از صنایع، (نظیر صنایع گداخت فلزات آهنی و غیرآهنی و برخی صنایع شیمیایی) برای صنایع سیلیکات نقش مواد اولیه دارند. سرباره کوره‌های تهیه چدن، تفاله قیری و لجن آلومینیم‌سازی از این قبیل‌اند.

محصولات صنایع سیلیکات بسیار متنوع‌اند، هر دسته از این محصولات را در شاخه‌ای از صنایع سیلیکاتی تهیه می‌کنند. مهم‌ترین شاخه‌های صنایع سیلیکات عبارت‌اند از: سیمان، شیشه، لعاب، سرامیک و سرامیک‌های آتش‌خوار.

معمولاً صنایع گچ و آهک را هم جزو این صنایع بررسی می‌کنند.

● **گچ:** گچ را از سنگ گچ تهیه می‌کنند. سنگ گچ کلسیم سولفات آبدار است ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) که به آن «ژپس» می‌گویند. بلورهای ژپس به شکل سرنیزه در معادن یافت می‌شود (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵ ژپس سرنیزه‌ای

نوع دیگری از سنگ معدن گچ، کلسیم سولفات بی‌آب (CaSO_4) است که «انیدریت^۱» نام دارد.

اگر به سنگ گچ گرما داده شود وقتی دمای آن به حدود 120°C برسد، هر مولکول آن، یک‌ونیم مولکول آب از دست می‌دهد و به گچ ساختمانی^۲ تبدیل می‌گردد. حال موقعی که گچ

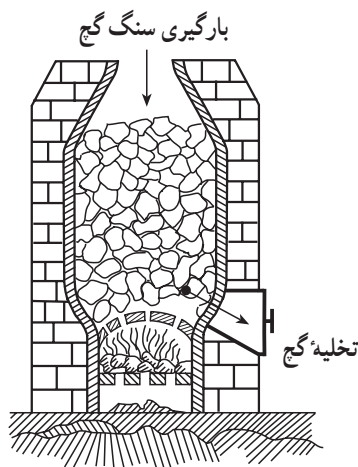
۱ - anhydrite

۲ - فرمول گچ ساختمانی $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ است.

ساختمانی در مجاورت آب قرار گیرد با آب واکنش می دهد و به حالت قبل از گرما دیدن درمی آید. در این حالت می گویند که گچ خود را گرفته است (گرفتن گچ). اگر در پختن گچ دما از 180°C بالاتر برود، گچ تمامی آب خود را از دست می دهد و اصطلاحاً می گویند به گچ سوخته تبدیل شده است. این گچ در مجاورت آب از نو متبلور نمی شود، تا به صورت $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ درآید. اصطلاحاً گفته می شود که چنین گچی خود را نمی گیرد. بنابراین، برای مصارف بنایی و برای گچ گرفتن در عملیات شکسته بندی مناسب نیست.

تهیه گچ ساختمانی: برای تهیه گچ ساختمانی، نخست سنگ معدن آن را ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) از کوه جدا و قطعه قطعه می کنند. سپس، آن ها را در کوره های ثابت (قدیمی) یا در کوره های جدید، که سنگ گچ در حین عبور از آن ها پخته می شود، جای می دهند. دمای پخت بین 120° تا 180° درجه سلسیوس است. گچ های پخته شده را نرم و بسته بندی می کنند.

شکل ۶-۴ کوره جدید تهیه گچ را نشان می دهد. از دقت کردن در آن به چه نکاتی پی می برید؟



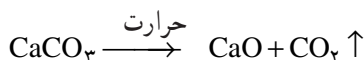
شکل ۶-۴ کوره تهیه گچ به روش پیوسته

مصارف گچ: گچ را برای قالب گیری، تهیه سنگ مصنوعی، گچ کاری، گچ بری، تهیه دیوار گچی، مجسمه سازی و... به کار می برند.

گچ بری از هنرهای ظریف ایرانیان قدیم بوده است. گچ بری های زیبای مساجد اصفهان نمونه ای از این هنر است.

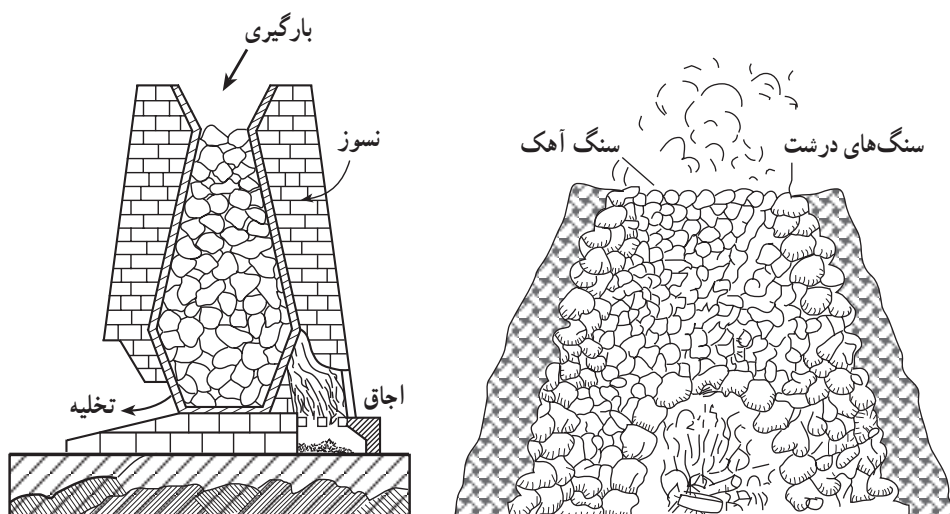
مصری‌ها، از دو هزار سال قبل از میلاد مسیح، گچ را در کارهای ساختمانی به کار می‌برده‌اند.
 ● آهک و سنگ آهک: سنگ آهک، گل سفید و مرمر سفید، کلسیم کربنات تقریباً خالص‌اند.
 اما مرمر رنگین نوع ناخالص کلسیم کربنات است. سنگ آهک، در دمای بیش از 1000°C تجزیه می‌شود و گاز کربن دی‌اکسید (گاز کربنیک) و آهک زنده می‌دهد.

گاز کربن دی‌اکسید + آهک زنده $\xrightarrow{\text{حرارت}}$ سنگ آهک



آهک زنده، کلسیم اکسید (CaO) است. وقتی به آهک زنده آب می‌زنند مقداری از آب با آهک ترکیب می‌گردد و از این عمل گرما تولید می‌شود. گرما مقداری از آب را بخار می‌کند و باعث از هم پاشیدن آهک (شکفته شدن) می‌گردد. ترکیب حاصل از آهک و آب، کلسیم هیدروکسید نامیده می‌شود. کلسیم هیدروکسید آهک مرده نام دارد.

کلسیم هیدروکسید در آب کم حل می‌شود ($1/5$ گرم در لیتر). محلول حاصل، «آب آهک» نام دارد. از مخلوط کردن مقدار زیاد کلسیم هیدروکسید با آب، «شیر آهک» حاصل می‌گردد.
 کوره‌های آهک‌پزی: کوره‌های قدیمی تهیه آهک، به‌طور غیر پیوسته کار می‌کردند، اما کوره‌های امروزی به‌طور پیوسته کار می‌کنند. در شکل ۴-۷ هر دو نوع کوره نشان داده شده است.



ب - امروزی (پیوسته)

الف - قدیمی (متناوب)

شکل ۴-۷ کوره‌های آهک‌پزی

مصارف آهک: آهک، که نوعی قلیای ضعیف است، در صنایع شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آهک در تهیه آمونیاک، سودسوزآور، کلسیم کلرید، کلسیم کربید و کلسیم سیانامید به کار می‌رود.

آهک در کشاورزی، برای اصلاح زمین نیز مصرف می‌شود و نقش یک حشره‌کش ضعیف دارد. مهم‌ترین کاربرد آهک در کارهای ساختمانی، از جمله تهیه ملاط و سیمان است.

● **سیمان‌ها:** سیمان‌ها موادی هستند پودری شکل، که آن‌ها را یا از معدن بیرون می‌آورند یا به‌طور مصنوعی تهیه می‌کنند. مخلوط آب و سیمان، خمیری می‌دهد که شکل‌پذیر است و به‌سهولت قالب‌گیری می‌شود. خمیر به تدریج، مثل سنگ، سفت و سخت می‌شود.

سیمان‌ها را از روی خواص آن‌ها و زمینه کاربریشان، به سه دسته تقسیم می‌کنند:

۱- سیمان‌های سفت شونده در هوا، که خود را در مجاورت هوا می‌گیرند و سفت می‌شوند.

۲- سیمان‌های آبی (هیدرولیک)، که در زیر آب سفت می‌شوند.

۳- سیمان‌های مقاوم در برابر اسیدهای معدنی.

سیمان‌های دسته یکم در ساخت بنا و اشیای زینتی کاربرد فراوانی دارند.

سیمان‌های آبی دارای اهمیت زیادی هستند. از آن‌ها در تهیه اجزای پیش‌ساخته بنا (ساختمان‌های پیش‌ساخته) و تأسیسات مهندسی زیرآبی استفاده می‌شود.

مهم‌ترین نوع سیمان‌های آبی، «سیمان پرتلند» است.

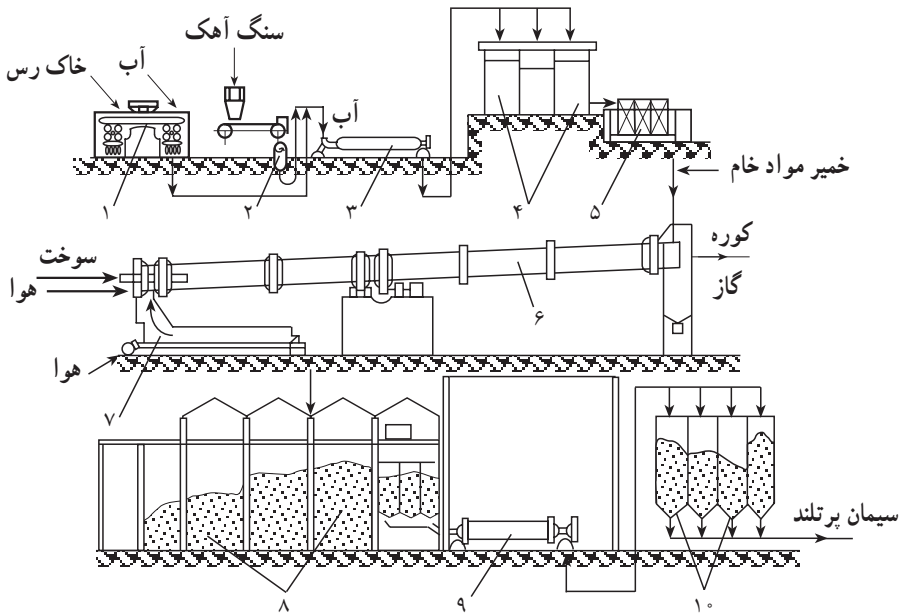
سیمان پرتلند: سیمان پرتلند از پختن مخلوط سنگ آهک و گل رس تولید می‌شود. مخلوط

باید نسبت مشخصی داشته باشد. در تهیه این سیمان کارهایی به شرح زیر صورت می‌گیرد.

تهیه خمیر سیمان، پختن خمیر و سرد کردن آن، شکفته کردن سیمان، آسیاب کردن سیمان

پخته شده و انبار کردن آن.

در شکل ۸-۴ مجتمع تهیه سیمان نشان داده شده است.

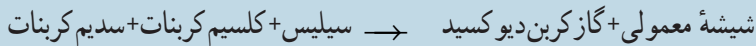


۱- مخلوط‌کننده خاک رس ۲- پتک ۳- آسیاب مواد خام ۴- حوضچه‌های اصلاح خمیر
 ۵- حوضچه‌های افقی خمیر ۶- کوره چرخان ۷- خنک‌کن ۸- انباری ۹- آسیاب سیمان ۱۰- سیلوی سیمان

شکل ۸-۴ یک واحد تهیه سیمان پرتلند

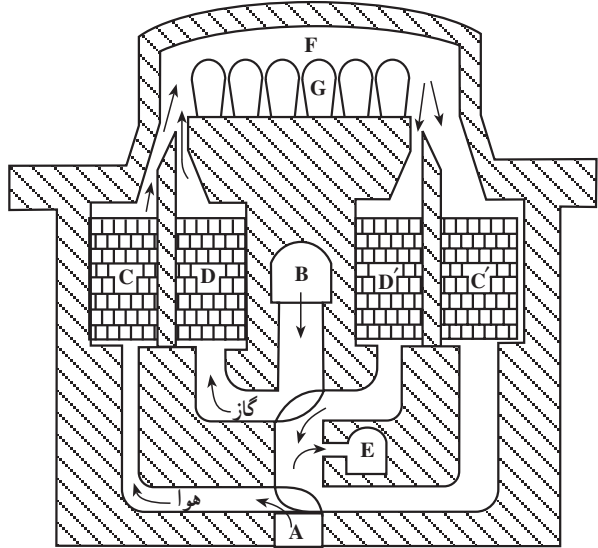
● شیشه: شیشه ماده بی‌شکلی است که معمولاً از سیلیس، SiO_2 ، و سدیم اکسید، Na_2O ، و کلسیم اکسید، CaO ، تهیه می‌شود.

برای تهیه شیشه، مخلوط سدیم کربنات، کلسیم کربنات و سیلیس را در کوره (شکل ۹-۴)، در دمای 1400°C درجه سلسیوس گرم می‌کنند و آن قدر در این دما نگه می‌دارند، تا تمامی گازها از ماده مذاب خارج شود. واکنشی که در این عملیات انجام می‌گیرد چنین است:



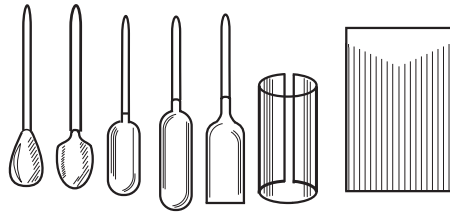
پس از آن خمیر شیشه به دست آمده را در مسیر عملیات شیشه‌گری قرار می‌دهند. نوع عملیات، بنابر جنس و شکل اشیاء متفاوت است. مثلاً در قدیم در تهیه شیشه جام، استادکار با انتهای یک فوتک مقداری از خمیر را برمی‌داشته و در آن می‌دمیده است. مراحل تهیه در شکل ۱۰-۴ دیده می‌شود.

ولی امروزه، شیشه جام به روش مکانیکی در دستگاهی مطابق شکل ۱۱-۴ تهیه می‌شود.

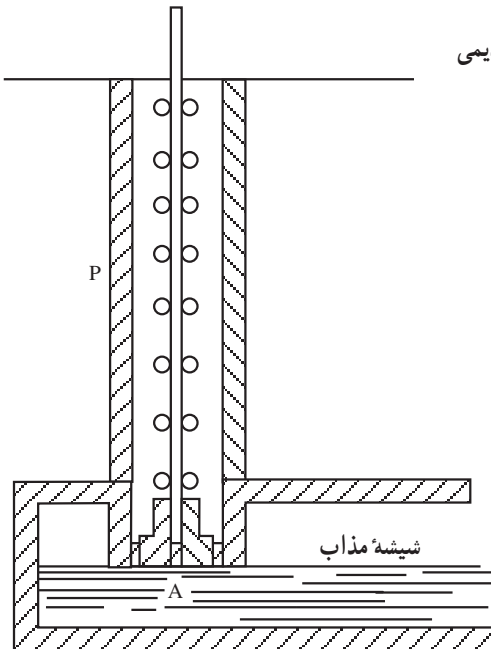


- (A) محل ورود هوا
- (B) ورود گاز
- (C) و (D) محل گرم شدن هوا و گاز
- (F) محل سوخت
- (G) بوتۀ مواد اولیه

شکل ۹-۴ کوره شیشه سازی



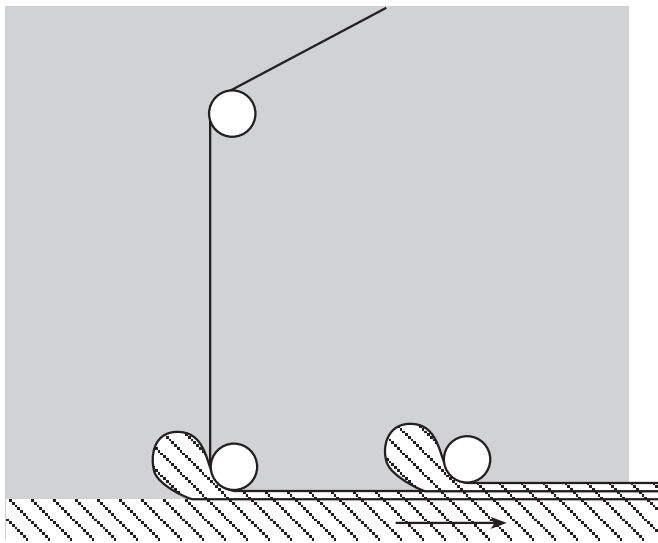
شکل ۱۰-۴ مراحل تهیه یک شیشه جام به روش قدیمی



شکل ۱۱-۴ دستگاه جام ساز

شیشه‌های مشجر و شیشه‌های مسلح: برای ساختن شیشه‌های مشجر، ابتدا خمیر شیشه را بر روی میز کار می‌ریزند. سپس آن را به وسیله غلتک‌های نقش‌دار، غلتک می‌زنند؛ در این عمل شیشه نقش‌دار می‌شود.

برای ساختن شیشه‌های مسلح؛ ابتدا با یک ورقه خمیر شیشه را گسترش می‌دهند، سپس سلاح فلزی را، که به شکل توری ساخته‌اند، در روی این ورقه قرار می‌دهند و غلتک می‌زنند و بالآخره قشر دومی از شیشه در روی آن می‌ریزند و دوباره غلتک می‌زنند. به این طریق شیشه مسلح ساخته می‌شود. عمل مذکور، در دستگامی مطابق شکل ۴-۱۲ صورت می‌گیرد.



شکل ۴-۱۲ تهیه شیشه مسلح

مزیت شیشه مسلح در این است که در صورت شکستن، خطر پرتاب شدن تکه‌های شیشه و صدمه رساندن تقریباً منتفی است. به همین سبب از آن‌ها برای پوشش سقف بازارها و سینماها استفاده می‌کنند.

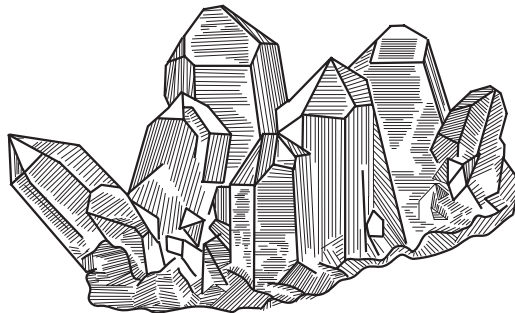
انواع شیشه‌ها و خواص کلی آن‌ها: شیشه‌ها مواد جامدی هستند که در آب و اسیدها (به جز HF) و قلیاها و نمک‌ها حل نمی‌شوند. آن‌ها شفاف‌اند و نور را از خود عبور می‌دهند و در حالی که سخت هستند در برابر گرما و ضربه مقاومت ندارند. در عین حال، با تغییر ساختار شیشه، یعنی با به کار بردن مواد اولیه مختلف، می‌توان خاصیت دل‌خواه را به شیشه داد. مثلاً شیشه نشکن یا نوسز تهیه نمود.

در جدول ۴-۲ ترکیب درصد تقریبی بعضی از شیشه‌ها داده شده است.

جدول ۴-۲ ترکیب تقریبی بعضی از شیشه‌ها

درصد وزنی سازندگان								نوع شیشه
B ₂ O ₃	PbO	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	
-	-	-	۱۴-۱۵	۳-۴	۸-۱۰	۱/۵-۲	۷۰-۷۳	شیشه پنجره
-	-	-	۱۵-۱۶	۲-۴	۹-۱۰	۳-۴	۶۹-۷۲	بطری بیرنگ
۰-۱	-	۰-۳	۱۵-۱۶	۰-۳	۶-۱۰	-	۷۳-۷۵	ظروف غذاخوری اعلا
-	۳۰-۳۵	۱۰-۱۳	-	-	-	-	۵۵-۷۷	بلور
۲-۳	-	۵-۶	۸-۱۰	۱-۲	۶-۸	۳-۵	۶۸-۷۰	مقاوم شیمیایی
-	۴۵	۶	-	-	-	-	۴۷-۶۵	نوری
-	-	۴	۱۱-۱۶	-	۴-۵	۴-۶	۶۹-۷۳	پاشان (منشور)
-	-	-	۱۲-۱۳	۳-۴	۵-۶	-	۶۹-۷۰	لامپ‌های الکتریکی
۶-۱۳	-	-	۰/۵-۲	۰-۸	۵-۱۶	۱۰-۱۸	۴۸-۵۶	الیاف شیشه‌ای

سنگ‌های قیمتی و سنگ‌های مصنوعی: سنگ‌های قیمتی، اشکال متبلور سیلیس و شیشه‌های نادرند که در طبیعت وجود دارند یا به طور مصنوعی تهیه می‌شوند. کوارتز یا دُر کوهی (شکل ۱۳-۴) سیلیس بسیار خالص متبلور است. بلورهای شفاف آن در جواهرسازی به کار می‌روند. لعل بنفش، عقیق و آپال انواع رنگی کوارتز هستند که آن‌ها هم در جواهرسازی کاربرد دارند.



شکل ۱۳-۴ کوارتز

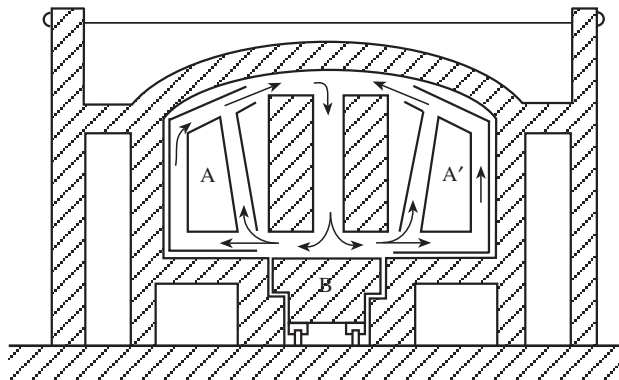
بعضی از سیلیکات‌ها نیز در جواهرسازی مصرف می‌شوند؛ مثل زبرجد، زمردها و سنگ‌های قیمتی دیگر، مثل الماس، یاقوت و فیروزه، از دسته سیلیس و سیلیکات‌ها نیستند. امروزه، انواع مختلف سنگ‌های قیمتی را از راه مصنوعی تهیه می‌کنند، به این طریق که مواد سازنده آن‌ها را با یکدیگر ترکیب می‌کنند. از این سنگ‌ها زیورآلات، اشیای تجملی و پایه ابزارهای دقیق فیزیکی (مثل اجزای ساعت‌های دقیق و شاهین ترازو) می‌سازند. وزن سنگ‌های قیمتی مصنوعی به ۶ تا ۴۰ گرم (۳۰ تا ۲۰۰ قیراط) می‌رسد. آن‌ها را پس از ساخت تراش می‌دهند.

● **لعاب‌ها:** لعاب‌ها مواد بی‌شکلی هستند که مانند شیشه‌ها از ترکیب اکسیدهای اسیدی و بازی به وجود می‌آیند. خاصیت اصلی لعاب‌ها، شیشه‌ای شدن آن‌هاست. این خاصیت از سیلیس و بوریک اکسید (B_2O_3) موجود در آن‌ها پدید می‌آید.

لعاب‌ها، خیلی سخت و نامحلول هستند و در مقابل گازها و مایعات، غیرقابل نفوذند. لعاب‌ها را، معمولاً به صورت پوسته نازکی برای پوشش بدنه بعضی از مصنوعات (سرامیک‌ها) به کار می‌برند. با این عمل سرامیک‌ها به صورت غیرقابل نفوذ، جلوه‌دار، زیبا و از نظر بهداشتی مناسب در می‌آیند. لعاب‌ها بی‌رنگ، رنگی، مات، نیمه‌مات و شفاف‌اند.

روش‌های مختلف لعاب‌کاری: لعاب دادن به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد:

- ۱- غوطه‌ور کردن جسم در لعاب ۲- پاشیدن لعاب بر روی جسم ۳- ریختن لعاب به داخل ظرف ۴- مالیدن با قلم مو ۵- پاشیدن لعاب به داخل کوره پخت جسم



A و A' - کانون‌های سوختن گازها
B - مخزن تونلی ظروف

شکل ۱۴-۴ یک کوره پخت لعاب

● سرامیک

ترکیب و مصرف: سرامیک‌ها محصولاتی هستند که از خاک رُس حرارت‌دیده به وجود می‌آیند. محصولات سرامیکی بسیار متنوع‌اند، معمولی‌ترین آن‌ها آجر و مرغوب‌ترین آن‌ها چینی‌های ظریف‌اند.

آجرها و سفال‌ها؛ موزائیک و کاشی؛ سرویس‌های بهداشتی؛ برخی گلدان‌ها و مجسمه‌ها و ظروف غذاخوری انواع مختلف سرامیک‌هایی هستند که به‌طریقی با مسکن و زندگی روزمره ارتباط دارند. سرامیک‌ها در صنعت نیز کاربرد زیادی دارند. در ساختن کوره‌ها، بوت‌ها، قرع‌های آتش‌خوار، عایق‌های برق و نیز کانال‌کشی، از آن‌ها استفاده می‌شود.

مواد اولیه سرامیک: در بیش‌تر مواد سرامیکی، چهارگونه مادهٔ اولیه به کار می‌رود. یکی خاک رُس، که خاصیت شکل‌پذیری دارد؛ دوم سیلیس که از ترک خوردن جلوگیری می‌کند؛ سوم کمک ذوب‌ها و چهارم لعاب‌ها.

خاک رُس‌ها: آلومینیم سیلیکات‌های آبدار هستند، که خاصیت اسیدی دارند. خاک رس خالص^۱، که خاک چینی و کائولن نیز نامیده می‌شود، سفید رنگ است. اما، خاک رُس‌ها، تقریباً همیشه ناخالص‌اند و ناخالصی آن‌ها بیش‌تر اکسیدهای آهن و کلسیم است. وجود ناخالصی در خاک رُس باعث می‌شود که خاک زود ذوب شود و خمیر آن که چسبندگی دارد شکل‌پذیر گردد.

مواد ضد ترک: این مواد، یا سیلیس خالص‌اند یا از ترکیبات سیلیس. خرده شیشه، کوارتز و سنگ آتش‌زنه، جزو این موادند. وقتی که این مواد به خاک رس‌ها اضافه می‌شوند، جسم ساخته شده از گل مخلوط، هنگام خشک و پخته شدن ترک نمی‌خورد و شکل خود را از دست نمی‌دهد.

کمک ذوب‌ها: این مواد چون به خمیر سرامیک افزوده شوند، باعث می‌گردند که هنگام پخت نقطهٔ ذوب جسم پایین بیاید. از همین روست که آن‌ها را «کمک‌ذوب» نامیده‌اند. کلسیم کربنات و منیزیم کربنات و فلدسپات از مواد کمک ذوب‌اند.

لعاب‌ها: گفته شد که این مواد را بر روی اجسام تهیه شده، پوشش می‌دهند و سپس در کوره می‌پزند. علاوه بر لعاب، گاهی از مواد تزئین‌کننده هم استفاده می‌کنند.

سرامیک‌های جدید: امروزه، پیشرفت‌های زیادی در تهیهٔ سرامیک‌ها حاصل شده است.

۱- فرمول خاک رس خالص $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$

سرامیک‌هایی ساخته‌اند که نوعی از آن‌ها در داخل یخچال و فریزر (محیط سرد) و نوع دیگر در داخل شومینه (بخاری‌های گازسوز زینتی)، کاربرد دارند.

از دیگر انواع سرامیک‌های جدید آن‌هایی هستند که در صنایع نیروگاه‌های هسته‌ای، راکت‌ها، موشک‌ها و نیمه‌هادی‌ها کاربرد دارند.

۴-۴ صنایع استخراج فلزات

چنین گمان می‌رود که تهیه فلزات از راه احیای اکسیدهای آن‌ها، یکی از دستاوردهای مهم انسان در قلمرو شیمی عملی باشد. با وجود این، فلزاتی چند که در طبیعت به حالت آزاد یافت می‌شوند، از زمان‌های بسیار کهن مورد توجه انسان‌ها قرار گرفته‌اند. شاید طلا نخستین فلزی بوده که به دلیل رنگ و درخشندگی خاص خود مورد شناسایی قرار گرفته است. مس و نقره نیز از زمان‌های بسیار قدیم توسط بشر شناخته شده است. کیمیاگران عهد باستان، علاوه بر طلا، مس و نقره فلزات دیگری، مانند جیوه، آهن، سرب و... را هم می‌شناختند و می‌توانستند آن‌ها را برای مصارفی چند به کار برند.

از زمان‌های بسیار دور، در برخی از سرزمین‌ها عده‌ای از استادکاران ماهر به چگونگی تهیه مس از سنگ مالاشیت پی برده بودند. (سنگ مالاشیت که در طبیعت یافت می‌شود از مس کربنات و مس هیدروکسید درست شده است). در آن زمان‌ها وقتی این سنگ را با شعله حاصل از سوختن چوب حرارت می‌دادند نخست به مس اکسید و بخار آب و کربن دی‌اکسید تجزیه می‌شد و سپس مس اکسید حاصل، در دمای بالا با زغال چوب به مس احیا می‌گردید و رنگ سرخ آن مورد توجه قرار می‌گرفت. از سنگ مالاشیت برای رنگ آبی و سبز نیز استفاده می‌شده است و زنان مصری در عهد باستان از آن برای سرمه استفاده می‌کرده‌اند.

از زمان‌های خیلی پیش از میلاد مسیح، آهن را در سرزمین‌های بین‌النهرین می‌شناختند و مصری‌ها نیز با آهن و کار با آن آشنا بودند.

از گذشته‌های بسیار دور مفرغ، که آلیاژی از مس و قلع است، تهیه می‌شده و به کار می‌رفته است. پس از آن، برنج که آلیاژی از مس و روی است، مورد استفاده قرار گرفته است.

در سال ۱۵۵۶ بعد از میلاد، کیمیاگری به نام آگریکولا کتابی را درباره فلزگدازی نوشت. تألیف این اثر به پیشرفت استخراج و کاربرد فلزات کمک کرد. در نیمه دوم سده هجده، کارخانه‌های صنعتی زیادی در زمینه‌های مختلف تأسیس شد و صنایع فلزی نیز به نوبه خود شاهد توسعه و

بیشرفت‌های شایان توجهی گردید.

● **طبقه‌بندی فلزات:** امروزه، فلزات را به انواع آهنی و غیرآهنی طبقه‌بندی می‌کنند. آهن، انواع فولاد و چدن را از نوع «فلزات آهنی» و بقیه را «غیرآهنی» می‌گویند.

فلزات غیرآهنی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- فلزات سنگین مثل مس، قلع، سرب، روی، طلا و نیکل

۲- فلزات سبک، مثل آلومینیم

برای بهبود کیفیت فلزات خالص و افزایش یا کاهش بعضی از خواص آن‌ها به منظور مصارف گوناگون، دو یا چند فلز (حتی گاهی غیرفلز) را با یکدیگر مخلوط و در شرایط مختلف ذوب می‌کنند و پس از سردشدن مورد استفاده قرار می‌دهند. به چنین کاری آلیاژسازی می‌گویند و حاصل عمل آلیاژ است. اکثر اوقات اهمیت این آلیاژها در صنعت از فلزات خالص بسیار بیش‌تر است.

تمرین: پنج کاربرد متفاوت آلیاژها را نام ببرید.

● **فلزات در طبیعت:** تعداد کمی از فلزات مثل طلا و پلاتین به حالت آزاد در طبیعت یافت می‌شوند. اما بیش‌تر آن‌ها در طبیعت به حالت ترکیب موجودند. مهم‌ترین ترکیبات فلزات که در طبیعت یافت می‌شوند عبارت‌اند از: سولفیدها، اکسیدها؛ کربنات‌ها و سیلیکات‌ها، سولفات‌ها، نیترات‌ها و... این ترکیبات در طبیعت به صورت «کانی» یافت می‌شوند.

کانی ماده‌ای ناخالص است که در طبیعت یافت می‌شود و می‌توان از آن یک یا چند فلز را، چنان‌که مقرون به صرفه باشد، استخراج کرد.

کانی‌ها در هنگام استخراج، عموماً مقادیر متغیری مواد نامطلوب دارند. این مواد را گانگ^۱ می‌گویند. گانگ معمولاً از سیلیس، سیلیکات و آلومین و... تشکیل می‌شود. اگر گانگ از سیلیس باشد، آن را اسیدی می‌گویند و اگر دارای اساس CaO و MgO و FeO باشد آن را بازی می‌نامند. اگر نسبت مواد اسیدی و بازی آن‌ها تقریباً متعادل باشد آن را خنثا گویند.

کانی‌ای برای استخراج فلزی مناسب است که مقدار نسبی فلز در آن، آن‌قدر باشد که استخراجش در سطح دانش امروز، ممکن و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد. این مقدار نسبی از یک فلز به فلز دیگر بسیار متغیر است. برای آلومینیم یا آهن این مقدار نسبی باید 30° درصد و برای روی 3° درصد و برای مس تا $5/0^\circ$ درصد باشد.

● **تعریف متالورژی:** متالورژی، علم استخراج فلزات از کانی‌های آن‌ها و آماده‌سازی آن فلزات برای مصرف است. فرآیندهای متالورژی را می‌توان به سه نوع عملیات اصلی تقسیم‌بندی کرد:

۱- تغلیظ کانی

۲- کاهش (احیا)

۳- پالایش

تغلیظ کانی: در این عملیات سعی می‌شود تا حد ممکن ناخالصی‌های سنگ معدن جدا گردد و کانی برای عملیات بعدی آماده شود.

کاهش (احیا): در این عملیات، کانی‌های فلزی را به کمک مواد کاهنده (احیا کننده) به فلز کاهش می‌دهند (احیا می‌کنند).

پالایش: در این مرحله فلز به دست آمده در مرحله بالا را تا حدودی خالص می‌کنند و در خیلی از موارد موادی را هم به آن می‌افزایند، تا کیفیت مطلوب و مرغوبیت لازم را جهت مصرف در صنایع گوناگون پیدا کند.

● صنایع آهن

آهن - چدن - فولاد: در فرآیند تهیه آهن، اغلب آلیاژهایی از آهن و کربن به دست می‌آید. در این آلیاژها عناصر دیگری نیز وجود پیدا می‌کنند. این عناصر را یا به دل خواه به محصول اضافه می‌کنند و یا این که از ناخالصی‌های خوراک کوره وارد محصول می‌شود.

اگر مقدار کربن در آلیاژ آهنی از ۰/۲ درصد کم تر باشد، آن را آهن نرم می‌گویند. اگر مقدار کربن بین ۰/۲ تا ۱/۷ درصد باشد، محصول را فولاد و اگر بیش از ۱/۷ درصد باشد، فرآورده را چدن می‌نامند.

تولید چدن: چدن را در کوره بلند تولید می‌کنند. این کوره‌ها بیش از ۲۵ متر ارتفاع دارند. بیرون آن‌ها از فولاد و داخل آن‌ها از آجرهای آتش خوار است. تولید آهن در آن‌ها به ۲۰۰۰ تن در ۲۴ ساعت می‌رسد.

خوراک کوره: خوراک کوره از سه ماده اصلی سنگ معدن، مواد سوختی و کمک ذوب تشکیل شده است. در ضمن برای اکسایش مواد سوختی، باید هوا را هم در کوره بدمند.

کانی‌های آهن: اکسیدهای آهن (هماتیت و ماگنتیت)^۱ و آهن کربنات از کانی‌های مهم آهن‌اند،

۱- هماتیت Fe_2O_3 ، دارای ۷۰ درصد آهن؛ ماگنتیت Fe_3O_4 ، دارای ۷۲/۴ درصد آهن و آهن کربنات $FeCO_3$ ،

دارای ۴۸/۳ درصد آهن است.

که از آن‌ها برای تهیه چدن استفاده می‌شود. آن‌ها را قبل از وارد کردن به کوره به صورت دانه‌های یک شکل و تا حدودی یک اندازه درمی‌آورند.

سوخت کوره‌های بلند: مهم‌ترین سوخت کوره‌های بلند «کک» است. کک باقی‌مانده جامد زغال‌سنگ است که پس از حرارت دادن زغال سنگ (در غیاب هوا)، مواد فرآر آن خارج می‌شود و زغال کک بر جای می‌ماند.

امروزه، از روش گازه‌های طبیعی نیز برای سوخت استفاده می‌شود.
کمک ذوب‌ها: کمک ذوب‌ها موادی هستند که برای ترکیب شدن با ناخالصی‌های سنگ معدن و کک و نیز برای آسان کردن عمل ذوب، به کار می‌روند. سنگ آهک، سیلیس، آلومین از کمک ذوب‌ها هستند.

محصولات کوره بلند: چدن محصول اصلی کوره بلند است. بر روی چدن، موادی جمع می‌شود که شبیه کف در عملیات آشنیزی است. به این ماده سرپاره می‌گویند. گازه‌های گرم، محصول دیگری از کوره بلند است.

گازه‌های خارج شده از کوره بلند، دارای ۳۰ درصد کربن منواکسید است که قدرت گرمایی زیادی دارد. از سوزاندن آن برای گرم کردن خوراک کوره در دستگاه‌هایی به نام رکوپراتور استفاده می‌شود.



سرپاره دارای کلسیم اکسید، سیلیس و آلومین است. عموماً آن را برای ساخت سیمان و بتون به کار می‌برند و اگر دارای فسفر باشد برای کود کشاورزی مصرف می‌کنند.

شکل ۱۵-۴ کوره بلند ذوب آهن

چدن: محصول مذابی که از احیای کانی‌های آهن در کوره‌های بلند حاصل می‌شود «چدن» نام دارد. چدن، علاوه بر کربن، دارای ۲ تا ۳ درصد سیلیسیم و مقداری فسفر و گوگرد و برخی گازهای حل شده در آن است.

انواع چدن: دو نوع چدن سفید و خاکستری، را می‌توان از یک نوع مواد اولیه و فقط با تغییر دمای کوره و سرعت سرد کردن چدن به دست آورد.

چدن سفید، در حدود ۱۱۰۰ درجه سلسیوس ذوب می‌شود و حالت خمیری به خود می‌گیرد. در نتیجه برای ریخته‌گری مناسب نیست. چدن سفید، جامد، سخت و شکننده است و فقط برای تهیه فولاد به کار می‌رود.

چدن خاکستری، در حدود ۱۲۰۰ درجه سلسیوس ذوب می‌شود، به حالت سیال در می‌آید و برای ریخته‌گری مناسب است.

می‌توان انواع دیگر چدن را نیز بر حسب نیاز تهیه کرد.

فولاد: فولاد از پالایش چدن به دست می‌آید. به این طریق درصد زیادی از کربن و سیلیسیم و دیگر ناخالصی‌های چدن را از بین می‌برند.

انواع فولاد: فولادها را، به لحاظ کاربرد در صنعت، به سه دسته تقسیم می‌کنند: فولادهای ساختمانی، فولاد برای ساخت ابزار و فولادهای دارای خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه. مقدار کربن فولادها بین ۰/۲ تا ۱/۷ درصد است. مقدار کربن فولاد می‌تواند میزان تقسیم‌بندی فولاد به انواع خیلی نرم، نرم، نیمه سخت و خیلی سخت قرار گیرد.

هر نوع فولاد مصرف خاصی دارد. مثلاً، فولادهای خیلی سخت را برای تهیه ابزار جراحی و فولادهای نرم را برای ساخت توپ و زره‌پوش به کار می‌برند.

آهن خالص: آهن خالص را از احیای اکسیدهای آن به وسیله هیدروژن یا با عمل الکترولیز نمک‌های آهن به دست می‌آورند.

آهن فلزی است سفیدخاکستری که در ۱۵۳۹ درجه سلسیوس ذوب می‌شود. چگالی آن ۷/۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. چکش‌خوار و مفتول‌شدنی است و در مقابل کشش مقاومت دارد.

آهن به وسیله آهن‌ربا جذب می‌شود. وقتی که از اطراف آن جریان برق عبور کند، خاصیت آهن‌ربایی پیدا می‌کند. به همین سبب در تهیه آهن‌رباهای مصنوعی به کار می‌رود.

● آلومینیم: آلومینیم از فراوان‌ترین عناصر در پوسته جامد زمین است. آن را از دو ترکیب

مهم «بوکسیت» و «کریولیت»^۱ تهیه می‌کنند.

معادن بوکسیت در ایران نسبتاً فراوان است. تاکنون در کرمان، بهبهان، شاهرود، مشهد و شمال‌غرب کشور کشف شده است.

کارخانه تولید آلومینیم ایران به ظرفیت ۴۵ هزار تن در اراک واقع است و از سال ۱۳۵۱ به بهره‌برداری رسیده است.

خواص و کاربرد: آلومینیم فلزی است سفید نقره‌ای و نرم؛ چگالی آن $\frac{1}{3}$ آهن است. مقاومت کششی آن زیاد است و رسانایی برق آن نسبتاً مطلوب است (۶/۰ برابر مس). به دلیل همین خاصیت است که آن را برای انتقال برق به کار می‌برند.

آلومینیم را برای تهیه ظروف آشپزخانه، در و پنجره ساختمانی، توری و... مصرف می‌کنند. از آلومینیم می‌توان ورقه‌هایی به ضخامت یک صدم میلی‌متر تهیه کرد. از این ورقه‌ها برای ساخت خازن‌های برق و پوشش مواد غذایی استفاده می‌کنند.

آلومینیم ۹۰ درصد از اشعه‌ای را که به سطح آن برخورد می‌کند، منعکس می‌نماید. از این خاصیت برای تهیه آینه‌های مرغوب استفاده می‌کنند.

بودر آلومینیم برای تهیه رنگ‌های متالیک به کار می‌رود. از ترکیب آلومینیم با اکسیژن، گرمای زیادی حاصل می‌شود. آلومینیم می‌تواند اکسید بیش‌تر فلزات را احیا کند. از این خاصیت که «آلومینوترمی» نامیده می‌شود استفاده می‌کنند و فلزاتی از قبیل کروم، منگنز و وانادیم را استخراج می‌نمایند.

مخلوط بودر آلومینیم و اکسید مغناطیسی^۲ آهن، به نام «تریمیت» برای جوشکاری ریل‌های قطار به کار می‌رود.

آلومینیم اکسید طبیعی، که با کمی آهن (II) اکسید همراه است، گزند^۳ نامیده می‌شود و به صورت نوعی سمباده به کار می‌رود.

لعل و یاقوت آبی و جواهراتی از این قبیل، اکسیدهای آلومینیم هستند که با ناخالصی‌هایی همراه اند.

آلیاژهای آلومینیم: آلیاژهای آلومینیم از دو خاصیت مهم مکانیکی و سبکی برخوردارند.

۱- بوکسیت آلومینیم اکسید آبدار یا نوعی آلومینیم هیدروکسید است. کریولیت یک کانی به فرمول Na_3AlF_6 است.

۲- فرمول اکسید مغناطیسی آهن Fe_3O_4 است.

مهم‌ترین این آلیاژها «دورآلومین»^۱ است. دورآلومین گروهی از آلیاژهای آلومینیم با مس، منگنز، سیلیسیم، آهن و منیزیم است. دورآلومین که سختی آهن را دارد، سه برابر از آهن سبک‌تر است. سبکی آن باعث شده است که آن را در صنایع هواپیماسازی زیاد به کار برند.

سبکی قطعات فلزی در اغلب صنایع دارای اهمیت است. مثلاً اگر در قسمتی از بدنه واگون‌های حمل کالا یا لکوموتیو به جای آهن از دورآلومین استفاده شود، صرفه‌جویی زیادی به عمل می‌آید. زیرا حدود یک سوم وزن واگون حمل کالا را بدنه آن و ۹۵ درصد وزن لکوموتیو را وزن خود آن تشکیل می‌دهد. پس بی‌جهت نیست که آلومینیم را «فلز آینده» نامیده‌اند.

● **مس:** فلز مس را از ترکیبات سولفیدی و گاهی هم از اکسید آن تهیه می‌کنند.

خواص و موارد استعمال مس: مس فلزی است سرخ‌رنگ؛ سنگین‌تر از آهن. از آن‌جا که این فلز جریان برق را به خوبی هدایت می‌کند، آن را برای تهیه سیم‌های انتقال برق به کار می‌برند و چون گرما را خوب انتقال می‌دهد برای تهیه ظروف آشپزخانه، ستون‌های تقطیر و اتوکلاوها به کار می‌رود. باید دانست که مس در مقابل اسیدهای موجود در مواد غذایی، مقاومت چندانی ندارد و خیلی زود از یک ورقه زنگار پوشیده می‌شود که سمی است. به همین علت از قدیم سطح ظروف مسی را قلع‌اندود می‌کردند.

مس چکش‌خوار است و می‌توان آن را به صورت ورقه درآورد. سختی آن کم است. برای افزایش قابلیت و کاربرد مس، آن را با دیگر فلزها مزوج می‌کنند و آلیاژهای مس به دست می‌آورند. **آلیاژهای مس:** سه نوع آلیاژ از مس تهیه می‌شود. این آلیاژها، عبارت‌اند از: برنج، ورشو و مفرغ.

برنج — آلیاژی از مس و روی است. چکش‌خواری بیش‌تر و استحکام زیادتری دارد. در مقابل عوامل شیمیایی مقاوم‌تر و از مس ارزان‌تر است.

برنج را برای تهیه دستگاه‌های فیزیکی، نوری، موسیقی، وسایل روشنایی و تهیه ظروف برنجی به کار می‌برند.

ورشو — آلیاژی از مس و روی و نیکل است. سفیدرنگ است و خیلی کم اکسیده می‌شود. در ساخت قطعات ساعت، دستگاه‌های دقیق، مثل قطب‌نما و پرگار به کار می‌رود.

۱- یک نوع دورآلومین (Duralumin) از ۹۴ درصد آلومینیم، ۴ درصد مس و ۵ درصد از هر یک از عناصر منیزیم و منگنز و سیلیسیم و آهن ساخته می‌شود.

مفرغ— آلیاژی از مس و قلع است. گاهی فلز روی هم به آن‌ها اضافه می‌شود. خیلی سخت‌تر از مس است و قالب‌گیری می‌شود. در تهیهٔ وسایل خانه، به کار می‌رود.
برنز آلومینیم نوعی مفرغ است که ۱۰ درصد آلومینیم دارد. سختی آن زیاد است. در ساخت وسایل زینتی و تهیهٔ علائم و نشان‌های لشکری مصرف دارد.

پرسش و تمرین

- ۱- از چه موقعی صنایع شیمیایی در مسیر پیشرفت قابل توجهی قرار گرفت؟
- ۲- چرا صنعت تهیهٔ سولفوریک اسید تأثیر زیادی در پیشرفت سایر صنایع شیمیایی داشته است؟
- ۳- سولفوریک اسید در صنعت به چند روش تهیه می‌شود و چه کاتالیزگرهایی برای تهیهٔ آن به کار می‌رود؟
- ۴- مراحل تهیهٔ سولفوریک اسید به روش مجاورت را نام ببرید.
- ۵- چرا سنتز آمونیاک دارای اهمیت صنعتی زیادی است؟
- ۶- سنتز آمونیاک در صنعت را شرح دهید.
- ۷- تهیهٔ نیتریک اسید و اهمیت صنعتی آن را شرح دهید.
- ۸- چگونگی تهیهٔ هیدروکلریک اسید و کاربردهای آن را شرح دهید.
- ۹- از چند راه می‌توان سدیم هیدروکسید تجارتي را تهیه کرد؟ چه کاربردهایی را برای آن می‌شناسید؟
- ۱۰- پنج نمک معدنی مهم را که در صنعت مصرف زیادی دارند نام ببرید.
- ۱۱- در یک واحد عملیاتی مربوط به تکنولوژی نمک‌های معدنی، معمولاً چه فرآیندهایی انجام می‌شود؟
- ۱۲- انواع کلسیم سولفات را نام ببرید و فرمول هر کدام را بنویسید.
- ۱۳- تفاوت گچ سوخته و گچ بنایی (ساختمانی) را توضیح دهید.
- ۱۴- اختلاف کارکرد کوره‌های قدیمی و امروزی در چیست؟ آن را توضیح دهید.
- ۱۵- چند نوع محصول گچی را که می‌شناسید نام ببرید.

- ۱۶- شکفته شدن آهک یعنی چه؟ آن را توضیح دهید.
- ۱۷- از آهک زنده چگونه آهک مرده، شیر آهک و آب آهک تهیه می‌کنند؟
- ۱۸- کوره‌های آهک‌پزی و گچ‌پزی را با یکدیگر مقایسه کنید.
- ۱۹- با مراجعه به کتاب‌های زمین‌شناسی و جانورشناسی مطالبی در مورد جنس صدف نرم‌تنان، استلاکتیت، استالاگمیت و گِل سفید، جمع‌آوری کنید و در مورد آن‌ها توضیح دهید.

- ۲۰- منابع مواد اولیه صنایع سیلیکات را نام ببرید.
- ۲۱- مراحل تهیه سیمان را شرح دهید.
- ۲۲- تهیه شیشه مسلح را توضیح دهید.
- ۲۳- روش‌های لعاب‌کاری را توضیح دهید.
- ۲۴- چند نوع سرامیک را که در مدرسه با آن سروکار دارید نام ببرید.
- ۲۵- با مراجعه به کتاب‌های کوزه‌گری، طرز تهیه کوزه‌های آب و کوزه‌های دیگر را توضیح دهید.

- ۲۶- گستره کاربرد سرامیک‌ها را شرح دهید.
- ۲۷- انواع فلزات غیرآهنی را نام ببرید.
- ۲۸- آلیاژ را تعریف کنید.
- ۲۹- کانی را تعریف کنید.
- ۳۰- کانی‌های مهم فلزات را نام ببرید.
- ۳۱- گانگ را تعریف کنید.
- ۳۲- انواع گانگ را نام ببرید.
- ۳۳- متالورژی چه علمی است؟ فرایندهای متالورژی کدام‌اند؟
- ۳۴- خوراک کوره تولید چدن چیست؟ و چه محصولی دارد؟
- ۳۵- سنگ‌های معدن آهن کدام‌اند؟ درصد آهن کدام سنگ بیش‌تر است؟
- ۳۶- انواع چدن را نام ببرید و تفاوت آن‌ها و مصرف هر کدام را بگویید.
- ۳۷- انواع فولاد را از لحاظ سختی نام ببرید.
- ۳۸- کاربرد آهن خالص را نام ببرید.
- ۳۹- در مورد آلومینیم ایران، مختصری توضیح بدهید.

- ۴۰- دلیل کاربرد آلومینیم را در صنایع هواپیماسازی و واگون‌سازی بنویسید.
- ۴۱- آئینه آلومینیمی چه مزیتی دارد؟
- ۴۲- چرا آلومینیم را فلز آینده می‌گویند؟
- ۴۳- سمباده از چه تهیه می‌شود؟
- ۴۴- آلومینوترمی را توضیح دهید.
- ۴۵- ترمیت چیست و چه مصرفی دارد؟
- ۴۶- سبب مصرف مس را در تهیه سیم‌های برق و ظروف آشپزخانه بنویسید.
- ۴۷- عیب مس برای ساخت ظروف آشپزخانه چیست؟ این عیب را چگونه برطرف می‌کنند؟
- ۴۸- برنج و ورشو را از لحاظ سازندگان و خواص مقایسه کنید.
- ۴۹- برنج‌ها و مفرغ‌ها را از لحاظ موارد مصرف مقایسه کنید.



صنایع کشاورزی

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل، فراگیرنده باید بتواند :

- ۱- کاربرد کودهای شیمیایی را شرح دهد.
- ۲- انواع کودهای شیمیایی را توضیح دهد.
- ۳- صنایع سلولزی را شرح دهد.
- ۴- صنایع چرم را توضیح دهد.

۵-۱ مقدمه

صنایع کشاورزی کهن‌ترین صنعت و توانمندی بشری با هدف اصلی تأمین مواد غذایی است و جزء اولین آموخته‌های انسان محسوب می‌شود. از زمان پیدایش کشاورزی در حدود ده هزار سال پیش، این صنعت از لحاظ کمیّت، کیفیت و تنوع محصول پیشرفت‌های بسیاری داشته است. انسان‌ها، با پیشرفت زمان و افزایش جمعیت و گستردگی آن در نواحی مختلف و تفاوت‌های جوی و اقلیمی، برای برداشت محصول بیش‌تر و تولید انواع مرغوب‌تر در نواحی قابل کشت، به دنبال چاره بودند. از جمله ناگزیر شدند دست به ابداع و ابتکار بزنند.

یکی از این ابداعات استفاده از مواد افزودنی به زمین برای رشد بهتر و بازدهی بیش‌تر محصول بود. در این عمل، ابتدا از آن دسته از مواد طبیعی که می‌توانستند به ازدیاد رشد محصول کمک کنند، با نام کودهای طبیعی استفاده می‌شد. با پیشرفت صنایع شیمیایی، مخصوصاً روش تهیه آمونیاک از طریق فرآیند هابر — بوش^۱ و استخراج مواد فسفاتی از معادن، تولید و سنتز ترکیبات مورد نیاز

کشاورزی برای ازدیاد محصول متداول گشت. این نوع ترکیبات که به کودهای شیمیایی معروف اند، سبب تحول بزرگی در کشاورزی شدند.

یکی از تأثیرات مهم این تحول، تولید عظیم محصولات کشاورزی بود، که در واقع مواد اولیه صنایع کشاورزی محسوب می‌شوند. اصلی‌ترین ماده در این میان سلولز است، که سرشاخه بسیار مهمی از صنایع جانبی کشاورزی است و با نام صنایع سلولزی شناخته می‌شود.

در این فصل هنرجویان، ضمن آشنایی با صنعت تولید کود شیمیایی^۱، صنایع چوب و کاغذ (از صنایع جانبی اصلی) و صنعت چرم (از شاخه‌های فرعی صنایع کشاورزی) را مطالعه می‌کنند و می‌آموزند.

۲-۵ کودهای شیمیایی

تجزیه گیاهان مختلف نشان داده است که حدود ۶۰ عنصر در گیاهان وجود دارد. در بین این عناصر، کربن، اکسیژن و هیدروژن قسمت اصلی ماده گیاهی را می‌سازند. نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، گوگرد، کلسیم و آهن در تشکیل بافت‌های گیاهی مشارکت دارند و بنابراین برای رشد گیاه ضروری هستند.

گیاه مواد مورد نیاز خود را از هوا و آب و خاک می‌گیرد.

موادی که دارای نیتروژن، فسفر و پتاسیم اند برای زندگی گیاهان اهمیت زیادی دارند. زیرا متابولیسم (سوخت و ساز) سلول‌های گیاهی را تقویت و رشد گیاه و به خصوص میوه آن را زیاد می‌کنند و مقدار مواد با ارزشی نظیر نشاسته در سیب‌زمینی، قند در چغندر قند، میوه، دانه و پروتئین دانه‌ها را افزایش می‌دهند و مقاومت گیاه را در برابر یخ زدن و آفت بالا می‌برند. در شکل ۱-۵ دو بوته سیب‌زمینی نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود، بوته‌ای که با فسفر تغذیه شده محصول بهتری داده است.

بر اثر کشت‌های مکرر، میزان عناصر مورد نیاز گیاه و به خصوص نیتروژن و فسفر و پتاسیم زمین کم می‌شود و در نتیجه محصول زراعی کاهش می‌یابد. برای تأمین کمبود مواد خاک، آن‌ها را به زمین‌های زراعی می‌افزایند. مواد افزودنی کود نام دارند.

از قدیم، فقط کودهای حیوانی، نباتی، خاکستر و خاک دیواره‌های گلی قدیمی و اصطبل‌ها را به زمین می‌دادند. اما چون این کودها، کفایت نکرده است، به فکر افتاده‌اند که کودها را به روش شیمیایی تهیه کنند.

۱- در کتاب شیمی معدنی (۱) که در سال سوم ارائه می‌شود با مبحث کودها بیشتر آشنا خواهید شد.



شکل ۱-۵ دو بوته سیب زمینی تغذیه شده

انواع کودهای شیمیایی: کودهای لازم برای تقویت زمین های زراعتی به انواع زیر تقسیم می شوند:

کودهای ازت دار، کودهای فسفردار، کودهای پتاس دار و

کودها ممکن است یک یا دو عنصر یا تمامی عناصر مورد نیاز زمین را در خود داشته باشند؛ در حالت اخیر، کود را کامل می گویند.

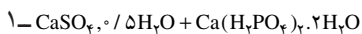
کودهای تکمیلی، کودهایی هستند که مقدار کمی از عناصر بُر، منگنز، روی، مس و ... را دارند. این کودها را به مقدار کم تر از یک کیلوگرم به هر هکتار زمین می دهند.

کودهایی که در میزان زیاد ساخته می شوند و در ساخت آنها، از روش های معمول در صنایع شیمیایی استفاده می شوند، عبارت اند از: سوپرفسفات ها، کودهای نیتراتی و اوره و کودهای آمونیاکی.

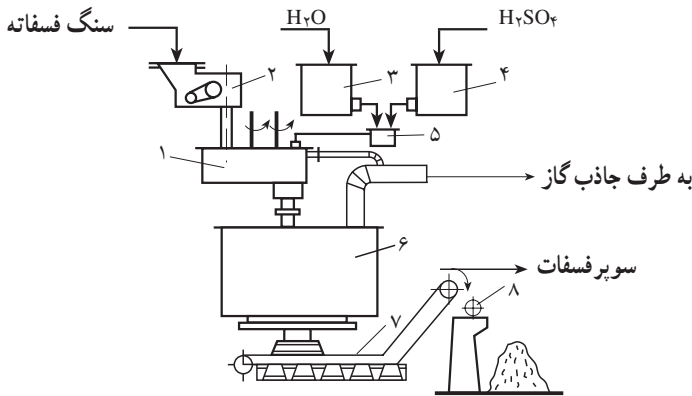
تهیه سوپرفسفات ها: در صنایع شیمیایی، دو نوع سوپرفسفات تهیه می شود: یکی ساده و دیگری سه گانه.

سوپرفسفات ساده به مقدار زیاد مصرف می شود و به صورت پودر یا دانه های خاکستری رنگ وجود دارد. از نظر شیمیایی، کلسیم فسفات^۱ است که دارای ناخالصی های آهن فسفات، آلومینیم، فسفریک اسید، سیلیس و گچ است.

برای تهیه سوپرفسفات ساده، کلسیم فسفات طبیعی را تحت اثر سولفوریک اسید قرار می دهند.



به این طریق که پس از نرم کردن سنگ معدن آن را در مخزنی با اسید مخلوط می‌کنند و خمیر حاصل را پس از ۲۰ ساعت از مخزن درمی‌آورند و پس از خشک و آسیاب کردن، آن را کیسه می‌کنند. در شکل ۲-۵ فرآیند تهیه سوپرفسفات نشان داده شده است.

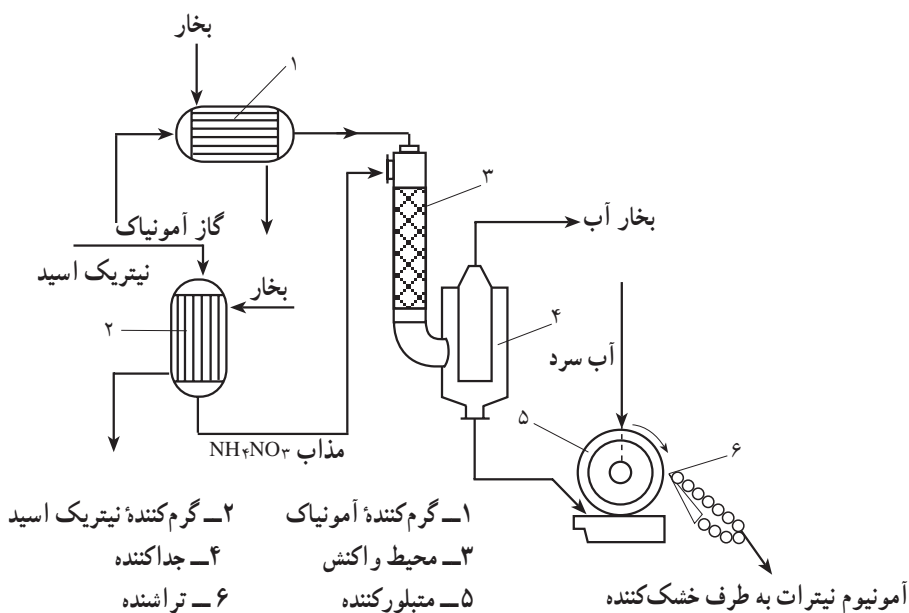


- | | | |
|----------------------------|-------------------|---------------------------------|
| ۱- مخلوط‌کن | ۲- دستگاه توزین | ۳ و ۴- مخازن آب و سولفوریک اسید |
| ۵- دستگاه اندازه‌گیری اسید | ۶- مخزن سوپرفسفات | ۷- حمل‌کننده سوپرفسفات |
| ۸- بخش‌کننده سوپرفسفات | | |

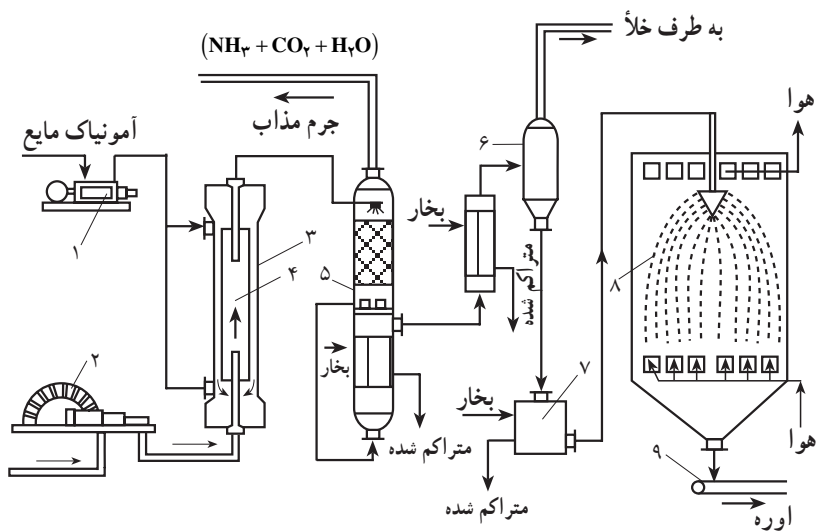
شکل ۲-۵ فرآیند تهیه سوپرفسفات

سوپرفسفات سه‌گانه: این سوپرفسفات از تأثیر فسفریک اسید غلیظ بر فسفات‌های طبیعی به دست می‌آید. سازنده اصلی آن منوکلسیم فسفات است و ۲ تا ۳ برابر بیش‌تر از سوپرفسفات ساده، فسفر دارد.

معمولاً مقدار فسفر سوپرفسفات‌ها را برحسب درصد P_2O_5 آن‌ها بیان می‌کنند. **کودهای ازته:** این کودها را به صورت املاح آمونیاکی، نترات و یا سیانامید به زمین می‌دهند. **تهیه آمونیوم نترات:** این ماده را از ترکیب گاز آمونیاک و محلول نیتریک اسید تهیه می‌کنند و به صورت دانه در می‌آورند. در شکل ۳-۵ فرآیند تهیه آمونیوم نترات آمده است. **تهیه اوره:** اوره را از ترکیب آمونیاک و گاز کربن دی‌اکسید به دست می‌آورند. این عمل طبق فرآیندی مطابق شکل ۴-۵ صورت می‌گیرد.



شکل ۳-۵ فرآیند تهیه آمونیم نیترات



- ۱- پمپ ۲- کمپرسور ۳- برج سنتز ۴- محیط واکنش ۵- برج تقطیر
- ۶- دستگاه تبخیر ۷- تانک برای ماده مذاب ۸- برج دانه ساز ۹- دستگاه حمل

شکل ۴-۵ فرآیند تهیه اوره

حشره کش‌ها:

تعریف: حشره‌کش‌ها موادی هستند که منشأ نباتی یا شیمیایی (معدنی یا آلی) دارند و به طور تنها یا همراه با سایر مواد برای از بین بردن حشرات و به منظورهای بهداشتی و کشاورزی یا صنعتی مصرف می‌شوند.

حشره‌کش‌ها را به صورت محلول‌های پاشیدنی، گردها، آئروسول‌ها، گازها، طعمه‌ها و دودکننده‌ها به کار می‌برند.

حشره‌کش‌های به شکل آئروسول^۱: آئروسول‌های حشره‌کش، در سال‌های اخیر، برای از بین بردن حشرات خانگی به مقدار زیاد به مصرف می‌رسند. مواد مؤثر آن‌ها^۲ در حلالی نظیر نفت بی‌بو حل شده است. مولد فشار آن‌ها از فرئون (کلروفلوئوروکربن) است. مواد را داخل استوانه‌های فلزی قرار می‌دهند. وقتی که دکمه‌شستی آن‌ها را فشار دهند، مقداری از مواد آن‌ها به صورت ذرات در فضا پراکنده (اسپری) می‌شود.

۳-۵ صنایع سلولزی

در تولید گسترده و صنعتی محصولات کشاورزی عموماً ماده‌ای تحت عنوان سلولز با حجمی بسیار بالا و به شکل ماده‌ی جانبی تولید می‌شود که خوراک اصلی صنایع سلولزی است. یکی از مهم‌ترین منابع سلولز، نیشکر است.

اصلی‌ترین صنایع سلولزی عبارت است از: صنعت چوب و کاغذ.

● **نیشکر:** تفاله‌های نیشکر، ماده‌ی زائدی است که در کارخانجات تولید شکر از نیشکر با نام «باگاس»^۳ ایجاد می‌شود. این ماده منبع بسیار مناسب، ارزان و آماده‌ی مصرف برای تأمین سلولز است، با اتکا بر همین ماده، یعنی باگاس، هم‌اکنون دو کارخانه‌ی کاغذسازی و یک کارخانه‌ی نئوپان در شمال خوزستان در مرحله تولید یا آماده‌سازی برای تولید می‌باشند. هم‌چنین در طرح بزرگ و ملی توسعه‌ی نیشکر و صنایع جانبی خوزستان، چند کارخانه‌ی کاغذسازی و خمیر کاغذ، تخته‌ی صنعتی و خوراک دام بر مبنای بهره‌گیری از این ماده‌ی اولیه (باگاس) در شمال و جنوب شهر اهواز احداث شده یا در حال

۱- آئروسول عبارت است از ذرات معلق ریز جامد و یا مایع در گاز که به وسیله فشار گاز به خارج بخش می‌شوند.

۲- فرمول «فلیت» که توسط کارخانه‌ی اِسو ساخته می‌شود چنین است:

بی‌رت‌رینها ۲۵٪/درصد؛ د.د.ت ۲ درصد؛ بی‌پرونیل بوتوکسید ۱درصد؛ مواد نفتی معطر ۵درصد؛ محصولی از

نفت تصفیه‌شده ۶/۷۵درصد؛ مواد پُرکننده ۸۵ درصد

احداث‌اند. یادآوری این موضوع افتخارآمیز است که کارخانه امدی‌اف (تخته صنعتی) با ظرفیت تولید یک‌صد هزارتن در سال، اولین و بزرگ‌ترین کارخانه مدرن و پیشرفته تولید امدی‌اف از باگاس در جهان است.

گسترش استفاده از تفاله‌های نیشکر که منبع سلولزی ارزان با قابلیت تجدید سریع است، یکی از اصلی‌ترین راه‌های نجات و حفاظت از جنگل‌هاست. امروز مملکت ما با ایجاد کشتزارهای نیشکر با وسعتی بیش از یک‌صد هزارهکتار در خوزستان دارای پشتوانه مطمئنی برای تأمین سلولز جهت صنایع چوب و کاغذ است و با توجه به خشکی اقلیم کشور ایران و محدودیت منابع جنگلی و چوب، اهتمام بر گسترش کشت نیشکر و گیاهان مشابه امری حیاتی است.



شکل ۵-۵ مزارع نیشکر



شکل ۵-۶ کارخانه MDF و انبوه باگاس

● صنایع چوب: چوب از کهن‌ترین مواد مورد مصرف بشر است. همزمان با عصر پارینه‌سنگی، بشر به دلیل زندگی در جنگل‌ها توانست از چوب ابزار شکار و وسیله دفاع و جنگ بسازد و هم‌چنین، از آن به شکل سوخت استفاده نماید و به تدریج دامنه بهره‌گیری از این ماده گسترده‌تر شد، تا به امروز، که در شمار زیادی از کشورهای جهان، چوب یک ماده کاملاً صنعتی و ساختمانی محسوب می‌شود و کاربردهای بسیار جدی و مفید دارد. به همین جهت دیدگاه‌های توسعه صنعتی، که بر محوریت کشاورزی تکیه دارند، گسترش و حفاظت از جنگل‌ها را در رأس برنامه‌های خود قرار داده‌اند. با افزایش به‌کارگیری چوب در صنایع مختلف، روش‌های تقویت و نگهداری آن از دیرباز بر مبنای عملیات برش‌کاری، خشک‌کردن، اشباع‌سازی و انبار کردن، تدوین و مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

خشک کردن و اشباع‌سازی^۱ چوب به منظور افزایش کیفیت‌های مکانیکی و شیمیایی این ماده از تمهیدات نسبتاً قدیمی است که تا حدود زیادی خواص مکانیکی و مقاومتی چوب را افزایش می‌داد ولی این تغییر رفتار دامنه‌های محدودی داشت، تا بالأخره چوب‌های صنعتی یا ترکیبی ابداع گردید. این چوب‌ها به ترتیب زمان اختراع و گسترش آن‌ها عبارت‌اند از تئوپان، ام‌دی، اف‌دی (MDF)^۲ و پلاستیک چوب^۳. تهیه این نوع چوب‌ها بر اساس فناوری «ترکیبی» یا «کامپوزیت» انجام می‌گیرد. در این فناوری از امتزاج و اتصال ذرات دو یا چند ماده با یکدیگر در شرایطی کاملاً تعریف شده شامل درصد مواد، فشار، درجه حرارت، زمان و اندازه ذرات مواد بهره می‌گیرند و محصولی تولید می‌کنند که خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی آن از مواد اولیه به‌کار رفته بسیار پیشرفته‌تر است. در تولید تخته تئوپان و ام‌دی‌اف از مخلوط ذرات چوب و صمغ یا چسب صنعتی با نام رزین فنول فرمالدهید

۱- اشباع‌سازی چوب: عبارت است از آغشته و اشباع نمودن چوب در شرایطی خاص به مواد شیمیایی آلی و یا معدنی، به منظور افزایش مقاومت و خواص مکانیکی و شیمیایی چوب و با رنگ‌کاری طبیعی و ثابت الباف سطحی آن، برای استفاده‌های تزئینی، از نمونه‌های خیلی مرسوم، که از دیرباز مورد استفاده قرار می‌گرفته، اشباع‌سازی چوب با قطران زغال‌سنگ است، که مقاومت مکانیکی و توان حفاظت چوب را در برابر مواد و محیط مخرب افزایش می‌دهد. از این نوع چوب‌ها در ساخت تراورس‌های خطوط آهن و تیرهای برق و مخاربات استفاده می‌شده است.

۲- ام‌دی‌اف (MDF) یا تخته صنعتی عبارت است از تخته نیمه‌سنگینی ساخته شده از الیاف سلولزی

Medium Density Fiberboard: MDF

۳- پلاستیک چوب از چوب‌های ترکیبی است که با اختلاط ذرات چوب و ترکیبات پلیمری مانند پلی‌وینیل کلراید (PVC) به دست می‌آید و می‌توان با قالب‌گیری و یا تزریق، آن را به شکل‌های گوناگون به صورت پیش‌ساخته تولید نمود و بیش‌تر در ساخت دکوراسیون و تزیینات داخلی ساختمان‌ها به‌کار می‌رود.

تحت حرارت و فشار، چوبی تولید می‌کنند که کلیه خواص آن از چوب عادی بهتر است. تفاوت‌های موجود میان نئوپان و ام‌دی‌اف مربوط به اندازه ذرات چوب و میزان صمغ مصرف شده است، که باعث بروز تغییرات چشم‌گیر در خواص گوناگون آن‌ها می‌شود. ذرات چوب در نئوپان بسیار درشت‌تر از ذرات چوب در ام‌دی‌اف است، برخی از خواص چوب، نئوپان و ام‌دی‌اف در زیر با یکدیگر مقایسه شده‌اند. این مقایسه، برتری و امتیاز ام‌دی‌اف را به خوبی نشان می‌دهد.

وزن مخصوص	ام‌دی‌اف < نئوپان < چوب
مقاومت فشاری و کششی	ام‌دی‌اف < نئوپان < چوب
مقاومت در برابر آب	ام‌دی‌اف < نئوپان < چوب
مقاومت در برابر آتش	ام‌دی‌اف < نئوپان < چوب
حفاظت در برابر برق	ام‌دی‌اف < نئوپان < چوب
مقاومت در برابر محیط میکروبی مخرب (پوسیدگی)	ام‌دی‌اف < نئوپان < چوب
امکان ماشین‌کاری، خراطی و کنده‌کاری	ام‌دی‌اف < چوب < نئوپان

• صنایع کاغذ

کاغذ: کاغذ نوعی از بافته‌های گیاهی است که الیاف آن به یکدیگر بسته و پیوسته شده‌اند. در اوایل، کاغذ را از پنبه و کتان و شاهدانه تهیه می‌کردند. بعدها درصد برآمدند که آن را از مواد سلولزی ارزان‌تر تهیه کنند. کاه گندم و ذرت و چوب درخت‌هایی از قبیل تبریزی، سپیدار و کاج مواد سلولزدار ارزان هستند.

امروزه سعی بر این است که آن را از گیاهانی مانند نی، نیشکر، حتی برگ درخت توت تهیه نمایند.

ساخت کاغذ: در ساخت کاغذ دو دسته عملیات صورت می‌گیرد. یکی تهیه خمیر و دیگری تبدیل آن به کاغذ.

تهیه خمیر: برای تهیه خمیر، مواد اولیه را به قطعات ریز و ابعاد حدود دو سانتی‌متر، خرد می‌کنند. خرده‌های مواد را می‌خیسانند و در دستگاه خمیرساز مواد چربی، سیلیسی، رزینی آن‌ها را به کمک قلیا یا سدیم هیدروژن سولفیت، تحت اثر فشار و گرما، جدا می‌کنند. در (شکل ۸-۵) و (شکل ۹-۵) دو دستگاه خمیرساز را نشان می‌دهد.



گیاه شاهدانه

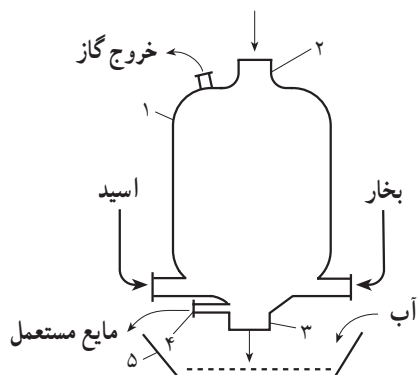


گیاه کتان



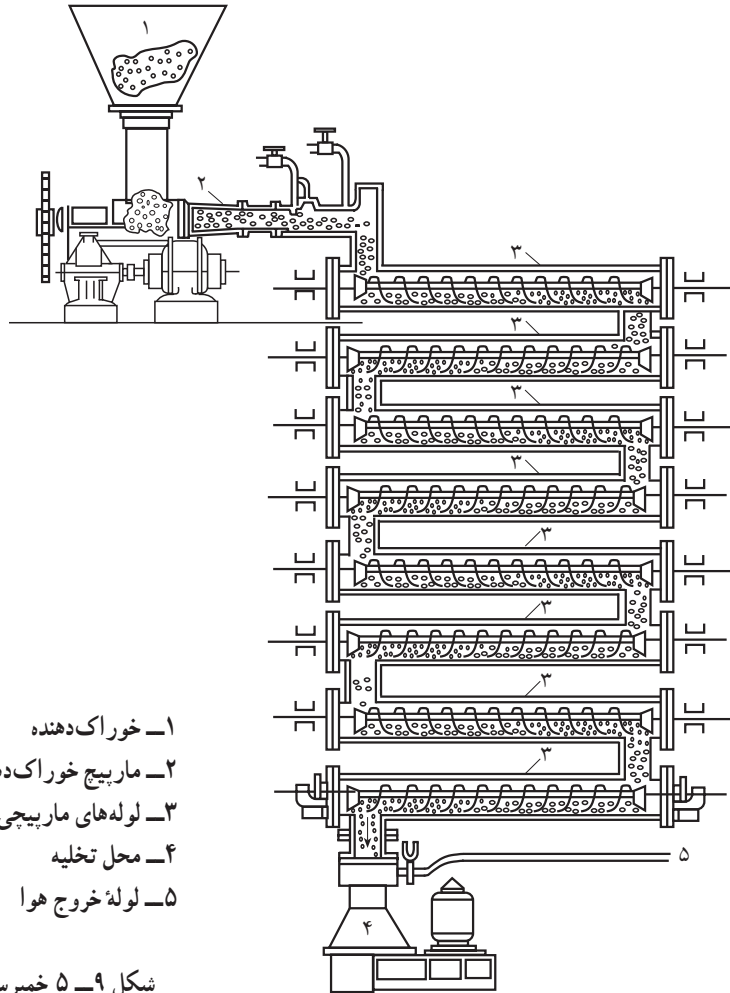
گیاه پنبه

شکل ۵-۷ عکس چند گیاه که برای تهیه کاغذ به کار می‌رود.



۱- بشکه ۲- محل بارگیری ۳- لوله زیرین ۴- لوله تخلیه مایع مستعمل ۵- مخزن زیرین

شکل ۵-۸ نمودار خطی یک خمیرساز



- ۱- خوراک دهنده
- ۲- ماریج خوراک دهنده
- ۳- لوله‌های ماریجی خوراک دهنده
- ۴- محل تخلیه
- ۵- لوله خروج هوا

شکل ۹- ۵ خمیرساز لوله‌ای

سپس، خمیر را جدا می‌کنند و آن را با آب شست‌وشو می‌دهند و به‌وسیلهٔ پرکلرین^۱ یا سدیم هیدروژن سولفیت بی‌رنگ می‌کنند.

اگر بخواهند کاغذ مطبوعات تهیه کنند، یعنی کاغذی تهیه کنند که سفت و مقاوم باشد و آب را جذب نکند، به آن چسب^۲ می‌زنند.

برای از بین بردن شفافیت، مواد پُرکننده‌ای مثل گل سفید به آن اضافه می‌کنند و رنگ زرد

۱- پرکلرین = ترکیب آهک و کلر

۲- چسب را از صابون رزینی و آلومینیم سولفات و نشاسته یا زلاتین تهیه می‌کنند.

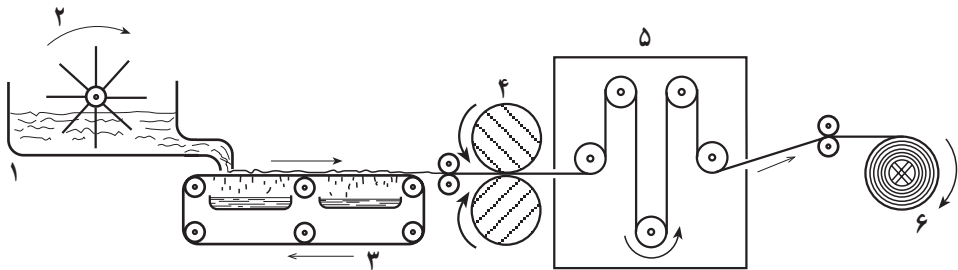
خمیر را به وسیله نیل از بین می‌برند.

تبدیل خمیر به ورق: طی چند مرحله خمیر را به ورق کاغذ تبدیل می‌کنند.

تهیه کاغذهای مرغوب: کاغذهای مرغوب مثل کاغذهای اسکناس و تمبردار، خشک‌کن، کاغذ صافی و کاغذ رسم را در قدیم با دست تهیه می‌کردند ولی امروز، آن‌ها را به طریقه مکانیکی تهیه می‌کنند. خمیر این کاغذها یا از پنبه خالص یا مخلوط با خمیر چوب‌های سفید تهیه می‌شود. روش کار این است که ابتدا قابی، که ته آن دارای یک توری ظریف از جنس آلیاژ برنج است، درست می‌کنند. این قاب را در ظرف دارای خمیر وارد می‌کنند و سپس آن را بیرون می‌کشند. قاب مقداری از خمیر را با خود بیرون می‌آورد و صبر می‌کنند تا آب آن چکه کند. آن‌گاه ورقه نرم کاغذی را که به دست می‌آید از لابه‌لای نمدهایی می‌گذرانند و با این عمل کاغذ را ضمن فشردن و هوا دادن، خشک می‌کنند.

کاغذی که دارای نوارهای برنجی باشد کاغذ «ورژه» نامیده می‌شود. در کاغذهای اسکناس که «فیلی گرانه» نامیده می‌شود، نوشته و نقش‌ها را در عمق قاب قرار می‌دهند و آن‌ها را به صورت ترسیم‌های شفاف حفظ می‌کنند.

طریقه مکانیکی تهیه کاغذهای معمولی: برای تهیه کاغذهای معمولی، خمیر شفاف را در مخزنی می‌ریزند و سپس آن را به وسیله دستگاه به روی توری‌های فلزی هدایت می‌کنند تا به تدریج بر روی نوردهای نمدی منتقل گردد و در آن‌جا به وسیله عبور هوا خشک شود. سپس بر روی نوردهای مسی یا چدنی که با بخار گرم شده‌اند قرار می‌گیرد و در روی این نوردها خشک و فشرده و درخشنده می‌گردد. ورقه‌های کاغذ به دست آمده بر روی استوانه‌های چوبی پیچیده می‌شود یا این که به صورت قطعاتی برش داده می‌شود. در شکل ۱-۵ مراحل تهیه کاغذ دیده می‌شود.



- | | | |
|----------------|-------------|----------------------------------|
| ۱- مخزن خمیر | ۲- مخلوط‌کن | ۳- توری |
| ۴- نوردهای گرم | ۵- خشک‌کن | ۶- استوانه کاغذ (قرقره‌های بزرگ) |

شکل ۱-۵. تهیه کاغذ به روش مکانیکی

انواع کاغذ: برای هر نوع مصرف، کاغذ مخصوصی تهیه می‌شود، از جمله کاغذ برای چاپ اسکناس، کاغذ مطبوعات، کاغذ رسم، کاغذ پارشمن برای اسناد و حواله‌ها، کاغذ کالک، کاغذ کپی، کاغذ بسته‌بندی.

۴-۵ صنایع چرم

در صنایع چرم سازی از پوست حیوانات استفاده می‌شود. پوست حیوانات از دو قسمت تشکیل شده است: یکی اپیدرم یا روپوست که موها بر روی آن قرار دارند. دیگری درم یا قسمت زیرین پوست، که ضخیم است و شامل بافت دره‌م رفته، الیاف کیندار، سلول‌های چربی و ریشۀ پوست. اگر پوست در معرض هوا بماند، به‌زودی فاسد می‌شود.

برای این که بتوان از پوست استفاده کرد، باید ابتدا طی عملیاتی از فاسد شدن آن جلوگیری نمود و سپس آن را برای کاربردهای مورد نظر عمل آورد. به این معنا که باید آن را نرم و مستحکم و در مقابل آب نفوذ ناپذیر نمود.

کلیه عملیاتی که به‌منظور عمل آوردن پوست صورت می‌گیرد «دباغی» نامیده می‌شود. اگر موهای لایه روی پوست‌های دباغی شده کاملاً از بین رفته باشد، محصولات چرم نامیده می‌شوند و اگر موی خود را داشته باشند، پوست نام می‌گیرند.

کاربردها و انواع چرم: چرم در صنایع مختلفی مثل کفاشی، تهیه دستکش و کلاه و لباس، مبل‌سازی، چمدان‌سازی و کیف‌سازی کاربرد دارد.

چرم را بیش‌تر از پوست پستانداران تهیه می‌کنند. چرم‌ها را از روی خواص، کاربرد و چگونگی تهیه، طبقه‌بندی می‌کنند:

الف - چرم‌های محکم: که از پوست گاو، بز، ماده‌گاو و گاو میش تهیه می‌شود و برای تخت کفش و تسمه و غیر آن‌ها به‌کار می‌رود.

ب - چرم‌های نرم: این چرم‌ها از پوست اسب، کره اسب و بز تهیه می‌شود و در تیماج‌کاری زین و یراق‌سازی و جلدسازی به‌کار می‌رود.

ج - چرم‌های ظریف: که از پوست گوسفند، بره، بزغاله و بزکوهی تهیه می‌شود و در ساخت دستکش و کفش‌های ظریف، کیف و جلد کتاب کاربرد دارد.

میشن نوعی چرم است که از دباغی پوست گوسفند به‌وسیله بلوط حاصل می‌شود. قسمت

بیرونی این چرم خیلی ظریف است. از این رو، در کارهای هنری و در تهیه کیف و جلد و اشیای زیبا به کار می‌رود.

پوست خوک‌های آبی و شیر ماهی‌ها، محکم و ریزدانه است و چرم آن‌ها را در ساخت کیف‌های دستی به کار می‌برند.

پوست پستانداران وحشی، نظیر خرگوش را با مو و پشم عمل می‌آورند و در صنایع پوستین و پوست دوزی به کار می‌برند.

در چرم‌سازی از پوست خزندگان چون سوسمار، مار بوآ، پوست پرنده‌گانی از قبیل غاز، مرغابی، شترمرغ و ماهی‌هایی چون کوسه‌ها و سفره‌ماهی‌ها نیز استفاده می‌کنند.

تانن‌ها و مواد دباغی: دباغی را می‌توان به وسیله محصولات گیاهی به نام تانن‌ها یا مواد دیگری مثل زاج کروم و روغن انجام داد.

تانن ماده‌ای است که در عصاره گیاهانی مانند پوست بلوط، اقاویا، کاج، قان، در چوب بلوط، شاه بلوط و برگ‌های سماق وجود دارد.

تانن‌ها را به حالت پودر یا عصاره مایع به کار می‌برند.

تهیه چرم از پوست: این عمل، به دو روش سنتی و امروزی صورت می‌گیرد. در روش جدید، عملیات شامل سه مرحله قبل از دباغی، دباغی و بعد از دباغی است.

الف - عملیات قبل از دباغی: پوست حیوان را از لاشه جدا می‌کنند و برای آن که تا

کارخانه و تا زمان دباغی فاسد نشود با مخلوط نمک و نفتالین ضد عفونی می‌نمایند.

پوست‌ها را در محل کارخانه «جوان» می‌کنند. به این طریق که آن‌ها را در دستگاه‌های عظیم

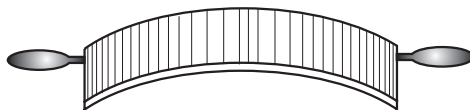
مخلوط‌کننده، که دارای وسیله تنظیم دما و پمپ تخلیه و تنظیم مقدار آب است، شست‌وشو می‌دهند. در

این عمل، هم مواد محافظ جدا می‌شود و هم پوست، آب جذب می‌کند و متورم می‌گردد. سپس موهای

موجود بر روی پوست را به وسیله آهک یا ارسنیک سولفید (زرنیخ) از بین می‌برند. موهای باقی‌مانده و

گوشت و چربی را با کاردهای مخصوص، که در شکل مشخص شده است، جدا می‌نمایند، که به این

عمل موبری و لشن‌زدایی می‌گویند. مجموعه این کارها، عملیات رودخانه‌ای نام دارد.



شکل ۱۱-۵- کارد موبری و لشن‌زدایی

ب — دباغی: ابتدا پوست‌ها را در مجاورت جوشاندهٔ پودر درخت و یا عصارهٔ پودرهای تانن‌دار غلتک می‌زنند. سپس، آن‌ها را در حوضچه‌هایی قرار می‌دهند و مجدداً روی آن‌ها از پودر مذکور می‌باشند و به حال خود رها می‌کنند تا پوست با مواد وارد عمل شود و به چرم تبدیل گردد. طول مدت دباغی را با عبور جریان برق از حوضچه‌ها کم می‌کنند.

ج — عملیات بعد از دباغی: در این عملیات، چرم را پرداخت می‌کنند. آبگیری، ورقه کردن، تراشیدن، سمباده‌زنی و شست‌وشو، از کارهای این مرحله است.

بعد از این عملیات، چرم را رنگ می‌کنند.

برای تهیهٔ چرم‌های سیاه، چرم را در محلول آهن‌استات فرو می‌برند. سپس، به آن واکس سیاه می‌زنند و آن را با اسفنج برق می‌اندازند.

برای تهیهٔ چرم‌های سفید، از پتاسیم پرمنگنات و سدیم هیپوکلریت و صابون استفاده می‌کنند. گاهی هم چرم را در مقابل نور خورشید و هوا قرار می‌دهند.

پرسش و تمرین

- ۱- کود چیست؟ چرا به زمین کود می‌دهند؟
- ۲- سه دسته از کودهای شیمیایی را نام ببرید.
- ۳- در صنایع شیمیایی، چند نوع سوپرفسفات تهیه می‌شود؟ چگونه؟
- ۴- مقدار فسفر را در سوپرفسفات‌ها برحسب وزن چه ماده‌ای تعیین می‌کنند؟
- ۵- سه مادهٔ ازت‌دار، که از آن‌ها برای دادن کود به زمین استفاده می‌شود، نام

ببرید.

- ۶- فناوری ترکیبی با کامپوزیت چیست؟
- ۷- ام دی اف چگونه تولید می‌شود؟
- ۸- باگاس چیست؟
- ۹- اشباع‌سازی چوب با قطران زغال‌سنگ چه تأثیری در چوب دارد؟
- ۱۰- پلاستیک چوب بیش‌تر به چه کار می‌آید؟
- ۱۱- خاصیت ضد آتش برای چوب، نئوپان و ام دی اف را به ترتیب افزایش

بنویسید.

- ۱۲- چرا نیشکر مناسب‌ترین منبع سلولزی است؟

- ۱۳- کاغذ چیست؟ آن را توضیح دهید.
- ۱۴- درختان و گیاهان بوته‌ای را نام ببرید که برای تهیه کاغذ، مصرف می‌شوند.
- ۱۵- چرا امروزه سعی می‌کنند که از درختان و از پنبه برای تهیه کاغذ کم‌تر استفاده شود؟
- ۱۶- عملیات اساسی تهیه کاغذ کدام‌اند؟
- ۱۷- در دستگاه خمیرساز چه عملی و به وسیله چه عواملی صورت می‌گیرد؟
- ۱۸- کاغذهای مرغوب را از چه موادی تهیه می‌کنند؟
- ۱۹- سه نوع کاغذ مرغوب نام ببرید.
- ۲۰- در یک اسکناس چه مشخصاتی وجود دارد؟
- ۲۱- چرا باید سعی کرد که اسکناس زیاد فرسوده نشود؟
- ۲۲- چرا باید در مصرف کاغذ صرفه‌جویی کرد؟
- ۲۳- روش مکانیکی تهیه کاغذ مطبوعات را توضیح دهید.
- ۲۴- قسمت‌های مختلف پوست را نام ببرید.
- ۲۵- کدام قسمت از پوست، برای تهیه چرم به کار می‌رود؟
- ۲۶- دباغی را توضیح دهید.
- ۲۷- چهار صنعت نام ببرید که از چرم استفاده می‌کنند.
- ۲۸- سه نوع چرم نام ببرید.
- ۲۹- میشن چیست؟
- ۳۰- سه پستاندار اهلی، دو پستاندار وحشی، سه حیوان دریایی، دو خزنده و دو پرنده نام ببرید که از پوست آن‌ها در چرم‌سازی و پوست‌دوزی استفاده می‌شود.
- ۳۱- تانن‌ها کدام‌اند و در صنعت چرم‌سازی چه مصرفی دارند؟
- ۳۲- لَش‌زدایی و موزدایی چیست؟
- ۳۳- جوان کردن به چه عملی گفته می‌شود؟
- ۳۴- عملیات رودخانه‌ای کدام‌اند؟
- ۳۵- در قدیم عملیات دباغی بین ۱۶ تا ۱۸ ماه طول می‌کشیده است ولی امروزه دو هفته طول می‌کشد. علت را توضیح دهید.

صنایع غذایی، دارویی، بهداشتی و آرایشی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیرنده باید بتواند:

- کاربرد برخی فرآورده‌های صنایع شیمیایی را در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی توضیح دهد.

۱-۶ صنایع غذایی

مواد غذایی را از روی ترکیبات شیمیایی و خواص تغذیه‌ای آن‌ها به پنج دسته تقسیم می‌کنند:

۱- مواد قندی

۲- مواد چربی

۳- مواد پروتئینی

۴- مواد معدنی

۵- ویتامین‌ها

فرآورده‌های صنایع شیمیایی نمی‌توانند جانشین مواد غذایی بشوند، اما در نگهداری و تبدیل مواد غذایی سهم به‌سزایی دارد. برای مثال، از روش‌های شیمیایی و فیزیکی برای استخراج مواد غذایی استفاده می‌کنند.

نگهداری مواد غذایی: برای نگهداری مواد غذایی لازم است این مواد را از خطر عوامل مؤثر در فاسد شدن دور نگه داشت. به این منظور می‌توان آن‌ها را خشک کرد، منجمد نمود، پاستوریزه کرد، در انبارهای مخصوص نگه داشت یا این‌که با افزایش مواد شیمیایی آن‌ها را در مقابل فساد مقاوم کرد.

روش افزایش مواد شیمیایی: برای این منظور، یک ماده شیمیایی را به ماده غذایی اضافه می‌کنند. این ماده باید چنان خاصیتی داشته باشد که مانع از رشد و نمو باکتری‌ها در ماده غذایی گردد و فعالیت حیاتی آن‌ها را متوقف کند، در عین حال، برای بدن آدمی ضرر نداشته باشد. مواد افزودنی متعددی است. استیک اسید، فرمیک اسید، بنزوئیک اسید، تری کلرواستیک اسید، سدیم بنزوات و نمک طعام و کلسیم هیدروژن سولفیت از این دسته‌اند.

در زیر چند مورد استفاده از این مواد توضیح داده می‌شود:

به کنسروهای ماهی، نمک و استیک اسید و به آب میوه، تری کلرواستیک اسید اضافه می‌کنند. دود دادن گوشت و ماهی، گرچه خشک کردن است و به ظاهر روشی فیزیکی است، اما باید دانست که در دود چوب درختان بلوط و آلس، مقداری فنل و کرزول و استیک اسید و سایر اجسام میکرب کش وجود دارد که در موقع دود دادن، داخل گوشت می‌شود و مانع از فاسد شدن آن می‌گردد. در محلول غلیظ قند، میکرب‌ها آب موجود در بافت خود را از دست می‌دهند و در نتیجه از بین می‌روند. در واقع، می‌توان گفت که از تشنگی می‌میرند. از این ویژگی برای نگهداری میوه و به صورت مریبا استفاده می‌شود.

شیر آهک خاصیت میکرب کشی دارد. به همین دلیل است که تخم مرغ در شیر آهک هم نگهداری می‌شود و گاهی آن را در محلول ۵۰ درصد قند انبار می‌کنند. گاز گوگرد دیوکسید یک میکرب کش است. از این رو، مقداری از آن را در انبارها و سردخانه‌های محل نگهداری میوه، وارد می‌کنند.

بسته‌بندی: بعد از تهیه و عمل آوردن مواد غذایی باید آن‌ها را بسته‌بندی کرد و به محل مصرف فرستاد. ظروف و پوشش‌های بسته‌بندی را از مواد شیمیایی تهیه می‌کنند. انواع کاغذها، روکش‌ها و محافظ‌های غذایی، نظیر ورقه‌های پلاستیکی و آلومینیمی که برای پوشش شکلات‌ها، شیرینی، نان قندی و غیر آن‌ها به کار می‌روند، از این دسته موادند.

بسته‌بندی‌های زیبا و بهداشتی، برای انواع رب، سس، پنیر، پسته، بادام از یک طرف و ظروف یک‌بار مصرف یا حلبی و ظروف پلاستیکی و مقوایی از طرف دیگر، هم مواد غذایی را از آلودگی محافظت می‌کنند و هم نظر مشتری را جلب می‌نمایند و در بازار رقابت خریداران و مصرف‌کنندگان یک نوع محصول را افزایش می‌دهند، که نتیجه آن گسترش کار واحد تولید مواد غذایی است.

از آن چه که گفته شد نتیجه می شود که در هر روش نگه داری و عرضه مواد غذایی، اثری از محصولات صنایع شیمیایی دیده می شود.

یک مسئله اقتصادی: بر طبق آمارهای ارائه شده، سالانه حدود ۶ میلیون تن مواد غذایی، که ۳۵ درصد از محصولات کشاورزی کشور را تشکیل می دهد، از بین می رود. از این رقم مقدار ۱/۹ میلیون تن غلات، ۵۴۲ هزار تن سیب زمینی، ۱/۸۷ میلیون تن سبزی و صیفی، ۱/۳ میلیون تن میوه، ۲۹۵ هزار تن لبنیات و ۳۳ هزار تن حبوبات است. ارزش این مواد در سال ۱۳۷۲ بالغ بر ۱۴۲ میلیارد تومان بوده است.

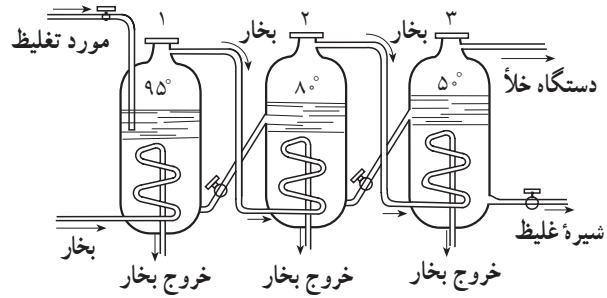
این آمار و ارقام مقدار خسارت را تا زمانی نشان می دهد که مواد به بازار عرضه می شوند. می دانیم که از آن زمان تا موقع مصرف هم مقداری از مواد به هدر می رود. مثلاً سالانه در کشور حدود ۳۰ میلیارد تومان نان دور ریخته می شود.

ملاحظه کنید که اگر بتوانیم به کمک صنایع شیمیایی از اتلاف قسمتی از این ضایعات جلوگیری کنیم چه کمک بزرگی به اقتصاد کشور کرده ایم.

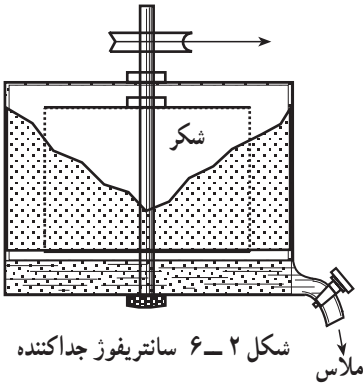
صنایع استخراج: بعضی از مواد غذایی به صورت خام و پراکنده در اندام گیاهان و حیوانات وجود دارند. این مواد باید متراکم و آماده بشوند. قند و چربی ها و اسانس ها جزو این دسته موادند. جداسازی و جمع آوری مواد به کمک واکنش های شیمیایی و عملیات فیزیکی صورت می گیرد. در زیر به شرح چند مورد می پردازیم:

استخراج قند از نیشکر: ساکارز یا قند معمولی را از نیشکر یا چغندر قند استخراج می کنند. ساقه نیشکر را که حدود ۱۶ تا ۱۸ درصد قند دارد می برند و در کارخانه پس از شستن، آن را از بین غلتک عبور می دهند و شربت آن را می گیرند و با شیرآهک می جوشانند. آن گاه صاف شده آن را تبخیر، تغلیظ و کریستاله می کنند و بلورهای قند را با دستگاه گریز از مرکز (سانتریفوژ) جدا می نمایند. در استخراج قند از نیشکر، شکری به رنگ زرد به دست می آید که به شکر خام معروف است و باید در فرآیند دیگری تصفیه و سفید شود.

در تهیه قند از چغندر قند که ۱۳ تا ۱۴ درصد قند دارد، از آهک و گاز کربن دیوکسید استفاده می کنند. برای بی رنگ کردن قند به دست آمده، گاز گوگردیوکسید را به کار می برند. در صفحه بعد، شکل دستگاه های تبخیرکننده شربت آمده است.



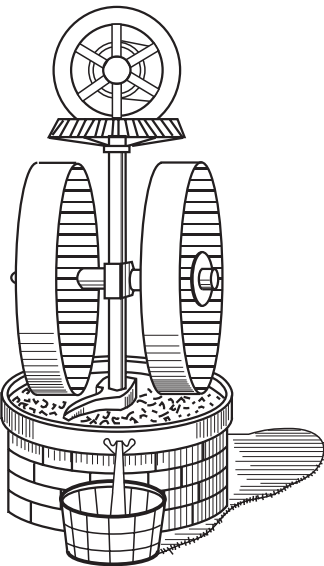
شکل ۱-۶ تبخیرکننده‌های سه‌مرحله‌ای شربت



استخراج روغن نباتی: روغن در دانه‌های گیاهانی نظیر پنبه، ذرت، سویا (لوبیای روغنی)، زیتون، بادام، گردو، هسته خرما، هسته انگور و ... وجود دارد.

برای گرفتن روغن، ابتدا دانه‌ها را به وسیله آسیاب‌های مخصوصی (نظیر دستگاه شکل ۳-۶) خرد می‌کنند. سپس دانه‌های خرد شده را داخل کیسه مقاوم می‌ریزند و با فشردن، روغن آن‌ها را می‌گیرند. روغن‌های باقی‌مانده در تفاله را به وسیله مواد شیمیایی نظیر کربن‌دی‌سولفید و کربن‌تتراکلرید استخراج و باقی‌مانده را که کنجاله نامیده می‌شود برای خوراک دام‌ها مصرف می‌کنند.

از مراحل بعدی کار، بوگیری از روغن است که به وسیله مواد جاذب صورت می‌گیرد.

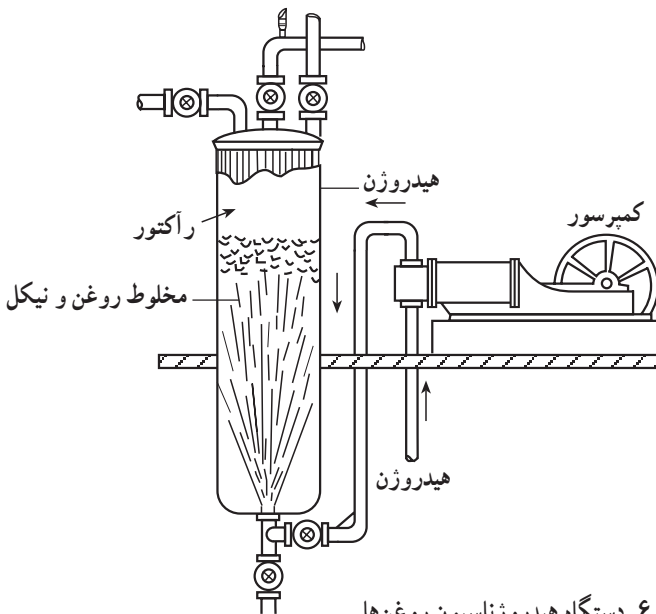


شکل ۳-۶ آسیاب برای خرد کردن زیتون

استخراج اسانس و تهیه عرقیات: اسانس‌ها، مثل عطر و گلاب و عرقیات را با عمل تقطیر به دست می‌آورند. امروزه عرق انواع گیاهان صحرایی در بازار وجود دارد. عملیات مربوط به ایجاد برخی دگرگونی‌ها در محصولات غذایی: با انجام عملیاتی چند و به کمک برخی فرآورده‌های شیمیایی، تبدیل‌هایی را در مواد غذایی به وجود می‌آورند. بعضی از این تبدیل‌ها عبارت‌اند از:

تبدیل مواد قندی به سرکه، تبدیل روغن‌های نباتی مایع به جامد، تهیه ماست، تهیه ماء‌الشعیر از جو و تهیه نان از آرد غلات.

تهیه نان: نان را از پختن خمیری تهیه می‌کنند که قبلاً تخمیر شده باشد. برای تهیه خمیر، آرد غلات و بیش‌تر گندم را با آب خمیر می‌کنند و به آن خمیر مایه می‌زنند. خمیر مایه دارای مقدار زیادی مخمر است. خمیر را با دست یا با همزن مکانیکی به هم می‌زنند و مدت چند ساعت آن را در گرمای 40°C به حال خود وامی‌گذارند. مخمر ابتدا دیاستازی ترشح می‌کند که مقداری از نشاسته را به گلوکز تبدیل می‌کند و سپس با ترشح زیماز، مقداری از گلوکز را به الکل و گاز کربن دی‌اکسید مبدل می‌سازد. گاز کربن دی‌اکسید باعث متورم شدن خمیر می‌شود (خمیر ور می‌آید) آن‌گاه، خمیر را به شکل‌های مختلف درمی‌آورند و در تنوری که دمای آن 200° تا 250° سلسیوس است می‌پزند.



شکل ۴-۶ دستگاه هیدروژناسیون روغن‌ها

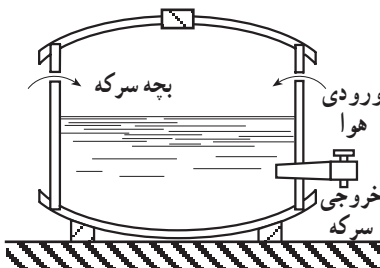
گاهی اوقات به جای استفاده از مخمر، برای متورم کردن خمیر از جوش شیرین استفاده می کنند که این عمل برای سلامت انسان بسیار خطرناک است و در چند سال اخیر استفاده از آن غیرمجاز اعلام شده است.

تبدیل روغن های نباتی مایع به جامد: برای جامد ساختن روغن های مایع، آن ها را با هیدروژن ترکیب می نمایند. این عمل به کمک کاتالیزگر نیکل پودری صورت می گیرد. به این طریق که روغن مایع را در یک رآکتور یا محفظه واکنش گرم می کنند و نیکل پودری را در آن به حال تعلیق درمی آورند. سپس، هیدروژن را در آن می دمند. هیدروژن با روغن مایع ترکیب می شود. محصول را در گرما و تحت فشار از توری عبور می دهند و می گذارند تا سرد و جامد گردد.

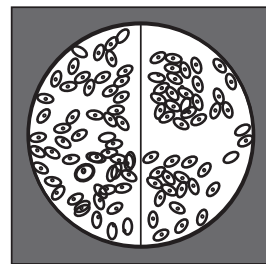
مارگارین: مخلوطی است از روغن های نباتی و شیر یا کره و محصولی که از پیه گاو استخراج می شود. مارگارین کره مصنوعی نام دارد.

تهیه سرکه از مواد قندی: برای تهیه سرکه، معمولاً انگور را در ظرفی می ریزند و در آن را می بندند. برای مدتی آن را به حال خود رها می کنند. در طی این مدت، قند انگور ابتدا به الکل و گاز کربن دیوکسید (گاز کربنیک) تبدیل می شود و سپس الکل به سرکه مبدل می گردد. این تبدیل ها به وسیله مخمر صورت می گیرد. مخمرها در روی انگور وجود دارند و موادی به نام دیاستاز ترشح می کنند که باعث تبدیل ها می گردند. در شکل ۵-۶ یک نوع مخمر نشان داده شده است.

سرکه را به طور صنعتی از محلول رقیق الکی نیز تهیه می کنند. در روش باستور، محلول الکی و «بچه سرکه» را در چلیک های کم عمقی می ریزند و از روی آن هوای بدون ذرات میکربی عبور می دهند و به این طریق الکل را به سرکه تبدیل می کنند. در شکل ۶-۶ یکی از این چلیک ها داده شده است.



شکل ۶-۶ تهیه سرکه از الکل



شکل ۵-۶ مخمر تبدیل قند

۲-۶ صنایع دارویی

علم داروسازی تلفیقی از علوم گوناگون است. این علم، از یک سو به شیمی داروها و فرآورده‌های پزشکی مرتبط است و از سوی دیگر به ماهیت، خواص و انتقال داروها و به‌ویژه عملکرد آن‌ها در بدن مربوط می‌شود. دارو^۱ در درمان بیماری و هم‌چنین پیش‌گیری از بیماری‌ها به کار می‌رود. داروها ممکن است منشأ گیاهی (نظیر نعناع) یا معدنی (مانند کلسیم) یا حیوانی (مانند انسولین) یا شیمیایی (مانند آسپیرین) داشته باشند.

دارو در نظام سلامت مردم جایگاه ویژه‌ای دارد. سالانه چند میلیارد ریال برای خرید انواع مواد مؤثره و جانبی لازم به منظور ساخت و تهیه دارو هزینه می‌شود. دارو کالای ضروری و مورد نیاز جامعه و در زمره کالاهای اساسی طبقه‌بندی شده است. با توجه به ماهیت درمان دارو، کلیه عملیات مربوط به تولید مواد اولیه و هم‌چنین توزیع و فروش آن‌ها با نظارت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی صورت می‌گیرد.

در حال حاضر، قسمت عمده داروهای مصرفی داروهای سنتزی هستند. تولید دارو در مقیاس زیاد را داروسازی صنعتی می‌نامند. برای این که یک دارو بتواند به بازار ارائه شود، مراحل مختلفی را باید طی کند، که شامل تولید آزمایشگاهی، انجام آزمایش‌های بالینی حیوانی و انسانی است. در موارد زیادی عرضه یک داروی جدید شاید بیش از ده سال زمان نیاز داشته باشد. وقتی یک دارو از تمامی این آزمایش‌ها موفق بیرون آید و اجازه ورود به بازار پیدا کند، باید آن را در مقادیر خیلی زیاد یا اصطلاحاً مقیاس صنعتی تولید کنند. این اولین مرحله دشوار کار است، چرا که در بسیاری از موارد روش‌های آزمایشگاهی برای مقادیر بسیار زیاد قابل اجرا نیستند و باید برای یک تولید در مقیاس صنعتی یک روش خاص و مناسب پیدا کرد. در فرآیند تولید صنعتی نقش تکنیسین‌های صنایع شیمیایی بسیار تعیین‌کننده است.

ماده شیمیایی با اثر دارویی را ماده مؤثر دارو می‌نامند و در بین اجزای تشکیل‌دهنده دارو مهم‌ترین ماده است. مواد دیگری را، که به همراه ماده مؤثره در شکل مصرفی دارو (قرص، کپسول، شربت و ...) وجود دارند مواد جانبی می‌نامند. نحوه ترکیب نمودن ماده مؤثره و مواد جانبی را فرموله کردن گویند. داروها به اشکال خوراکی (نظیر قرص، کپسول، شربت)، تزریقی و پماد به بدن منتقل می‌شوند.

پیدا کردن شیوه‌های آسان و مؤثر انتقال مواد دارویی پایه و اساس تحقیقات جدید است. برای مثال داروی انسولین برای کاهش قند خون توسط بیماران مبتلا به دیابت به صورت تزریقی مورد استفاده قرار می‌گیرد. طی سال‌های گذشته تلاش‌های زیادی صورت گرفته است که این دارو به شکل خوراکی مورد استفاده قرار گیرد. خوش‌بختانه این تلاش‌ها در کشور ما هم به ثمر نشسته است و به زودی نمونه‌های انسولین‌های خوراکی به بیماران ارائه خواهد شد.

تولید فرآورده‌های دارویی، با توجه به خصوصیات فیزیکی، شیمیایی ماده مؤثره و مواد جانبی، به روش‌های گوناگون و با دستگاه‌های متفاوتی صورت می‌پذیرد. از این رو، کارخانجات به بخش‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شوند. هر بخش مسئول تهیه یک نوع فرآورده است. فارغ‌التحصیلان هنرستان‌های صنایع شیمیایی می‌توانند در هر یک از بخش‌ها فعالیت کنند.

اثرات جانبی داروها: هر داروی تولید شده، غیر از اثر درمانی خاص، دارای اثرات جانبی و مضر نیز هست زیرا در بدن، طی واکنش‌های مختلف بیوشیمیایی، به ظهور مشکلات جدیدی منجر می‌گردد. از این رو، شرکت‌های تولیدکننده موظف‌اند در برگه‌هایی جداگانه، ضمن معرفی کامل دارو، در مورد اثرات جانبی داروها، نحوه مصرف و عملکرد و بروز مشکلات، راهنمایی‌های لازم را به عمل آورند. خوش‌بختانه در کشور ما مجموعه‌ای به نام ایران فارما به چاپ رسیده، که در مورد جزئیات کلیه داروهای موجود در سیستم دارویی کشور، اطلاعات جامع و کاملی را در اختیار عموم گذاشته است.

داروهای گیاهی: بخش دیگری از داروهای مصرفی در دنیا، از جمله در ایران داروهای گیاهی هستند. داروهای گیاهی به ترکیب یا ترکیباتی که از طریق عصاره‌گیری یا استخراج از گیاهان به دست می‌آید، اطلاق می‌گردد. داروهای گیاهی در کشورهای نظیر ایران، چین و ژاپن از سال‌ها قبل مورد استفاده قرار گرفته و در حال حاضر استفاده از آن‌ها در طب سنتی چین بیش‌تر مورد توجه است. طی سال‌های گذشته، درمان بیماری‌ها بیش‌تر از طریق مصرف داروهایی صورت گرفته که دارای منشأ صنعتی است و برخی از آن‌ها با عوارض جانبی همراه بوده و زیان‌های فراوانی برای مصرف‌کننده داشته‌اند. این مسئله موجب گردیده که امروزه به اهمیت گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن‌ها بیش‌تر توجه گردد و اعتماد و اعتقاد عمومی در استفاده از گیاهان دارویی تقویت شود. این مسئله در بسیاری از کشورهای اروپایی نیز پذیرفته شده است. در این مسیر علمی نظیر شیمی گیاهی^۱ در تعیین ساختار اجزای موجود در گیاهان بسیار مؤثر بوده است.

کشور پهناور ما با موقعیت جغرافیایی خاص و تنوع آب و هوایی از امکانات خوبی برای رشد گونه‌های مختلف گیاهی برخوردار است. طی سال‌های پس از انقلاب استفاده از گیاهان دارویی در داروسازی مورد توجه بیشتری قرار گرفته است و امروزه چندین کارخانه تولید گیاهان دارویی در کشور فعالیت دارند.

گیاهان دارویی از خصلت درمانی متنوعی، نظیر ضدباکتری، آنتی‌بیوتیک و ضد سرطان بودن برخوردار است. برای مثال می‌توان به نعناع، که یک گیاه دارویی با خواص نظیر ضدقارچ، ضد باکتری، تب‌بر و کاهنده درد است، اشاره نمود. این گیاه، ضمن این‌که در صنایع غذایی استفاده می‌شود، به دلیل دارا بودن مواد معطر در تهیه اسانس‌ها هم کاربرد دارد. در حال حاضر در کشورمان صنایع فعال تولید داروهای گیاهی هم وجود دارند که می‌توان به شرکت‌های گل دارو، دینه و باریج اسانس اشاره نمود.

معرفی صنایع داروسازی در ایران: پس از پیروزی شکوهمند انقلاب اسلامی، صنعت داروسازی کشور تحول اساسی یافت و خوداتکایی در تولید دارو، محور صنعت داروسازی قرار گرفت. هم‌اکنون ۵۵ کارخانه داروسازی در کشور فعالیت می‌کنند. این کارخانه‌ها انواع داروها را

به‌صورت ماده اولیه دارویی مؤثره و اشکال دارویی قرص، کپسول، شربت، پماد، آمپول و ... تولید می‌کنند و توانسته‌اند افزایش میزان تولید عددی داروی مورد نیاز کشور را از ۲۵ درصد پیش از انقلاب به ۹۷ درصد افزایش دهند.

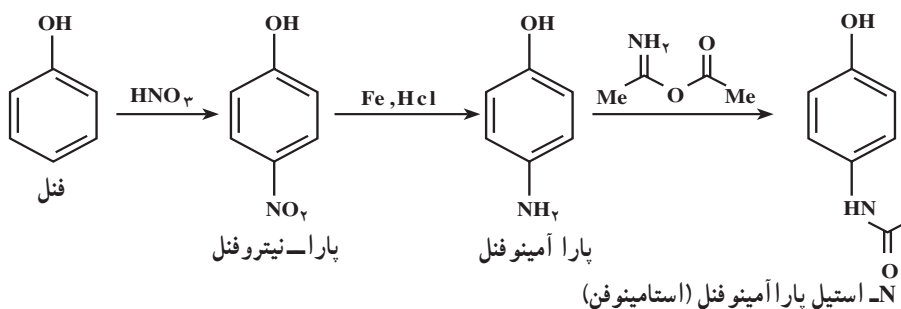


شکل ۶-۷ رآکتورهای تولید مواد اولیه دارویی در شرکت شیمی دارویی داروپخش

بزرگ‌ترین مجموعه تولید دارو در کشور به شرکت سرمایه‌گذاری تأمین مربوط می‌شود، که در حال حاضر بیش از ۳۸ کارخانه داروسازی کشور زیر پوشش این مجموعه قرار دارند. شرکت‌هایی نظیر داروپخش، زکریای رازی، کوثر و فارابی از آن جمله‌اند.

دستگاه‌های متنوعی در صنایع داروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند که می‌توان به انواع جوش‌آورها، رآکتورها، خشک‌کن‌ها، دستگاه‌های مربوط به استخراج، فیلتراسیون و ... اشاره نمود.

جهت آشنایی بیش‌تر با تولید یک داروی سنتزی، شمای عمومی مربوط به تولید داروی استامینوفن که در حال حاضر در کشور ما تولید می‌گردد، آمده است. در تولید ماده مذکور از تکنیک‌هایی نظیر استخراج و کریستاله کردن استفاده می‌شود.



در حال حاضر علاوه بر آهن در اسید کلریدریک از واکنش هیدروژن‌دار کردن با پالادیم هم جهت احیا استفاده می‌شود.

۳-۶ صنایع شوینده، بهداشتی و آرایشی

مواد شوینده و بهداشتی، بیش از هزارها سال، بشر را در فراز و نشیب تکامل زندگی اجتماعی همراهی کرده‌اند. این مواد بسته به شرایط اجتماعی و سیاسی جامعه، گاهی از اهمیت بیش‌تر و گاه کم‌تری برخوردار بوده‌اند.

حفاری‌های باستانی نشان می‌دهد که استفاده انسان از صابون حداقل به ۲۸۰۰ سال قبل از میلاد می‌رسد. صابون طی هزاران سال بدون تغییر خاصی برای شست‌وشوی البسه و بهداشت شخصی مورد استفاده قرار می‌گرفته و تقریباً هر خانواده صابون مصرفی خود را تهیه می‌کرده است. تا اوایل قرن نوزدهم خاکستر چوب و چربی حیوانات مهم‌ترین منابع تولید صابون بوده‌اند. تحول

عمده در صابون‌سازی در اواسط قرن نوزدهم میلادی هنگامی اتفاق افتاد که برخی از تولیدکننده‌های صابون از سود (یک ماده شیمیایی) به جای خاکستر چوب (یک ماده طبیعی) استفاده کردند. این ابداع، فرآیند تولید صابون را از یک فرآورده خانگی به یک فرآورده صنعتی تبدیل نمود.

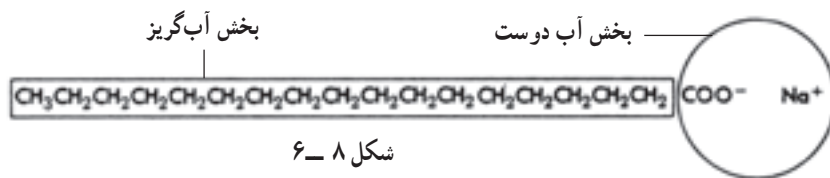
استفاده از شوینده‌های غیرصابونی (مانند پودر لباس‌شویی) در آلمان، طی جنگ جهانی اول، به منظور صرفه‌جویی در مصرف مواد چربی تحول دیگری در صنعت مواد شوینده به وجود آورد. به دنبال آن، سولفوناسیون آلکیل‌های^۱ چرب در اواخر دهه بیست و اوایل دهه سی قرن بیستم در آمریکا و تولید آلکیل بنزن سولفونات^۲، که هنوز اصلی‌ترین جزء مایعات ظرف‌شویی است، صنایع شوینده را دگرگون ساخت.

استفاده از مواد آرایشی و خوش‌بوکننده نیز از دیرزمان بین جوامع مختلف انسانی متداول بوده است. مصرف ترکیبات طبیعی حیوانی و گیاهی به منظور تغییر در چهره و زیباتر کردن آن در مراسم رسمی و مذهبی بین مردم مصر باستان رواج داشته است. زمانی دیرتر، یونانی‌ها و رومی‌ها هم همین ترکیبات را به همان منظور به کار می‌برده‌اند. استفاده از مواد خوش‌بوکننده برگرفته از گیاهان و حیوانات (مانند مشک) در بین اقوام عرب آسیایی رواج داشته است. در خلال جنگ‌های صلیبی این ترکیبات به غرب راه یافته و مورد استفاده قرار گرفته است.

صنعت مواد شوینده و بهداشتی: صابون‌ها، نمک‌های محلول در آب سدیم و پتاسیم، اسیدهای چرب هستند و از هیدرولیز قلیایی چربی‌ها به دست می‌آیند. و چربی‌ها شامل مخلوطی از ترکیبات تری‌گلیسرید می‌باشند. در این گونه ترکیبات، سه مولکول اسید چرب به یک مولکول گلیسرین اتصال یافته است. در تهیه صابون، که به فرآیند صابونی‌شدن معروف است، چربی‌های حیوانی یا گیاهی با مواد قلیایی در حرارت ۱۳۰ درجه سلسیوس ترکیب می‌شوند. مواد قلیایی مورد مصرف در صنایع صابون‌سازی امروزی عبارت‌اند از سدیم یا پتاسیم هیدروکسید. سابقاً به جای این دو ترکیب از خاکستر چوب استفاده می‌شد. صابون‌های سدیمی سخت‌ترند و بنابراین، در تهیه قالب‌های صابون از آن‌ها استفاده می‌شود. صابون‌های پتاسیمی نرم‌ترند و در تهیه صابون‌های مایع دست‌شویی و خمیر ریش‌تراشی کاربرد دارند. معمولاً گلیسرین را با کمک آب نمک از صابون جدا می‌کنند و صابون حاصل را با کمک فرآورده‌های ثانوی دیگر به انواع گوناگون برای مصارف مختلف تبدیل می‌کنند. در این فرآورده‌های ثانوی، برحسب نوع مصرف، ممکن است، مواد یا ترکیبات دیگری برای بهبود عملکرد به صابون اضافه گردند. این ترکیبات شامل خوش‌بوکننده‌ها، مرطوب‌کننده‌ها و نگاه‌دارنده‌هاست.

۱ و ۲- در شیمی آلی با این ترکیبات آشنا می‌شوید.

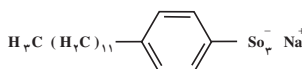
بخشی از مولکول صابون دارای خاصیت آب دوستی و بخشی دیگر آب گریز است. هنگام تماس با سطوح آلوده به چربی، بخش آب گریز مولکول به سمت ذرات چربی متمایل می شود و آن ها را به خود جذب می کند و بخش آب دوست به سوی مولکول های آب (محیط) جهت گیری می نماید. به این طریق مواد چربی از سطح جدا می شوند و به اصطلاح سطح تمیز می شود. اگرچه صابون یک ترکیب پاک کننده خوب است لیکن اثر پاک کنندگی آن در آب های سخت محدود است. علت سختی آب وجود نمک های کلسیم و منیزیم و گاهی هم آهن و منگنز است. این نمک های معدنی با صابون وارد واکنش می شوند و مواد نامحلول تولید می کنند، به طوری که با تجمع بر روی لباس ها، باعث تیرگی آن ها می شوند.



بنابراین، صابون ها در آب های سخت، نمی توانند وظیفه شویندگی خود را به نحو احسن انجام دهند و با به کارگیری شوینده های غیر صابونی می توان بر این مشکل فائق آمد. این گونه شوینده ها هم، با فرآیندی نظیر صابونی شدن، تهیه می شوند. با این تفاوت که ماده اولیه آن ها به جای چربی های گیاهی یا حیوانی ترکیبات حاصل از صنایع پتروشیمی است.

مولکول های شوینده های غیر صابونی هم مانند مولکول های صابون دارای بخش هیدروکربنی (آب گریز) و بخش یونی (آب دوست) هستند^۱. بنابراین، نحوه عمل آن ها مانند صابون هاست، ولیکن باز تفاوت هایی بین آن ها وجود دارد که در زیر خلاصه می شود:

- صابون ها برای استفاده در آب های سخت مناسب نیستند، در صورتی که استفاده از شوینده های غیر صابونی تقریباً بی اشکال است.
- صابون ها از چربی های گیاهی یا حیوانی تهیه می شوند. در تهیه شوینده های غیر صابونی از مواد حاصل از صنایع پتروشیمی استفاده می شود.
- استفاده از صابون ها در محلول های اسیدی توصیه نمی شود، زیرا امکان جدایی اسیدهای چرب آن ها وجود دارد. شوینده های غیر صابونی قابلیت استفاده در این گونه محیط ها را دارند.



۱- دو دسیل بنزن سولفونات

- به‌طور کلی قدرت پاک‌کنندگی شوینده‌های غیرصابونی از صابون‌ها بیش‌تر است.
- استفاده از صابون، بیش‌تر در مصارف بهداشتی انسانی و از شوینده‌های غیرصابونی در شستن البسه و ظروف توصیه می‌شود.

مواد آرایشی: هرگونه موادی که در زیباسازی و بهبود چهره و پوست و به‌طور کلی ساختار ظاهری اعضای بدن انسان به‌کار می‌رود مواد آرایشی نامیده می‌شود. این مواد شامل انواع مختلف روغن، کرم و کرم ضد آفتاب، رنگ مو و شامپو می‌گردند. استفاده از این ترکیبات از آغاز تاریخ بشری در میان اقوام مختلف متداول بوده است. مواد اولیه آن‌ها می‌توانند از منابع حیوانی، گیاهی یا صنایع پتروشیمی تأمین گردند. امروزه، با پیشرفت روش‌های شیمیایی تهیه مواد، استفاده از سنتز بیش‌تر از سابق متداول شده است. همین امر متأسفانه در برخی اوقات باعث وقوع تأثیرات جانبی نامطبوع برای مصرف‌کننده شده است. از جمله آن‌ها عوارض پوستی و تنفسی را می‌توان نام برد. از این رو، در سال‌های اخیر مقررات و قوانین مفیدی توسط مؤسسات مسئول بهداشت کشورهای مختلف تنظیم و مورد اجرا گذاشته شده است. رعایت نکردن این مقررات از طرف تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، زبان‌های جبران‌ناپذیری به دنبال خواهد داشت. بنابراین، انتخاب انواع موجود در بازار و مصرف صحیح آن‌ها توسط مردم باید با دقت لازم صورت پذیرد.

مواد آرایشی امروزی اغلب ماده خالصی نیستند، بلکه شامل ترکیباتی هستند که هر یک به‌منظور خاصی به‌محلول یا مخلوط اضافه شده‌اند. از جمله این ترکیبات می‌توان از چربی‌های مختلف (حیوانی یا گیاهی)، رنگ‌ها (معدنی یا شیمیایی)، حلال‌ها (آب یا حلال‌های آلی)، مرطوب‌کننده‌ها (برای سهولت استعمال و حفظ رطوبت پوست)، نگاه‌دارنده‌ها (برای جلوگیری از فساد مواد)، خوش‌بوکننده‌ها و در بعضی مواقع صابون یا شوینده دیگر (در مورد خمیر دندان، شامپو و پاک‌کننده‌ها) نام برد.

پرسش و تمرین

- ۱- انواع مواد غذایی را نام ببرید.
- ۲- روش‌های نگهداری مواد غذایی را نام ببرید.
- ۳- روش افزایش مواد شیمیایی در نگهداری مواد غذایی چگونه صورت می‌گیرد؟
- ۴- چرا ماهی دودی فاسد نمی‌شود؟
- ۵- مزایای بسته‌بندی مواد غذایی را توضیح دهید.
- ۶- استخراج شکر از نیشکر چگونه صورت می‌گیرد؟

- ۷- قند را چگونه از چغندر قند استخراج می کنند؟
- ۸- استخراج روغن را از زیتون توضیح دهید.
- ۹- پنج صنعت تبدیلی غذایی را نام ببرید.
- ۱۰- نان مرغوب چگونه تهیه می شود؟
- ۱۱- جامد کردن روغن های نباتی را توضیح دهید.
- ۱۲- تهیه سرکه را در خانه و در کارخانه مقایسه کنید.
- ۱۳- سه منشأ تهیه داروها را نام ببرید.
- ۱۴- داروسازی صنعتی را تعریف کنید.
- ۱۵- برای آن که یک دارو بتواند به بازار عرضه شود، چه مراحل را باید بگذراند؟
- ۱۶- کلمات زیر را تعریف کنید :
- الف) ماده مؤثره ب) ماده جانبی ج) فرموله کردن
- ۱۷- چرا علم داروسازی را می توان پیونددهنده رشته های علمی و فنی مختلف نام برد؟
- ۱۸- داروهای گیاهی را تعریف کنید و سبب توجه روزافزون به آن ها را بنویسید.
- ۱۹- سه مورد از دستگاه هایی را که در تولید دارو به کار می روند نام ببرید.
- ۲۰- مواد اولیه صابون ها را نام ببرید.
- ۲۱- ترکیبات تری گلیسرید کدام اند؟
- ۲۲- فرآیند صابونی شدن چگونه صورت می گیرد؟
- ۲۳- تفاوت بین صابون های سدیمی و پتاسیمی چیست و کاربرد آن ها کدام اند؟
- ۲۴- چند نوع ترکیبات اضافی را، که به صابون ها برای بهبود عملکرد آن ها اضافه می شود، نام ببرید.
- ۲۵- نحوه زدودن چربی ها را از سطح توسط صابون شرح دهید.
- ۲۶- علت سختی آب چیست؟
- ۲۷- تفاوت های بین صابون ها و شوینده های غیرصابونی در چیست؟
- ۲۸- چند نوع مواد آرایشی را نام ببرید.
- ۲۹- چند نوع مواد اولیه را که در تهیه مواد آرایشی به کار می روند، نام ببرید.

فناوری نانو

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیرنده باید بتواند:

- ۱- فناوری نانو را تعریف کند.
- ۲- نانو ذره و خواص آن را شرح دهد.
- ۳- نانو لوله و خواص آن را شرح دهد.
- ۴- برخی از کاربردهای فناوری نانو را بیان کند.
- ۵- نانو کامپوزیت را تعریف کند.

۲-۱ مقدمه

در نیمهٔ دوم قرن بیستم فناوری‌های جدیدی پدید آمد که در علم و صنعت و هم‌چنین در زندگی افراد انسانی بسیار تأثیر گذاشت. از آن جمله، می‌توان فناوری زیستی (بیوتکنولوژی)^۱ و فناوری نانو (نانوتکنولوژی)^۲ را نام برد. در کتاب فرآیندهای شیمیایی در سال سوم با فناوری زیستی آشنا خواهید شد. در این بخش با فناوری نانو و برخی کاربردهای آن در عرصه‌های گوناگون آشنا می‌شویم.

۲-۲ تاریخچه فناوری نانو

در سال ۱۹۵۹ ریچارد فینمن^۳، دانشمند و تئوری‌پرداز، با ارائهٔ نظریاتش اولین قدم را به سمت فناوری نانو برداشت. از آن روز تاکنون، این فناوری همواره چه از جهت مفهوم و چه از جهت کاربرد در علوم و صنایع، موضوع پژوهش بسیاری از محققان در سراسر جهان قرار گرفته است. نتایج کاربردی حاصل از این پژوهش‌ها، تحولات زیادی را در زمینه‌های مختلف نشان می‌دهد.

۱- Biotechnology

۲- Nanotechnology

۳- Richard Fynemen

خوش‌بختانه در سرزمین ما نیز ضرورت داشتن برنامه بلندمدت برای توسعه فناوری نانو مورد توجه مسئولان و متخصصان کشور واقع شده و تشکیل «ستاد ویژه توسعه فناوری نانو» در پاییز ۱۳۸۲ با همین هدف صورت گرفته است.

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو می‌کوشد تا از طریق ایجاد چشم‌انداز، ارائه تسهیلات، ایجاد بازار و رفع مشکلات، زمینه فعالیت تمام نهادها و تولید ثروت در جامعه را فراهم آورد.

www.nano.ir • ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

www.nanoclub.ir • باشگاه دانش‌آموزی

۷-۳ فناوری نانو چیست؟

در این بخش ابتدا با مفاهیم نانو، نانومتر و نانو ذرات آشنا می‌شویم و سپس به تعریف «فناوری نانو» می‌پردازیم.

• نانو، نانومتر: پیشوند نانو^۱ یک کلمه یونانی است. در بحث اندازه‌گیری به معنی یک میلیاردم (10^{-9}) است. بنابراین، یک نانومتر (۱nm)، یک میلیاردم متر (10^{-9} m) است. آیا این اندازه را می‌توانید تصور کنید؟ به جدول ۷-۱ نگاه کنید.

جدول ۷-۱ اندازه متوسط چند نمونه

ماده	اندازه (nm)
قطر یک تار مو	۵۰۰۰۰
باکتری	۱۰۰۰
ویروس	۱۰۰
مولکول آسپیرین	۱
10^6 اتم هیدروژن در یک خط	۱

• نانو ذرات: نانو ذره و نانو فناوری نام‌های نسبتاً جدیدی هستند، اما مدت‌ها قبل از این که نامی برای آن‌ها انتخاب شود، نانو ذرات وجود داشته و توسط بشر مورد استفاده و آزمایش قرار گرفته است. برای مثال بسیاری از رنگ‌های زیبای شیشه‌های رنگی پنجره‌ها ناشی از وجود ذرات ریز

۱- nanos به معنی قطره و ذره است.

اکسیدهای فلزی است. ذرات با اندازه‌های متفاوت، طول موج‌های مختلفی از نور را پراکنده می‌کنند که موجب به وجود آمدن رنگ‌های متنوع در شیشه می‌شود. ذرات کلوییدی ریز نقره جزئی از فرآیند تشکیل عکس در عکاسی است. آب در دمای محیط شامل خوشه‌هایی^۱ از مولکول‌های آب با پیوند هیدروژنی است. معمولاً، نانو ذرات به تعدادی از اتم‌ها یا مولکول‌ها، که به هم متصل شده‌اند و شعاعی بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر دارند، اطلاق می‌شود.

● **تعریف فناوری نانو و اهمیت آن:** از تعریف متعددی که درباره فناوری نانو وجود دارد، دو نمونه در زیر بیان شده است:

الف) فناوری نانو به معنای توسعه، ساخت، طراحی و استفاده از محصولاتی است که اندازه آن‌ها بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر قرار دارد.

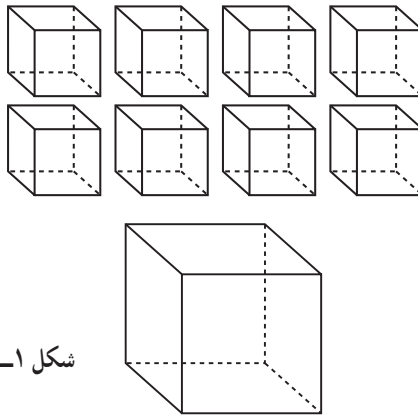
ب) فناوری نانو به معنای توانایی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با کنترل ماده در سطوح مولکولی و اتمی و بهره‌برداری از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می‌شوند.

از این تعریف چنین برمی‌آید که فناوری نانو یک رشته جدید نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته‌هاست. این فناوری می‌تواند در تمام صنایعی که بشر تاکنون به آن‌ها دست یافته است، اثرگذار باشد. برای این فناوری کاربردهایی در زمینه‌های مختلف دارو، غذا، تشخیص پزشکی تا الکترونیک، کامپیوتر، ارتباطات، انرژی، محیط زیست، مواد و هوا فضا برشمردند. از این رو، تحولات زیادی را در صنایع مختلف به وجود آورده و همچنین به وجود خواهد آورد.

تعریف فناوری نانو با توجه به ماهیت و زمینه‌های گسترده فعالیت آن، در عین سادگی بسیار دشوار است. شاید بتوان گفت هنوز تعریف جامعی، که بیان‌کننده تمام خصوصیات این پدیده باشد، ارائه نشده است.

۷-۴ ویژگی‌های نانو ذرات

با کاهش اندازه ذرات از میکرو به نانو تعدادی از خواص فیزیکی، شیمیایی و الکتریکی آن به دلایلی تغییر می‌کند. در این جا به ذکر دو دلیل اکتفا می‌شود. یکی از دلایل، افزایش مساحت کل سطح ذرات نسبت به حجم آن‌هاست. وقتی یک قطعه را چند قسمت می‌کنیم حجم کل ثابت می‌ماند یعنی حجم قطعه اولیه دقیقاً برابر با جمع حجم همه تکه‌هاست اما در طی این فرآیند مجموع سطح بیرونی تکه‌ها چند برابر سطح بیرونی قطعه اولیه خواهد شد.



شکل ۱-۲

مکعبی به ضلع ۲ سانتی متر در نظر بگیرید. اگر آن را به مکعب‌هایی به ضلع ۱ سانتی متر تقسیم کنیم ۸ مکعب کوچک‌تر به دست می‌آید:

$$S = 6 \times 2^2 = 24 \text{ سانتی متر مربع}$$

$$S' = 6 \times 1^2 = 6 \text{ سانتی متر مربع}$$

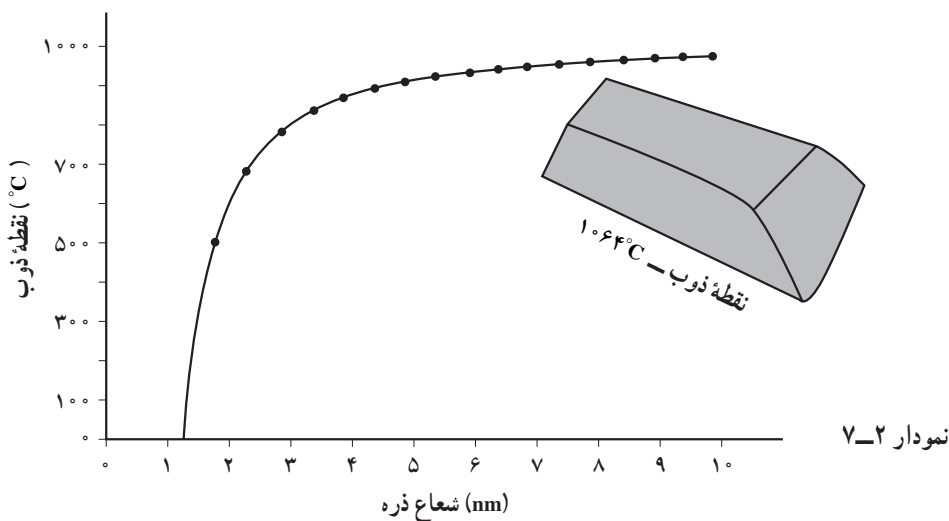
$$\text{مساحت کل هشت قطعه کوچک‌تر} = 8 \times 6 = 48 \text{ سانتی متر مربع}$$

مشاهده می‌کنید که مساحت کل دو برابر شده است.

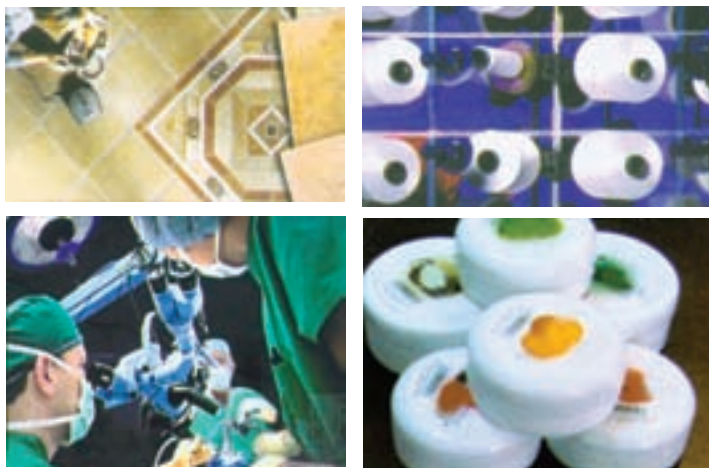
از آن‌جا که بسیاری از تبدلات مهم شیمیایی و فیزیکی از طریق سطح انجام می‌گیرد، این ویژگی، واکنش‌پذیری نانو ذرات را به شدت افزایش می‌دهد. مثلاً نانو ذرات فلزی به محض قرار گرفتن در هوا به سرعت اکسید می‌شوند.

ازدیاد در سطح خارجی ذرات مواد، عامل مهمی است و در کارکرد کاتالیزورها و ساختارهایی هم چون الکترودها یا در افزایش کارایی فناوری‌هایی هم چون باتری‌ها نقش اساسی دارد.

دلیل دیگر این‌که در اندازه‌های کوچک‌تر (در حد نانو) تغییرات شدید دیگری رخ می‌دهد، از جمله این‌که اتم‌ها در مدل‌های هندسی‌ای می‌توانند قرار گیرند که در مقیاس‌های بزرگ‌تر امکان‌پذیر نیست. برای مثال، رفتار کاتالیزگری ذرات طلا تنها در صورتی بروز خواهد کرد که قطر آن کم‌تر از ۳ الی ۵ نانومتر باشد و دلیل آن ساختار ویژه کریستال‌های آن (بیست‌وجهی بودن) و تفاوت آن‌ها با ساختار کلی است. گفتنی است نانو ذرات طلا قرمز رنگ است. از تفاوت‌های دیگری که طلای معمولی با نانو ذرات طلا دارد، دمای ذوب آن است. نمودار صفحه بعد کاهش دمای ذوب طلا را در مقیاس‌های نانو نشان می‌دهد. توجه کنید کاهش دمای ذوب در اندازه ذرات خیلی کوچک به مراتب بیش‌تر است.



برخی از نانو ذراتی که تاکنون مورد استفاده قرار گرفته‌اند، عبارت‌اند از آهن (III) اکسید (Fe_2O_3)، سیلیسیم دی اکسید (SiO_2)، تیتانیم دی اکسید (TiO_2)، روی (II) اکسید (ZnO) و فلز نقره (Ag). نانو ذرات نقره به داشتن خصوصیت ضد میکروبی مشهور است. نانو نقره کاتالیز است و می‌تواند بر میکربها (باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها) اثر کند و آن‌ها را از بین ببرد. در عین حال، حساسیت و آلرژی ایجاد نمی‌کند، ضد الکتریسیته ساکن است و برای انسان و محیط زیست ضرری ندارد. به همین دلیل کاربردهای گسترده‌ای در بخش پزشکی، مواد بهداشتی و آرایشی، نساجی، رنگ، کاشی، سرامیک و غیر آن‌ها دارد.



شکل ۷-۳ نانو ذرات نقره ضد میکرب است و کاربرد گسترده‌ای دارد.

۷-۵ نانو ساختارهای کربن

در شیمی آلی، با نقش مهم پیوند کربنی در مولکول‌های آلی و ماهیت منحصر به فرد خود پیوند کربن، آشنا شدید. در واقع ماهیت متنوع این پیوند است که به کربن امکان می‌دهد نانو ساختارهایی به نام فولرین^۱ و نانو لوله کربنی^۲ داشته باشد.

● فولرین: در این مولکول ۶۰ اتم کربن در ساختاری شبیه توپ فوتبال گرد هم آمده‌اند. قطر آن یک نانومتر است و استفاده‌های فراوانی از آن به‌ویژه در مصارف پزشکی، ابررساناها و فیبر نوری صورت می‌گیرد.



شکل ۴-۷ ساختار فولرین به توپ فوتبال شبیه است.

● نانولوله‌های کربنی و خواص آن‌ها: ساختار نانو لوله کربنی مانند یک صفحه گرافیت است که به شکل یک لوله درآمده و دو طرف آن توسط پیوندهای موجود در انتهای صفحه بسته شده است (اگرچه در واقع، نانو لوله‌های کربنی از صفحات گرافیت پیچیده شده ساخته نشده‌اند اما این روشی است که برای توصیف ساختارهای مختلف آن به کار می‌رود).

فعالیت: نانولوله کاغذی بسازید.

۱- روی یک صفحه با رسم شش ضلعی‌های منتظم در کنار یک‌دیگر، یک صفحه گرافیتی

بسازید.

۲- این صفحه را می‌توانید به سه شکل متفاوت به یک‌دیگر وصل کنید (با توجه به شکل ۵-۷)

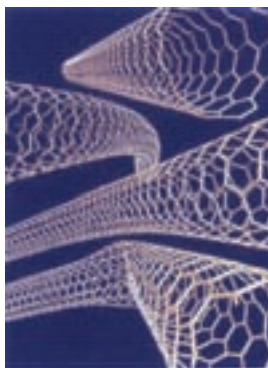
و هر شکل از این نانو لوله‌ها خواص متفاوتی نیز دارند.

نانو لوله‌های کربنی به صورت نانو لوله‌های تک دیواره^۱ و چند دیواره^۲ نیز وجود دارند. یک نانو لوله تک دیواره، قطری حدود چند نانومتر و طولی هزاران برابر بیش تر دارد (به طور مثال قطر ۲nm و طول ۱۰۰µm) و می تواند به یک ساختار تک بعدی تبدیل گردد، که به آن نانوسیم^۳ می گویند.

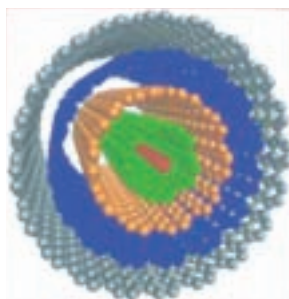
نانو لوله‌های چند دیواره، استوانه‌های هم محور کربنی با قطرهای حدود (۱۰-۱۰۰nm) را تشکیل می دهند.

این ساختارهای متعدد (شکل های ۶-۷ و ۷-۷) خواص متفاوتی نیز دارند. ولی به طور کلی این لوله‌های بسیار بلند و نازک ساختارهایی پایدار و مقاوم و انعطاف پذیر دارند. آن‌ها مانند کاه هستند، کج می شوند اما نمی شکنند و می توانند بدون هیچ گونه آسیبی به حالت اول برگردند. استحکام (کششی و خمشی) نانو لوله‌های تک دیواره در حدود ۱۰۰ برابر فولاد است، در حالی که حدود ۶ برابر سبک ترند. هدایت حرارتی آن‌ها از الماس که بهترین هدایتگر حرارتی شناخته شده است، بیش تر است. ویژگی مهم دیگر نانو لوله‌ها خاصیت فلزی یا نیمه رسانا بودن آن‌هاست.

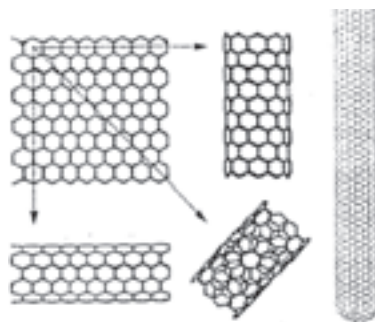
خواص شگفت انگیز نانو لوله‌های کربنی آن‌ها را از کاربردهای گوناگونی برخوردار کرده است. برای مثال از آن‌ها می توان در باتری‌ها، سل‌های ذخیره کننده انرژی، الیاف و کابل‌ها و مصارف دارویی و پزشکی استفاده کرد.



شکل ۷-۷ نانو لوله‌های خمیده



شکل ۶-۷ نانو لوله‌های تک دیواره و چند دیواره



شکل ۵-۷ نانو لوله‌های کربنی تک دیواره (SWNT)

۱- SWNT: Single Wall Nano Tube

۲- MWNT: Multy Wall Nano Tube

۳- Nanowire

۶-۷ نانو کامپوزیت‌ها

به منظور بهبود یا به دست آوردن خصوصیات جدید، محصولی از دو یا چند جزء جدا از هم (مثل آلیاژ فلزات، سرامیک‌ها، پلیمرها و مواد زیستی) به دست می‌آید، که به آن کامپوزیت^۱ گویند. اگر یک یا چند جزء از آن دارای ابعاد متوسط کم‌تر از 100 nm باشد نانو کامپوزیت نامیده می‌شود. گذشته از تمام خصوصیات ذاتی اجزا، نانو کامپوزیت‌ها می‌توانند از تک تک اجزای خود بهتر عمل کنند. با افزودن مقدار کمی نانو ساختار مناسب به محصول مورد نظر، می‌توان خواص مکانیکی الکتریکی، نوری و حلالیت و غیر آن‌ها را در محصول جدید به دل خواه تغییر داد. نانو کامپوزیت‌های تشکیل شده از نشاسته سیب‌زمینی و نانو ذرات کلسیم کربنات، مثالی در این خصوص است. این فوم نسبت به حرارت مقاومت خوبی دارد و سبک و زیست تخریب پذیر است و می‌تواند، برای بسته‌بندی مواد غذایی به کار رود.

پلیمرهای تقویت شده با نانو ذرات (نانو کامپوزیت‌ها) می‌توانند از نظر اقتصادی برای فلزات جای‌گزین مناسبی باشند. این محصولات، محکم‌تر، استوارتر، سفت‌تر و شکل پذیرتر از فلزات اند، حال آن‌که وزنشان کم‌تر از فلزات است و در برابر خوردگی مقاومت بیشتری دارند. یک نمونه کاربردی: نانو رس‌ها^۲ پرکننده‌هایی هستند که در مواد کامپوزیتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ویژگی نانو کامپوزیت حاصل کاهش وزن آن (حدود 10% الی 20% درصد) است. علاوه بر این در برابر نفوذ گازها مقاومت بیشتری پیدا می‌کنند. مثلاً نایلون ۶ با 2% نانو ذرات رس، در برابر نشت بنزین، پنج برابر بیش‌تر از نایلون ۶ معمولی مقاومت می‌کند. این فناوری برای ساخت باک بنزین و مخازن شیمیایی کاربرد دارد و قیمت مخازن را پایین می‌آورد. اکثر شرکت‌های بزرگ پلیمر در حال تحقیق روی فناوری‌های نانو کامپوزیت هستند.

۷-۷ نانو فناوری و برخی کاربردهای آن

تا این‌جا با چند نمونه از کاربردهای نانو فناوری آشنا شدید و دریافتید که دامنه تأثیر آن به چند صنعت محدود نمی‌شود و حوزه گسترده‌ای از دانش‌ها و فناوری‌ها، مانند پزشکی، داروسازی، صنایع غذایی، مواد شیمیایی، انرژی، نساجی، الکترونیک، خودرو، لوازم بهداشتی و آرایشی و غیر آن‌ها را دربر می‌گیرد. هم‌اکنون کالاهای مختلفی که در زندگی روزمره کاربرد دارند، با استفاده از

۱- Composit

۲- nanoclay

کاه‌گل یک کامپوزیت ساده است

فناوری نانو با کیفیت بهتر و با خواصی متفاوت تولید می‌شوند. در زیر به برخی دیگر از نمونه‌های کاربردی اشاره می‌شود.

● **کاتالیزورها:** با اضافه نمودن ماده‌ای به نام کاتالیزگر می‌توان سرعت انجام واکنش شیمیایی را زیاد نمود. هرگاه دو یا چند واکنش شیمیایی به صورت متوالی یا همزمان پیش روند، کاتالیزگر یکی از واکنش‌ها را به طور انتخابی نسبت به دیگری شتاب می‌دهد. ذکر این نکته ضروری است که خود کاتالیزگر در طی واکنش مصرف نمی‌شود. فعالیت یک کاتالیزگر با مساحت سطح کل در واحد حجم متناسب است. بنابراین، افزایش مساحت سطح نانو ذرات باعث می‌گردد تا عملکرد کاتالیزی آن‌ها به طور مؤثری بهبود یابد. افزایش راندمان نیز باعث می‌شود از رآکتورهای کوچک‌تر و در نتیجه ارزان‌تری استفاده شود.

کاتالیزگرها در بسیاری از صنایع از جمله داروسازی و صنعت نفت از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

● **نانو روکش‌ها:** در اکثر صنایع، «پوشش دهی» آخرین مرحله تولید محصول است و این مرحله جهت بالا بردن کیفیت محصول انجام می‌پذیرد. با اضافه کردن افزودنی‌هایی در ابعاد نانو به مواد روکش‌ها، می‌توان نانو روکش‌هایی با ویژگی‌های جدید و جالب به دست آورد، مانند:

— **شیشه‌های خود تمیز شونده:** پوشش شیشه با نوعی نانو روکش حساس به نور موجب می‌شود تا سطح آن به نحو مؤثری تمیز شود. به این ترتیب که تابش نور خورشید به آن باعث می‌شود ذرات آلی چسبندگی خود را به سطح شیشه از دست بدهند (خاصیت فتوکالستی) و در اثر خاصیت آب‌دوستی از سطح شیشه شسته شوند.



تجمع قطرات آب و تشکیل لایه آب

پخش شدن قطرات آب در اثر
آب‌دوستی

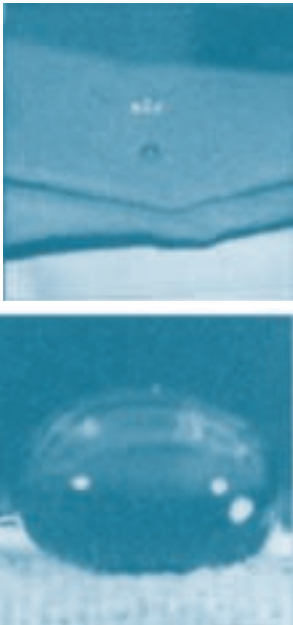
کننده شدن ذرات آلودگی از سطح
شیشه، توسط لایه آب

آلودگی‌ها توسط لایه آب شسته
می‌شوند و از شیشه جدا می‌شوند

شکل ۸-۷ طرز کار شیشه
خود تمیز شونده

• نساجی

الف) لباس‌های ضد لک: با اضافه نمودن ساختارهای مولکولی به الیاف پارچه، لباس‌های ضد لک، ضد آب و خود تمیز شونده تهیه شده است. این پارچه‌ها هیچ‌گونه آلودگی را جذب نمی‌کنند، مایعات بر روی آن‌ها حرکت می‌کنند و جذب نمی‌شوند (مثل حرکت قطرات آب بر روی پره‌های غازی). لباس‌های دوخته شده با این پارچه‌ها چروک نمی‌شوند. در ایران نیز چند شرکت در زمینه این محصول فعال هستند و محصول آن‌ها تجاری شده است.



شکل ۹-۷ پارچه و پیراهن ضد لک و ضد چروک

ب) منسوجات هوشمند: تهیه منسوجات هوشمند مراحل آزمایشی را می‌گذراند. قابلیت الیاف آن به نحوی است که با حرارت یا برودت هوا تغییر ساختار می‌دهند و متناسب با تغییرات دمای هوا فشرده‌تر یا بازتر می‌شوند و پارچه را ضخیم‌تر یا نازک‌تر می‌کنند.

ج) اضافه نمودن نانو ذرات نقره به الیاف منسوجات آن‌ها را از خاصیت ضد میکروبی مطلوبی برخوردار می‌کند. این منسوجات کاربری‌های مختلفی مانند منسوجات پزشکی و پوشاک عمومی دارند.



شکل ۱۰-۷ جوراب‌های حاوی نانوذرات نقره، جهت جلوگیری از بوی بد پا و جلوگیری از عفونت پای افراد ورزشکار و دیابتی

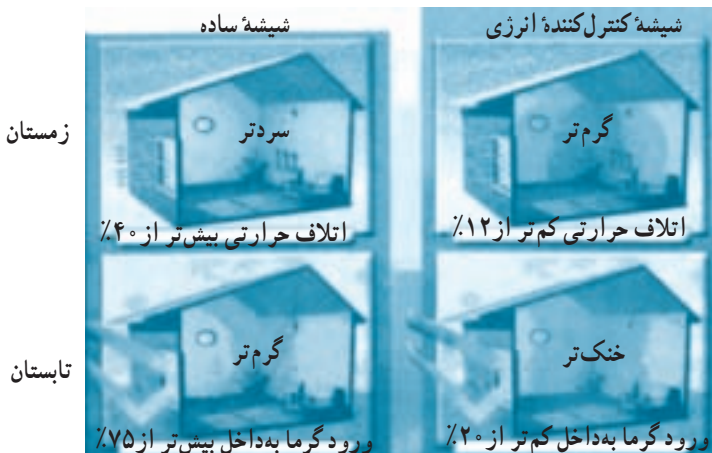
• انرژی

(الف) در باتری‌ها، استفاده از نانو لوله‌های کربن به جای گرافیت در الکترودها ظرفیت آن‌ها را تا چند برابر افزایش می‌دهد.

(ب) وجود روکش‌های نانویی بر روی شیشه‌های ساختمان در زمستان، از هدر رفتن انرژی جلوگیری می‌کند و نیز باعث می‌شود از ورود حرارت در تابستان به داخل ساختمان کاسته شود. در نتیجه هزینه سیستم گرمایشی در زمستان و سرمایشی در تابستان کاهش می‌یابد.

(ج) هرچه خودرو سنگین‌تر باشد سوخت بیشتری مصرف می‌کند. به همین جهت، استفاده از نانو کامپوزیت‌ها به جای فولاد (در ساخت خودرو) از وزن آن می‌کاهد و باعث می‌شود در مصرف سوخت خودروها بسیار صرفه‌جویی به عمل آید.

(د) با ترکیب کردن بعضی نانو ذرات و فولرین با روغن‌های موتور معمول، خواص روان‌کاری روغن‌ها بیشتر می‌شود و در نتیجه بازده انرژی افزایش می‌یابد.



شکل ۱۱-۷ شیشه‌های کنترل‌کننده انرژی

● فناوری نانو و پزشکی و داروسازی: فناوری نانو قابلیت زیادی در تشخیص بهتر بیماری‌های موجود در بدن، به همراه درمان مؤثرتر دارد. هم‌چنین، در ساخت دارو و رساندن آن به سلول‌های بیمار بسیار مؤثر است.

الف) جهت درمان مؤثرتر سرطان، می‌توان از نانو ذراتی که حامل داروهای ضد سرطانی هستند استفاده کرد. یک تزریق ساده می‌تواند هزاران یا میلیون‌ها نانو ذره (نانوکپسول حامل دارو) را وارد جریان خون کند. این نانو ذرات درون سلول‌های سرطانی تجمع می‌کنند و داروی بیش‌تری در سلول بیمار قرار می‌دهند. درحالی‌که بر سلول‌های سالم اثری ندارند. بازده درمانی آن‌ها بسیار بالا است.



ب) اسپری‌ها و مواد ضد عفونی‌کننده مبتنی بر نانو ذرات نقره در زخم‌بندی و انواع پانسمان‌ها (به‌منظور جلوگیری از عفونت) و امور پزشکی و بهداشتی کاربرد وسیعی دارند.

ج) داروهای جدید با ساختار نانو، تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی بر روی یک تراشه، نانو مولکول‌هایی برای رشد و ترمیم استخوان و بازسازی آن‌ها، نمونه‌های دیگری از این فناوری است.



● فناوری نانو در الکترونیک، کامپیوتر و ارتباطات تأثیر زیادی گذاشته است. هم‌چنین، کاربردهای آن در کشاورزی، محیط زیست، هوافضا و ... وجود دارد. مطالعه و تحقیق بیش‌تر در این زمینه به عهده دانش‌آموزان علاقه‌مند است.



شکل ۱۲-۷

- ۱- دو مورد از فناوری‌های نوین را نام ببرید.
- ۲- فناوری نانو را تعریف کنید.
- ۳- اهمیت فناوری نانو در چیست؟
- ۴- نانو ذره چیست؟ مثال بزنید.
- ۵- ساختارهای کربنی را که می‌شناسید نام ببرید.
- ۶- ویژگی نانو ذرات چیست؟
- ۷- چند مورد از خواص نانو لوله‌های کربنی را بیان کنید.
- ۸- نانو کامپوزیت چیست؟
- ۹- چند نمونه از کاربردهای نانو فناوری را شرح دهید.
- ۱۰- یکی از علوم و صناعی را، که مورد علاقه شماست، انتخاب نمایید و

سپس:

- الف) در مورد کاربردهای فناوری نانو در آن تحقیق کنید.
- ب) هم‌چنین، چه طرح‌هایی به نظرتان می‌رسد که در آینده ممکن است به انجام
رسد؟ نتایج را در کلاس بازگو نمایید.

منابع و مراجع

- ۱- راهبرد دهساله توسعه فناوری نانو، انتشارات ستاد توسعه فناوری نانو، تیر ۱۳۸۴
- ۲- چارلز پی پول و فرانک جی، اون، مقدمه‌ای بر نانو تکنولوژی، مؤسسه انتشارات یزد، ۱۳۸۵
- ۳- علیرضا منسوب بصیری و نسیم نصیری نیا (زیر نظر بنیاد توسعه فردا)، آزمایش‌های ساده نانو، پیام مشرق، ۱۳۸۶
- ۴- دکتر سیداحمد سادات نوری و مهندس مهدیه خدایاری، مقدمه‌ای بر نانو تکنولوژی، نوپردازان، پاییز ۱۳۸۴
- ۵- دکتر روحا - کسری کرمانشاهی و مهندس بهارک حسین‌خانی، نانو بیو تکنولوژی، انتشارات دانشگاه اصفهان، ۱۳۸۶
- ۶- خبرنگار فناوری نانو، شهریور ۱۳۸۴
- ۷- نشریه فضای نانو، آذر و دی ۱۳۸۵
- ۸- نشریه فضای نانو، خرداد ۱۳۸۵
- ۹- بسپار، مجله علوم و صنایع پلاستیک، لاستیک و کامپوزیت، دی ۱۳۸۵
- ۱۰- ستاد ویژه توسعه فناوری نانو www.nano.ir
- ۱۱- باشگاه دانش‌آموزی www.nanoclub.ir
- ۱۲- تاریخ علم شیمی، تألیف دکتر حسین آقایی، ۱۳۷۲
- ۱۳- فرهنگ متالورژی، تألیف مهندس پرویز فرهنگ، ۱۳۶۳
- ۱۴- آفت‌کش‌ها، دکتر باقدیانس، دانشگاه تهران، ۱۳۴۹
- ۱۵- مروری بر روش‌های تولید صابون، نهمین همایش بین‌المللی صنایع بهداشتی و آرایشی، مهرماه ۸۲، تهران
- ۱۶- هادی صمصام شریعت، فریبرز معطر، درمان با گیاه، انتشارات مشعل، ۱۳۷۶
- ۱۷- محمدمصدق رجحان، دارو و درمان گیاهی، انتشارات علوی، ۱۳۷۸

- ۱۸- هادی صمصام شریعت، پرورش و تکثیر گیاهان دارویی، انتشارات مانی، ۱۳۷۶
- ۱۹- مرتضی رفیعی تهرانی، داروسازی صنعتی، انتشارات دانشگاه تهران
- ۲۰- اصول مسائل غذایی، ج ۱، ترجمه و نگارش دکتر عبدالله شبیانی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۲
- ۲۱- از پوست تا چرم، ترجمه علی داهی، گروه صنعتی ملی، ۱۳۵۹
- ۲۲- گزارش کارخانه سالامبورسازی شهپاز، همدان، ۱۳۶۲
- ۲۳- جی. بی. ویلکینسون، دستینه مواد آرایشی و بهداشتی هری، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۵.
- ۲۴- Chemical Technology; by: I. Mukhlyonov, D. Kuznetsou, A. Averbukh, E. Tumarkina, I. Furmer, 1974
- ۲۵- Properties of Engineering materials by: William. A. Cordon; 1979
- ۲۶- Engineering Thermodynamics, by: V.A. Kirillin, V.V. Sychev, A.E. Sheindlin, 1987
- ۲۷- Introductory chemistry; by: Zumdahl, 1995
- ۲۸- Chimie. L. I. Olmer. J.De GIGORD Editeur Paris
- ۲۹- Chemistry, by: Loretta Jones/ Peter Atkins, 1999
- ۳۰- Encyclopedia Britannia “Soaps and Deterqents”, 2009
- ۳۱- Hand book on Soaps, Detergents and Acid Slorry, 2nd Edition, Author Nirboard, publisher: Asia Pacific press, Inc
- ۳۲- Soaps and Detergents, www. Hoover. com
- ۳۳- Klemann.A, Kutscher. B, Reichert. D, Pharmaceutical Substances, 4th. Edition 2001
- ۳۴- Organic Chemistry, 5th edition by K.Peter C.Volthardt & Neil E.Schore 2006.



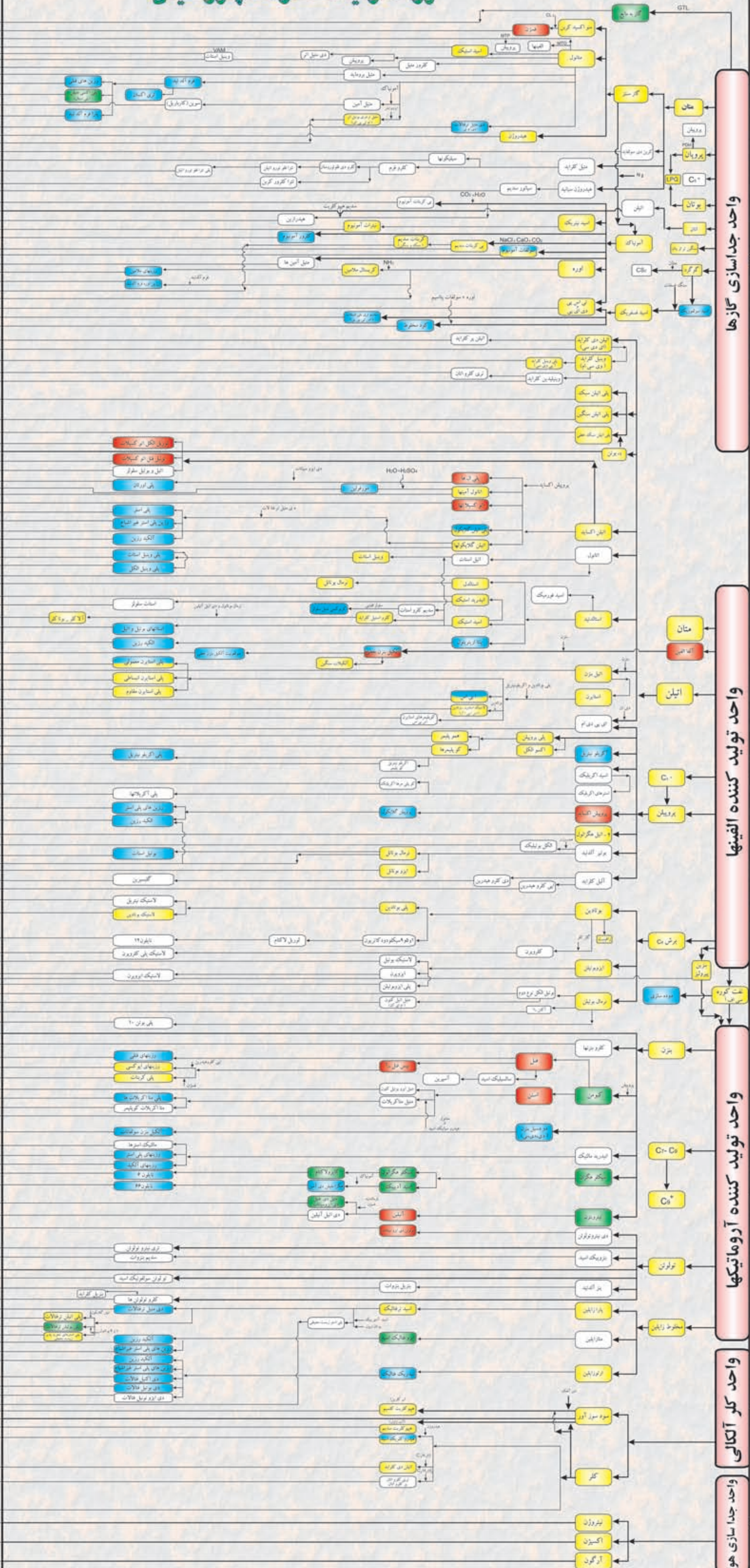


شرکت بازرگانی پتروشیمی ایران

روند تولید محصولات پتروشیمی

زمینه های کاربردی

Extensive list of application areas for various petrochemical products, organized by product type and industry sector.



Vertical navigation bar with icons and labels for 'منابع و مواد اولیه', 'واحد جداسازی گازها', 'واحد تولید کننده آمینها', 'واحد تولید کننده اروماتیکها', 'واحد کسر آتکالی', and 'واحد جدا سازی هوا'. Includes arrows for 'گاز طبیعی', 'برشهای نفتی', 'نمک طعام', and 'هوا'.



Legend for the diagram, explaining color coding for plant types: yellow for existing petrochemical plants, green for plants under construction, blue for plants in the study phase, and red for plants in the investment phase.