کتاب درسی مهم‌ترین ابزار یادگیری

دکتر شریف کامیابی، عضو هیئت علمی دانشگاه فرهنگیان
امیرمحمد کنگرانی فراهانی، دبیر شیمی ناحیهٔ دو استان البرز

چکیده

کتاب‌های درسی در نظام‌های آموزشی متمرکز مانند ایران اصلی‌ترین منبع علمی هدایت و تعیین خط مشی فعالیت‌های معلم و دانش‌آموز در راستای تحقق اهداف آموزشی هستند و در صورتی که محتوای کتاب‌های درسی مطلوب باشد به چالش فکری دانش‌آموزان و نیازهای روز آن‌ها پاسخ‌گو خواهد بود. بر همین اساس در تدوین محتوای آموزشی کتاب باید به اهمیت و جایگاه بی‌بدیل آن در نظام آموزشی توجه داشت. همان‌گونه که کتاب درسی مناسب می‌تواند جریان تدریس را تسهیل کند، کتابی که دارای ابهام است، می‌تواند مانع پرورش فعالیت‌های خلاقانهٔ معلم در زمان تدریس شود. در این مقاله به نمونه‌ای از تأمل در مبحث شیمی آلی در کتاب‌های درسی شیمی اشاره شده است و امید آن می‌رود که با تألیف کتاب درسی مطلوب گام‌های مؤثر در رشد آینده‌سازان کشور اسلامی برداشته شود.

کلیدواژه‌ها: کتاب درسی، ابزار یادگیری، شیمی، آلی، منبع آموزشی

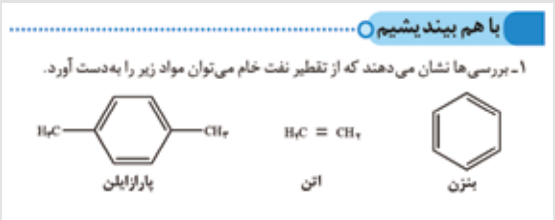
مقدمه

در نظام آموزشی ما که کتاب درسی به صورت یکسان برای همهٔ دانش‌آموزان در ابعاد وسیع و با اصول و ضوابط مشخصی تهیه می‌شود، کتاب درسی از منابع کارآمد و رسانهٔ اثربخش آموزشی است و جایگاه آن در شکل‌دهی رفتار و شخصیت فراگیرندگان و همچنین تأثیرگذاری بر روند رشد اجتماعی آنان بیش از پیش مورد توجه است، از این رو ، در طراحی کتاب‌های درسی به‌کارگیری برخی ویژگی‌ها ضروری است. ساده‌نویسی با جمله‌های کوتاه و روان، راحت‌تر مفاهیم را به مخاطب انتقال می‌دهد تا جمله‌ای طولانی با کلمات ناآشنا که نفس خواننده را بند می‌آورد و ساعت‌ها با آن درگیر می‌شود. ساده نوشتن به‌رغم تصور ما کاری بسیار سخت است. با بهره‌گرفتن از جمله‌های زیبا و فاخر علاوه بر آموزش دقیق می‌توان روی جنبهٔ درست فکرکردن و حل مسائل به شیوهٔ خلاق تأکید کرد.

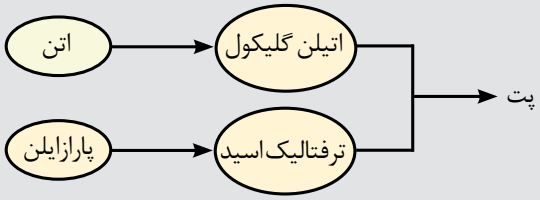
طراح کتاب درسی در نقش راهنما، مسیر و محتوای آموزشی را برای معلمان و دانش‌آموزان ترسیم می‌کند و با توجه به این جایگاه بسیار مهم، انتظار می‌رود متن کتاب، متنی فاخر باشد، مطالب آن با دقت زیاد علمی انتخاب شود و با دقیق‌ترین کلمات و بهترین شیوهٔ نگارش تحریر یابد و میل به کشف حقیقت و شکوفایی خلاقیت را در دانش‌آموزان تحریک کند. در ادامه به نمونه‌هایی از تأمل در مبحث شیمی آلی کتاب شیمی دوازدهم اشاره می‌شود.

فرایند تولید و سنتز پِت[1]

در «با هم بیندیشیم» صفحهٔ ۱۱۴ کتاب شیمی دوازدهم موضوعی به صورت زیر طرح شده است:



مسئله این است که برای تولید پت نیاز به اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید است و این مواد در نفت خام وجود ندارند، یعنی به‌طور مستقیم نمی‌توان آن‌ها را از نفت خام به دست آورد. پس چه باید کرد؟ با بهره‌گیری از دانش شیمی می‌توان این مواد را با استفاده از مواد خام و اولیه‌ای تولید کرد که از نفت خام جداسازی می‌شوند البته طراح کتاب درسی سعی کرده است چالش مبحث شیمی آلی را به روشی ساده و با برانگیختن حس کنجکاوی دانش‌آموزان طرح کند و در تصویری فرایند کلی سنتز پت را در صنعت به صورت زیر نمایش داده است.



فرایند کلی سنتز پت

گاهی دبیران شیمی هم از شکل‌هایی مشابه برای جمع‌بندی مطالب استفاده می‌کنند. درست است که رسم شکل، پیام را روشن‌تر می‌کند و به مخاطبان اجازه می‌دهد بر کل مطلب احاطه داشته باشند اما هنگام نوشتن یک محتوای دشوار، ساده‌کردن همه چیز بر جذابیت و درک عمیق آن صدمه می‌زند و برای مخاطبان عمومی‌تر مناسب است. واضح است که کج‌فهمی‌ها و تصوراتی در این شرایط به صورت پنهانی به مخاطب القا می‌شود که با اصول علمی پذیرفته‌شده متفاوت خواهد بود. در بیان متن تخصصی دشواری متن باید حفظ شود و با بیان ساده‌تر فرایندها به هضم و درک آن‌ها کمک شود.

سنتز از جمله مفاهیم پیچیده و بسیار مهمی است که برای اولین بار در شیمی سوم دبیرستان مطرح شده و در دروس شیمی دانشگاهی بسیار گسترده‌تر بیان شده است. با توجه به اهمیت این مبحث در شیمی آلی، به گوشه‌ای از فرایندهای تهیهٔ مواد اولیهٔ پت می‌پردازیم تا با توجه به آن طرح درسی طراحی شود و با فائق‌آمدن بر این مشکلات، مفهوم صحیح سنتز در ذهن فراگیرندگان به‌درستی شکل گیرد.

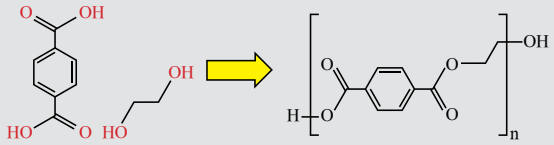
پلی‌اتیلن ترفتالات:[2]

با فرمول شیمیایی $n(C_{10}H_8O_4)$ که معمولاً به اختصار پت نوشته می‌شود، پلیمری از خانوادهٔ پلی‌استر است که مقاومت مکانیکی و شیمیایی بالا دارد و به علت قابلیت زیاد آن برای بازیافت از گزینه‌های مناسب برای تولید محصولات پرمصرف است. شفاف‌بودن، بی‌رنگی و سبکی آن، امکان تولید ظروفی را می‌دهد که محصولات درون آن قابل رؤیت هستند و به‌راحتی

حمل می‌شوند. پت مقاومت بسیاری در برابر عوامل مختلفی چون مواد شیمیایی، الکتریسیته، ضربه، نفوذ آب و... دارد؛ بنابراین می‌تواند عایق خوبی برای تولید محصولات خاص باشد. یکی از عوامل مهم در قیمت پت نفت خام است. زمانی که می‌خواهید قیمت این پلیمر را بررسی کنید باید قیمت نفت خام را در نظر داشته باشید. هر چه قیمت نفت افزایش یابد، قیمت پلیمر هم با رابطهٔ مستقیم افزایش می‌یابد. اما چرا نفت خام؟ چون نفت خام مادهٔ اولیه برای تولید این پلیمر است. پلی‌اتیلن ترفتالات همانند سایر پلی‌استرها از واکنش اسیدها و الکل‌های دو عاملی در حضور یک کاتالیست فلزی تولید می‌شوند. پلیمری‌شدن از نوع تراکمی است که مولکول‌ها با هم واکنش می‌دهند و آب آزاد می‌شود، واسطه‌های کاربردی در

تولید پت، ترفتالیک اسید خالص و اتیلن گلیکول هستند که از مشتقات نفت خام طی فرایندهای زیر به دست می‌آیند.

پلی‌اتیلن ترفتالات یا پت پلیمر



اتیلن گلیکول

اتیلن گلیکول در صنعت از طریق اتیلن اکسید به عنوان ترکیب حد واسط، از اتیلن (اتن) تولید می‌شود، معادلهٔ واکنش آن به این صورت است:

$$C_2H_4O + H_2O \rightarrow HO - CH_2CH_2 - OH$$

این واکنش می‌تواند از طریق اسید یا باز یا در pH خنثا کاتالیز و تحت دمای زیاد کامل شود. این واکنش محصولات فرعی نیز تولید می‌کند که جداسازی آن‌ها به انرژی زیادی نیاز دارد؛ بنابراین با استفاده از فرایند اُمگا[3] (که طی این فرایند ابتدا اکسید اتیلن در حضور کربن دی اکسید به کربنات اتیلین تبدیل می‌شود. سپس با یک کاتالیزگر پایه، آبکافت می‌شود تا به صورت انتخابی، ۹۸ درصد اتیلن گلیکول تولید کند و البته در این فرایند، کربن دی اکسید دوباره آزاد می‌شود و می‌تواند به چرخهٔ فرایند باز گردد) درصد اتیلن گلیکول تولیدشده افزایش می‌یابد و نیاز به جداسازی ندارد.

اتیلن اکسید

اتیلن اکسید مورد نیاز در تهیهٔ اتیلن گلیکول به روش اکسایش کاتالیزگری اتیلن روی کاتالیزگر نقره تهیه و تولید می‌شود. در این فرایند، اتیلن و اکسیژن در دمای ۲۵۰-۲۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد و فشار ۱۵-۱۰ بار، با هم ترکیب می‌شوند که طی آن اتیلن اکسید به همراه برخی محصول فرعی تولید می‌شود.

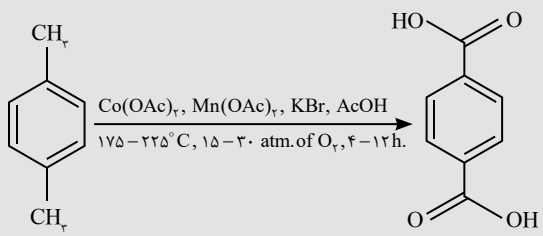
فرایند تولید اتیلن

در صنایع پتروشیمی با روش خردایش (کراکینگ) با بخار آب تولید می‌شود. در این فرایند هیدروکربن‌های گازی و محلول‌های سبک هیدروکربن حاصل از نفت به مدت بسیار کوتاه در دمای ۹۵۰-۷۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد حرارت داده می‌شوند. معمولاً در این واکنش هیدروکربن‌های بزرگ به هیدروکربن‌های کوچک تبدیل می‌شوند و هیدروکربن‌های سیرشده با ازدست‌دادن هیدروژن به هیدروکربن‌های سیرنشده تغییر شکل می‌دهند. محصول این فرایند مخلوطی از انواع هیدروکربن‌هاست که اتیلن بیشترین حجم آن را تشکیل می‌دهد. همچنین ترکیب به‌دست‌آمده از این واکنش را به روش متراکم‌سازی و تقطیر جزء به جزء جداسازی می‌کنند.

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید برای تولید اتیلن گلیکول فرایندهای متعددی نیاز است و در ایران مجتمع‌های «پتروشیمی اراک، مارون و فرساشیمی، منطقهٔ عسلویه» و ... آن را تولید می‌کنند.

ترفتالیک اسید (TA)

یک ترکیب آلی جامد و بی‌رنگ و از مهم‌ترین مواد شیمیایی واسط در صنعت پتروشیمی است که به عنوان مادهٔ اولیه برای تولید پلی‌اتیلن ترفتالات استفاده می‌شود. مهم‌ترین فرایند تجاری تولید ترفتالیک اسید، واکنش اکسایش پارازایلن به کمک هوا در فاز مایع، در دما و فشار زیاد است. «پتروشیمی شهید تندگویان» بزرگ‌ترین تولیدکنندهٔ ترفتالیک اسید خالص درکشور است. معادلهٔ یک روش تهیهٔ ترفتالیک اسید به صورت زیر است:



پارازایلین

ترفتالیک اسید
۹۰-۹۷ ٪

پارازایلن

در میان ترکیب‌های آروماتیک، زایلن و تولوئن پس از بنزن بیشترین مصرف را به خود اختصاص داده‌اند و در میان اورتو، متا و پارا، پارازایلن است که بیشترین مصرف را دارد. روش‌های مختلفی برای تولید زایلن‌ها وجود دارد که به‌طور تقریبی هفتاد درصد تولید آن از مسیر تبدیل (ریفورمینگ) کاتالیزوری نفتا در مجتمع‌های پتروشیمی کشور به‌دست می‌آید. واکنش‌هایی که در این واحد اتفاق می‌افتند عبارت‌اند از: هیدروژن‌زدایی، حلقوی‌شدن، همپارش (ایزومری)شدن، هیدروکراکینگ و هیدروآلکیلاسیون.

واحدهای اصلی این بخش عبارت‌اند از:

- واحد پیش‌درمان[4] نفتای سنگین
- تبدیل (ریفورمینگ) کاتالیزوری
- واحد جداسازی BTX (بنزن، تولوئن، زایلن)
- واحد جداسازی زایلن (در این واحد اورتو زایلن از دو زایلن دیگر جدا می‌شود)
- جداسازی پارازایلن و اورتو زایلن از یکدیگر با استفاده از تبلور یا جذب

واحد پیش‌درمان

نفتای خروجی از برج تقطیر علاوه بر هیدروکربن‌های ذکر شده حاوی گوگرد، نیتروژن اولفین‌ها، ترکیب‌های اکسیژن‌دار و فلزها هستند. نفتای خام ابتدا باید از یک واحد پیش‌درمانی بگذرد تا تمامی ترکیب‌های فوق از آن خارج و سپس به واحد تبدیل کاتالیزوری وارد شود.

تبدیل کاتالیزگری

فرایند تبدیل عموماً در سه یا چهار واکنشگاه (راکتور) با جریانی بی‌درو (آدیاباتیک) بستر ثابت انجام می‌گیرد. کاتالیزگرهای مورد استفاده اکثراً از جنس Pt/Al_2O_3 و در برخی موارد حاوی فلزاتی (Re, Ir, Sn) برای ارتقای بهبود عملکرد کاتالیزگر هستند. امروزه بیشتر واحدهای تبدیل کاتالیزگری به صورت نیمه‌مولد[5] کار می‌کنند، منظور از نیمه‌مولد این است که سامانه پس از ۶ تا ۲۴ ماه خاموش می‌شود و کاتالیزگرهای کک‌گرفته را برای بازیابی از واکنشگاه خارج می‌کنند و پس از بازیابی، دوباره سامانه فعال می‌شود. البته واحدهای بازیابی پیوسته کاتالیزگر نیز موجود است که در آن یک سیستم به صورت پیوسته هر بار مقدار کمی از کاتالیزگر را خارج می‌کند، به واحد بازیابی می‌فرستد و پس از بازیابی دوباره به واکنشگاه باز می‌گرداند، در این روش خاموشی کاتالیزگری دیده نمی‌شود و از لحاظ فنی بسیار کارآمد است.

شرح فرایند تبدیل

ابتدا نفتا و هیدروژن در پیش‌گرمکن از حدود ۴۹۵ تا ۵۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد گرم می‌شوند (واکنش‌ها بسیار گرماگیر هستند، به همین دلیل لازم است که مواد از قبل گرم و به صورت گازی وارد واکنشگاه شوند). مواد ابتدا به واکنشگاه اول وارد می‌شوند و در آنجا فرایند انجام می‌گیرد. طی این واکنش دمای مواد به شدت افت می‌کند و قبل از ورود مواد به واکنشگاه دوم دوباره باید تا دمای ۴۹۵ تا ۵۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد گرم شوند. در این واکنشگاه عموماً واکنش‌های ایزومری‌شدن انجام می‌شود و مجدداً دما افت پیدا می‌کند. مواد خروجی از این واکنشگاه نیز در پیش‌گرمکن به دمای ۴۹۵ تا ۵۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد می‌رسند، سپس وارد واکنشگاه سوم می‌گردند.

در واکنشگاه سوم معمولاً واکنش‌های خردایش صورت می‌گیرند و به همین دلیل، دما زیاد افت پیدا نمی‌کند. مواد خروجی از واکنشگاه سوم، ابتدا در یک مبدل حرارتی از کنار مواد ورودی به واکنشگاه اول عبور می‌کنند (این عمل باعث خنک‌شدن مواد خروجی واکنشگاه و گرم‌شدن خوراک اولیه می‌شود) و سپس از یک مبدل حرارتی سردکنندهٔ آب گرم عبور می‌کنند و تا دمای ۳۰ تا ۴۰ درجهٔ سانتی‌گراد سرد می‌شوند. این جریان به یک جداکنندهٔ تعادلی وارد و در آنجا گازهای سبک همچون هیدروژن (حدود شصت درصد کل گاز هیدروژن است) و C_1 تا C_5 از بقیهٔ مواد جدا می‌شوند و به ورودی واکنشگاه اول فرستاده می‌شوند. مواد خروجی از جداکنندهٔ گازی به یک روت‌ساز (استریپر) وارد می‌شوند و آنجا بنزین پیرولیز که حاوی درصد بالایی از ترکیب‌های آروماتیک است از ترکیبات سبک جدا می‌شود.

جداسازی آروماتیک‌ها

خروجی استریپر که با نام بنزین پیرولیز خام[6] یا **پای گس** شناخته می‌شود، به یک واحد استخراج با حلال فرستاده می‌شود، در این واحد ترکیب‌های آروماتیک و غیر آروماتیک از یکدیگر جدا می‌شوند. مخلوط حاوی ترکیب‌های آروماتیک به یک برج تقطیر فرستاده می‌شود، آنجا تولوئن و بنزن خالص نیز از مخلوط جدا می‌شوند. جریان خروجی از برج تقطیر به یک برج تقطیر دیگر فرستاده می‌شود، در آنجا اتیل بنزن و اورتوزایلن از باقی مواد جدا می‌شوند. مخلوط این دو ترکیب نیز در یک میکروفیلتر از یکدیگر جدا می‌گردند.

جریان C_8^+ خروجی از ستون تولوئن که حاوی مخلوط زایلن‌هاست به ستون زایلن می‌رود و در یک ریزپالایه (میکروفیلتر) پارازایلن خالص از باقی مواد جدا می‌شود. مواد حاصل از واحد جداسازی پارازایلن به واحد همپارش (ایزومری)شدن هدایت می‌شود. در آنجا دوباره پارازایلن تولیدشده به واحد جداسازی پارازایلن فرستاده می‌شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت کتاب‌های درسی و تأثیر آن بر رشد کیفیت آموزشی، انتظار بر این است که تجدیدنظرها و تغییرات در کتاب‌های درسی مطابق با آخرین یافته‌های علمی و پژوهشی صورت گیرد.

پیشنهاد می‌شود در کتاب‌های درسی، مجموعه‌ای از بسته‌های آموزشی مرتبط و مفید، همچنین سایت‌های معتبر معرفی شوند تا دانش‌آموزان و معلمان بتوانند در صورت نیاز به مطالعهٔ بیشتر، به آن‌ها مراجعه کنند.

پی‌نوشت‌ها

1. PET
2. Polyethylene terephthalate
3. OMEGA
4. Pretreatment
5. Semi regeneration
6. Pyrolysis Gasoline

منابع

1. Dongliang Wang, Junqiang Zhang, Peng Dong, Guixian Li, Xueying Fan, Yong Yang. Novel Short Process for p-Xylene Production Based on the Selectivity Intensification of Toluene Methylation with Methanol. ACS Omega 2022, 7 (1) , 1211-
2. Nandana Chakinala, Anand G. Chakinala. Process Design Strategies To Produce p-Xylene via Toluene Methylation: A Review. Industrial & Engineering Chemistry Research 2021, 60 (15) , 5331-5351
3. https://www.pars-chemie.ir/