فناوری پلیمر ایران
فصلنامه علمی
سال پنجم، شماره ۲، شماره پیاپی ۱۸، تابستان ۱۳۹۹
Vol. 5, No. 2, Issue No. 18
Summer 2020, Quarterly
صفحه ۸۴ - ۷۹
Iran Polymer Technology;
Research and Development

آموزش پلیمر در ژاپن

نویسنده: تاماکی ناکانو (Tamaki Nakano)

هوری میوه‌چی
عضو هیئت مدیره انجمن پلیمر ایران

چکیده
آموزش در ژاپن شامل مقاطع زیر است: ۶ سال مدرسه ابتدایی، ۳ سال اول دبیرستان، ۳ سال دوم دبیرستان، ۴ سال دانشگاه که مقاطع اول و دوم اجباری است. آموزش پلیمر در ژاپن در مقطع ابتدایی با آزمایش عملی واکنش نشاسته-ید در کلاس علوم آغاز می‌شود. در سطع دبیرستان، مفهوم پلیمرها و تهیه پلیمر در کلاس شیمی به صورت مقدماتی تعلیم داده می‌شود. هر چند جزئیات آن به عنوان رشته انتخابی در مواد درسی موجود است ولی در آزمون‌های ورود به دانشگاه مطرح نمی‌شوند. معمولا از دانش آموزان انتظار نمی‌رود که روی مواد درسی که در آزمون‌های ورودی مطرح نمی‌شوند وقت زیادی صرف کنند. علوم پلیمر به عنوان رشته مستقل، یا بخشی از شیمی آلی یا علم مواد در دانشگاه تدریس می‌شود.

واژه‌های کلیدی:
آموزش پلیمر
مهارت

مقدمه
این مقاله مروری است بر آموزش پلیمر در نظام آموزشی ژاپن که ارتباط آن با ویژگی‌های فرهنگی و اجتماعی این کشور شرح داده می‌شود. قبل از ورود به بحث اصلی، به اختصار جوانب کلی نظام آموزشی ژاپن و ارتباط آن با فرهنگ این کشور ارائه می‌شود. آموزش در ژاپن شامل ۶ سال در مدارس ابتدایی (بین ۷ تا ۱۲)، ۳ سال اول دبیرستان (راهنمایی در سنین ۱۳ تا ۱۵)، ۳ سال دوم دبیرستان (در سنین ۱۶ تا ۱۸) و ۴ سال دانشگاه (سنین۱۹ تا ۲۲) است. دو مقطع اول آموزش در ژاپن اجباری است. برای کودکان نیز آموزش ۳ ساله در کودکستان و یا مراکز مهد کودک قبل از ورود به دبستان طراحی شده‌است.

بسیاری از دانش آموختگان دانشگاهی برای تکمیل شاخه‌های علوم و فناوری وارد کالج‌های عالی

می‌شوند. باور عمومی براین است که دانش آموختگان دانشگاه‌های درجه یک، امکان بهتری برای تصدی شغل‌های پایدار با حقوق ثابت و وضعیت اجتماعی بهتری در اختیار دارند. برای ثبت نام در دانشگاه‌های دولتی، دانش‌آموزان مدارس متوسطه باید در آزمون‌های ورودی به دانشگاه شرکت کنند. یک امتحان عمومی در سطح کشور انجام می‌شود و امتحان اختصاصی توسط دانشگاه مورد نظر صورت می‌گیرد. چنانچه دانش‌آموز از این دو کنکور نمره خوبی کسب کند، بدون توجه به سابقه مدرسه و دبیرستان و عملکرد گذشته وی وارد دانشگاه می‌شود، به عبارت دیگر دانش آموزی با عملکرد حتی نامطلوب، چنانچه در امتحان‌های ورودی دانشگاه موفق شود، وارد دانشگاه می‌شود. به این دلیل بسیاری از دانش آموزان روی آزمون‌های ورودی تمرکز زیادی دارند. علاوه برآن معلمان هم بر موضوعاتی تاکید دارند که با احتمال زیاد در سوال‌های آزمون‌های ورودی مطرح می‌شوند.

دوره ابتدایی و ۳ سال اول دوره دبیرستان

مدرسه در ژاپن در ماه آوریل شروع می‌شود. چنانچه کودکی در دوم آوریل ۶ ساله شود، همان سال وارد مدرسه ابتدایی می‌شود. در مدرسه ابتدایی کودک با تعداد زیادی دانش آموز مواجه می‌شود که قبلا در مهد کودک و کودکستان با آن روبرو نبوده‌است و این نقطه شروع یادگیری همزیستی به عنوان عضوی از اجتماع است (شکل ۱).

در این مرحله همه دانش آموزان از لحاظ موقعیت اجتماعی برابر هستند. از دانش آموزان سنین بالاتر خواسته می‌شود که به بچه‌های کوچک‌تر کمک کنند و در عین حال که با هم دوست هستند، حس برتری بر اساس اختلاف سن را برجسته نکنند. آموزش در این مقطع اجباری است و به خانواده‌های ژاپنی هزینه‌ای تحمیل نمی‌شود. بچه ها در ۶ سال ابتدایی با زبان ژاپنی، زبان انگلیسی، علوم، علوم انسانی، موسیقی، نقاشی، کاردستی، اقتصاد خانگی، تربیت بدنی، اخلاق و رسم‌الخط آشنا می‌شوند. ۳ سال اول دبیرستان نیز اجباری است که ریاضی به‌جای حساب و هنر به‌جای نقاشی و کاردستی آموزش داده می‌شود. در این دوره جغرافی و تاریخ و دروس فنی نیز به سبد دروس افزوده می‌شوند.

اولین روبرویی دانش آموزان با پلیمرها در درس‌های کلاس علوم با انجام آزمایش واکنش نشاسته با ید است. در این آزمایش دانش آموزان با افزودن مقدار کمی ید به آرد، خرده نان سفید یا برنج پخته و تغییر رنگ ناگهانی آن‌ها به رنگ آبی نیلی یا بنفش هیجان زده می‌شوند. سپس رنگ آبی آن با افزایش آب داغ کم رنگ‌تر و یا محو می‌شود. این آزمایش از شناخته شده‌ترین موضوعاتی است که دانش‌آموزان مدارس ابتدایی با آن مواجه می‌شوند، از آن جهت که آزمایشی ساده و شگفت‌انگیز است. مواد نشاسته‌ای دارای آمیلوپکتین و آمیلوز است که متشکل از پلی ساکاریدهای شاخه‌ای و خطی و با واحدهای آلفا-دی گلوکز و پیوندهای گلوکوزیدی ۴-۱ به یکدیگر متصل‌اند. آمیلوز ساختار دو رشته‌ای مارپیچی (شکل A یا B) و یا ساختار تک رشته‌ای مارپیچی با شکل V و هر پیچ آن متشکل از ۶ واحد گلوکوزیدی است. این صورت بندی (Conformation) بخش‌های آمیلوپکتین می‌توانند به مولکول آب‌گریز دیگر مانند ید، اسید چرب و یا آروماتیک متصل شود. در مورد ید کمپلکس حاصل به رنگ آبی نیلی یا بنفش است.

گرچه جزئیات سازوکار آن در تشکیل کمپلکس با آمیلوز شناخته نشده، اما باور بر اینست که آمیلوز قادر است مولکول‌ها را در فضای درون مارپیچی کپسوله

شکل ۱ تصاویری از نمونه مدرسه ابتدایی ژاپنی و فعالیت آنان (مدرسه ابتدایی فوجین مینامی، شیزوکا، ژاپن)

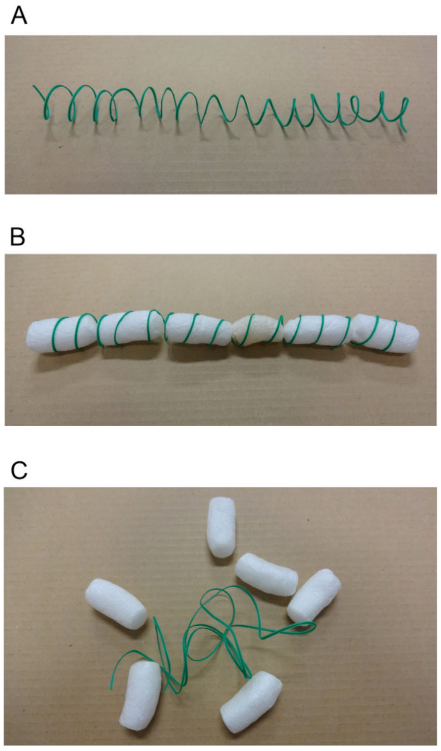
کند. صورت‌بندی مارپیچی می‌تواند تخریب شود و در آب و گرما و تغییر حالت به بی‌شکلی (آمورف) به صورت ژلاتین تبدیل شود. این فرایند نشانه تغییر رنگ محصول واکنش نشاسته-ید در آب داغ است. در نتیجه واکنش ید با نشاسته شامل جوانب مختلف جالبی از شیمی فضایی پلیمر گرفته تا شیمی درشت مولکول را در بر می‌گیرد. در این مرحله جزئیات واکنش در آموزش وارد نشده است، چون دانش آموزان هنوز با مفهوم مولکول آشنا نیستند. گرچه بعضی معلم‌ها در کلاس به واژه "پلیمر" اشاره می کنند، ولی مصوبه برنامه وزارت آموزش، فرهنگ، تربیت بدنی وعلوم و فناوری نیست. بارزترین فرق بین مقطع ابتدایی و سه سال اول دبیرستان اینست که دانش آموزان رفتار اجتماعی لازم را در برابر بزرگ‌ترهای سنی مدرسه فرا می‌گیرند. این دانش آموزان واژه‌های احترام‌گذاری و عباراتی را که باید هنگام صحبت با دانش آموزان کلاس بالاتر بکار رود فرا می‌گیرند.

مفهوم مولکول در سه سال اول دبیرستان مطرح می‌شود. در این سطح دانش‌آموزان با مفاهیم اتم، مولکول و شکل‌های مختلف مواد در زندگی روزمره، خواص محلول‌ها، انتقال‌های فازی، واکنش‌هایی مانند اکسایش و کاهش، تبدیل‌های شیمیایی و قانون بقای جرم، اسیدها و بازها و خواص یون‌های آبی آشنا می‌شوند. در این مرحله هنوز به آموزش پلیمرها پرداخته نمی‌شود ولی با پلاستیک‌ها به عنوان شکلی از مواد، بدون شرح مفصل مولکول‌های زنجیره‌ای شکل و تشکیل آن‌ها، آشنایی پیدا می‌کنند. در مدارس ابتدایی و ۳ سال اول دبیرستان انجام پروژه پژوهشی در تعطیلات تابستان سنتی اجباری است. هر دانش‌آموز موضوع پژوهشی خود را در علوم پایه، علوم انسانی، ادبیات، هنر یا سایر رشته ها انتخاب می‌کند.

موضوع عمومی که مورد توجه دانش آموزان در علوم طبیعی است با واکنش ید-نشاسته شکل می‌گیرد. دانش آموزانی که این واکنش را انتخاب می‌کنند فرصت دارند که راجع به مولکول‌ها و پلیمرها با معلم و یا پدرو مادر خود مشورت و بحث کنند (شکل ۲).

دبیرستان (High School)

گرچه آموزش در مقطع دبیرستان در ژاپن اجباری نیست ولی ورودی آن ۹۷ درصد از دانش آموزان را



شکل ۲ مدل های ارزان قیمت برای کمپلکس شدن بین یک مارپیچ آمیلوز و ید ساخته شده از سیم پیچ داده شده و اسفنج استایرینی:

A: یک مارپیچ آمیلوز، B: کمپلکسی که مولکول های ید در فضای داخلی مارپیچ کپسوله شده است، C: فروپاشی کمپلکس در اثر گرما که منجر به صورت‌بندی اتفاقی زنجیر شده است. طراحی مدل‌ها توسط یک دانش آموز دبیرستان بنام آکی ناکانو و نویسنده مقاله هنگام پروژه تابستانی ساخته شده است.

در برمی‌گیرد. در این مرحله دانش آموزان دبیرستان راه‌های رشد یافته‌تری را در بر خورد و رویارویی با یکدیگر در مقایسه با مراحل قبلی فرا می‌گیرند. آن‌ها مهارت‌های اجتماعی را که لازمه عبور در مراحل بعدی زندگی است، به دست می‌آورند. در دبیرستان است که شخصیت دانش‌آموزان شکل می‌گیرد. اولویت اول این دانش‌آموزان آماده کردن خود برای موفقیت در آزمون‌های ورودی به دانشگاه‌هاست. این موضوع در واقع ذهن آن‌ها را تمام وقت اشغال کرده‌است. در کلاس روی موضوع‌هایی که فرض می‌شود در آزمون‌های ورودی مطرح است تاکید می‌شود و موضوع‌های دیگر انتخابی‌اند. موضوع‌های مرتبط با رشته شیمی شامل شیمی ۱ و ۲ پایه و پیشرفته است.

شکل ۳ تصویر کتاب‌هایی را که توسط سوکن شوپان

شکل ۳ کتاب های درسی شیمی دبیرستان

منتشر می‌شود نشان می‌دهد. شیمی ۱ مشتمل بر ۲۹۰ صفحه و شیمی ۲ مشتمل بر ۳۱۶ صفحه است. تمام محتوای شیمی ۱ و نیمه اول شیمی ۲ (۱۷۲ صفحه از ۳۱۶ صفحه) در امتحان‌های ورودی به دانشگاه مطرح می‌شوند. محتوای موضوعی که در برگیرنده پلیمر و فرایند تشکیل پلیمر است منحصر به ۵ صفحه در نیمه اول کتاب شیمی ۲ آمده است. جزئیات بیشتر شامل سنتز، ساختار پلی اتیلن ترفتالات (PET) در ۳۲ صفحه قسمت دوم کتاب تشریح شده است. علاوه بر آن سوال در مورد پلیمرها در آزمون‌های ورودی به‌ندرت مطرح می‌شود.

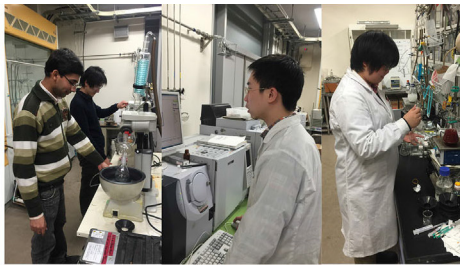
دانشگاه (University)

تدریس شیمی پلیمر به عنوان رشته‌ای مستقل، اجباری و یا اختیاری، بخشی از شیمی آلی پیشرفته بستگی به دانشگاه و یا دانشکده خاص انجام می‌شود. در حالت اول، دانشجویان، علوم پلیمر را که شامل سنتز، ساختارها، فیزیک و حتی کاربرد پلیمرهاست، به تفصیل فرا می‌گیرند. حالت دوم را اساتید با تجربه با پشتوانه شیمی آلی تدریس می‌کنند. به پلیمرها به عنوان مولکول‌های بزرگ پرداخته می‌شود و مفهوم توزیع جرم مولی غالبا نادیده گرفته می‌شود. کتاب شیمی آلی "بروس برستن" (Bruce Bursten) با برگردان به زبان ژاپنی دارای ۱۴۶۷ صفحه است و فقط ۳۲ درصد (۳۲ صفحه آن) به مباحث مرتبط با پلیمر گنجانده شده است. دوره‌های آزمایشگاهی برای دانشجویان شیمی در سال‌های دوم و سوم (شکل ۴) ضروری است. تدریس این دوره‌ها در بسیاری دانشگاه‌ها معمولا توسط استادیارها، دانشیارها و یا توسط دانش آموختگان و دانشجویان سال سوم با تدریس ۴-۳ ساعت در هفته انجام می‌شود. موضوع مرتبط با پلیمر به‌ندرت در واحدهای آزمایشگاهی گنجانده می‌شود، مگر این که دانشکده‌ای فعال در این زمینه، علوم پلیمری را هم به صورت تخصصی تدریس کند.

تحصیلات تکمیلی (Graduate School)

تعیین دانشجویان هر گروه پژوهشی در کالج صورت می‌گیرد (شکل ۵) که بیشتر اوقات خود را صرف پژوهش روی موضوع پایان نامه می‌کنند. دانشجویانی که در دانشگاه خود به کالج راه پیدا می‌کنند معمولا برای ۳ سال در همان گروه ادامه می‌دهند که یکسال آن به‌عنوان دانشجوی سال چهارم کارشناسی و ۲ سال به عنوان دانشجوی کارشناسی ارشد قلمداد می‌شوند. تغییر

شکل ۴ ساختمان اصلی دانشگاه هوکایدو، کالج علوم و کلاس آزمایشگاه برای دانشجویان



شکل ۵ دانشگاه هوکایدو، مرکز تحقیقات کاتالیست و فعالیت های پژوهشی در مرکز با اجرای دانشجویان گروه پژوهشی نویسنده مقاله

دانشگاه در ژاپن معمول نیست. از آن‌جا که علوم پلیمر کاملاً در کالج اختیاری است، دانشجوی متعلق به گروه پژوهشی غیر پلیمری با احتمال کم‌تری می‌تواند وارد این رشته شود. برای چنین دانشجویانی واکنش نشاسته-ید که در مدرسه تجربه کرده‌اند و مطالعه محدودی که در ۳ سال اول دبیرستان روی پلاستیک‌ها انجام داده‌اند و نیز درس ۵ صفحه‌ای در ۳ سال دوم دبیرستان و ۲ تا ۳ درصد از شیمی آلی مقطع کارشناسی می‌تواند راهنمای آنان در مواجه کامل با پلیمرها در نظام آموزشی ژاپن شود. اما بسیاری از شرکت‌های شیمیایی با محصولات پلیمری و یا مرتبط با پلیمر فعالیت می‌کنند که به نیروهایی با تجربه نیاز دارند، لذا امکان آموزش علوم پلیمری را حین خدمت فراهم می‌کنند تا مسئولیت‌های محوله را در آن شرکت به‌خوبی انجام دهند. بیشتر دانشجویان شیمی ژاپن مدرک کارشناسی ارشد را برای اشتغال در صنایع شیمیایی کسب می‌کنند. فقط آن دانشجویانی که در مراکز آکادمی مشغول به کار هستند و یا خود علاقه به پژوهش در سطح دکترا دارند (۳ سال بعد از کارشناسی ارشد) به کسب مدرک دکترا مبادرت می‌ورزند. در بسیاری از شرکت‌ها مدرک دکتری هیچ تاثیری در میزان حقوق ندارد. بر اساس سنت دیرینه میزان و رده حقوق بستگی به تعداد سال خدمات دارد که جزء اساسی و مهم ساختار اجتماعی ژاپن است. دریافت دکتری به معنای از دست دادن ۳ سال حقوق است. یافتن شغل برای دانش‌آموختگانی که دوره کارشناسی ارشد آن‌ها رو به اتمام است، در مقایسه با کسانی که برای دکترا اقدام می‌کنند، عملی‌تر است، زیرا شرکت‌ها دانشجویان کارشناسی ارشد را بهتر می‌پسندند. در چند سال اخیر بعضی از استخدام کنندگان نیاز به مدرک دکتری را در انجام کارهای خود بیشتر احساس کرده‌اند. این به‌دلیل ورود به عرصه رقابت‌های جهانی است. دیگر به صرف این‌که ژاپن محصولات با کیفیت عالی تولید می‌کند، جوابگوی رقابت‌های بین‌المللی نیست.

جهانی شدن تنها راه نجات شرکت‌های ژاپنی است. جهانی شدن دارای چندین جنبه است و بطور مسلم نیاز به گفتمان در امر همکاری مهندسان ژاپنی و سایر کشورها دارد. برای تحقق چنین تبادل‌هایی، متخصصان ژاپنی با مدرک کارشناسی ارشد در صورتی که دانشمندان سایر کشورها دارای دکترا هستند، می‌تواند نقطه ضعف محسوب شود. اگر شرکت‌های ژاپنی تغییری در رویکرد خود دهند و معیار ارزیابی و اولویت جذب را بر دانش‌آموختگان دکترا قرار دهند و حقوق بهتری برای آن‌ها در نظر گیرند، دانشجویان علاقمند را به طور طبیعی به اخذ مدرک دکتری تشویق می‌شوند. اما چنین تغییراتی در ژاپن به گذشت زمان احتیاج دارد. در عین حال می توان تغییرات اضطراری و موفقیت آمیزی را برای ارتباطات بین‌المللی قائل شد و دانشجوی دکتری را برای استخدام پذیرفت و فرصت داد تا با حفظ شغل به تحصیل ادامه دهد. در نتیجه این دانشجویان برای پژوهش‌های هدفمند شرکت‌ها از مشاوره اساتید خود در دانشگاه‌ها بهره می‌برند.

تلاش‌های منطقه ای در آموزش

تقریبا تمام مناطق محلی ژاپن تلاش می‌کنند که آموزش بچه ها و پدر و مادرها را توسط معلم‌های محلی تشویق کنند. در آموزش محلی (منطقه‌ای) مراکز پژوهشگاهی هوکایدو که در شمال کشور و برف‌خیز است، وابسته به مرکز آموزش علوم ژاپن است و سه برنامه به شهروندان ارائه می‌دهد که شامل سمینار

در امر توانمندسازی بهتر معلم‌ها که به روش‌های موثرتری آموزش علوم را انجام دهند (به طور مثال سمینار با شرکت ۲۵۲ نفر در سال ۲۰۱۳)، ترتیب دادن کلاس برای خانواده‌ها که از دانش آموزان و معلم‌ها برای شرکت در سمینار دعوت می‌شود (۶۰ خانواده در سال ۲۰۱۳) و کلاس سیار علوم بنام "اتوبوس علوم" که با ارسال اتوبوس با تجهیزات لازم آزمایشگاهی به نقاط دوردست، امکان دسترسی بچه‌های آن مناطق را به انجام کارهای تجربی فراهم می‌کنند. رشته‌های مرتبط با پلیمر معمولا در چنین آزمایشگاهی گنجانده می‌شود.

تلاش‌های شخصی در آموزش

تلاش‌هایی در سطح شخصی شامل تشکل داوطلبانه گروه‌های ۷ نفره از اساتید دانشگاه هوکایدو بنام علوم I است. این گروه کلاس‌های ماهیانه آزمایشگاهی برای دانش آموزان ابتدایی و سه سال اول دبیرستان ارائه می‌کند. دانشگاه هوکایدو و شهر ایشیکاری Ishikari فضای لازم آزمایشگاهی و امکانات خود را در اختیار آنان قرار می‌دهند. اعضای آن در عین حال براساس دعوت مدارس مقاطع مختلف به ارائه سخنرانی و آزمایش‌های علوم می‌پردازند.

نتیجه‌گیری

آموزش پلیمر در نظام آموزشی ژاپن در سطح ملی و یا به‌صورت داوطلبانه و شخصی به‌طور مختصر شرح داده شد. علوم پلیمر به‌عنوان رشته پیشرفته و اختیاری تقریبا در تمام مقاطع کم و بیش تعلیم داده می‌شود.

این واقعیت که بسیاری از دانشجویان وارد مشاغل با محوریت شیمی می‌شوند و ناگزیر وارد کسب و کار و تجارت با پلیمرها می‌شوند، نشانه نیاز به برنامه‌ریزی آموزشی است. در مورد ناهماهنگی موجود در برنامه ریزی برای دانشجویانی که مایلند به درس ادامه دهند و هم مشغول به کار و فعالیت باشند در رقابت با سایر کشورها باید تمهیدات لازم دیده شود. تا زمانی که شرکت‌ها علاقمند به جذب نیروها در مقطع کارشناسی ارشد هستند، توجه دانشجویان به ادامه تحصیل در مقطع دکترا کم است. یکی از دلایل مقاومت شرکت‌ها حفظ نظم تشکیلاتی و اصالت دادن به سنوات و سابقه خدمتی کارکنان است که از مولفه‌های اصلی فرهنگ جامعه ژاپن است. استخدام شوندگان که هم‌زمان وارد شرکت می‌شوند، از لحاظ روانی متعلق به دسته‌ای از تشکیلات‌اند که دارای حقوق یکسان هستند. این نوع دسته‌بندی افراد در دورنمای یک نظام تشکیلاتی فعال در دراز مدت منطقی است. به هر حال باید برای جذب دانش‌آموختگان دکترا در تشکیلات با حفظ اصول بازنگری انجام شود.

شرکت‌های تولید کننده ژاپنی دیگر آن ثبات گذشته را ندارند و در رقابت‌های جهانی باید ملزومات جدید از جمله بکارگیری دانش‌آموختگان دکترا را در دستور خود قرار دهند. البته مسلما این تغییرات در کشور فوری انجام نمی‌شود ولی مطمئن هستیم که روزی در این مسیر گام بر می‌داریم.

منبع

- Macromol Symp 355, 61-67, **2015**.