

## واژه‌های کلیدی:

درجه کارشناسی  
کارشناسی ارشد  
آموزش پلیمر

تاز با مدرک کارشناسی (Bachelor) و کارشناسی ارشد (Master) جایگزین شد. اما همچنان هماهنگی برای اجرای این تغییرات در تمام دانشگاه‌ها شکل نگرفته است. دانشگاه‌ها در حال حاضر برای کارشناسی ۶-۸ ترم و کارشناسی ارشد را ۴ تا ۲ ترم در نظر گرفته‌اند. برنامه آموزشی بنظر می‌آید که تبدیل به وضعیتی شده که دانشجویان در واقع به دنبال امتیاز است و نه کسب آموزش عالی.

## سامانه آموزش آلمان

آموزش در آلمان به چند مرحله تقسیم می‌شود (شکل ۱). ابتدا کودکان بین ۲ تا ۶ ساله برنامه کودکستان و

## آموزش پلیمر در آلمان

نویسنده: پاتریک تئاتو (پژوهشگاه فنی و شیمی ماکرومولکول- هامبورگ-آلمان)

ترجمه: هوری میوه‌چی

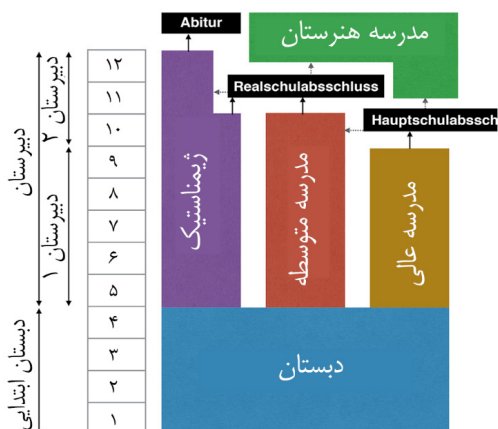
عضو هیئت مدیره انجمن پلیمر ایران

## چکیده

این مقاله، مروری بر آموزش نوین علوم پلیمر به عنوان بخشی از آموزش شیمی و مهندسی شیمی، در آلمان است. با تغییر برنامه قبلی آموزشی بنام "دیپلم- Diplom" به سامانه آموزشی "کارشناسی" و "کارشناسی ارشد" و "دکترا" آموزش پلیمر در آلمان متحول شده است. هدف از این گزارش گذری اجمالی بر آموزش پلیمر در آلمان برای آشنایی دانشجویان آلمانی (ملی) و بین‌المللی است.

## مقدمه

آموزش عالی در آلمان در دهه‌های اخیر چند مسیر مختلف را پیموده است. تغییرات آموزشی در اروپا از چند منظر مورد بررسی و از شرایط متفاوتی تاثیر پذیرفته است. ابتدا، برنامه ارزیابی دانشجویان بین‌المللی برای اولین بار در سال ۲۰۰۰ شروع شد و هر ۳ سال یکبار عملکرد علمی دانش آموزان ۱۵ ساله در ریاضیات، علوم تجربی و علوم انسانی مورد ارزیابی قرار گرفت؛ با هدف بهبود سیاست‌های آموزشی و نتایج حاصل از آن. در توافق نامه بلونیا (Bologna) بین کشورهای مختلف اروپایی تضمین کیفیت مدارک آموزش عالی مورد موافقت قرار گرفت و باعث تحول شدیدی در سامانه آموزش عالی آلمان شد. سامانه قدیمی "دیپلم" که برای علوم تجربی ۸ سال و یکسال برای ارائه



شکل ۱ نمای عمومی سامانه مدارس آلمان

درس‌های اصلی در طیف وسیع مهندسی ارائه می‌دهند. دانشجویان دانشگاه‌های کاربردی با گذراندن موفقیت آمیز مدارس عالی نیز می‌توانند وارد دانشگاه‌ها شوند. اکثر دانشگاه‌ها (نظری و کاربردی) ورود به گرایش شیمی پلیمر را از طریق رشته شیمی فراهم می‌کنند. از زمان تبدیل سامانه قدیم به جدید (کارشناسی و کارشناسی ارشد اقتباس از سایر کشورها) تمایز رشته‌های اصلی در گرایش شیمی کل دانشگاه‌ها از وضوح کامل برخوردار نیست، اما بر اساس آنچه تعریف می‌شود مواد درسی دانشگاه‌های کاربردی تاکید ویژه‌ای بر جنبه‌های عملی و روش‌های مختلف دارند.

بیش از ۸۰ مرکز دانشگاهی در آلمان در رشته شیمی دانشجویی می‌پذیرند. درخواست به طور مستقیم به خود دانشگاه‌ها ارسال می‌شود. از زمان توافق نامه بلونیا در سال ۱۹۹۹ مدرک دیپلم دیگر در آلمان ارائه نمی‌شود و بطور کامل برنامه جدید کارشناسی به مدت ۶ تا ۸ ترم و برنامه کارشناسی ارشد برای ۲ تا ۴ ترم ارائه می‌شود (شکل ۲). طول هر ترم در آلمان بستگی به فصل دارد، ترم زمستانی به مدت ۱۵ هفته از اول اکتبر تا ۳۱ مارس و ترم تابستانی به مدت ۱۴ هفته از اول ماه آوریل شروع و در ۳۰ ماه سپتامبر پایان می‌یابد.

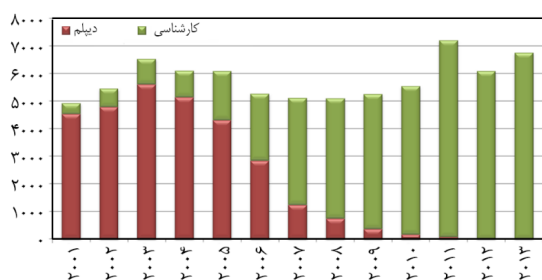
### درجه کارشناسی در شیمی

دانشجویانی که رشته شیمی را به عنوان رشته اصلی دنبال می‌کنند باید به فرایندهای شیمیایی و ارتباط آنها با نظم‌های ساختاری آشنایی کامل پیدا کنند. در مواد

دبستان (مرکز مراقبت روزانه کودکان Kindergarten) را به عنوان پیش مدرسه می‌گذرانند. آموزش ابتدایی ۴ ساله در دبستان، که به طور عمده دولتی و تحت آموزش رایگان است سپری می‌شود و هیچ برنامه علمی در این مراحل اجرا نمی‌شود. پس از آن دانش آموزان مقطع متوسطه را با توجه به عملکردشان در مدارس عالی، عمومی و یا هنرستان ادامه می‌دهند. بیشتر مدارس در این مقطع دولتی اند گرچه تعدادی مدرسه متوسطه عمومی و هنرستان غیر دولتی وجود دارد. آموزش شیمی بخشی از برنامه نیمه دوم فاز آموزشی متوسطه است که علوم پلیمر در مرحله پایانی آن افزوده شده است. قابل ذکر است که صنعت شیمیایی آلمان بسته‌های آموزش شیمی به صورت کیت (kit) های سرگرمی اطلاعات لازم را برای استفاده و کمک به ارتقای علمی دانش آموزان تولید می‌کنند. شرکت PlasticsEurope از تولیدکنندگان پلاستیک است که این وسایل را رایگان در اختیار آموزگاران و کلاس‌های ابتدایی مدارس قرار می‌دهند. این بسته‌ها که توسط کشورهای دیگر نیز خریداری می‌شوند شامل آزمون روی پلیمرها مانند اسفنج‌ها یا فوق جاذب‌ها هستند. مدارس عالی و مدارس عمومی (RealSchule) امکان فرصت شغلی را با توجه به واحد درسی اصلی فراهم می‌کنند. مدرسه عالی تحت عنوان ژیمنازیوم (Gymnasium) معمولا مدرک مدرسه عالی را پس از پایان فاز دوم آموزش متوسطه اعطا می‌کند. بستگی به برنامه هر ایالت فاز دوم که بین ۲ تا ۳ سال است، دانش آموز مدرک مدرسه عالی را دریافت کند. "Abitur"، امتحان ورود به دانشگاه است که در پایان دوره مدرسه برگزار می‌شود. در فاز دوم آموزش متوسطه، درس شیمی پیشرفته رشته انتخابی است و الزامی نیست. دانش آموزانی که شیمی را انتخاب می‌کنند دید قوی نسبت به شیمی معدنی، آلی و شیمی تجزیه کسب می‌کنند. در کل دوره برنامه علوم پلیمر مقداری اجرا می‌شود، اما پوشش کامل سنتز پلیمرها در انتهای دروس شیمی آلی ارائه می‌شود.

### تحصیلات دانشگاهی – آموزش مرحله سوم

تحصیلات مرحله سوم یا در دانشگاه‌های با تدریس نظری (مدارس عالی) و یا در دانشگاه‌های کاربردی انجام می‌شود. با مقایسه تحصیلات عالی سنتی، دانشگاه‌های امروزی از نوع فنی مهندسی یا دانشگاه‌های فناوری‌اند که

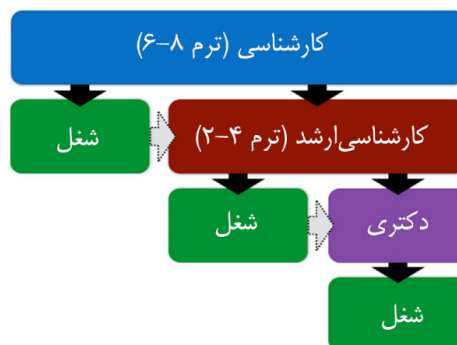


شکل ۳ دانشجویان سال اول در دیپلم یا کارشناسی شیمی در دانشگاه‌ها

پلیمر پیشرفته در قسمت آخر مواد درسی کارشناسی به عنوان درس اجباری متشکل از کلاس‌های نظری و آزمایشگاهی است. در این مقطع شیمی و فیزیک درشت مولکول‌ها تدریس می‌شود و در این رابطه درس مرتبط با شیمی آلی، فناوری شیمیایی، شیمی فیزیک و علوم مواد نیز ارائه می‌شود. مفاهیم شیمی کلوئیدی، رئولوژی و حالت جامد و فیزیک بین سطوح و ریاضیات جوانب نظری فیزیک یا بیوشیمی را می‌پوشاند. قابل ذکر است که بیشتر مطالعات در مقطع کارشناسی به زبان آلمانی است که دانش زبان آلمانی ضرورت دارد. تعداد کمی از دانشگاه‌ها کل مقطع کارشناسی را در رشته علوم پلیمر با رشته‌های نزدیک به آن ارائه می‌دهند. این دانشگاه‌ها شامل دانشگاه بایروث (Bayreuth) رشته علوم پلیمر و کلوئیدها را در مقطع کارشناسی ارائه می‌دهند. دانشگاه‌هایی نیز برنامه کارشناسی نیمه وقت را در رشته شیمی پلیمر ارائه می‌دهند.

### درجه کارشناسی ارشد

همانند کارشناسی شیمی، بیشتر دانشگاه‌ها علوم پلیمر را تدریس می‌کنند. ۹۸ درصد دانشجویان که به درجه کارشناسی نائل می‌شوند در مقطع کارشناسی ارشد نیز نام نویسی می‌کنند. در دانشگاه‌های کاربردی فقط ۵۰ درصد آنان پس از کسب کارشناسی ادامه تحصیل می‌دهند. برای دانشگاه‌هایی که شامل برنامه کارشناسی ارشد ۴ ترمی هستند ۳ ترم آن مشتمل بر سخنرانی‌های پیشرفته و دوره آزمایشگاهی در شیمی است. در اینجا آموزش علوم پلیمر بخشی از مواد درسی ارشد به عنوان



شکل ۲ نمای عمومی رشته شیمی در دانشگاه‌ها

درسی آنان به حل مسائل این بخش‌ها می‌پردازند و آزمایش‌های علمی را بطور مستقل انجام می‌دهند. برای این منظور مفاهیم نظری در جلسات درسی، سمینارها و دوره‌های آزمایشگاهی ارائه می‌شوند و درس‌های عملی را دانشجویان خود بطور مستقل که شامل کار با مواد شیمیایی و استفاده از دستگاه‌های جدید است دنبال می‌کنند. این درس‌های عملی آزمایشگاهی ۳۰ تا ۴۰ درصد مواد درسی شیمی را شامل می‌شود و دانشجویان باید ۳۰ امتیاز در هر ترم کسب کنند.

در آلمان ۵۶ دانشگاه و ۲۳ دانشگاه کاربردی رشته شیمی را به عنوان رشته اصلی ارائه می‌دهند. انجمن شیمی آلمان ثبت نام دانشجویان را در دانشگاه‌های آلمانی (شکل ۳) پیگیری می‌کنند و نشان می‌دهد که از سال ۲۰۰۳ ثبت نام برای مدرک قدیم در رشته شیمی به تدریج رو به کاهش بوده است و برای دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد افزایش نشان می‌دهد. در کل تعداد ثبت نام دانشجویان در دانشگاه‌های آلمان برای رشته شیمی به ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ می‌رسد. در دانشگاه‌های کاربردی تعداد دانشجویان ثبت نام شده در رشته شیمی به ۲۰۰۰ نفر می‌رسد. جالب است که در سال‌های اخیر تعداد دانشجویان شیمی افزایش یافته است. شیمی پلیمر بخشی از رشته شیمی در مقطع کارشناسی است. بیشتر دانشگاه‌ها رشته شیمی پایه پلیمر را در این مقطع گنجانده‌اند. سخنرانی‌های درسی تصویری کلی از روش‌های سنتز پلیمر و شناسایی و کاربردهای ترکیبات درشت مولکول‌ها را ارائه می‌دهند. جزئیات درس‌ها در دانشگاه‌های مختلف متفاوت است. شیمی

دریافت پذیرش مستقیماً به استاد ارسال می‌شود. این روش کاری در هر دانشگاهی در آلمان قابل اجرا است. روش دوم این‌که طی برنامه مدونی با ساختار معین نظارت بر فعالیت‌های دانشجویان توسط گروهی از استادان انجام می‌شود. برنامه‌های مدون ساختاری برای PhD تحت نظارت کالج‌های پژوهشی ماکس پلانک و دیگر کالج‌های تحصیلات تکمیلی اجرا می‌شود.

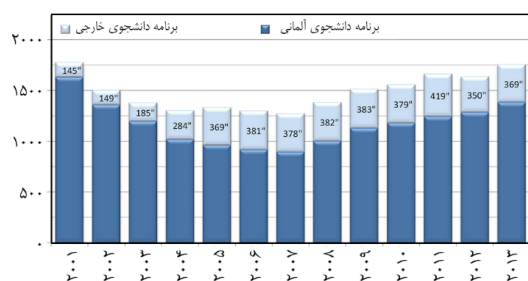
همان‌طور که در شکل ۴ دیده می‌شود، در فاصله سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۷ تعداد درجات دکتری اعطا شده در شیمی افت داشته و حدود ۱۷۰۰ تا در سال بوده است. تعداد مدرک دکتری اعطا شده به دانشجویان خارجی از سال ۲۰۰۵ بطور ثابت زیر ۴۰۰ نفر است. از این تعداد درجات اعطا شده ۷۴ درصد پس از تکمیل دوره مشغول به کار شده‌اند و ۱۴ درصد برای فوق دکترا ادامه داده‌اند.

### مطالعات فوق دکتری

فوق دکتری پس از دریافت درجه دکتری صورت می‌گیرد. مشابه برنامه دکتری، مطالعات فوق دکتری در دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی ماکس پلانک، هلم هولتز، لایب نیتز یا انجمن و یا موسسات پژوهشی و در صنعت می‌تواند انجام شود. دوره آن معمولاً بین ۱ تا ۳ سال به طول می‌انجامد که افراد واجد شرایط به طور خاص روی پروژه پژوهشی مشغول می‌شوند. افراد برای ادامه پروژه در فوق دکتری هزینه لازم را با تدریس یا توسط نهاد دیگری که پشتیبان طرح پژوهشی است، تامین و پرداخت می‌کنند.

### آموزش در علوم پلیمر

برنامه درسی شیمی دانشگاه‌های آلمان با یکدیگر



شکل ۴ مدارک دکترا در شیمی آلمان

رنگ روشن فارغ التحصیل خارجی و رنگ تیره فارغ التحصیل آلمان

درس اجباری مشتمل بر دروس پیشرفته و آزمایشگاهی پیشرفته است. دانشجویانی که رشته علوم پلیمر را به عنوان رشته اصلی انتخاب می‌کنند وارد گروه پژوهشی می‌شوند که متمرکز بر علوم پلیمر برای کارشناسی ارشد در ترم ۴ است. برای پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشجویان پژوهش مستقلی را معمولاً تحت نظارت دانشجوی PhD انجام می‌دهند و در پایان، دانشجو از پایان‌نامه خود دفاع می‌کند. دانشگاه‌هایی که برنامه ارشد تخصصی در علوم پلیمر را ارائه می‌دهند به طور مثال دانشگاه بایروث و دانشگاه فنی دورتموند (Dortmund) است. برنامه مشترک دانشگاه آزاد برلین، دانشگاه هومبولت (Humbolt) برلین، دانشگاه فنی برلین و دانشگاه پوتسدام (Potsdam) در علوم پلیمر نیز فعال هستند.

بطور مشابه دانشگاه مارتین لوتر (Martin Luther) در هاله ویتنبرگ (Halle Wittenberg) در ارائه رشته علوم مواد پلیمری در مقطع ارشد فعالیت دارند. مدارس عالی آلن (Aalen) رشته فناوری پلیمر و آخن برنامه فناوری پلاستیک‌ها و نساجی را می‌پوشانند. دانشگاه فرایبورگ (Freiburg) درجه ارشد را روی مواد تجدید پذیر علوم پلیمر ارائه می‌دهد.

### درجه دکترا

پس از دریافت کارشناسی ارشد برخی از دانشجویان در آلمان به دنبال کسب درجه دکتری می‌روند. پیش‌نیاز ورود به برنامه دکتری دارا بودن کارشناسی ارشد شیمی، یا رشته‌های مشابه است. بطور رسمی دانشجویان رشته شیمی موفق به دریافت دکتری در علوم تجربی می‌شوند. دانشگاه‌های فنی در رشته‌های مهندسی نیز مدرک دکتری ارائه می‌دهند. دوره‌های دکتری نیز به زبان انگلیسی و هم‌آلمانی اجرا می‌شود که معمولاً ۳/۵ سال است. دوره‌های دکترا در مراکز پژوهشی ماکس پلانک، هلم هولتز، لایب نیتز انجام می‌شود. هزینه مالی دوره‌های دکتری با تدریس، یا بورس‌های دانشجویی یا توسط سازمان‌هایی دیگر (اعتبارات و قراردادهای پژوهشی) پوشش می‌شود. دراصل مطالعات در مقطع دکتری یا بصورت مطالعه خاص یا طبق برنامه تدوین شده برای PhD اجرا می‌شود. مطالعه خاص برای کسب مدرک PhD می‌تواند بر اساس ارتباط بین استاد و دانشجو بدون هیچ برنامه درسی دنبال شود. در این روش تقاضا برای

اطلاعات در مورد آموزش شیمیایی و شیمی درشت مولکول از پژوهشی و آموزش در حوزه علوم پلیمر حمایت می‌کند. بطور مثال انجمن اطلاعات عمومی در اختیار دانشجویان ورودی رشته شیمی قرار می‌دهد. این انجمن کنفرانس‌های دوسال یکبار در رشته شیمی درشت مولکول که بسیار مورد توجه دانشجویان دکتری و دانشکده‌هاست برگزار می‌کند. این انجمن تاکید خاص بر پژوهشگران جوان دارد که در کنار کلاس‌های آموزشی تخصصی جایزه ریموند استادلر (Reimund Stadler) را اهدا می‌کند.

این انجمن آمار استخدام فارغ التحصیلان را پیگیری می‌کند و نشان داده است که استخدام فارغ التحصیلان علوم پلیمر از رشته شیمی پیشی گرفته است.

### نتیجه گیری

آموزش پلیمر در آلمان فعال و متنوع است. تفاوت‌های بازاری در مواد درسی دانشگاه‌های مختلف وجود دارد. بنابراین دانشجویان با توجه به رشته تخصصی مورد علاقه باید دانشگاه مورد نظرشان را انتخاب کنند، گرچه می‌توانند دانشگاه را تغییر دهند با اینکه در آلمان مرسوم نیست. برای دانشجویانی که تمایل به تغییر دانشگاه دارند پیشنهاد می‌شود. که پس از گذراندن دوره کارشناسی ارشد این اقدام را انجام دهند. آلمان آموزش پلیمر را در همه مقاطع که در سطح جهانی مطرح هستند ارائه می‌دهد. نکته دیگر اینکه موسسه تبادل فرهنگی آلمان هزینه‌های قابل توجهی را برای دانشجویان بین‌المللی در تمام مقاطع برای یک دوره کامل و یا یک ترم مشخص تخصیص داده است.

تفاوت دارند. بطور مثال دروس اجباری- اختیاری و یا تمرین‌ها و کارهای آزمایشگاهی متفاوت هستند. بیشتر دانشگاه‌ها حداقل ۲ ساعت سخنرانی در کلاس مقدماتی و یک ساعت تمرین دارند. سپس دانشجویان مبادرت به گذراندن درس‌های اجباری می‌کنند که با دانش روز در شیمی فیزیک پلیمر یا مهارت آزمایشگاهی همراه است. منابع درسی نیز می‌توانند متفاوت باشند. کتاب مقدماتی روی شیمی پلیمر به زبان آلمانی توسط پروفسور Tieke بسیار شناخته شده است گرچه تنها منبع نیست. همچنین کتاب‌های انگلیسی نیز در کلاس‌های آلمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند که شامل کتاب مشهور "اصول پلیمریزاسیون" توسط Odian است. مقدمه ای بر پلیمرها توسط Young and Lovell یا کتاب کلاسیک فلوری Flory تحت عنوان "اصول شیمی پلیمر" نیز استفاده می‌شوند که راهنمای مفیدی برای درس‌های آزمایشگاهی هستند.

با ثبت نام در برنامه کارشناسی ارشد دانشجویان می‌توانند برای دوره‌های پیشرفته علوم پلیمر در بسیاری دانشگاه‌ها، اما نه همه‌ی آنها وارد شوند و معمولاً ترم اول برنامه کارشناسی ارشد شامل دوره‌های اختیاری در شیمی معدنی، آلی و شیمی فیزیک است. در دو ترم بعد آن امکان انتخاب دروس اجباری برای دانشجویان فراهم می‌شود که پیرو آن درس‌های پیشرفته در علوم پلیمر بصورت سخنرانی و آزمایشگاهی است. در ترم آخر دانشجویان نیز کارشناسی ارشد را شروع می‌کنند که با مشارکت گروه پژوهشی روی موضوعی خاص صورت می‌پذیرد.

### انجمن شیمی آلمان

انجمن شیمی آلمان (GDCH) منابع ارزشمندی از

