

آموزش پلیمر در برزیل

هوری میوه چی

عضو هیئت مدیره انجمن پلیمر ایران

چکیده

مراکز علمی برزیلی مرتبط با آموزش پلیمر طی چند دهه اخیر، از نظر تعداد و کیفیت، افزایش چشمگیری داشته‌اند. این گزارش تصویر جامعی از وضعیت کنونی آموزش پلیمر در برزیل و چگونگی انطباق آن با اهداف آموزشی آن کشور را به بحث می‌گذارد و اهمیت جغرافیایی و منطقه‌ای آموزش پلیمر در مقطع‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی را در آن کشور ارائه می‌دهد. همچنین به نحوه گسترش آموزش پلیمر در برنامه‌های مهندسی شیمی و مهندسی مواد توسط مراکز آموزشی پژوهشی برزیل می‌پردازد و اهمیت بنگاه‌های مالی در حمایت آموزش و پژوهش پلیمر در سطح تحصیلات تکمیلی و نقش مهم و کلیدی انجمن پلیمر برزیل را در این مهم بیان می‌کند.

سامانه آموزش پلیمر

سامانه آموزشی در برزیل توسط قوانین فدرالی تنظیم و از سال ۱۹۹۶ متشکل از دو سطح است: اول آموزش پایه و دوم آموزش عالی. شکل ۱ چارچوب سامانه آموزش برزیل را نشان می‌دهد. آموزش پایه متشکل از سه سطح است: پیش دبستانی (شامل مهد کودک)، مدرسه ابتدایی (پایه) و تکمیلی (دبیرستان). سطح عالی آموزش متشکل از کارشناسی و تکمیلی است.

هر دو نوع مدارس، دولتی و خصوصی، آموزش را در همه سطوح ارائه می‌دهند. دبیرستان مرحله آخر آموزش پایه و تحت نظر دولت است. آموزش‌های ویژه هم

واژه‌های کلیدی:

آموزش پلیمر

پلیمرهای رسانا

کامپوزیت‌های پلیمری

سن	مدرک
۲۵	دکتر
۲۴	کارشناسی
۲۳	
۲۲	کارشناسی ارشد
۲۱	کالج کارشناسی ۴ تا ۶ سال
۲۰	
۱۹	
۱۸	
۱۷	سوم
۱۶	دوم
۱۵	اول
۱۴	نهم
۱۳	هشتم
۱۲	هفتم
۱۱	ششم
۱۰	پنجم
۹	چهارم
۸	سوم
۷	دوم
۶	اول
۵	پیش دبستانی
۴	مهد کودک
۳	

شکل ۱

آگاهی نسبت به اهمیت پژوهشی‌های علمی در توسعه کشور صورت گرفت. شهادی بر رشد تعداد پژوهشگران متخصص در دانشگاه‌ها و تقویت انگیزش پژوهشی در مقیاس وسیع اجرایی و برنامه ریزی‌های متعدد بود. گرچه برزیل طی سالی‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ توسط رژیم نظامی دیکتاتوری اداره می‌شد، اما حتی اعضای نظامی تو کابینه نیز به اهمیت متخصصان علمی در توسعه صنعتی و فناوری کشور اذعان داشتند.

در این دوره بود که چند برنامه تحصیلات تکمیلی گسترش یافت و چند نفر از افراد متخصص شاغل در دانشگاه‌ها به خارج برای ادامه تحصیلات تکمیلی با کمک‌های حمایت دولتی اعزام شدند. این اقدام با هماهنگی در بنگاه‌های دولتی (Capes Senior Staff Improvement) و CNPq (شورای ملی توسعه علمی و فناوری) که طی سال‌های ۱۹۵۰ برای افزایش تعداد پژوهشگران برزیلی بوجود آمد انجام شد. از آن زمان تا کنون اهمیت این دو نهاد در حمایت مالی پژوهش علمی به طور ثابت افزایش یافته است. امروزه این دو نهاد نقش مهمی در توسعه علمی و فناوری کشور ایفا می‌کنند که همراه با بنگاه‌های دیگری است که طی سال‌ها در چند استان مشابه FAPESP به وجود آمده‌اند.

آموزش پلیمر در مقطع کارشناسی

برزیل از بزرگترین کشورهای امریکای جنوبی شامل ۲۶ استان و ایالت فدرال و پایتخت برازیلیا شامل ۵ منطقه: شمال، شمال شرقی، مرکز غربی، جنوب شرقی و جنوب (شکل ۲) است.

منطقه جنوب شرقی بیشترین جمعیت (۴۳ درصد) را دارد. در این منطقه مهمترین شهرهای کشور مانند سائوپائولو و ریودو ژانیرو قرار دارند. اقتصاد در این منطقه از پیشرفته ترین مناطق صنعتی است که نصف کل تولید کشور را در دست دارد. تارنمای وزارت آموزش حدود ۱۸۶ مرکز آموزش تکمیلی را که ۶۰ درصد آنها خصوصی‌اند فهرست کرده است (جدول ۱). منطقه جنوب شرقی مشتمل بر ۴۶ درصد کل تعداد مراکز علمی کشور است که فقط ۲۹ درصد آنها دولتی‌اند. منطقه مرکزغربی که دو برابر جنوب شرقی مساحت دارد شامل ۷ درصد مراکز آموزش عالی است. گرچه شمال شرقی دو برابر مساحت منطقه جنوب را دارد هردو سهم ۱۸ درصدی در تعداد مراکز آموزش عالی

طراحی شده است: آموزش جوانان و سنین بالاتر (ابتدایی و معلولیت جسمانی)، حرفه‌ای یا آموزش فنی، آموزش ویژه (برای دانش آموز با معلولیت جسمانی) و آموزش از راه دور. فعالیت‌های آموزشی در کل کشور تحت نظارت و کنترل چندین نهاد است. در سطح آموزش ملی نهادهای اصلی وزارت آموزش و شورای ملی آموزش است. ریاست فدرال مسئول آموزش عمومی است. نظام به گونه‌ای تنظیم شده که مناطق و استان‌های مختلف کشور مسئول آموزش ابتدایی و دبیرستان هستند و دولت فدرال در راس آموزش عالی قرار دارد.

آموزش عالی و پژوهش علمی در برزیل

برزیل در سال ۱۵۰۰ کشف و در سال ۱۸۲۲ استقلال خود را از سلطه پرتغال به دست آورد. نظام حکومتی آن ابتدا سلطنتی و سپس در سال ۱۸۸۹ تبدیل به جمهوری مستقل شد. در روزهای اول، آموزش در کل واگذار به اعضای انجمن مسیحیت که برای اشاعه دین مسیحیت وارد برزیل شده بودند قرار گرفت. در سال ۱۷۶۰ فعالیت آنان متوقف و نظام آموزشی آن در سال ۱۸۰۸ زمانی که خانواده سلطنتی پرتغال برزیل را ترک کردند از هم پاشیده شد. در همان دوران مدارس متعددی شکل گرفتند که همگام با صنعتی شدن کشور سبب تغییرات زیاد اقتصادی، فرهنگی و آموزشی شد. این رویه همراه با اهمیت فزاینده راهبرد دولت در پیشبرد سیاست آموزش کشور باعث شد که تا سال‌های ۱۹۶۰ به تدریج شکل‌گیری دانشگاه‌های دولتی و فدرال افزایش یافت. در بین این مراکز لازم است از دانشگاه سائوپولو که با نظام دولتی (بجای فدرال) اداره می‌شد نام برد به گونه‌ای که نقش مهم و موثری در راهبرد پژوهش‌های علمی در دانشگاه‌ها ایفا کرد.

این تغییرات منشا نهضت‌های سال ۱۹۳۰ بود، در عین حال سبب نهادینه شدن امر پژوهش در دانشگاه‌ها شد و رویکردی بود که تا سال‌های پس از آن باقی ماند. اما دانشگاه دولتی سائوپولو پیشگام شکل‌گیری پژوهش و برگزاری دوره‌های دکتری شد. دانشگاه‌های دیگری که در سائوپائولو تاسیس شدند همان رویه را دنبال کردند و سبب رشد فعالیت‌های پژوهشی شدند. رهبری پژوهش علمی دولتی با نقش نهاد مالی بنام FAPESP (بنیاد حمایت رسمی دولتی برای پژوهش) در سال ۱۹۶۲ کیفیت بهتری پیدا کرد. در چند دهه آخر قرن بیستم افزایش خوبی در رشد دانشگاه‌های فدرال در برزیل و

این تعداد شامل شیمی صنعتی یا فناوری شیمی است، گرچه برنامه با هدف تربیت معلم دبیرستان را شامل نمی‌شود ولی دوره شیمی پلیمر هم ارائه نمی‌دهند. ۵۶ درصد در رشته مهندسی شیمی ارائه می‌شود.

با توجه به کل مراکز فهرست شده در جدول ۲، از ۸۷ مرکز ۴۴ درصد آنها خصوصی‌اند که یک یا بیشتر از سه مدرک ارائه می‌دهند.

از لحاظ پراکندگی منطقه‌ای جدول نشان دهنده مناطق شمالی و شمال شرقی است که یک یا سه مدرک توسط نهادهای دولتی ارائه می‌شود. بالعکس در مناطق جنوب و جنوب شرقی تعداد نهادهای خصوصی به ویژه برای مهندسی شیمی و مواد بیشتر است. در منطقه مرکز غربی دوره های مهندسی مواد با حمایت های دولتی و خصوصی دیده نمی‌شود. جالب این‌که دانشگاه خصوصی در منطقه جنوب به ویژه دوره مهندسی پلاستیک که تنها برنامه کارشناسی است ارائه می‌دهد. تجمع این مراکز آموزشی و پژوهشی در جنوب و جنوب شرقی نشان دهنده استقرار صنایع شیمیایی و پتروشیمیایی است که به این علوم نیاز دارند. شیمی پلیمر در برزیل در مقطع کارشناسی از سال ۱۹۶۲ شروع به کار کرد که همزمان با کرسی شیمی آلی توسط پروفیسور الوئیزا مانو (Eloisa B. Mano) در کالج ملی شیمی دانشگاه برزیل در ریودوژانیرو بود. از آن زمان تا کنون چند دانشگاه خصوصی و دولتی رشته‌های پلیمر را به طور مشخص



شکل ۲

دارند. جای تعجب نیست که تعداد نهادهای بر اساس پراکندگی جمعیت وجود آمده‌اند و تعداد مراکز خصوصی جنوب شرقی و جنوب بیشتر از نهادهای دولتی است.

از لحاظ اجرایی دانشگاه‌های برزیل مدرک کارشناسی در زمینه شیمی پلیمر ارائه نمی‌دهند و دوره‌های مرتبط با آن در سایر رشته‌ها مانند شیمی، مهندسی شیمی یا مهندسی مواد گنجانده شده‌اند.

با تعداد ۱۸۶ مرکز آموزش عالی برزیل ۴۲ درصد آنها مدرک کارشناسی شیمی (جدول ۲) ارائه می‌دهند.

جدول ۱ پراکندگی مراکز آموزش عالی در برزیل

درصد	کل	نوع مرکز آموزشی		جمعیت (%)	تعداد استان‌ها	منطقه
		خصوصی	دولتی			
۹/۷	۱۸	۶	۱۲	۸/۳	۷	شمال
۱۸/۳	۳۴	۱۴	۲۰	۲۷/۸	۹	شمال شرقی
۷/۰	۱۳	۵	۸	۷/۴	۴	مرکز غربی
۴۶/۲	۸۶	۶۱	۲۵	۴۲/۱	۴	جنوب شرقی
۱۸/۸	۳۵	۲۲	۱۳	۱۴/۴	۳	جنوب
	۱۸۶	۱۰۸	۷۸	-	۲۷	کل

بر اساس سرشماری سال ۲۰۱۰ نسبت به کل جمعیت ۱۹۰ میلیون

جدول ۲ تعداد مراکز آموزشی برای کارشناسی شیمی، مهندسی شیمی و مهندسی مواد

منطقه	شیمی		مهندسی شیمی		مهندسی مواد	
	دولتی	خصوصی	دولتی	خصوصی	دولتی	خصوصی
شمال	۳	-	۴	۱	۳	-
شمال شرقی	۱۰	-	۱۰	۱۱	۵	-
غرب مرکزی	۸	۱	۲	-	-	-
جنوب شرقی	۱۹	۱۹	۱۶	۳۵	۱۰	۱۳
جنوب	۱۰	۸	۸	۱۷	۵	۵
کل	۵۰	۲۸	۴۰	۶۴	۲۳	۱۸
درصد	۴۲		۵۶		۲۲	

نسبت به تعداد کل مراکز آموزش عالی بررسی شده

طرفی مهندسی مواد توسط ۲۲ درصد نهادهای آموزشی تدریس می‌شود.

دوره‌های شیمی پلیمر توسط ۵۱ درصد دانشکده‌ها برگزار می‌شود؛ بیش از ۳۲ درصد دوره‌های شیمی دارای واحد شیمی پلیمر است. مناطق جنوب و جنوب شرقی قابل مقایسه با تعداد دوره شیمی پلیمر موارد یاد شده است. در بخش جنوبی تعداد دوره‌های دانشگاهی دولتی و غیر دولتی مساوی است، در صورتی که در منطقه جنوب شرقی دوره‌ها بطور مشخص توسط دانشگاه‌های دولتی تدریس می‌شود.

در مقطع کارشناسی که در بعضی موارد گرایش انتخابی رشته شیمی است فعال کرده‌اند. مواد درسی ۸۷ دانشگاه برزیل رشته‌هایی را با نظارت کامل ارائه می‌دهند که در آنها رشته شیمی پلیمر و واکنش‌های پلیمر شدن دیده می‌شود.

جدول ۳ نشان می‌دهد که بیشتر دوره‌های شیمی پلیمر در دانشگاه‌های دولتی تدریس می‌شوند. علیرغم دوره مهندسی شیمی که بیش از شیمی در دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی برگزار می‌شود، تعداد کمی شیمی پلیمر را در مقطع کارشناسی وارد کرده‌اند. از

جدول ۳ اخذ مدرک در دوره‌های شیمی، مهندسی شیمی و مهندسی مواد بر اساس تقسیمات منطقه‌ای

منطقه	شیمی		مهندسی شیمی		مهندسی مواد		کل منطقه‌ای
	دولتی	خصوصی	دولتی	خصوصی	دولتی	خصوصی	
شمال	-	-	-	-	۱	-	۱
شمال شرقی	۵	-	۵	۱	۴	-	۱۵
غرب مرکزی	۳	-	-	-	-	-	۳
جنوب شرقی	۸	-	۸	-	۶	۲	۲۴
جنوب	۵	۴	۶	۵	۴	۴	۲۸
کل	۲۱	۴	۱۹	۶	۱۵	۶	
درصد	۳۲		۲۴		۵۱		

مرتبط با تعداد کل مراکز آموزش عالی در ارائه مدرک

مهندسی و گرمانرم گرچه در جدول نیست اما در بعضی مواد درسی وجود دارند. فراورش پلیمرها بطور مشخص در برنامه های مهندسی مواد گنجانده شده است. با توجه به این که بیشتر آنها دروس نظری اند تعداد زیادی به ویژه سنتز و شناسایی و فراورش با عمق بیشتری در کلاس های آزمایشگاهی اجرا می شوند. در عین حال دوره هایی با محتوای نامشخص و کلاس هایی با ترم های مختلف ممکن است با هم متفاوت باشند.

شیمی پلیمر در سطح تحصیلات تکمیلی

دوره های شیمی پلیمر بخشی از شیمی، مهندسی شیمی و مهندسی مواد در سطح تحصیلات تکمیلی از برنامه های دولت برزیل است که مسئول پیشنهادات و مقرر کردن مقاطع تحصیلات تکمیلی است. در تارنمای آن با تعداد

در برزیل دوره کارشناسی شیمی، مهندسی شیمی و مهندسی مواد بین ۴ تا ۵ سال است. در مواد درسی این برنامه ها شیمی پلیمر تقریباً همیشه در ۲ سال آخر آن که موسوم به "چرخه حرفه ای" است تدریس می شود. جدول ۴ فهرست ۵۰ دوره مرتبط با پلیمر را نشان می دهد. بعضی از اینها دروس انتخابی است که امتیاز اضافی لازم را باید طبق مقررات در تعداد ساعات هر دوره تکمیل کنند. گرچه تعداد دوره ها با اسامی مختلف وجود دارند اما محتوای آنها تقریباً برای دوره های مقدماتی مشابه هستند.

همچنین دوره هایی بر اساس موارد خاص مانند بیو زیست پلیمرها، پلیمرهای رسانا و کامپوزیت های پلیمری، بازیافت و افزودنی های پلیمر نیز وجود دارد. مواد درسی مانند الاستومرها، ساخت مواد پلاستیکی

جدول ۴ فهرست دوره های شیمی پلیمر در برنامه های درسی شیمی، مهندسی شیمی و مهندسی مواد

افزودنی های پلیمر	سنتز آزمایشگاهی پلیمر و تشخیص پلیمرها
آمیزه های پلیمری و کامپوزیت ها	شیمی فیزیک پلیمری
بازگردانی پلیمر	علوم و مهندسی، تکنولوژی پلیمرها
پلیمر و شیمی آلی	فراورش پلیمرها
پلیمرها و انبوهه پلیمری	فرایند تبدیل پلیمر
پلیمرهای رسانا	فیزیک و فرایند پلیمر
تشخیص ریزساختار پلیمرها در آزمایشگاه	مقدمه ای بر شیمی، فراورش، فناوری پلیمر
تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی پلیمرها	مقدمه ای بر مهندسی سامانه های پلیمری، فراورش و علوم پلیمرها: آزمایشگاهی
روش های زیست پلیمری	مواد پیشرفته پلیمری
رئولوژی	مواد کامپوزیتی پلیمری
زیست پلیمرها: ساختار و کاربرد	موضوعات خاص پلیمرها
ساختار و خواص، روش های تشخیص پلیمرها	

تکنولوژی پلیمر کرده است و تاثیر بسیار مثبت بر آموزش پلیمر در برزیل در مقطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی داشته است. در حال حاضر تعداد ۴۴ عنوان به زبان پرتغالی برای استفاده عموم علاقمندان در تارنمای انجمن در دسترس است.

نتیجه گیری

در برزیل، مواد درسی پلیمر بخشی از چند رشته کارشناسی شیمی، مهندسی شیمی و مهندسی مواد است که توسط موسسات دولتی و غیر دولتی ارائه می شوند. مهندسی مواد بیشترین برنامه را برای دوره های پلیمر مانند سنتز، شناسایی و فراورش دارد. توزیع منطقه ای با داشتن بیشترین تعداد کالج در دوره های پلیمر در مرتبه اول شامل جنوب و جنوب شرقی است که بیشتر صنایع شیمیایی و پتروشیمیایی قرار دارند و دوره های تحصیلات تکمیلی نیز به همین صورت است. همه مراکز پژوهشی دولتی هستند زیرا پژوهش به دلیل هزینه زیاد توسط دولت حمایت می شود. در عین حال از شرکت های خصوصی در خواست می شود. که سهم قابل توجهی در حمایت پژوهش با تخصیص مالی بیشتر داشته باشند. انجمن در نزدیک کردن نیروهای پژوهشی علوم و تکنولوژی پلیمر از محیط آکادمی و صنعت. نقش مهمی ایفا می کند. چنین اقدام هایی شامل حمایت کنگره های علمی، دوره ها و برگزاری جلسات و انتشار نشریات، کتاب های تخصصی و آموزشی است که تاثیر عمیقی در آموزش پلیمر داشته و همواره ادامه دارد.

برنامه های شیمی ۶۴ و مهندسی شیمی ۴۲ و ۲۹ برای مهندسی مواد نشان می دهد که ارتباط این برنامه ها با دوره های کارشناسی دارای شیمی پلیمر بسیار شبیه اند (جدول ۵) این جدول که برای نهادهای دولتی است نشان دهنده وجوه سنتی برنامه های تحصیلات تکمیلی در برزیل است، به این معنی که پژوهش علمی به دلیل هزینه سنگین آن توسط منابع دولتی تامین می شوند: در دو دهه اخیر همکاری بین دانشگاه های دولتی و شرکت های خصوصی به میزان قابل توجهی رشد داشته است. بیشتر بنگاه های تامین مالی پروژه های خاصی را تعریف و ارائه کرده اند که بین مراکز دولتی و بخش های خصوص به ویژه در فناوری مواد پلیمری اجرا شوند.

از سال ۱۹۸۸ با تشکیل انجمن پلیمر برزیل (ABPol) پژوهش در علوم و فناوری پلیمر در برزیل از رشد زیادی برخوردار بوده است. این همکاری با انجمن شیمیایی برزیل (SBQ) نیز قوی تر شده است.

انجمن پلیمر برزیل مرجعی است برای هر موضوعی که مرتبط با پلیمر کشور است. اعضای انجمن شامل افراد حرفه ای: آکادمیک و هم صنعتی می شوند. که با مشارکت یکدیگر برای تحقق اهداف و ارتقا کیفی آموزشی در تمام سطوح کوشش می کنند. این همکاری شامل حمایت دو سال یکبار برگزاری کنفرانس علمی، انتشار نشریه علمی برای پژوهش پلیمر و تشویق دوره های کوتاه مدت و جلسات فنی است. در طول این چند سال نویسندگان را تشویق به چاپ کتاب های درسی و کتاب های چند موضوعی مرتبط با علم و