

طراحی هدف‌ها و محتوای برنامه درسی (مورد مطالعه: درس روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی در کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

علیرضا کریمی گزافی*

مدینه سید درّاجی**

چکیده

هدف از اجرای این پژوهش، طراحی هدف‌ها و محتوای برنامه درسی برای درس روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی در مقطع کارشناسی ارشد شیمی تجزیه بوده است. این پژوهش توصیفی-پیمایشی و از نظر هدف کاربردی است. جامعه آماری، تمامی اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها، دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری و پژوهشگران کارشناسی ارشد و دکتری حوزه شیمی تجزیه در سال ۱۳۹۵ بود که ۳۱۵ نفر از آنها با روش نمونه‌گیری داوطلبانه، هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. ابزار گردآوری اطلاعات، پرسشنامه محقق‌ساخته، بر اساس سرفصل‌های این درس در کشورهای مختلف بود که روایی محتوایی آن با استفاده از نظرات ۱۲ نفر از استادان و متخصصان حوزه «روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی» و دانشجویان مقطع دکتری بررسی و در نهایت ۱۱ هدف (فصل) و ۹۰ محتوا (سرفصل) به‌عنوان سؤال‌های اصلی پرسشنامه انتخاب شد. آلفای کرونباخ پرسشنامه ۰/۹۶ به دست آمد و بیانگر پایایی عالی پرسشنامه است. داده‌ها با آزمون‌های ناپارامتری رتبه‌ای علامت‌دار ویلکاکسون و نمونه‌های مستقل کروسکال-والیس تحلیل شد. نتایج نشان‌دهنده آن است که در سطح اطمینان ۹۵ درصد هدف‌ها و محتواهای طراحی شده از نظر تمام پرسش‌شوندگان، مهم و ضروری هستند.

واژگان کلیدی: روش‌های جداسازی، کارشناسی ارشد، طراحی برنامه درسی، شیمی تجزیه، آموزش شیمی.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۰۷/۰۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۱۱/۱۶

* استادیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، گروه شیمی (نویسنده مسئول: ar_Karami@srttu.edu)

** دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش شیمی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، گروه شیمی

مقدمه

شیمی تجزیه شاخه‌ای از دانش بنیادین شیمی برای مطالعه ترکیب شیمیایی، اطلاعات ساختاری، جداسازی، شناسایی و تعیین مقدار نسبی اجزای سازنده یک نمونه است. همچنین، یک فناوری ضروری برای توسعه صنعتی و پژوهشی کشاورزی، دامداری، بیوتکنولوژی، صنایع غذایی و منبع اطلاعاتی قابل اطمینانی در صنایع تولیدی، کنترل کیفیت، اندازه‌گیری آلاینده‌های زیست‌محیطی است که اغلب به‌عنوان مبنایی برای تصمیم‌گیری در جهت سیاست‌های فراگیر، از قبیل تنظیم استانداردهای کیفیت مورد استفاده قرار می‌گیرد (کلنر^۱، ۱۹۹۱). شیمی تجزیه نوین، هم نقش یک علم پشتیبان برای سایر رشته‌های دانشگاهی را دارد و هم خود به‌عنوان یک علم بین رشته‌ای برای تولید دانش درباره ترکیب و ساختار ماده هموار در حال رشد و گسترش است (کلنر و مالیسا^۲، ۱۹۸۴). توسعه و پیشرفت شیمی تجزیه و شیمی، همگام با یکدیگر بوده است (ویکپدیا، ۲۰۱۸). انواع روش‌های تجزیه‌ای از نظر ابزار و مکانیسم کسب اطلاعات این روش‌ها به سه دسته روش‌های اسپکتروسکوپی، روش‌های الکتروشیمیایی و روش‌های جداسازی تقسیم می‌شوند. روش‌های جداسازی علاوه بر اندازه‌گیری مقادیر بسیار کم مواد، در جداسازی محصولات تولید شده از محصولات جانبی یا مواد اولیه باقیمانده در صنایع مختلف، حذف گونه‌های شیمیایی مزاحم پیش از اندازه‌گیری‌های تجزیه‌ای کاربرد دارند، لذا از اهمیت بیشتری برخوردارند (بارتل و مایرز^۳، ۲۰۰۲). این تکنیک‌های جداسازی در صنایع و زمینه‌های مختلف مانند صنعت نفت، بیوتکنولوژی، صنایع شیمیایی، صنایع لاستیک و پلیمری، داروسازی و لوازم آرایشی و بهداشتی، کشاورزی، صنایع غذایی، پزشکی و فرآیندهای بیوشیمیایی، نیروگاه‌های حرارتی یا هسته‌ای، شیمی جنایی، سم‌شناسی، جداسازی ترکیبات معطر، جداسازی سوخت‌های فسیلی یا غیر فسیلی و... مورد استفاده قرار می‌گیرند (نهمین کنفرانس بین‌المللی روش‌های جداسازی^۴، ۲۰۱۸). به دلیل کاربرد گسترده شیمی تجزیه در علوم و صنایع مختلف، آموزش آن همواره مورد توجه خاصی بوده است اما به دلیل حجم زیاد

1. Kellner

2. Kellner & Malissa

3. Bartle & Myers

4. International Conference & Expo on Separation Techniques

اطلاعات علم شیمی، گرایش شیمی تجزیه تنها در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری آموزش داده می‌شود (ناواراتن^۱، ۲۰۱۶) و دانش‌آموختگان این رشته علاوه بر درس‌های اصلی و انتخابی، باید سه درس الزامی و اختصاصی طیف‌سنجی تجزیه‌ای، الکتروشیمی تجزیه‌ای و روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی را بگذرانند. این درس در ایران دارای ۲ واحد نظری و یک واحد عملی است و پیش‌نیاز آن، درس شیمی تجزیه پیشرفته است. همچنین تدریس شیمی تجزیه به‌عنوان یک درس اجباری و اصلی برای رشته‌های بیومهندسی، بیوتکنولوژی، کشاورزی، محیط زیست، علوم جانوری، دامپزشکی، جنگلداری، مهندسی غذایی، بهداشت حرفه‌ای و... در بعضی از دانشگاه‌های دنیا الزامی است (یوان و همکاران^۲، ۲۰۱۳). با توجه به مطالب گفته شده، آموزش شیمی تجزیه و روش‌های جداسازی در دانشگاه، ضروری است و برای این منظور، نخستین گام برای تأسیس یک رشته یا یک درس، طراحی و تولید برنامه درسی آن رشته یا درس است.

بیان مسئله پژوهش

مطالعات مختلف درباره برنامه درسی در کالج‌ها و دانشگاه‌ها نشان می‌دهد فلسفه اصلی آموزش عالی، تربیت و آموزش افراد و نیروی انسانی ماهر و متخصص است و برنامه‌های درسی که بخش مرکزی فعالیت‌های آموزش عالی (کارشناسی) است باید آگاهانه و دقیق طراحی شوند (فتحی و اجارگاه، موسی‌پور و یادگارزاده، ۱۳۹۲، ۴۷ و آلتباخ^۳، ۱۹۸۵). برنامه درسی آموزش عالی از عوامل مهم ارتقای کیفیت آموزش عالی و ایجاد تناسب بین نگرش، دانش و مهارت دانش‌آموختگان با آخرین دستاوردهای علمی و نیاز بازار کار است (نعمتی، داوری، فراستخواه، و سمیعی، ۱۳۸۴). درسل^۴ (۱۹۷۱) شش عامل یا ویژگی را برشمرده و توجه به آنها را در حین تدوین یا تغییر برنامه‌های درسی ضروری می‌داند: آنچه مربوط به ارتباط مؤسسه با رشته تحصیلی است؛ آنچه مربوط به رابطه دانشجو با محتوا است؛ آنچه مربوط به رابطه تئوری با عمل است؛ آنچه انعطاف‌پذیری یا غیر قابل انعطاف بودن برنامه است؛ آنچه مربوط به وحدت

1. Nawarathne

2. Yuan et al

3. Altbach

4. Dressel

و یا بخش بخش شدن است؛ آنچه مربوط به تداوم یا توقف و تجزیه برنامه درسی است (کنراد و پرات^۱، ۱۹۹۵). نگارا^۲ (۱۹۹۵) دیدگاه واقع‌بینانه‌تری به برنامه‌ریزی درسی دانشگاهی و تجدید نظر در آن دارد. به نظر وی برنامه درسی باید دانشجویان را برای کسب محتوای قابل اطمینان و مهارت‌های تحلیلی توانمند کند. برنامه درسی باید به دانشجویان در پرورش تفکر اقتصادی و کاوشگری و توانایی عملی منطقی یاری کند. برنامه درسی باید رشد عقلانی را ارتقا دهد و به دانشجویان کمک کند تا به نقش تفکر انسانی در توسعه اجتماعی ارجح بگذارند. برنامه درسی باید مهارت‌هایی مانند مهارت‌های ارتباطی، مدیریتی، مسئله‌گشایی و اقدام منطقی را پرورش دهد تا افراد بتوانند ایفاگر نقش‌های خود در سطح اجتماع باشند (نوروززاده، محمودی، فتحی و اجارگاه و نوه‌ابراهیم، ۱۳۸۵). از دیدگاه بریجز^۳ (۲۰۰۰) برنامه درسی دانشگاهی باید دارای ویژگی‌های خاصی باشند که عبارت‌اند از: درآمدی سیستماتیک برای رشته مطالعاتی فراهم آورد؛ چهارچوبی مقایسه‌ای و زمینه‌ای برای فهم رشته مطالعاتی فراهم آورد؛ دانش و مفاهیم عام دانشجویان گسترش یابد؛ به دانشجویان آزادی و انعطاف‌پذیری بدهد؛ یادگیری خود را هدایت کند؛ دانشجویان پرورش دهد (بریجز، ۲۰۰۰). با وجودی که امروزه نظام آموزش عالی در تربیت نیروی انسانی ماهر و فرایند توسعه پایدار نقش مهمی ایفا می‌کند و بسیاری از کشورهای جهان بخش عمده‌ای از بودجه خود را صرف حمایت از آموزش عالی کرده‌اند اما متأسفانه مطالعات و پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که برنامه درسی دانشگاه‌ها در بسیاری از کشورها به‌روز و متناسب با نیازهای صنعت و علایق دانشجویان نیست. فشار فزاینده برای بهبود کیفیت سبب شده است تا بسیاری از کشورها، دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی به‌طور مداوم فرایند بهسازی و تغییر مؤلفه‌های مختلف نظام آموزشی خود به‌ویژه برنامه‌های درسی را در دستور کار خود قرار دهند (فتحی و اجارگاه، و همکاران، ۱۳۹۲، ۶۶) و در واقع برنامه درسی آموزش عالی را به‌مثابه یک «برنامه علمی» برای یادگیری می‌پندارند (لاتوکا و استارک، ۲۰۰۹، ۶۵).

برنامه درسی و فرایند برنامه‌ریزی درسی مستلزم پیمودن مراحل شامل سنجش نیازها، تدوین هدف‌ها، انتخاب و سازمان‌دهی محتوا و نیز تجربیات یادگیری، اجرا و

1. Conrad & Pratt

2. Ngara

3. Bridges

ارزشیابی است (فتحی واجارگاه، ۱۳۹۴، ۲۳ و فتحی واجارگاه و همکاران، ۱۳۹۲، ۴۹). اش^۱ (۱۹۹۱) برنامه درسی را مشتمل بر پنج مؤلفه دانسته است، شامل چارچوبی از فرضیه‌ها درباره یادگیرنده و جامعه؛ مقاصد و هدف‌ها؛ محتوا و موضوعات درسی؛ شیوه شیوه‌های اجرا نظیر اجرا و اداره محیط یادگیری و ارزشیابی (اش، ۱۹۹۱، ۶۲).

نهاد آموزش عالی در جهان، همواره فرصت‌های یادگیری خود را گسترش داده اما برنامه‌های درسی سنتی خود را به‌منظور ارتقای کیفی فرصت‌ها، بازنگری نکرده است بنابراین آموزش عالی برای انجام وظیفه خود باید برنامه‌های درسی را بازنگری کرده و برنامه‌ای با رویکرد یادگیری مادام‌العمر تهیه کند (کریمی، نصر و شریف، ۱۳۹۲) لذا تغییر و بهسازی برنامه‌های درسی دانشگاه‌ها در بسیاری از کشورهای جهان، یکی از مهم‌ترین چالش‌های آموزش عالی است به‌گونه‌ای که بتوانند دانش‌آموختگانی را تربیت کنند که نسبت به نیازهای جامعه و مؤسسات موجود در آن پاسخگو باشند و در عین حال از تحولات علمی و فناورانه نیز بهره‌شایسته‌ای برده باشند. نکته قابل توجه آنکه برنامه‌های درسی دانشگاه‌ها پس از طراحی و اجرای مکرر در طی زمان، ضرورتاً باید به‌صورت ادواری مورد تجدید نظر و اصلاح قرار گیرند (فتحی واجارگاه، ۱۳۸۹، ۶-۷). به باور فولان^۲، اصلاح به معنای تغییرات جامع‌تر و بنیادی‌تر در برنامه درسی و ساختار و نظام آموزشی است. این اصلاحات بر مبنای تغییرات عمده ارزش‌ها و تجدید نظر کلی در جهت‌گیری‌ها صورت می‌گیرد و نتایج آنها اغلب در نظام سیاسی وارد می‌شود (سلسبیلی، ۱۳۸۱). به گفته استارک و لاتوکا^۳ (۱۹۹۷)، تغییر و اصلاح در برنامه‌های درسی در کشورها و دانشگاه‌های پیشرفته جهان متناسب با تحولات صورت می‌گیرد. تغییرات برنامه درسی باید در خدمت اصلاح برنامه‌ریزی درسی دانشگاهی و موجب اثربخشی آنها شود (نوروززاده و همکاران، ۱۳۸۵) در صورت بازنگری نکردن مستمر، به دلیل تغییر و تحولات پدید آمده در جامعه و عقب ماندن از پیشرفت‌های علمی، برنامه درسی رو به زوال می‌گذارد. بنابراین، ضروری است همواره این برنامه‌ها متناسب با نیازهای جدید جامعه و فراگیران، ارزشیابی و بازنگری شوند (عطایی، ۱۳۹۱).

دسته‌بندی برنامه‌ریزی درسی در سطوح و الگو

1. Eash

2. Fullan

3. Stark & Lattuca

برنامه درسی دانشگاهی از نظر سطح به سه دسته مختلف دسته‌بندی و بین آنها تمایز گذاشته می‌شود: برنامه درسی در سطح درس، در سطح برنامه و در سطح دانشکده. وقتی از سطح درس و برنامه سخن به میان می‌آید، متغیر اساسی مورد نظر «ماهیت دانش و حوزه تخصصی» است؛ در حالی که وقتی از برنامه درسی در سطح دانشکده سخن گفته می‌شود، متغیر اساسی «ساختار سازمانی و تشکیلات اداری» است (موسی پور، ۱۳۸۷). لذا می‌توان الگوهای برنامه‌ریزی درسی را به دو گروه کلان تقسیم‌بندی کرد؛ که عبارت‌اند از: الگوهای برنامه‌ریزی درسی دانش‌محور و الگوهای برنامه‌ریزی درسی نظام (سازمان) محور (فتحی و اجارگاه و همکاران، ۱۳۹۲، ۴۹).

الف- الگوهای برنامه‌ریزی درسی دانش‌محور: این دسته از الگوهای برنامه‌ریزی

درسی به دو سطح برنامه درسی یعنی برنامه درسی به‌عنوان «درس» و برنامه درسی به‌عنوان «برنامه» اختصاص دارند. این دو سطح از برنامه درسی بر ماهیت دانشی برنامه درسی متمرکز هستند و به تناسب آنکه چه تصویری از «دانش» مبنای کار آنها باشد، به تدوین‌های متفاوتی از الگو دست یافته‌اند (موسی‌پور، ۱۳۸۷). برخی الگوهای دانش‌محور، دانش و رشته علمی دانشگاهی مورد نظر را به‌عنوان «طرح یا نقشه تولید محصول» و بعضی الگوها دانش را به‌عنوان «تجربه در قالب فرایند» می‌پندارند (فتحی و اجارگاه و همکاران، ۱۳۹۲، ۷۴-۷۳). در الگوهایی که برنامه درسی به‌عنوان طرح یا نقشه است برنامه درسی در واقع ابزار تولید متخصص و نیروی انسانی ماهر در آن رشته علمی است و دانش‌آموز ماده خامی است که پس از گذراندن برنامه درسی به محصولی تمام شده و مفید تبدیل می‌شود و کنترل آن از بیرون انجام می‌گیرد. الگوی درس، الگوی توهی، الگوی دیاموند، الگوی استارک، الگوی استارک و لاتوکا و الگوی صلاحیت-محور جزء این الگوها هستند (فتحی و اجارگاه و همکاران، ۱۳۹۲، ۷۴-۷۳). برنامه درسی در الگوهای برنامه درسی به‌عنوان تجربه، ابزاری برای رشد دانشجو است و ریشه در دیدگاه دیویی از تجربه دارد و شامل همان تجارب برنامه‌ریزی شده یا برنامه‌ریزی نشده است که دانشجو در محیط‌های آموزشی به دست آورده و به‌واسطه آنها توان رشد و توسعه پیدا کرده است. در این الگوها کنترل درونی، توسط دانشجو انجام می‌شود که عبارت‌اند از: هانتز و شیریر^۱ (۱۹۸۸)، گود (۱۹۹۴)، مارش^۲ (۱۹۹۷)،

^۱. Hunter & Scheirer

^۲. Marsh

ویلسون (۲۰۰۱)، نلسون (۲۰۰۳)، شور گرنسکی (۲۰۰۴) و میتاس (۲۰۰۴) (فتحی و اجارگاه و همکاران، ۱۳۹۲).

ب- الگوهای برنامه‌ریزی درسی نظام (سازمان) محور: در این دسته از الگوهای برنامه درسی بر ساختار سازمانی یک الگو تأکید می‌شود و نشان می‌دهد که چه ارتباطی بین اجزاء و کل وجود دارد و چه کسانی در کار برنامه‌ریزی درسی مشارکت می‌کنند. تعاملات (درونی و بیرونی) نظام برنامه درسی و نحوه مشارکت شرکای برنامه درسی دو متغیر اساسی مباحث این دسته از الگوها هستند. تمرکز بحث این الگوها نیز بر سازمان برنامه درسی است و نه ماهیت دانشی آن. الگوهای اصلی این نوع برنامه درسی عبارت‌اند از: الگوی کنراد و پرات (۱۹۹۵)، الگوی هالیبرتون، الگوی بنت، دنی و کاتر و الگوی بارت و کوآته^۱ (۲۰۰۵) (فتحی و اجارگاه و همکاران، ۱۳۹۲).

برنامه‌ریزی درسی در سطح درس: برنامه‌ریزی درس^۲ در نظام آموزش عالی عمدتاً بر عهده استاد است. با این وجود، آنهایی که مسئولیت تدریس در دانشگاه را به‌عنوان استاد می‌پذیرند به‌ندرت دوره‌های آموزشی لازم را در این زمینه طی کرده‌اند. مطالعات نشان می‌دهد که فرایند برنامه‌ریزی درسی در سطح درس توسط استادان بر اساس الگوهای منطقی برنامه‌ریزی انجام نمی‌شود. مریبان در سطح دانشکده‌ها معمولاً بر اساس گرایش‌های حرفه‌ای و تخصصی رشته خود عموماً برنامه‌ریزی را با محتوا و نه بیان هدف‌های درس آغاز می‌کنند؛ و چون مسئولیت تدریس محتوا را بر عهده دارند، از همان اوایل برنامه‌ریزی بر گزینش فعالیت‌های آموزشی متمرکز می‌شوند. اگرچه افراد صاحب‌نظر در دانشکده‌های علوم تربیتی، مراکز یادگیری و تدریس و مانند آن در سطح دانشگاه‌ها در دسترس استادان هستند اما اعضای هیئت علمی به‌ندرت از این ظرفیت‌ها استفاده می‌کنند (فتحی و اجارگاه و همکاران، ۱۳۹۲)؛ بنابراین هدف از اجرای این پژوهش، بازنگری و طراحی هدف‌ها و محتوا در سطح درس برای یکی از درس‌های کارشناسی ارشد شیمی تجزیه است. در این راه از برنامه درسی سایر کشورهای پیشرو و متخصصان و استادان باتجربه و همچنین دیدگاه صنعتگران (دانش‌آموختگان فعال در صنعت) و علایق دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری بهره گرفته شده است.

³. Barnett & Coate

⁴. Course Planning

روند تدوین برنامه درسی دانشگاهی ایران: روند تدوین برنامه درسی دانشگاهی در ایران مانند سایر کشورها است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد، روند تدوین برنامه درسی دانشگاهی در دانشگاه‌های آدلاید^۱، پرتوریا^۲، فری استید یونیورسیتی^۳ تا حدود زیادی با روند تدوین برنامه درسی در ایران همخوانی دارد و یک فرایند صعودی است، یعنی تدوین برنامه درسی در سطح گروه یا دپارتمان آموزشی، آغاز و با تصویب در شورای دانشگاه اجرا می‌شود (گروه مطالعات تطبیقی و نوآوری در آموزش عالی، ۱۳۷۸). برنامه‌ریزی درسی در نظام آموزشی ایران تا سال ۱۳۵۷ عمدتاً الگوبرداری از برنامه‌های آموزشی و درسی دانشگاهی به سبک دانشگاه‌های فرانسوی بود. در نظام دانشگاهی پیش از سال ۱۳۵۷ گرچه دانشگاه‌ها در زمینه برنامه‌ریزی‌های آموزشی و درسی از استقلال نسبی برخوردار بودند، اما هیچ‌گاه برنامه‌ریزی درسی به‌عنوان دانش سازمان یافته مورد توجه مدیران دانشگاهی نبود (رحمان‌سرشت، ۱۳۷۷). ولی در سال ۱۳۵۹ با تشکیل ستاد انقلاب فرهنگی، این ستاد به تعیین جهت‌گیری‌های برنامه‌ریزی آموزشی و درسی اقدام کرد. پس از تشکیل شورای عالی انقلاب فرهنگی، شورای عالی برنامه‌ریزی شکل گرفت. این شورا طبق مصوبه جلسه فوق‌العاده مورخ ۱۳۶۳/۱۱/۲۸ شورای عالی انقلاب فرهنگی، برای امر برنامه‌ریزی آموزشی و درسی و تدوین و تصویب آیین‌نامه و مقررات آموزشی از میان صاحب‌نظران و استادان باتجربه دانشگاه‌ها با هدف‌های زیر تشکیل شد: ایجاد وحدت و یکپارچگی در نظام آموزش عالی، رعایت همه قواعد و اصول برنامه‌ریزی آموزشی، درسی و پژوهشی، ایجاد هماهنگی در برنامه‌های درسی، مقررات آموزشی و تربیت نیروی انسانی، ایجاد ارتباط بین نهاد تصمیم‌گیری و دستگاه‌های اجرایی و به‌روز کردن برنامه‌های درسی و انطباق با نیازهای اجتماعی-اقتصادی کشور (اکرمی، ۱۳۸۳، ۴۷). از اواخر دهه ۱۳۶۰ و نیمه اول دهه ۱۳۷۰، برخی از واقعیت‌های اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و فرهنگی دهه اول انقلاب موجب شد تا در الگوی برنامه‌ریزی درسی متمرکز (حوزه ستادی) تجدید نظر شود. نخستین گام‌های احساس ضرورت مجدد به تمرکززدایی و استقلال برنامه‌ریزی درسی دانشگاهی را می‌توان در قانون تشکیل هیئت‌های امنای دانشگاه‌ها مشاهده کرد (گروه

1. Adelaide

2. Pretoria

3. Free State University

مطالعات تطبیقی و نوآوری در آموزش عالی، ۱۳۷۸). با این رویکرد، در سال ۱۳۷۹ اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌های وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری دارای هیئت ممیزه با هدف‌های زیر واگذار شد: الف- انطباق هر چه بیشتر برنامه‌های درسی با نیازهای جامعه؛ ب- نهادینه کردن برنامه‌ریزی درسی در دانشگاه‌ها؛ ج- روزآمد کردن برنامه‌ها با توجه به تحولات دانش بشری؛ د- تناسب بیشتر برنامه درسی با امکانات و توانایی‌های دانشگاه‌ها. بر اساس اختیارات مذکور دانشگاه‌ها می‌توانند با توجه به نیازهای جامعه و تحولات علمی روز، در خصوص ایجاد رشته‌های جدید همراه با ارائه گزارش توجیهی ضرورت ایجاد رشته و امکان اجرای آن به شورای عالی برنامه‌ریزی پیشنهاد دهند. پس از تصویب عنوان رشته جدید دانشگاه‌ها می‌توانند با رعایت مفاد این آیین‌نامه، برنامه درسی آن رشته را تدوین و پس از اخذ مجوز از شورای گسترش آموزش عالی آن را اجرا کنند. همچنین، دانشگاه‌ها می‌توانند در چارچوب آیین‌نامه‌های آموزشی دوره‌های تحصیلی مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی، در خصوص بازنگری، حذف، جایگزینی و تغییر درس‌های رشته‌های موجود در آن دانشگاه اقدام کنند (شورای عالی برنامه‌ریزی، آیین‌نامه واگذاری اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌ها، ۱۳۷۹). دانشگاه‌ها در اقدامات مربوط به برنامه‌ریزی درسی برای ایجاد رشته، بازنگری، تغییر و ... باید موارد زیر را لحاظ کنند: الف- رعایت اصول و روش‌های علمی برنامه‌ریزی درسی؛ ب- بهره‌گیری از بررسی‌های کارشناسی و پژوهشی؛ ج- بهره‌گیری از همفکری و مشارکت صاحب‌نظران سایر دانشگاه‌ها و بخش‌های فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی کشور حسب مورد. همچنین برنامه‌ریزان درسی دانشگاهی در طراحی، ارزیابی و تصویب برنامه‌های درسی معیارهای زیر را باید مورد توجه قرار دهند: الف- ارزش‌ها، هدف‌ها و راهبردهای کلی کشور؛ ب- پاسخ‌گویی به نیازهای جامعه؛ ج- هماهنگی با تحولات علمی روز؛ د- گسترش و تعمیق فرهنگ پژوهش و ه- ایجاد روحیه خلاقیت و کارآفرینی در دانش‌آموختگان و ایجاد قابلیت و مهارت‌های مهم برای ورود به جامعه و بازار کار (شورای عالی برنامه‌ریزی، آیین‌نامه واگذاری اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌ها، ۱۳۷۹). همچنین بر اساس آیین‌نامه شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ اختیار برنامه‌ریزی درسی به همه دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی دولتی و غیر دولتی دارای مجوز تأسیس از مراجع مربوط واگذار شد (شورای عالی برنامه‌ریزی، آیین‌نامه واگذاری اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌ها، ۱۳۹۵). مروری بر سیر تحولات

نظام برنامه‌ریزی درسی در آموزش عالی ایران در سال‌های پیش و پس از انقلاب اسلامی نشان می‌دهد که در پی تغییرات اجتماعی، تغییر در برنامه‌های درسی دانشگاه‌ها پدیده‌ای مستمر و در عین حال ضروری بوده است (فتحی و اجارگاه، ۱۳۹۲، ۶۳) اما روند اصلاح و بازنگری برنامه‌های درسی در ایران و نیز طراحی و تدوین رشته‌های جدید از توسعه مناسبی برخوردار نبوده است. این وضعیت در رشته‌های علوم انسانی به مراتب دشوارتر از سایر رشته‌ها بوده است (فتحی و اجارگاه، ۱۳۹۲، ۶۴)؛ زیرا اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها به دلیل تسلط بر موضوعات رشته علمی و تخصصی خود نظر افراد دیگر را قبول ندارند و در برابر اصلاحات برنامه درسی مقاومت می‌کنند. از سوی دیگر بین گروه‌های درون دانشگاه و بیرون دانشگاه در موارد مهمی تفاوت نظر وجود دارد. در دانشگاه عنایت خاصی به عرصه‌های علمی و پیشبرد علم و در بیرون دانشگاه توجه خاصی به کاربردهای اجتماعی و مهارت‌های عملی دیده می‌شود (شریفیان، شریف، جعفری و موسی‌پور، ۱۳۸۹).

پیشینه پژوهش و برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد شیمی در ایران

دوره کارشناسی ارشد شیمی در سال ۱۳۳۶ خورشیدی در دانشگاه تهران تأسیس شد (خلاصه‌ای از تاریخچه ۸۰ ساله دانشکده شیمی دانشگاه تهران، ۱۳۹۷) و پس از آن این رشته در چندین دانشگاه دیگر مانند شیراز و اصفهان نیز تأسیس شد. به مرور زمان، کیفیت آموزشی و پژوهشی این رشته در دانشگاه‌ها بهتر شد. تا سال ۱۳۷۵ دانشجویان با عنوان کارشناسی ارشد شیمی در دانشگاه پذیرفته می‌شدند و در نیمسال دوم تحصیلی، یکی از ۴ گرایش تجزیه، شیمی فیزیک، معدنی یا آلی را انتخاب می‌کردند. از آن سال تاکنون گرایش شیمی تجزیه از نظر کمیت توسعه زیادی کرده‌است به نحوی که در حال حاضر ۷۸ دانشگاه دولتی و پیام نور در این رشته علمی دانشجویی پذیرند. در سال ۱۳۹۶ تعداد ۱۲۳۳ دانشجو در رشته شیمی تجزیه در دانشگاه دولتی و پیام نور جذب شدند (دفترچه راهنمای انتخاب رشته‌های تحصیلی آزمون ورودی تحصیلات تکمیلی، دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته، ۱۳۹۶). با این وجود، توسعه کیفی چندانی در حوزه تغییر برنامه درسی آن ایجاد نشده است. اولین اصلاح برنامه درسی در این رشته علمی در سال ۱۳۶۸ تصویب شد که بر اساس این برنامه دانشجویان کارشناسی ارشد شیمی تجزیه موظف به گذراندن ۳۵ واحد درسی حداکثر در ۳ سال می‌بودند؛ از این تعداد ۹ واحد درس‌های الزامی مشترک، ۶ واحد درس‌های الزامی هر گرایش، ۲

واحد سمینارها، ۳ واحد موضوع مخصوص گرایش خاص، ۹ واحد درس‌های انتخابی و ۶ واحد پروژه و پایان‌نامه بود. از سویی، یکی از درس‌های مهم در دوره کارشناسی ارشد شیمی تجزیه، درس روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی است. این درس دارای ۲ واحد نظری و ۱ واحد عملی و از درس‌های الزامی و اختصاصی برای گرایش کارشناسی ارشد شیمی تجزیه است (شورای عالی برنامه‌ریزی، ۱۳۶۸). در سال‌های بعد با تغییر آیین‌نامه دوره کارشناسی ارشد شیمی تعداد واحدهای این رشته از ۳۵ به ۳۲ واحد کاهش یافت. در تاریخ ۱۳۹۴/۳/۱۷ برنامه درسی کارشناسی رشته شیمی محض و کاربردی، بازنگری شد و درس جدیدی به نام «روش‌های جداسازی در شیمی تجزیه» در برنامه درسی جدید گنجانده شد که از دروس تخصصی گرایش‌های شیمی محض و شیمی کاربردی است. این درس ۲ واحدی و نظری بوده و پیش‌نیاز آن درس شیمی تجزیه ۳ است. هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجویان با روش‌های مختلف جداسازی و کروماتوگرافی (روش‌های استخراج، روش‌های کروماتوگرافی و کاربردهای آنها) است (شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۹۵). این در حالی است که سرفصل‌های درس «روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی» در کارشناسی ارشد شیمی تجزیه همان سرفصل‌های سال ۱۳۶۸ (یعنی حدود ۲۹ سال قبل) است و برخی از این محتواها با یکدیگر تداخل خواهند کرد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تاکنون بازنگری و تغییر دیگری در برنامه درسی این درس صورت نگرفته است. از طرفی بر اساس مصوبه شورای عالی انقلاب فرهنگی، می‌توان برنامه درسی ملی را هر پنج سال یکبار، مورد بازنگری و بازبینی قرار داد البته طول عمر اجرای برنامه درسی در دیگر کشورها ۷ تا ۱۰ سال است (شورای عالی برنامه‌ریزی، برنامه و سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد شیمی، ۱۳۶۸). از سوی دیگر، کمبود شیمی‌دانان تجزیه‌ای به درستی آموزش دیده در ایران به‌ویژه در فضای کنونی و افزایش صنعتی شدن، یک مانع در تحقق بالقوه توسعه صنعتی و علمی ما است. با توجه به کاربرد گسترده این علم در عرصه‌های مختلف زندگی، نیاز به اصلاح برنامه درسی «روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی» کاملاً آشکار است. به نظر فتحی و اجارگاه (۱۳۸۹) همه برنامه‌های درسی دانشگاهی در ایران قدیمی است و نوسازی و بهسازی نکردن آنها به تدریج اثربخشی دوره‌ها و رشته‌های دانشگاهی را در حاله‌ای از ابهام قرار داده است به نحوی که با پدیده‌ای به نام برنامه درسی بی‌فایده یا دورریختنی مواجه هستیم (کرمی و فتاحی، ۱۳۹۲). امینی، گنجی و یزدخواستی (۱۳۹۱) در پژوهش خود دریافتند که کیفیت آموزشی رشته‌های مختلف

دانشکده مهندسی از دیدگاه دانشجویان در حد متوسط است و به همین دلیل انجام تغییر و اصلاح در برنامه درسی رشته‌های مهندسی ضروری است. ملامحمدی (۱۳۷۹) و وزیری (۱۳۷۷) پژوهش‌های مشابهی در مورد محتوای برنامه درسی کارشناسی ارشد مدیریت آموزشی و برنامه‌ریزی آموزشی اجرا کردند. نتایج آنها نشان می‌دهد که رضایت کامل از کیفیت محتواهای ارائه شده در برنامه‌های درسی این دو رشته وجود ندارد و محتوای این برنامه‌ها از کیفیت مطلوب برخوردار نیست و بازنگری آنها ضروری است. همچنین بر اساس نتایج این پژوهش‌ها محتوای ارائه شده با نیازهای دانشجویان متناسب نیست و با پیشرفت سریع علوم و فنون و نیازهای شغلی دانشجویان هماهنگی ندارد (کرمی و فتاحی، ۱۳۹۲). یافته‌های پژوهش عارفی (۱۳۸۳) و بسیاری از پژوهشگران دیگر نشان‌دهنده آن است که علاوه بر محتوای آموزشی، هدف برنامه‌های درسی نیز با آسیب‌های جدی روبرو است و پاسخگوی نیازهای موجود نیست و در جهت بهبود آن باید تمهیداتی اندیشیده شود. به نظر آنان برنامه‌های درسی دانشگاهی باید با شتاب بسیار زیاد تحولات عصر حاضر هماهنگ شود و از آنجا که خشت زیرین نظام برنامه درسی، هدف‌های آموزشی است بازنگری مداوم هدف‌های برنامه درسی ضروری است (نقل از کرمی و فتاحی، ۱۳۹۲). پژوهش سالاری و خزاعی فرید (۱۳۹۴) نمونه‌ای دیگر از لزوم بازنگری برنامه درسی است. آنها طی اجرای پژوهش خود و در مصاحبه حضوری و گروهی با تعدادی از فعالان عرصه ترجمه دریافتند که سرفصل‌های درس‌های کارشناسی مترجمی زبان انگلیسی با نیازهای بازار ترجمه در ایران مطابقت ندارد و لازم است به‌روزرسانی شود. آنها همچنین بر اساس نظرات مترجمان و الگو گرفتن از برنامه درسی برخی دانشگاه‌های خارج از کشور، پیشنهادهایی را ارائه دادند. با وجود فرایند و قوانین مربوط به بازنگری برنامه درسی دانشگاهی در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و اینکه در هر زمان خود وزارتخانه یا دانشگاه‌ها می‌توانستند بر اساس آیین‌نامه‌های مصوب مربوطه نسبت به انجام این امر اقدام کنند اما نتایج پژوهش خسروی، فتحی و اجارگاه، ملکی و نوروزی (۱۳۹۲) نشان داد که آیین‌نامه بازنگری برنامه درسی دانشگاه‌های ایران در عمل مورد پذیرش قرار نگرفته است و استادان به سایر متخصصان اجازه تغییر برنامه درسی را نمی‌دهند. علت این است که تنوع و پیچیدگی‌های محیط‌های آموزشی، تهیه الگو یا چارچوب کلی دارای کاربرد وسیع در حوزه‌ها و موقعیت‌های مختلف را دشوار می‌کند. در عین حال، این حوزه‌های متنوع در اختیار و زیر سیطره متخصصان رشته‌ای بوده است؛ متخصصانی که تسلط بر رشته

تخصصی خود را برای تصمیم درباره آموزش آن رشته کافی می‌دانسته‌اند و به دلیل ماهیت تخصصی رشته‌ها، ورود به آنها تقریباً ناممکن بوده است (خسروی و همکاران، ۱۳۸۶). بنابراین برای نوآوری‌های برنامه درسی آموزش عالی در مرحله اجرا باید به مؤلفه‌های متعددی از جمله فرهنگ برنامه درسی، ویژگی‌های پذیرندگان نوآوری، ویژگی‌های نوآوری و سیاست‌های محیط کلان پیرامون توجه داشته باشند (همان). کوپر و کلیمکاووسکی^۱ (۲۰۱۳) اصلاح برنامه درسی شیمی عمومی و چگونگی انجام آن به منظور بهبود فرایند یاددهی-یادگیری را در سطح کالج بررسی کردند. آنها یک مدل برای توسعه برنامه درسی بر اساس پنج پرسش مهم ارائه کردند بر اساس این پرسش‌ها که عبارت‌اند از: ۱- دانشجویان چه چیزی را باید بدانند؟ ۲- چگونه باید آن را یاد بگیرند؟ ۳- دانشجویان بعد از گذراندن این درس چه کاری می‌توانند انجام دهند؟ ۴- چه مواد آموزشی برای هدف‌های مختلف مناسب است؟ ۵- چگونه می‌توان درک دانشجویان را ارزیابی کرد. یوان و همکاران (۲۰۱۳) پژوهشی را با این هدف اجرا کردند که چگونه می‌توان کیفیت آموزش شیمی تجزیه در کالج‌های کشاورزی و جنگلداری را بهبود بخشید به طوری که دانشجویان هم دانش نظری حرفه‌ای و هم مهارت‌های عملیاتی اساسی را به دست بیاورند. یانگ^۲ (۲۰۱۲) پژوهشی درباره اصلاح برنامه درسی شیمی آلی به منظور افزایش اثربخشی آموزش شیمی آلی در دانشگاه هبی^۳ چین انجام داد. نتایج نشان‌دهنده آن بود که بیشتر دانشجویان با اصلاحات برنامه درسی موافق بودند و از آن استقبال کردند. پژوهش کوپر (۲۰۰۵) نشان می‌دهد که برنامه درسی موجود ناتوان از مجهز کردن دانشجویان به مهارت‌های موردنیاز برای زندگی و کار در دنیای آینده است (کرمی و فتاحی، ۱۳۹۲). سالزر^۴ (۲۰۰۴) پژوهشی با عنوان «برنامه درسی شیمی تجزیه یورو ۲، تحت نظارت فدراسیون انجمن‌های شیمی اروپا» اجرا کرد. هدف از این پژوهش پیشنهاد برنامه درسی شیمی تجزیه یورو ۲ برای آموزش شیمی تجزیه در دانشگاه‌های اروپا بود. مخاطب این برنامه درسی پیشنهاد شده بیشتر دوره‌های تحصیلات تکمیلی است ولی به طور خلاصه درباره اصول شیمی تجزیه نوین مطالبی را

1. Cooper & Klymkowsky

2. Yang

3. Hebei

4. Salzer

ارائه می‌دهند و همچنین بر طرز عمل، روش و تکنیک‌های جدید در شیمی تجزیه تمرکز دارد. در این برنامه روش حل مسئله و تضمین کیفیت جزء اصول آموزشی ارجح است و محتوای درس‌ها، ضروریات هر دو تجزیه کیفی و آنالیز ساختاری را پوشش می‌دهد. در سال ۱۹۸۹-۱۹۹۰ گروه مطالعاتی^۱ WPAC پژوهشی با هدف همگام کردن و به‌روزرسانی برنامه درسی شیمی تجزیه با پیشرفت‌های اخیر و اصول آنالیزهای جدید و استفاده از کامپیوترهای پیشرفته انجام دادند. در نهایت یک «لیست^۲» از کتاب‌های درسی شیمی تجزیه و نیازهای آینده برنامه درسی شیمی تجزیه شامل مطالعات دکتری و تخصص‌های ویژه تحصیلات تکمیلی ارائه شد و مورد بحث و بررسی قرار گرفت (کلنر و ملیسا، ۱۹۸۴). پژوهش کلنر و ملیسا (۱۹۸۴) با هدف تحلیل وضعیت موجود آموزش شیمی تجزیه در اتریش با در نظر گرفتن تفاوت بین افزایش روزافزون اهمیت شیمی تجزیه در تحقیقات صنعتی، توسعه و کنترل کیفیت و شهرت کم آن در بسیاری از دانشگاه‌ها انجام گرفت. در نهایت برای آموزش ایدئال شیمی تجزیه، ایده روشنفکرانه تأسیس «دانشکده‌های شیمی تجزیه» با توزیع هماهنگ وظایف مختلف مطرح شد و بر اساس این ایده یک مدل برنامه درسی ایدئال برای مراکز شیمی تجزیه در دانشگاه‌های فنی ارائه و با شرایط واقعی مقایسه شد. با توجه به مطالبی که گفته شد این پژوهش با هدف طراحی و بازنگری هدف‌ها و محتوا برای درس «روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی» در مقطع کارشناسی ارشد شیمی تجزیه اجرا شد. برنامه درسی پیشنهادی دانش‌محور است و بازنگری برنامه درسی در سطح درس انجام گرفته است. هدف‌ها و محتواهای جدیدی برای این درس طراحی و پیشنهاد شده است. پرسش‌های پژوهش عبارت‌اند از:

۱. برنامه درسی مناسب و به‌روز برای درس «روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی» در دوره کارشناسی ارشد شیمی تجزیه شامل چه هدف‌ها و محتواهایی است؟
۲. آیا بین دیدگاه استادان، دانشجویان، پژوهشگران و پرسش‌شوندگان، در زمینه ضرورت ارائه هدف‌ها و محتوای پیشنهاد شده برای این درس تفاوتی وجود دارد؟

¹ working party on analytical chemistry

² Hit list

۳. آیا بین دیدگاه دانشجویان دکتری و دانشجویان کارشناسی ارشد، درباره ضرورت ارائه محتوا برای درس «روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی» تفاوت وجود دارد؟

۴. آیا بین دیدگاه پژوهشگران دکتری و کارشناسی ارشد، در زمینه ضرورت ارائه محتوا برای درس «روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی» تفاوت معنی‌داری وجود دارد؟

۵. اولویت ارائه سرفصل‌های آموزشی (اهداف آموزشی) از دیدگاه اعضای هیئت علمی؛ دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری؛ پژوهشگران کارشناسی ارشد و دکتری با سنوات مختلف چگونه است؟

روش پژوهش

این پژوهش از نظر نوع هدف، کاربردی و از حیث نحوه گردآوری اطلاعات، توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری شامل همه اعضای هیئت علمی با تخصص شیمی تجزیه در دانشگاه‌های ایران (استاد، دانشیار، استادیار، مربی)، دانشجویان دکتری، دانشجویان کارشناسی ارشد، پژوهشگران دکتری و کارشناسی ارشد فعال در زمینه شیمی تجزیه بود. برای انتخاب نمونه، از روش نمونه‌گیری هدفمند، داوطلبانه و در دسترس استفاده شد و با استفاده از فرمول کلاین حجم نمونه آماری حداقل ۲۲۵ نفر برآورد شد. بدین منظور به دانشگاه‌های تهران، صنعتی شریف، تربیت مدرس، علم و صنعت، صنعتی امیرکبیر، شهید بهشتی، دانشگاه مالک اشتر، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران و شرکت‌کنندگان در بیست و سومین سمینار شیمی تجزیه در دانشگاه صنعتی شریف (تابستان ۱۳۹۵) مراجعه شد. در مجموع، تعداد ۳۱۵ نفر از استادان، دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد، پژوهشگران دکتری و کارشناسی ارشدی که در زمینه شیمی تجزیه مطالعه و پژوهش انجام می‌دادند، به پرسشنامه تدوین شده پاسخ دادند و به‌عنوان نمونه آماری در نظر گرفته شدند. ابزار گردآوری داده‌ها، پرسشنامه محقق ساخته بود. در این پژوهش با مطالعه برنامه درسی درس «روش‌های جداسازی شیمیایی و فیزیکی» در ۳۵ دانشگاه در کشورهای مختلف در مقطع کارشناسی ارشد و مطالعه سایر اسناد، هدف‌ها و محتواهای اولیه، تنظیم و سپس به‌منظور بررسی روایی محتوایی و آگاهی از دیدگاه متخصصان، برای ۷ نفر از استادان دانشگاهی پژوهشگر در زمینه روش‌های جداسازی فیزیکی و شیمیایی و ۵ دانشجوی دکتری ارسال شد. در نهایت پس از اعمال نظرات و

اصلاحیه‌های استادان، هدف‌ها و محتواهای پیشنهادی در قالب یک پرسشنامه طراحی شد. پرسشنامه نهایی شامل ۱۱ هدف (عنوان فصل‌ها) و ۹۰ محتوا (عنوان‌های فرعی هر فصل) بود که در زیر عناوین آنها آمده است. پاسخ‌دهندگان در مورد ضرورت ارائه هر محتوا و میزان تطابق آن با هدف آموزشی پیشنهادی نظرات خود را در مقیاس چهارگزینه‌ای لیکرت (بسیار موافق، موافق، مخالف و بسیار مخالف) بیان کردند. به منظور تحلیل آماری داده‌ها برای این مقیاس‌ها به ترتیب رتبه ۴، ۳، ۲ و ۱ در نظر گرفته شد که میانگین آنها عدد ۲/۵ می‌شود. اطلاعات پرسشنامه‌ها در نرم‌افزار SPSS21 وارد شد و همه آمارهای توصیفی و استنباطی با این نرم‌افزار انجام گرفت. ضریب آلفای کرونباخ برای این پرسشنامه ۰/۹۶۳ به دست آمد که بیانگر پایایی عالی برای ابزار پژوهش است. از آزمون رتبه‌ای علامت‌دار ویلکاکسون برای مقایسه میان محتواها با عدد ۲/۵ استفاده شد. همچنین از آزمون نمونه‌های مستقل کروسکال-والیس برای بررسی معنی‌دار بودن تفاوت دیدگاه پاسخ‌دهندگان مختلف استفاده شد.

فصل اول (روش‌های کلاسیک جداسازی): تئوری کریستالیزاسیون و اصول عملی

یک فرایند کریستالیزاسیون، سانتریفیوژ و اولترا سانتریفیوژ، جداسازی به وسیله رسوب‌گیری، مروری بر ترسیب الکتروشیمیایی تحت پتانسیل کنترل شده و پتانسیل ثابت کاربرد آن در صنایع معدنی و استخراج فلزات و

Evaporation, Sublimation and Freeze Drying, Soxhlet Extraction, Extraction by Chelating Agent

فصل دوم (تقطیر): تعادلات فازی مایع-بخار برای سیستم‌های یک و چند جزئی،

مروری بر تقطیر ساده، جزء به جزء، تقطیر با بخار و خلأ، اصول فیزیکی و برخی کاربردهای روش‌های فوق در صنایع مختلف، تقطیر استخراجی، تقطیر مولکولی و آزوئوتروپی.

فصل سوم (کروماتوگرافی لایه نازک، مسطح و ستونی): اصول کلی

کروماتوگرافی لایه نازک، پارامترهای بازداری، انتخاب فاز ساکن و فاز متحرک (حلال)، کروماتوگرافی لایه نازک کیفی (تهیه‌ای)، کاربرد کروماتوگرافی ستونی در جداسازی کیفی (تهیه‌ای)

فصل چهارم (کروماتوگرافی گازی): مروری بر کروماتوگرافی گازی، انواع

روش‌های تزریق نمونه و محفظه تزریق، انواع ستون‌های مؤئنه و انباشته، دسته‌بندی

ستون‌ها برحسب فاز ساکن و انتخاب ستون مناسب برای یک جداسازی، آشکارسازهای کروماتوگرافی گازی، کروماتوگرافی گازی دوبعدی (GC×GC)، اصول عملی و بهینه‌سازی کروماتوگرافی گازی، کاربرد GC در صنایع پتروشیمی، دارویی، جداسازی اسیدهای چرب و

General Elution Problem, Problem of Limited Peak Capacity, Nitrogen Phosphorus Detector (NPD), Photo Ionization Detector (PID), Fast Gas Chromatography, Kovats and Mc.Reynolds Retention Index, High Temperature Techniques, High Speed GC, Pyrolysis Gas Chromatography

فصل پنجم (الکتروفورز): مروری بر اصول کلی الکتروفورز و الکتروفورز موینه، الکتروفورز در ولتاژ کم و زیاد، الکتروفورز پیوسته، کاربرد الکتروفورز موینه در بیوشیمی: جداسازی پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، الکتروکروماتوگرافی موینه، ژل الکتروفورز دوبعدی و

Isoelectric Focusing, Isotachopheresis, Sodium Dodecyl Sulphate Polyacrylamide Gel Electrophoresis (SDS-PAGE)

فصل ششم (فیلتراسیون): اصول کلی فیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترا فیلتراسیون و نانو فیلتراسیون، اسمز معکوس، کاربرد روش‌های فیلتراسیون در صنایع مختلف

فصل هفتم (تکنیک‌های پیشرفته استخراج): مروری بر روش‌های استخراج مایع-

مایع، استخراج زوج یون، کاربرد التراسونیک در استخراج و

Solvent Micro Extraction (SME), Single Drop Micro Extraction (SDME), Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction (DLLME), Solid Phases Micro Extraction (SPME), Headspace Liquid-phase Micro Extraction (HS-LPME), Solid Phases Extraction (SPE), Magnetic Solid Phases Extraction (MSPE), Cloudy Point Extraction, Microwave assisted extraction, Purge and Trap, Foam Fractionation

فصل هشتم (کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا): مروری بر HPLC، انواع پمپ، روش‌های مختلف تزریق نمونه در HPLC، دسته‌بندی ستون‌ها برحسب نوع فاز ساکن، انتخاب ستون و فاز متحرک مناسب، آشکارسازهای HPLC مانند: UV و فلورسانس، ضریب شکست و الکتروشیمیایی، کاربرد HPLC در صنایع داروسازی، اسیدهای آلی، پلیمرها، مقایسه سه روش GC، HPLC و SFC، اصول عملی و بهینه‌سازی یک آزمایش HPLC و

Bonded Phase Chromatography, Ion paired Chromatography, Hydrophobic Interaction Chromatography, Chiral Chromatography, Ion Exchange Chromatography, Affinity Chromatography, Ion Chromatography

فصل نهم (کروماتوگرافی ژل تراوایی و طردی): اصول کلی روش‌های کروماتوگرافی ژل تراوایی و طردی، ساختار فاز ساکن و حلال‌های مورد استفاده به‌عنوان فاز متحرک، منحنی کالیبراسیون و تعیین جرم مولکولی ماکرو مولکول‌ها و پلیمرها، اجزای یک دستگاه ژل کروماتوگرافی، کاربرد ژل کروماتوگرافی برای بیومولکول‌ها و پلیمرها، جداسازی با استفاده از الک‌های مولکولی، زئولیت، ساختار شیمیایی، مکانیسم جداسازی و کاربرد

فصل دهم (تکنیک‌های ترکیبی): LC- & GC-MS, LC-MS, GC-MS-MS
MS-MS, GC-HPLC, LC-HPLC, HPLC-ICPMS, GC-ICP-MS
فصل یازدهم: سایر روش‌های جداسازی شامل: جداسازی ایزوتوپ‌ها، جداسازی با استفاده از غشاهای مایع و Field Flow Fractionation

نتایج و بحث

توصیف یافته‌ها

آمار توصیفی شامل تعداد و درصد دانشجویان و پژوهشگران برحسب مدرک تحصیلی در جدول (۱) ارائه شده است. جدول (۲) نیز آمار توصیفی استادان برحسب مرتبه علمی و سنوات آنان را نشان می‌دهد.

جدول (۱) آمار توصیفی مربوط به تعداد دانشجویان و پژوهشگران پاسخ‌دهنده به محتواهای

پیشنهادی درس روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی بر حسب سطح تحصیلات

کل	اظهار نشده	دکتری		کارشناسی ارشد		مدرک
		درصد	تعداد	درصد	تعداد	
۲۵۵	-	۹۱/۸	۷۸	۶۹/۴	۱۷۷	دانشجویان
۱۳	-	۸/۲	۷	۳۰/۶	۶	پژوهشگران

جدول (۲) آمار توصیفی مربوط به تعداد استادان پاسخ‌دهنده به محتواهای پیشنهادی درس

روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی بر حسب مرتبه علمی و سطح تحصیلات

درصد	کل	سنوات سابقه کار					مرتبه علمی
		اظهار نشده	بیش از ۲۰ سال	۲۰-۱۵ سال	۱۵-۱۰ سال	زیر ۱۰ سال	
۱۳/۳	۴	۱	۰	۰	۱	۲	مربی
۵۳/۴	۱۶	۳	۰	۰	۲	۱۱	استادیار
۲۰	۶	۰	۱	۱	۴	۰	دانشیار
۱۳/۳	۴	۰	۲	۱	۱	۰	استاد تمام

پس از توزیع پرسشنامه، نظرات افراد در پرسشنامه‌های تکمیل شده در نرم‌افزار SPSS وارد شد و با استفاده از آزمون‌های آماری ناپارامتری مورد تحلیل قرار گرفت و نتایج زیر به دست آمد:

نتیجه ۱: مقایسه میانه نظر پرسش‌شوندگان با عدد ۲/۵ با استفاده از آزمون رتبه‌ای علامت‌دار ویلکاکسون در جدول (۳) نشان می‌دهد که همه هدف‌ها و محتواهای پیشنهادی از پرسش‌شوندگان (استادان، دانشجویان و پژوهشگران) برای ارائه در برنامه درسی «روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی» در مقطع کارشناسی ارشد شیمی تجزیه مناسب است و میانه نظر پرسش‌شوندگان از مقدار متوسط ۲/۵ بیشتر است؛ به عبارتی در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین دیدگاه استادان، دانشجویان و پژوهشگران نیست. در مورد مقبولیت محتواها و هدف‌های پیشنهادی این پژوهش می‌توان به دلایلی مانند تناسب با پیشرفت‌های علمی، تحولات جامعه، روزآمدی و وجود روش‌ها و تکنیک‌های جدید جداسازی‌های شیمیایی در برنامه درسی پیشنهادی اشاره کرد.

در قرن ۲۱ کشورهای مختلف از مرحله سنتی و صنعتی به دوران یا عصر فرا صنعتی وارد شده‌اند، لذا آموزش عالی نمی‌تواند با همان برنامه درسی دوران سنتی نیازهای جامعه صنعتی و فراصنعتی جدید را برآورده کند (خلیجی، ۱۳۷۶). فتحی و اجارگاه، عقیده دارد که برنامه درسی آموزش عالی باید با نیازهای ملی و پیشرفت‌های تکنولوژی متناسب باشد (شورای عالی برنامه‌ریزی، آیین‌نامه واگذاری اختیارات برنامه درسی به

دانشگاه‌ها، ۱۳۹۵). از این‌رو برنامه درسی آموزش عالی باید متناسب با نیاز جوامع نوظهور، صنایع، فناوری‌ها و دانشجویان جدید بازننگری شده و با آنها هماهنگ شود (یانگ، ۲۰۱۲). این نیاز در وزارت علوم تحقیقات و فناوری نیز از گذشته احساس شده بود و بر اساس آیین‌نامه‌ها، کمیته‌های تخصصی شورای عالی برنامه‌ریزی این وزارت می‌توانستند هر پنج سال یک بار برنامه درسی رشته‌های مختلف درسی را بازننگری و اصلاح کنند. از سال ۱۳۷۹ به‌منظور تسهیل بیشتر این اختیارات از وزارت به دانشگاه‌های دارای هیئت ممیزه نیز واگذار شد. در سال ۱۳۹۵ اختیار بازننگری برنامه درسی به همه دانشگاه‌ها واگذار شد. همچنین مدت و میزان تغییرات نیز انعطاف بیشتری پیدا کرد. در آیین‌نامه واگذاری اختیارات برنامه درسی به دانشگاه‌ها در سال ۱۳۷۹ برنامه‌های درسی با چهار هدف بازننگری می‌شوند که عبارت‌اند از: الف- انطباق هر چه بیشتر برنامه‌های درسی با نیازهای جامعه؛ ب- نهادینه کردن برنامه‌ریزی درسی در دانشگاه‌ها؛ ج- روزآمد کردن برنامه‌ها با توجه به تحولات دانش بشری؛ د- تناسب بیشتر برنامه درسی با امکانات و توانایی‌های دانشگاه‌ها و بازار کار (شورای عالی برنامه‌ریزی، آیین‌نامه واگذاری اختیارات برنامه درسی به دانشگاه‌ها، ۱۳۹۵) و (شورای عالی برنامه‌ریزی، آیین‌نامه واگذاری اختیارات برنامه درسی به دانشگاه‌ها، ۱۳۷۹).

لونبرگ^۱ (۱۹۹۵) نیز الگویی برای برنامه درسی مؤثر ارائه داده است که در آن بازننگری برنامه درسی باید اولاً متناسب با جهت‌گیری‌های کلی صنعت و تجارت و ثانیاً شامل اصلاح روش‌های تدریس در آموزش عالی باشد. از سوی دیگر، صنعتی شدن جهان امروزی و بروز مشکلات زیست‌محیطی، الزام به حضور شیمیدانان تجزیه و افراد متخصص برای ارائه داده‌ها باکیفیت و اعتبار بالا را افزایش داده است (کلنر، ۱۹۹۱). این در حالی است که سالزر (۲۰۰۴) توصیه کرده که دانش‌آموختگان شیمی تجزیه باید به تکنیک‌های جداسازی مسلط باشند و در این درس حتماً هم روش‌های قدیمی و کلاسیک و هم تکنیک‌های جدید جداسازی فیزیکی و شیمیایی را فراگیرند زیرا بسیاری از روش‌های استاندارد و آنالیز کمی در کنترل کیفیت، هنوز از روش‌های قدیمی و کلاسیک هستند. مطالب بالا نشان می‌دهد که بازننگری برنامه درسی شیمی تجزیه یک فرایند ضروری و همیشگی است و دائماً با توجه به پیشرفت‌های علمی، تحولات جامعه، صنعت و تجارت باید روزآمد شود؛ بر این اساس، موارد مذکور در طراحی اولیه

^۱. Levenburg

پرسشنامه رعایت شدند. به نظر می‌رسد چون هدف‌ها و محتواهای آموزشی پیشنهادی به‌روز، جامع، جدید و برگرفته از روش‌های نوین و منطبق با پیشرفت‌های اخیر علمی و مورد نیاز صنایع مختلف هستند مورد توجه و اقبال پرسش‌شوندگان قرار گرفته‌اند. در واقع در این پرسشنامه تکنیک‌های جدید جداسازی گنجانده شده بود که حاصل پیشرفت‌های اخیر در این شاخه تحقیقاتی از شیمی تجزیه است و هریک از آنها در جداسازی نمونه‌های زیست‌محیطی، بیولوژیکی، صنعتی و ... کاربرد ضروری و اجتناب‌ناپذیری دارند. گفتنی است که پرسشنامه از برنامه درسی ۳۵ دانشگاه در کشورهای مختلف الگو برداری شده بود و از سوی ۷ نفر از استادان و دانشجویان دکتری که در دانشگاه‌های معتبر شهر تهران در زمینه روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی تدریس و پژوهش می‌کنند، اصلاح و مورد تأیید اولیه قرار گرفت. بنابراین هدف‌ها و محتواهای پیشنهادی به دلایل فوق مورد پذیرش همه پاسخ‌دهندگان قرار گرفته است. فقط در مورد ۲۲ محتوا که در جدول (۳) دیده می‌شود اختلاف نظر بین استادان، دانشجویان و پژوهشگران وجود دارد.

جدول (۳) آزمون رتبه‌ای علامت‌دار ویلکسون برای مقایسه میانه محتواها با ۲/۵

$P = 0.05$, Test value = 2.5

سطح معنی‌داری				محتوا	هدف
کل	پژوهشگران	دانشجویان	استادان		
۰/۰۰۰	۰/۱۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	تئوری کریستالیزاسیون و اصول عملی فرایند کریستالیزاسیون	فصل اول
۰/۰۰۰	۰/۰۸۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	جداسازی به وسیله رسوب‌گیری	
۰/۰۰۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۰	۰/۱۰۲	Evaporation	
۰/۰۰۰	۰/۰۵۳	۰/۰۰۰	۰/۰۲۴	تعادلات فازی مایع-بخار برای سیستم‌های یک و چند جزئی	فصل دوم
۰/۰۰۰	۰/۰۵۳	۰/۰۰۰	۰/۰۱۲	مروری بر تقطیر ساده، جزء به جزء، تقطیر با بخار و خلأ	
۰/۰۰۰	۰/۰۸۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	اصول فیزیکی و برخی کاربردهای روش‌های فوق در صنایع	
۰/۰۰۰	۰/۰۵۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	تقطیر مولکولی و آزونوتروپی	

سطح معنی‌داری				محتوا	هدف
کل	پژوهشگران	دانشجویان	استادان		
۰/۰۰۰	۰/۰۵۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	ژل الکتروفورز دوبعدی	فصل پنجم
۰/۰۰۰	۰/۲۹۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	Isoelectric Focusing	
۰/۰۰۰	۰/۲۱۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	Isotachopheresis	
۰/۰۰۰	۰/۱۲۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	SDS-PAGE	
۰/۰۰۰	۰/۰۹۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	اسمز معکوس	فصل ششم
۰/۰۰۰	۰/۰۶۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	Cloudy Point Extraction	فصل هفتم
۰/۰۰۰	۰/۰۵۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	Foam Fractionation	
۰/۰۰۰	۰/۰۵۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	Bonded Phase Chromatography	فصل هشتم
۰/۰۰۰	۰/۱۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۲۳	اجزای یک دستگاه ژل کروماتوگرافی	فصل نهم
۰/۰۰۰	۰/۱۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۲۳	جداسازی با استفاده از الک‌های مولکولی	
۰/۰۰۰	۰/۱۷۲	۰/۰۰۰	۰/۰۵۸	زئولیت: ساختار شیمیایی، مکانیسم جداسازی و کاربرد	
۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	GC-ICP-MS	فصل دهم
۰/۰۰۰	۰/۱۶۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	Field Flow Fractionation	فصل یازدهم
۰/۰۰۰	۰/۰۹۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	جداسازی ایزوتوپ‌ها	
۰/۰۰۰	۰/۰۷۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	جداسازی با استفاده از غشاهای مایع	

نتیجه ۲: همه محتوای پیشنهادی از نظر دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری ضروری است و فقط بین میزان موافقت دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری در ۹ محتوا اختلاف معنی‌دار وجود دارد. نتایج نشان داد میانه نظر دانشجویان در مورد ۹۰ محتوای پیشنهادی، بالاتر از حد متوسط ۲/۵ است. حتی میزان موافقت دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری برای ۸۱ محتوا یکسان است و فقط در مورد ۹ محتوا تفاوت معنی‌داری بین دیدگاه دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری وجود دارد که نتایج آزمون کروسکال-والیس در مورد این ۹ محتوا در جدول (۴) ارائه شده است. همان‌طور که

قبلاً ذکر شد برنامه‌های درسی در آموزش عالی باید به‌روز و متناسب با نیازهای جامعه، صنعت، نیازها و علایق فراگیران جدید و متناسب با امکانات و توانایی‌های دانشگاه‌ها بوده و هم شامل روش‌های قدیمی و کلاسیک و هم روش‌های پیشرفته و جدید باشند (شورای عالی برنامه‌ریزی، آیین‌نامه واگذاری اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌ها، ۱۳۹۵) و یانگ، ۲۰۱۲). در تنظیم پرسشنامه و هدف‌ها و محتواهای اولیه تلاش شد تا روش‌های جداسازی جدید و کاربردی و مورد نیاز صنعت و در حد امکانات دانشگاه‌های ایران وارد پرسشنامه شود. همچنین، پرسشنامه اولیه طراحی شده، ابتدا توسط ۵ نفر از دانشجویان مقطع دکتری که زمینه پژوهشی آنها، روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی بود، روایی محتوایی شد و دیدگاه‌ها و محتواهای مورد نظر آنها در پرسشنامه نهایی لحاظ شد. به همین دلیل انتظار می‌رفت محتوای پیشنهادی مورد رضایت و علاقه دانشجویان قرار گیرد. اما در ۹ مورد استثنا، به نظر می‌رسد در ۷ محتوا که مربوط به مروری بر کروماتوگرافی گازی، اصول عملی و بهینه‌سازی کروماتوگرافی گازی، مروری بر اصول کلی الکتروفورز و الکتروفورز موئینه، کاربرد الکتروفورز موئینه در بیوشیمی: جداسازی پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، Isoelectric Focusing, Isotachopheresis (SDS-PAGE) است، دانشجویان دکتری علاقه بیشتری نسبت به دانشجویان کارشناسی ارشد نشان دادند. اما در دو محتوا که مربوط به اولترافیلتراسیون و نانوفیلتراسیون، کاربرد روش‌های فیلتراسیون در صنایع مختلف است دانشجویان کارشناسی ارشد علاقه بیشتری نسبت به دانشجویان دکتری نشان داده‌اند. چون روش‌های کروماتوگرافی از روش‌های بسیار کاربردی و مهم در جداسازی ترکیبات آلی فرار است و روش الکتروفورز همین نقش را در مورد ترکیبات و مواد زیستی مانند پروتئین‌ها دارد، لذا به نظر می‌رسد دانشجویان دکتری که درس‌های بیشتری گذرانده‌اند و اطلاعات عمومی و علمی و همچنین تجربه عملی و کاری بیشتری دارند این ضرورت را بیشتر از دانشجویان کارشناسی ارشد درک کرده‌اند و امتیاز بیشتری به این محتواها داده‌اند. از سوی دیگر، شاید دلیل علاقه بیشتر دانشجویان کارشناسی ارشد به محتوای نانوفیلتراسیون صرفاً به دلیل وجود فناوری نانو در این نوع فیلتراسیون باشد، زیرا امروزه در ایران و جهان، فناوری نانو با تبلیغات و استقبال زیادی روبرو است.

جدول (۴) آزمون نمونه‌های مستقل کروسکال-والیس برای بررسی تفاوت دیدگاه دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد

معنی داری	میانگین نظر دانشجویان		محتوا	هدف
	دکتری	کارشناسی ارشد		
۰/۰۳۳	۳/۶۲	۳/۴۲	مروری بر کروماتوگرافی گازی	فصل چهارم
۰/۰۳۱	۳/۶۱	۳/۴۱	اصول عملی و بهینه‌سازی کروماتوگرافی گازی	
۰/۰۴۹	۳/۴۴	۳/۲۴	مروری بر اصول کلی الکتروفورز و الکتروفورز مویینه	فصل پنجم
۰/۰۱۹	۳/۴۹	۳/۲۸	کاربرد الکتروفورز مویینه در بیوشیمی...	
۰/۰۱۷	۳/۲۳	۲/۹۷	Isoelectric Focusing	
۰/۰۲۴	۳/۲۱	۲/۹۴	Isotachopheresis	
۰/۰۰۷	۳/۲۵	۲/۹۶	SDS-PAGE	
۰/۰۲۷	۲/۹۰	۳/۱۹	اولترا فیلتراسیون و نانو فیلتراسیون	فصل ششم
۰/۰۱۱	۲/۹۳	۳/۲۶	کاربرد روش‌های فیلتراسیون در صنایع مختلف	

نتیجه ۳: بیشتر محتواهای پیشنهادی به غیر از شش محتوا، به‌طور یکسان مورد علاقه پژوهشگران کارشناسی ارشد و دکتری است و اختلاف معنی‌داری بین میزان موافقت دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری وجود ندارد. برنامه درسی ارائه شده در این پژوهش به‌روز، متناسب با نیازهای جامعه و صنعت، متناسب با توانایی‌های دانشگاه‌ها و الگوبرداری شده از برنامه درسی کشورهای مختلف بوده و همچنین دربرگیرنده روش‌های جدید، پیشرفته و کاربردی در صنعت و همچنین روش‌های پایه‌ای و کلاسیک است. به نظر می‌رسد یکی از دلایل موافقت و علاقه پژوهشگران کارشناسی ارشد و دکتری به ۸۴ محتوای ارائه شده در این برنامه درسی همین موضوع باشد. فقط در مورد شش محتوا مندرج در جدول (۵) پژوهشگران دکتری و کارشناسی ارشد اختلاف نظر دارند. در مورد علت این اختلاف نظر برای روش‌های کریستالیزاسیون و فیلتراسیون می‌توان گفت که این روش‌ها از روش‌های قدیمی و کاربردی در صنعت بوده و در

آزمایشگاه برای کارهای پایلوت و خالص‌سازی در حد میلی‌گرم استفاده می‌شود. از این‌رو در مورد دلیل رضایت‌مندی بیشتر پژوهشگران دکتری با این دو محتوا، می‌توان استدلال کرد که پژوهشگران دکتری نسبت به پژوهشگران کارشناسی ارشد، تجربه کاری بیشتری در محیط‌های صنعتی و آزمایشگاهی دارند و اهمیت این روش‌ها را بیشتر درک کرده‌اند. اما برای موارد دوم، چهارم و پنجم در جدول (۵) می‌توان گفت انتخاب ستون و فاز متحرک در هنگام کار عملی و اپراتوری با دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی و مایع از نکات و اطلاعات کلیدی، مهارتی، کاربردی و تجربی در سرهم‌بندی یا تنظیم اولیه یک جداسازی با کروماتوگرافی است که بدون داشتن اطلاعات کافی در این زمینه، تنظیم شرایط آزمایشگاهی اولیه و تنظیمات یک آزمایش کروماتوگرافی غیرممکن می‌شود. کسانی اهمیت این موضوع را می‌دانند که حداقل تجربه مدتی کار عملی با این دستگاه‌ها را داشته باشند، به همین دلیل پژوهشگران دکتری، در پایان‌نامه‌های ارشد و دکتری و همچنین در صنایع و محیط‌های کاری فعلی خود با این مسائل مواجه بوده و ضرورت و اهمیت فراوان این مسائل را درک کرده و امتیاز بیشتری به آنها داده‌اند. در مورد محتوا ۶ هم می‌توان گفت که این محتوا بر اساس سطوح طبقه‌بندی بلوم در رده ارزشیابی و قضاوت است و فرد زمانی می‌تواند به این مرحله برسد که سطوح کاربرد و ترکیب را طی کرده و در سطوح بالای یادگیری قرار گیرد؛ از این‌رو چون پژوهشگران دکتری از لحاظ سطوح شناختی در مرحله بالاتری قرار دارند، بیشتر با این محتوا موافق بوده‌اند.

جدول (۵) آزمون نمونه‌های مستقل کروماتالیزاسیون - والیس در بررسی تفاوت دیدگاه پژوهشگران دکتری و کارشناسی ارشد

فصل	محتوا	میانگین نظر پژوهشگران		سطح معنی‌داری
		کارشناسی ارشد	دکتری	
اول	تئوری کریستالیزاسیون و اصول عملی یک فرایند کریستالیزاسیون	۲/۱۷	۳/۵۷	۰/۰۰۷
چهارم	دسته‌بندی ستون‌ها برحسب فاز ساکن و انتخاب ستون مناسب	۳	۳/۸۶	۰/۰۴۹
ششم	اصول کلی فیلتراسیون	۲/۶۷	۳/۸۳	۰/۰۱۹
هشتم	دسته‌بندی ستون‌ها برحسب نوع فاز ساکن	۳/۱۷	۴	۰/۰۴۲
	انتخاب ستون و فاز متحرک مناسب	۳	۳/۸۶	۰/۰۴۹
	مقایسه‌ی سه روش GC HPLC و SFC	۳/۳۳	۴	۰/۰۴۲

نتیجه ۴: استادان با سابقه کاری کمتر از ۱۵ سال، بیشتر روش‌های پایه و قدیمی و استادان با سنوات بالای ۱۵ سال روش‌های جدید و پیشرفته جداسازی را ترجیح داده‌اند. همان‌طور که جدول (۶) نشان می‌دهد در استادان با سنوات زیر ۱۵ سال، اولویت اهمیت برنامه درسی شبیه به هم بوده است. آنها به ترتیب، فصل‌های «الکتروفورز، کروماتوگرافی گازی، کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا، تکنیک‌های پیشرفته استخراج و تکنیک‌های ترکیبی» را که بیشتر مطالب پایه و کاربردی هستند را ترجیح داده‌اند. این نتیجه با یافته‌های پژوهش کارشکی، جعفری ثانی و ارفع بلوچی (۱۳۹۲) همخوانی دارد. به نظر آنها استادان محتوایی را برای تدریس در نظر می‌گیرند که خودشان بر آن اشراف دارند و نمی‌کوشند تا محتوا و مطالبی را تنظیم کنند که به درک و یادگیری بیشتر دانشجویان و متعاقب آن، رضایت آنان منجر شود. همچنین این موضوع با یافته‌های پژوهش ون‌دریل، بولت و وریلوپ^۱ (۲۰۰۵) نیز هم‌راستاست. آنها دریافتند که معلمان متوسطه هلند بیشترین تأکید را بر ارائه مطالب پایه در برنامه درسی شیمی به دانش‌آموزان دارند. چنانچه جدول (۶) نشان می‌دهد از نظر استادان با سنوات بالای ۱۵ سال،

¹ Van Driel, Bulte & Verloop

اولویت اهمیت برنامه درسی به ترتیب شامل فصل‌های «تکنیک‌های پیشرفته استخراج، فیلتراسیون، تکنیک‌های ترکیبی، کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا، کروماتوگرافی گازی» بوده که بیشتر روش‌های پژوهشی، جدید و کاربردی هستند. این یافته همسو با نتایج پژوهش محمدی و همکاران (۱۳۹۳) است؛ آنها در پژوهش خود دریافتند که استادان باسابقه‌تر عمدتاً در دوره‌های تحصیلی بالاتر تدریس می‌کنند، لذا ذهنیت و تمایل آنها بیشتر به سمت تدریس روش‌های پیشرفته‌تر و کاربردی‌تر برای دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری است. نتایج پژوهش شهرکی‌پور، سرمدی و الهامیان (۱۳۹۲) نیز گویای این مطلب است که محور اصلی فعالیت استادان باسابقه، مطالعه و پژوهش است و با بالا رفتن سابقه تدریس، تسلط آنان بر نحوه ارائه مطالب و ارائه شیوه یادگیری شفاف، واضح و نمایان‌تر می‌شود.

جدول (۶) اولویت‌بندی فصول طبق دیدگاه اعضای هیئت علمی برحسب سابقه کاری مختلف

اولویت	سنوالات بالای ۲۰		سنوالات ۱۵-۲۰ سال		سنوالات ۱۰-۱۵ سال		سنوالات زیر ۱۰ سال		سنوالات اظهار نشده	
	فصل	میانگین	فصل	میانگین	فصل	میانگین	فصل	میانگین		
۱	۶	۳/۸۷	۱۰	۴	۳	۳/۶۶	۱۰	۳/۵۸	۷	۳/۴۳
۲	۷	۳/۸۱	۷	۳/۸۶	۵	۳/۵۶	۵	۳/۵۷	۵	۳/۳۱
۳	۴	۳/۵۲	۸	۳/۵۸	۴	۳/۵۵	۴	۳/۵۶	۱۰	۳/۱۰
۴	۲	۳/۴۲	۹	۳/۳۸	۸	۳/۴۹	۸	۳/۴۹	۱۱	۳
۵	۱	۳/۳۸	۵	۳/۳۵	۷	۳/۴۷	۷	۳/۴۰	۲	۲/۹۲
۶	۱۰	۳/۳۳	۶	۳/۳۳	۹	۳/۴۷	۱	۲/۹۹	۸	۲/۹۱
۷	۱۱	۳/۳۳	۴	۳/۱۷	۱۱	۳/۱۹	۱۱	۲/۹۴	۴	۲/۸۶
۸	۵	۳/۳۱	۱۱	۳/۱۱	۱	۳/۱۲	۲	۲/۹۳	۳	۲/۸۴
۹	۳	۳/۳۰	۱	۲/۸۱	۱۰	۳/۱۰	۳	۲/۹۲	۶	۲/۸۰
۱۰	۸	۳/۲۸	۲	۲/۷۳	۶	۳/۰۶	۶	۲/۸۹	۱	۲/۷۲
۱۱	۹	۳/۱۰	۳	۲/۶۷	۲	۲/۹۴	۹	۲/۸۷	۹	۲/۶۹

نتیجه ۵: اولویت‌بندی اهمیت فصل‌ها از دیدگاه دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد تفاوت معنی‌داری با هم نداشته و بیشتر با ارائه مبانی و مباحث پایه موافق بودند. در جدول (۷) اولویت اهمیت فصل‌ها از نظر دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری تقریباً یکسان بوده و تفاوت چندانی با هم نداشته و به ترتیب شامل فصل‌های کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا، تکنیک‌های ترکیبی، کروماتوگرافی گازی، تکنیک‌های پیشرفته استخراج، کروماتوگرافی لایه نازک، مسطح و ستونی است که بیشتر روش‌های پایه و کاربردی هستند. از آنجا که دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد بیشترین زمان خود را در دانشگاه و محیط آموزشی سپری می‌کنند به یادگیری مطالب و مفاهیم پایه و اصول تمایل دارند تا بتوانند این دانش را در آینده در حیطه کاری خود به‌کارگیرند. در نظام آموزشی ایران در دوره دوازده ساله آموزش و پرورش و همچنین در دوره کارشناسی در نظام آموزش عالی ایران، تأکید بر آموزش مفاهیم پایه و اصول و مبانی نظری است و استادان و برنامه درسی کمتر به کاربرد مطالب درسی در جامعه و صنعت توجه می‌کنند. حتی در کتاب‌های درسی و درس‌های دوره کارشناسی، استادان بخش‌های مربوط به کاربرد روش‌های مختلف شیمی تجزیه را تدریس نمی‌کنند یا اگر به‌طور مختصر در کلاس به آن بپردازند، در امتحان و ارزشیابی‌های خود از آن قسمت‌ها سؤالی طرح نمی‌کنند. بنابراین، به نظر می‌رسد که دیدگاه و علائق دانشجویان به‌مرور زمان به سمت آموزش مبانی نظری و مفاهیم پایه شکل گرفته است. برنامه درسی حتماً باید شامل اصول و مفاهیم پایه و مبانی نظری باشد. بدون تدریس و یادگیری این اصول نمی‌توان کاربردهای صنعتی آن را فهمید اما بخش نگران‌کننده این است که دانشجویان صرفاً به یادگیری و مطالعه مبانی نظری اکتفا می‌کنند و پس از فراغت از تحصیل و در بدو ورود به فضای کسب‌وکار با مشکلاتی روبرو می‌شوند. آشنا نبودن دانشجویان با کاربردها و نکات و مهارت‌های عملی روش‌های شیمی تجزیه همواره از انتقادات صاحبان صنایع از آموزش عالی بوده است. اسپولدینگ^۱ (۱۹۹۲) معتقد بود که علاقه از مهم‌ترین فاکتورها در یادگیری است چراکه افراد معمولاً به اموری توجه می‌کنند که مورد علاقه آنها باشد. بنابراین برای اینکه بتوان نیروی انسانی مفید را برای جامعه تربیت کرد، باید به علائق افراد توجه ویژه‌ای داشت. فتاحی، جوادی و نخعی (۲۰۰۴) و ادیب حاج باقری و لطفی (۱۳۹۴) در دو پژوهش مجزا به این نتیجه رسیدند که با توجه به

^۱ Spaulding

اینکه دانشجویان یکی از ارکان اصلی و سازنده آینده جامعه هستند، توجه به علایق و نیازهای آنها حائز اهمیت است؛ زیرا بر عملکرد شغلی و رضایت آنان از رشته تحصیلی‌شان تأثیر دارد. نتایج پژوهش یانگ (۲۰۱۲) نیز نشان می‌دهد که بسیاری از دانشجویان به یادگیری مطالب مرتبط با نیازهای شخصی و صنایع شیمیایی تمایل دارند. **نتیجه ۶:** اولویت‌بندی اهمیت فصل‌ها از دیدگاه پژوهشگران دکتری و کارشناسی ارشد تفاوت معنی‌داری با هم نداشته و بیشتر با ارائه مطالب و روش‌های پژوهشی و کاربردی موافق بودند. همان‌طور که در جدول (۷) دیده می‌شود اولویت اهمیت فصل‌ها از نظر پژوهشگران کارشناسی ارشد و دکتری تقریباً یکسان بوده و به ترتیب شامل فصل‌های تکنیک‌های ترکیبی، کروماتوگرافی لایه نازک، مسطح و ستونی، کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا، کروماتوگرافی گازی و فیلتراسیون است که بیشتر روش‌های پژوهشی و کاربردی در صنعت هستند. با توجه به اینکه پژوهشگران بیشتر با نیازهای صنعت و بازار کار در ارتباط هستند از این‌رو به یادگیری مباحث کاربردی در صنعت و آزمایشگاه‌های صنعتی و خدمات دهنده آنالیز برای شرکت‌ها تمایل دارند. این مطلب همسو با یافته‌های شریفیان و همکاران (۱۳۸۹) است که معتقد بودند در دانشگاه‌ها توجه ویژه‌ای به عرصه‌های علمی و پیشبرد علم و در بیرون از دانشگاه توجه خاصی به کاربردهای اجتماعی و مهارت‌های عملی دیده می‌شود. به گفته پروفیسور رکنتز^۱ از دانشگاه دلاور^۲، بیش از ۲۰ درصد از ۱۵۰،۰۰۰ عضو انجمن شیمی آمریکا، متخصصان شیمی تجزیه هستند که در صنایع متالورژی، شیمیایی و دارویی کار می‌کنند (کلنر و ملیسا، ۱۹۸۴).

^۱ Rechnitz

^۲ Delaware

جدول (۷) اولویت‌بندی فصل‌ها از دیدگاه دانشجویان و پژوهشگران کارشناسی ارشد و دکتری

شماره فصل از دید پژوهشگران		شماره فصل از دید دانشجویان		اولویت
دکتری	کارشناسی ارشد	دکتری	کارشناسی ارشد	
۳	۱۰	۸	۸	۱
۶	۷	۱۰	۱۰	۲
۸	۸	۴	۷	۳
۴	۳	۳	۳	۴
۱۰	۴	۷	۴	۵
۹	۱۱	۵	۶	۶
۱	۹	۱	۱۱	۷
۵	۵	۱۱	۵	۸
۷	۲	۲	۹	۹
۲	۱	۹	۱	۱۰
۱۱	۶	۶	۲	۱۱

برنامه پیشنهادی

در جدول (۸) اولویت سرفصل‌های آموزشی (هدف‌های آموزشی) از دیدگاه همه پرسش‌شوندگان (اعضای هیئت علمی، دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری، پژوهشگران کارشناسی ارشد و دکتری) ارائه شده است. از دیدگاه آنها، فصل «کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا» اولویت اول و فصل تقطیر اولویت آخر است.

جدول (۸) اولویت‌بندی فصل‌ها از دیدگاه تمامی پرسش‌شوندگان

اولویت	شماره فصل	نام فصل	ویژگی	میانگین
۱	۸	کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا	پایه و کاربردی و موجود در ایران	۳/۵۲
۲	۱۰	تکنیک‌های ترکیبی	پژوهشی و کاربردی و موجود در ایران	۳/۵۰
۳	۴	کروماتوگرافی گازی	پایه و کاربردی و موجود در ایران	۳/۴۱
۴	۷	تکنیک‌های پیشرفته استخراج	پژوهشی و موجود در ایران	۳/۴۱
۵	۳	کروماتوگرافی لایه نازک، مسطح و ستونی	پایه و کلاسیک	۳/۳۵
۶	۵	الکتروفورز	پژوهشی و تا حدودی موجود در ایران	۳/۲۰
۷	۱۱	سایر روش‌های جداسازی	پژوهشی و موجود در ایران	۳/۱۴
۸	۶	فیلتراسیون	پژوهشی	۳/۱۳
۹	۱	روش‌های کلاسیک جداسازی	پایه و کلاسیک	۳/۱۲
۱۰	۹	کروماتوگرافی ژل تراوایی و طردی	پایه	۳/۱۰
۱۱	۲	تقطیر	پایه و کاربردی و کلاسیک	۳/۰۹

محدودیت‌ها

- کمبود تسلط و آگاهی پرسش‌شوندگان در مورد برخی از محتواهای پیشنهادی
- کم‌دقتی برخی از پاسخ‌دهندگان به پرسش‌های فرم نظرسنجی
- بی‌انگیزگی و همکاری نکردن بسیاری از استادان و تعدادی از دانشجویان در پاسخگویی
- تعداد زیاد محتواهای فرم نظرسنجی باعث کاهش تمایل افراد به پاسخ‌گویی به پرسشنامه می‌شد.

پیشنهاد‌های پژوهشی

- بررسی دیدگاه استادان و دانشجویان در مورد روش تدریس، ارزشیابی و مواد آموزشی درس روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی
- بازنگری برنامه درسی سایر درس‌های رشته کارشناسی ارشد شیمی تجزیه
- بازنگری این درس با توجه به نیازهای جامعه و صنایع

منابع

- ادیب حاج باقری، محسن و لطفی، محمدسجاد (۱۳۹۴). بررسی عوامل تأثیرگذار و میزان تأثیر آنها بر علاقه دانشجویان پرستاری نسبت به حرفه‌ی خود در دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی کاشان (۱۳۹۲). *فصلنامه مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی*، ۶ (۲)، ۹۹-۱۰۶.
- اکرمی، سیدکاظم (۱۳۸۳). *دایره‌المعارف آموزش عالی (آموزش عالی و انقلاب اسلامی)*. تهران: بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی.
- امینی، محمد؛ گنجی، محمد و یزدخواستی، علی (۱۳۹۱). ارزیابی کیفیت برنامه درسی رشته‌های مهندسی از دیدگاه دانشجویان: مطالعه موردی دانشگاه کاشان. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۴ (۵۵)، ۶۱-۸۷.
- خلاصه‌ای از تاریخچه ۸۰ ساله دانشکده شیمی دانشگاه تهران، (۱۳۹۷/۵/۱۷). دانشکده شیمی دانشگاه تهران.
- خلیجی، محسن (۱۳۷۶). نگاهی کلی به وضعیت آموزش عالی در ایران: دیروز، امروز و فردا. *مجموعه مقالات نخستین سمینار آموزش عالی در ایران*، تهران: دانشگاه علامه طباطبایی. ۷۲-۱۰۳.
- رحمان سرشت، حسین (۱۳۷۷). کنترل دولتی آموزش عالی در جمهوری اسلامی. *فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، ۱ و ۲، ۱۳۹-۱۵۳.
- سازمان سنجش آموزش کشور (۱۳۹۶). *دفترچه راهنمای انتخاب رشته‌های تحصیلی آزمون ورودی تحصیلات تکمیلی، دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته سال ۱۳۹۶*، (۱۳۹۶/۳/۱۱). سازمان سنجش آموزش کشور.
- سالاری، زهرا و خزاعی فرید، علی (۱۳۹۴). ضرورت به‌روزرسانی سرفصل درس‌های کارشناسی مترجمی زبان انگلیسی بر مبنای نیازهای بازار ترجمه در ایران. *فصلنامه مطالعات زبان و ترجمه*، ۴ (۱)، ۱۹-۵۱.
- سلسبیلی، نادر (۱۳۸۱). اصلاحات در حوزه برنامه درسی و ارتباط آن با تحول در دیدگاه‌های برنامه درسی، نگاه به چالش‌ها و راهبردها، مقاله ارائه شده در همایش اصلاحات در آموزش و پرورش. ۵۳-۷۵.
- شریفیان، فریدون؛ شریف، سیدمصطفی؛ جعفری، سیدابراهیم و موسی‌پور، نعمت‌الله (۱۳۸۹). شیوه‌های مشارکت اعضای هیئت علمی در برنامه‌ریزی درسی دوره تحصیلات تکمیلی. *فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، ۵۷، ۲۳-۴۴.

- شهرکی‌پور، حسن؛ سرمدی، محمدرضا و الهامیان، نگار (۱۳۹۲). مطالعه نقش مؤلفه‌های مرتبه علمی، سابقه تدریس و گرایش تحصیلی بر به‌کارگیری فرا نظریه‌های برنامه درسی در راهبردهای یاددهی - یادگیری. *دوفصلنامه مطالعات برنامه درسی آموزش عالی*، ۴ (۷)، ۵۴-۶۹.
- شورای عالی برنامه‌ریزی (۱۳۶۸). *مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد شیمی*. تهران: وزارت فرهنگ و آموزش عالی.
- شورای عالی برنامه‌ریزی (۱۳۷۹). *آیین‌نامه واگذاری اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌ها*. تهران: وزارت علوم تحقیقات و فناوری.
- شورای عالی برنامه‌ریزی (۱۳۹۵). *آیین‌نامه واگذاری اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌ها*. تهران: وزارت علوم تحقیقات و فناوری.
- عارفی، محبوبه (۱۳۸۳). *بررسی برنامه‌های درسی رشته علوم تربیتی در آموزش عالی ایران و راهکارهای بهبود آن، مطالعه موردی: گرایش مدیریت آموزشی*. تهران، دانشگاه تربیت مدرس، رساله دکتری، رشته برنامه‌ریزی درسی.
- عطایی، دین‌محمد (۱۳۹۱). *ارزشیابی کیفیت برنامه درسی رشته مشاوره و راهنمایی در دوره کارشناسی ارشد بر اساس الگوی کلاین*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- فتحی و اجارگاه، کوروش (۱۳۹۲). *راهنمای عملی بازنگری برنامه‌های درسی در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی*. تهران: مؤسسه کتاب مهربان نشر.
- فتحی و اجارگاه، کوروش؛ موسی‌پور، نعمت‌الله و یادگارزاده، غلامرضا (۱۳۹۲). *برنامه‌ریزی درسی در آموزش عالی (مقدمه‌ای بر مفاهیم، دیدگاه‌ها و الگوها)*. تهران: مؤسسه کتاب مهربان نشر.
- فتحی و اجارگاه، کوروش (۱۳۹۴). *اصول و مفاهیم اساسی برنامه‌ریزی درسی*. تهران: علم استادان.
- فتحی و اجارگاه، کوروش (۱۳۸۹). *برنامه درسی دورریختنی*. *دو فصلنامه مطالعات برنامه درسی آموزش عالی*، ۱ (۴)، ۶-۷.
- کریمی، صدیق؛ نصر، احمدرضا و شریف، مصطفی (۱۳۹۲). *الزامات و چالش‌های طراحی برنامه درسی آموزش عالی با رویکرد جامعه یادگیری*. *دو فصلنامه مطالعات برنامه درسی*، ۴ (۸)، ۸۹-۱۲۶.

- کارشکی، حسین؛ جعفری ثانی، حسین و ارفع بلوچی، فاطمه (۱۳۹۲). ارزیابی محتوای برنامه درسی رشته علوم تربیتی گرایش آموزش و پرورش پیش دبستانی و دبستانی. پژوهش در برنامه‌ریزی درسی، ۲ (۱۱)، ۱۰۳-۱۱۵.
- کرمی، مرتضی و فتاحی، هدی (۱۳۹۲). تغییر برنامه درسی آموزش عالی (مورد: برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی آموزشی). دو فصلنامه مطالعات برنامه درسی آموزش عالی، ۳ (۷)، ۱۱۱-۱۳۸.
- گروه مطالعات تطبیقی و نوآوری در آموزش عالی (۱۳۷۸). بررسی ساختار و عملکرد شورای عالی برنامه‌ریزی تهران تا سال ۱۳۷۸. تهران: مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی.
- محمدی، مهدی؛ مرزوقی، رحمت‌الله؛ ترک‌زاده، جعفر و ناظم‌نژاد، ندا (۱۳۹۳). بررسی رابطه بین مدل برنامه‌ریزی درسی مرجح اعضای هیئت علمی با روش‌ها و راهبردهای تدریس و فنون ارزشیابی مورد استفاده آنان. فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، ۷۱، ۱۰۱-۱۲۲.
- ملا محمدی، آمنه (۱۳۷۹). ارزیابی کیفیت برنامه درسی رشته برنامه‌ریزی آموزشی در مقطع کارشناسی ارشد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی.
- موسی‌پور، نعمت‌الله (۱۳۸۷). برنامه‌ریزی درسی در ایران معاصر. فصلنامه تعلیم و تربیت، ۹۶، ۸۳-۱۲۴.
- نعمتی، محمدعلی؛ داوری، احمد؛ فراستخواه، مقصود و سمیعی، حسین (۱۳۸۴). گزارش ملی آموزش عالی ایران سال ۱۳۸۳. تهران: مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی.
- نوروززاده، رضا؛ محمودی، رضا؛ فتحی واجارگاه، کوروش و نوه‌ابراهیم، عبدالرحیم (۱۳۸۵). وضعیت سهم مشارکت دانشگاه‌ها در بازنگری برنامه درسی مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی درسی. فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، ۴ (۴۲)، ۷۱-۹۳.
- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (۱۳۹۴). برنامه درسی دوره کارشناسی شیمی. تهران: شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی.
- وزیری، مزده (۱۳۷۷). نظام برنامه‌ریزی درسی در آموزش عالی ایران. رساله دکتری تخصصی، دانشگاه تربیت مدرس.

- Altbach, P. (1985). Comparative Studies in Higher Education in: Postlethwaite; in (ed.) *The Encyclopaedia of Comparative Education and National System of Education*.
- Applications of Separation Techniques (2018). september 13-14. Retrieved from *9th International Conference and Expo on Separation Techniques*: <https://www.omicsonline.org/conferences-list/applications-of-separation-techniques>
- Barnett, R. & Coate, S. (2005a). *Engaging curriculum in Higher Education*. The Falmer Press.
- Bartle, K., & Myers, P. (2002). History of Gas Chromatography. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 21 (9-10), 547-557.
- Bridges, D. (2000). Back to the Future: The Higher Education Curriculum in 21st Century. *Cambridge Journal of Education*, 30, 37-55.
- Conrad, C., & Pratt, A. (1995). Making Decisions about the Curriculum: From Metaphor to Model. *Journal of Higher Education*, 54, 16-30.
- Cooper, M., & Klymkowsky, M. (2013). Chemistry, Life, the Universe, and Everything: A New Approach to General Chemistry, and a Model for Curriculum Reform. *Journal of Chemical Education*, 90 (9), 1116-1122.
- Dressel, P. (1971). *College and university curriculum*. McCutchan Pub. Corp.
- Eash, M. (1991). Curriculum Components. In A Lewy (Ed). In *The International Encyclopedia of Curriculum*. Oxford: Pergamon press.
- Fattahi, Z.; Javadi, Y. & Nakhaee, N. (2004). A Survey on Dentistry Students' Satisfaction with their Discipline and Some of the Related Factors. *Strides in Development of Medical Education*, 1 (1), 32-40.
- Hunter, Robert & Scheirer, Elinor A. (1988). *The organic curriculum: organizing for learning 7-12*. London ; New York: Falmer Press.
<http://schem.ut.ac.ir/history>
<http://www.sanjesh.org/FullStory.aspx?gid=2&id=5029>
- Kellner, R. (1991). Report of the WPAC-study group: Education in Analytical Chemistry at university level 1989/90—update and reflections. *Education & Training in Analytical Chemistry*, 104 (1-6), 555-564.

- Kellner, R., & Malissa, H. (1984). Strategy of Education in Modern Analytical Chemistry and Model Curriculum. *Anal. Chem.*, 319 (1), 1-9.
- Levenburg, Nancy M. (1995). *A Model for Effective Curriculum Development in Operations Management*. Thesis (PhD--Management)--Union Institute Graduate School, Cincinnati, Ohio, 1995.
- Marsh, C. (1997). *Key concepts for understanding curriculum*. The Flamer Press.
- Nawarathne, p. (2016). *Masters in Analytical Chemistry*. Retrieved from postgraduate Institute of Science University of Peradeniy: <http://www.pgis.lk/anc.php>
- Ngara, E. (1995). *The African University and its Mission Institute of Southern Arican Studies*. Roma, Lesotho: Institute of Southern African Studies, National University of Lesotho.
- Salzer, R. (2004). Eurocurriculum II for Analytical Chemistry Approved by the Division of Analytical Chemistry of FECS. *Anal and Bioanal Chem*, 378, 28-32.
- Spaulding, C. L. (1992). *Motivation in the classroom*. New York: McGraw-Hill.
- Stark, J., & Lattuca, L. (1997). *Shaping the College Curriculum Academic Plans in Action*. London: Allyn and Bacon.
- Van Driel, J.; Bulte, A., & Verloop, N. (2005). The conceptions of chemistry teachers about teaching and learning in the context of a curriculum innovation. *International Journal of Science Education*, 27 (3), 303-322.
- wikipedia (2018). January 8. *Analytical chemistry*. Retrieved from Wikipedia, the free encyclopedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Analytical_chemistry
- Yang, Y.-Y. (2012). Oct. 27-28. Curriculum Reform in Organic Chemistry Teaching: A Case at Hebei University of Technology in China. *Technology and Society in Asia (T&SA), Conference on IEEE*.
- Yuan, S., Luo, Q., Li, Y., & Ge, X. (2013). July. Study on Curriculum Reform of "Analytical Chemistry" for Metropolitan Agricultural and Forestry Colleges. *International Conference on Education Technology and Management Science (ICETMS 2013)*, pp. 968-970.