فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال پانزدهم، شماره ۵۹، پاییز ۱۳۹۲، صص. ۲۴-۱

رویکرد سیستمی در تدوین و نوسازی برنامه درسی در آموزش مهندسی

اصغر سلطانی[۱]

چکیده: طراحی و تغییر برنامه‌های درسی همواره چالش عمده برنامه‌ریزان درسی در حوزه‌های مختلف علمی بوده است و می‌تواند رویکردها و نتایج متفاوتی داشته باشد. در این بین، رویکرد سیستمی به تدوین برنامه‌های درسی، به‌دلیل ماهیت نظام‌مند خود، اثربخشی بهتری نسبت به سایر رویکردها دارد. افزایش حجم دانش در حوزه مطالعاتی آموزش مهندسی نیازمند به‌کارگیری بهترین رویکردها برای گزینش بهترین برنامه‌های درسی است. در این مقاله ابتدا با بررسی برنامه درسی و رویکرد سیستمی در آن و معرفی برخی الگوها در این زمینه، چگونگی به‌کارگیری این رویکرد در تدوین و نوسازی برنامه‌های درسی در آموزش مهندسی شرح داده شده است. الگوهای معرفی شده در این زمینه نشان می‌دهند که برنامه‌ریزان برنامه درسی رشته آموزش مهندسی، در هر یک از زیر سیستم‌های نظام برنامه درسی از قبیل درونداد، فرایند، برونداد و بازخورد و بازبینی برنامه نیازمند در نظر گرفتن شرایط و عوامل مختلف برای رسیدن به بهترین نتیجه در برنامه درسی تدوین شده هستند. این الگوها در جهت تدوین برنامه‌های درسی بهتر برای دوره‌ها و گرایشهای مختلف رشته مهندسی در کشور راهگشا هستند و ایده‌های مناسبی را برای برنامه‌ریزان درسی در آموزش مهندسی و تغییر از شیوه سنتی طراحی برنامه درسی به رویکردهایی اثربخش‌تر فراهم می‌آورند.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌درسی، رویکرد سیستمی، آموزش مهندسی، طراحی برنامه درسی.

---

۱. استادیار، بخش علوم تربیتی دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. a.soltani.edu@uk.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۶/۲۷)
(پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۲/۲۱)

۱. مقدمه

برنامه‌های درسی از اساسی‌ترین بخشهای آموزش از جمله آموزش علوم و مهندسی به شمار می‌روند. افزایش روزافزون حجم دانش در علوم و مهندسی، فرایند گزینش بهترین محتوا برای آموزش در کلاسهای درس را به چالش عمده پیش روی آموزش در این حوزه‌ها تبدیل کرده است. آموزش‌عالی و تدوین برنامه‌های درسی آن به شکلی چشمگیر در حال تکامل هستند. این در حالی است که در سالهای اخیر، زیر فشارهای گوناگون اقتصادی مانند محدودیتهای بودجه‌ای و مالی نیز قرار دارند. نظم نوین اقتصادی جهان، رقابت رو به افزایش میان کشورها و دلمشغولیهایی مانند لزوم مراقبت از محیط زیست، متخصصانی آموزش دیده‌تر با مهارتهایی چندگانه را درحوزه مهندسی می‌طلبد. سخت‌تر شدن این فشار بر نظام آموزش‌عالی باعث شده است تا متخصصان آموزش در مواجهه به این چالش با پیشنهادهایی جدید به کمک آموزش مهندسی بیایند[۱]. فراهم آوردن دانش تخصصی حوزه آموزش برای تدوین برنامه‌های درسی با کارایی بالا که بتوانند به نیازهای امروزی حوزه مهندسی پاسخ دهند، از جمله این کمکهاست.

توجه به برنامه درسی در برنامه‌های آموزش مهندسی کشور در راستای توجه به استفاده از فنون علم آموزش[1] در علوم فنی و مهندسی و در جهت رسیدن به بهترین نتایج در آموزش این علوم ارزیابی می‌شود. روی‌آوری به پژوهش در مقوله‌هایی چون برنامه‌های درسی صریح، مغفول، رسمی، اجراشده، تجربه شده و غیره در پژوهشهای اخیر[۲ و ۳] و همچنین، پژوهشهایی به‌منظور ارزشیابی و بهبود برنامه‌های درسی در این قلمرو علمی[۴ و ۵]، نشان‌دهنده افزایش اهمیت روزافزون پرداختن به این مقوله در آموزش مهندسی کشور است. در این بین از جمله موضوعاتی که می‌تواند دانش پیش‌نیاز در خصوص چگونگی پژوهش و تحول در برنامه‌های آموزشی و درسی این حوزه‌ها را فراهم آورد، رویکردهای برنامه‌ریزی درسی در حوزه‌های مختلف علمی است که می‌توانند روند تدوین برنامه‌های درسی در یک حوزه علمی خاص را متحول سازند. بر این اساس، در این مقاله ویژگیهای یکی از مهم‌ترین این رویکردها؛ یعنی رویکرد سیستمی در فرایندهای تدوین برنامه درسی آموزش مهندسی ارائه شده است. روشهای مطرح در این مقاله می‌توانند در آگاهی بخشی به برنامه‌ریزان درسی حوزه آموزش مهندسی کشور کمک کننده باشند. برنامه‌درسی و رویکردهای آن، رویکرد سیستمی در برنامه‌درسی و چگونگی تدوین و تغییر برنامه‌های درسی آموزش مهندسی با استفاده از این رویکرد مباحثی هستند که در ادامه مقاله به آنها پرداخته شده است.

---

1. Education

۲. برنامه‌درسی

کاربرد واژه «برنامه‌درسی[1]» در آموزش‌عالی و در گفت‌وگوهای میان اعضای هیئت علمی دانشگاهها، سیاستگذاریها و اسناد برنامه‌ریزی مورد استفاده معانی گوناگونی دارد[۶]. با این حال، برنامه درسی عبارت است از: مجموعه وقایع از قبل پیش‌بینی شده که به قصد دستیابی به نتایج آموزشی برای یک یا مجموعه‌ای از فراگیران در نظر گرفته شده‌اند[۷]. اهمیت برنامه درسی برای یک حوزه علمی به‌گونه‌ای است که آیزنر[2][۸] آن را قلب هر رشته علمی می‌داند. بوشامپ[3][۹] از واژه «مهندسی برنامه درسی» برای تعریف یک نظام برنامه درسی استفاده کرده است. بنا بر تعریف وی از این مفهوم، مهندسی برنامه درسی، که از آن با عنوان نظام برنامه درسی نیز نام برده می‌شود و شامل مراحل سه‌گانه تدوین برنامه درسی، اجرای برنامه درسی و ارزشیابی برنامه درسی است، در حقیقت، معرف مجموعه فعالیتهایی است که برنامه درسی را در حالتی پویا نگاه می‌دارد[۹].

در این بین، «طراحی برنامه درسی» به معنای شناسایی عناصر تشکیل‌دهنده برنامه و نوع تصمیمهایی است که در خصوص هر یک از آنها گرفته می‌شود[۱۰]. از نظر آیزنر[۷] برنامه درسی دارای ابعاد[4] یا عناصر مختلفی است. البته، از نظر او ترتیب این ابعاد تا حدود زیادی اختیاری است و لازم نیست که همه برنامه‌ریزان درسی با این ابعاد کار خود را شروع کنند و با آنها به پایان برسانند. از نظر این صاحبنظر برجسته برنامه درسی این ابعاد عبارت‌اند از: هدفها، محتوا، فرصتهای یادگیری، سازماندهی فرصتهای یادگیری، سازماندهی حوزه‌های محتوا، حالتهای ارائه و حالتهای پاسخگویی و در نهایت، انواع رویه‌های ارزشیابی.

عناصر برنامه درسی در اندیشه‌های مختلف صاحبنظران آن نمودار شده است. تایلر[5] [۱۱] چهار عنصر تعیین هدفها، انتخاب تجربه‌های یادگیری، سازماندهی این تجربه‌ها و ارزشیابی میزان اثربخشی آنها را برشمرده است. تابا[6] [۱۲] به نیازسنجی، تعیین هدفها، انتخاب محتوا، سازماندهی محتوا، انتخاب فعالیتهای یادگیری، سازماندهی فعالیتهای یادگیری و ارزشیابی توجه کرده است. کلاین[7] [۱۳] نُه عنصر آرمانها و هدفها، مواد و منابع، محتوا، فعالیتهای یادگیری، راهبردهای تدریس،

---

1. Curriculum
2. Eisner
3. Beauchamp
4. Dimensions
5. Tyler
6. Taba
7. Klein

ارزشیابی، گروه‌بندی، زمان و فضا را ذکر کرده است. الیوا[1] [۱۴] نیز عناصر مشابه دوازده‌گانه‌ای را برای برنامه درسی برشمرده است. لونن‌برگ[2] و ارنشتاین[3] [۱۵] و ارنشتاین و هانکینز[4] [۱۶] این مراحل را شامل هدفها، محتوا، اجرا و ارزشیابی برنامه درسی می‌دانند. آیزنر[۷] نیز به تعیین هدفها، محتوا و فعالیتهای یادگیری و ارزشیابی توجه کرده است. به‌طورکلی، این عناصر در چرخه یا نظام برنامه درسی خلاصه شده و شامل تبیین هدفها، تدوین محتوا، اجرا، نظارت بر اجرا، ارزشیابی و تغییر برنامه درسی است.

مدل سنتی و غالب در تدوین و طراحی برنامه درسی و نحوه ارتباط عناصر مختلف آن، الگویی است که از آن با عنوان الگوی تایلر یاد می‌شود. این الگو نشئت گرفته از کار مهم وی به نام اصول اساسی برنامه درسی و آموزش در سال ۱۹۴۹ است. بر اساس مدل تایلر، مراحل تدوین و طراحی برنامه درسی در پنج عنصر خلاصه می‌شوند: ۱. انتخاب اهداف؛ ۲. انتخاب فعالیتها (تجارب یادگیری)؛ ۳. سازماندهی فعالیتها (تجارب یادگیری)؛ ۴. اجرای فعالیتها؛ ۵. ارزشیابی تجارب یادگیری. از مدل تایلر با نامهای دیگری نیز چون مدل هدف، مدل خطی و مدل اهداف/ وسایل یاد شده است. با این‌حال، این مدل همواره با انتقادهایی همراه بوده است. از جمله ضعفهای عمده این الگوی برنامه‌ریزی درسی، ماهیت خطی و یک‌طرفه آن است. این دیدگاه خطی باعث شده است تا مدل از ماهیت پویایی برخوردار نباشد و تعامل میان هر یک از عناصر آن با خود و همچنین، با محیط پیرامون که برنامه درسی در آن زمینه تدوین می‌شود، به حداقل برسد. بر این اساس، نیاز به رویکردی جایگزین که ضمن داشتن عناصر اساسی مدل تایلر نگاهی جامع‌تر به تعامل و بر همکنش عناصر برنامه درسی با خود و با محیط پیرامون خود داشته باشد، احساس می‌شد. به‌کارگیری رویکرد سیستمی در تدوین برنامه درسی، که نشئت گرفته از نظریه سیستم‌هاست، برطرف کننده برخی اشکالات اساسی مدل تایلر است. پیش از تشریح رویکرد سیستمی در برنامه‌درسی، نگاهی اجمالی به اصول نظریه سیستمی و مشخصه‌های اساسی آن ضروری به نظر می‌رسد.

۲. ۱. نظریه سیستم‌ها و رویکرد سیستمی

تعریف رخدادها و وجودهای[5] مختلف در جهان زیر عنوان یک «سیستم» از میانه قرن بیستم و با پیدایش نظریه عمومی سیستم‌ها [6] شکل گرفت. «سیستم» در مفهوم گسترده خود به‌عنوان

---

1. Oliva
2. Lunenberg
3. Ornstein
4. Hunkins
5. Entities
6. General Theory of Systems

مجموعه‌ای از مؤلفه‌های تعامل کننده با روابط بین آنهاست که به شناسایی یک وجود یا فرایند که دارای مرز مشخصی است، منجر می‌شود[۱۷]. راسل اکوف[1] [۱۸] معتقد است که یک سیستم مجموعه‌ای از دو یا تعداد بیشتری عناصر به هم مرتبط با ویژگیهای زیر است:

- هر عنصر تأثیری بر عملکرد تمام سیستم دارد؛
- هر عنصر از حداقل یک عنصر دیگر در آن سیستم تأثیر می‌پذیرد؛
- تمام زیرگروههای ممکن یک عنصر دو ویژگی اول را دارند.

آشنایی با نظریه سیستم‌ها و به‌کارگیری آن در برنامه‌ها و طرحها در علوم مختلف نتیجه شکل‌گیری رویکردی است که از آن با نام «رویکرد سیستمی»[2] یاد می‌شود. تا پیش از گسترش نظریه عمومی سیستمها تنها شیوه تخصصی دیدن پدیده‌ها تقریباً مخصوص به علوم مدرن بود. بر اساس این دیدگاه تخصصی، جهان و تمام چیزهایی که در آن است، اجتماعی از بخشهای کوچک و مجزا هستند که به میزان زیادی شایسته بررسی و تحلیل به شکلی جداگانه‌اند. این شیوه چندپاره در نگریستن به پدیده‌های تجربی بر اساس این اعتقاد شکل گرفته بود که بهتر است دانشی ویژه و کاملاً نزدیک از بخشهای کوچک‌تر و تعریف شده‌تر داشت تا دانشی کلی و انتزاعی از بخشهای بزرگ‌تر و کمتر تعریف شده. در نتیجه، به جای تمرکز بر مجموعه‌های متعامل و تلفیقی (یک سیستم)، توجه بر بخشها بدون در نظر گرفتن موقعیت آنها در آن مجموعه بود[۱۷]. در عوض، در «رویکرد سیستمی» تلاش می‌شود تا جهان با توجه به شکل نظامهای غیرقابل تقلیلِ تلفیق شده نگاه شود. در رویکرد سیستمی علاوه بر تمرکز بر کل، بر روابط پیچیده میان بخشهای سازنده نیز تأکید می‌شود. با این حال، این رویکرد جایگزینی برای شیوه تخصصی علم مدرن نیست، بلکه مکمل آن است. به عقیده جردن[۱۷] رویکرد تخصصی مبتنی بر فردگرایی، رقابت، آموزش برای یک حرفه ویژه و تلقین به یک فرهنگ ویژه است، در حالی که در رویکرد سیستمی شکل‌گیری یک هوشیاری جهانی و یکپارچه‌تر، کار گروهی، همکاری و یادگیری برای زندگی کردن تشویق می‌شود. به‌طورکلی، نگرش متفکران سیستمی به جهان بر مبانی چهارگانه زیر استوار است[۱۹]:

- تصور ارگانیک: تصوری که ارگانیسم را در مرکز طرح ادراکی آدمی قرار می‌دهد؛
- کل‌نگری: هر پدیده به منزله موجودی زنده، دارای نظم، دارای روابط باز با محیط، خودتنظیم و هدفمند در نظر گرفته می‌شود؛
- مدلسازی: متفکر سیستمی سعی می‌کند که به جای شکستن کل به اجزای قراردادی، ادراک خود از پدیده‌های واقعی را بر پدیده‌های واقعی منطبق کند؛

---

1. Russel Ackoff
2. Systems Approach

- بهبود شناخت: رسیدن به این ادراک است که زندگی در یک سیستم ارگانیک و در فراگردی پیوسته استمرار دارد.

نظریه سیستم‌ها را ابتدا دانشمندان علوم اجتماعی در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ شکل دادند (نظریه سیستم‌های اجتماعی) و بعدها اصول این نظریه در سایر زمینه‌های علوم انسانی از جمله مدیریت و آموزش نیز وارد شد. در حوزه آموزش و یادگیری بیشترین تأثیر این نظریه در طرح‌ریزی برنامه‌های درسی و فرایندهای آموزشی نمایان شده است. رویکردی پویا که در ادامه مطالب ویژگیهای آن در تدوین و تغییر برنامه‌ها معرفی شده است.

۳. رویکرد سیستمی در برنامه درسی

ارنشتاین و هانکینز [۱۶] شش رویکرد اساسی را برای تدوین و طراحی برنامه درسی بر شمرده‌اند که شامل رویکردهای رفتاری، مدیریتی، آکادمیک، انسان‌گرا، نومفهوم‌گرا و رویکرد سیستمی است. در این بین، رویکرد سیستمی به دلیل ماهیت پویا، تغییر یابنده و خودکنترلی‌اش اهمیت بسیاری دارد. بخشهای مختلف یک رویکرد سیستمی را، که برای برنامه‌ریزی، طراحی، تدوین و ارزشیابی آموزش به‌کارگرفته می‌شود، می‌توان شامل این مراحل دانست: ۱. تحلیل نیاز؛ ۲. تحلیل شغل[1]؛ ۳. تعریف هدفهای یادگیری؛ ۴. تدوین یک برنامه ارزیابی؛ ۵. تدوین مواد یادگیری؛ ۶. برنامه‌ای برای بررسی و بازبینی؛ ۷. اجرای محصول نهایی که در واقع، همان سند برنامه درسی تولید شده در فرایند سیستماتیک تدوین برنامه درسی است. اگر چه صاحبنظران مختلف برنامه درسی نظریه سیستم‌ها را دستمایه ارائه الگوی برنامه‌ریزی درسی خود قرار داده‌اند و این الگوها در اساس دارای روح سیستمی و نظام‌مند هستند، با این حال، نوع نگاه متفاوت آنها به هر یک از عناصر، مؤلفه‌ها یا ابعاد برنامه درسی تفاوتهایی را در شکل الگوها فراهم آورده است، هر چند که از نظر ماهیت همگی رویکردی سیستمی را دنبال می‌کنند. در ادامه برای آشنایی بیشتر با مؤلفه‌ها و عناصر تشکیل دهنده هر الگو دو نمونه از مهم‌ترین آنها؛ یعنی الگوی سیستمی هانکینز و الگوی سیستمی لیترل[2] و بیلی[3] در برنامه درسی تشریح و مقایسه شده است.

۳. ۱. الگوی سیستمی هانکینز در برنامه درسی

از دیدگاه هانکینز[۲۰] تدوین برنامه درسی فرایندی فراگیر و جامع و نیازمند دیدگاهی وسیع از نظام آموزشی است. او مدل سیستماتیک خود از فرایند تدوین برنامه درسی را در فراگردی هفت مرحله‌ای

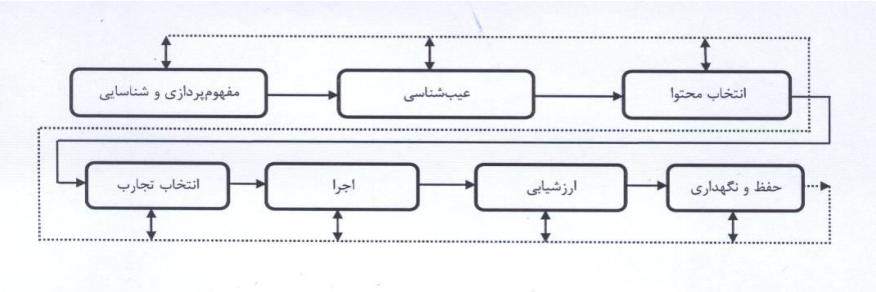
---

1. Task Analysis
2. Littrell
3. Bailey

شرح می‌دهد (شکل ۱). در نگاه سیستمی هانکینز به برنامه درسی اولین مرحله مفهوم‌پردازی و شناسایی رسمی برنامه درسی است. در این مرحله پرسشهایی فلسفی پدیدار می‌شوند، درباره هدف آموزش بحث می‌شود و طراحان بالقوه برنامه‌های درسی شناسایی و یک مدیریت ارشد و خبره برای انجام دادن سایر مراحل تدوین برنامه درسی انتخاب می‌شود. عیب‌شناسی برنامه درسی[1] عنوانی است که هانکینز به دومین مرحله از رویکرد سیستمی خود به برنامه درسی می‌دهد؛ یعنی تمرکز بر دلایل کاستیها در عملکرد انسانی. در واقع، در این مرحله هدف، کاوش دلایل نبودن دانش، مهارت و نگرش یا رفتار ویژه در فراگیر است که فرد را مجاب می‌سازد تا در پی شناسایی یک دستورالعمل بالقوه برای تصحیح این نواقص برآید. غایات، اهداف کلی و هدفهای جزئی‌تر برنامه درسی در این مرحله مطرح می‌شوند. در مرحله بعدی که انتخاب محتوا نام دارد، دو سؤال کلیدی مطرح می‌شود: ۱. چه محتوایی باید برای برنامه انتخاب شود؟ ۲. چگونه محتوای انتخاب شده را سازماندهی کنیم؟ هانکینز در پاسخ به پرسش اول، معیارهای موجود در ذهن برنامه‌ریز درسی را مبنای انتخاب محتوا می‌داند. در واقع، تغییر این معیارها نوع محتوای انتخاب شده را نیز دستخوش تغییر می‌کند. او به نقل از شفلر[2] [۲۱] معیار اصلی را اقتصادی فرض می‌کند. محتوای انتخاب شده باید محتوایی باشد که فراگیر بتواند با آن بیشترین خودبسندگی[3] را در صرفه‌جویانه‌ترین شکل آن به‌دست آورد از جمله صرفه‌جویی در تلاشهای تدریس، منابع آموزشی، تلاشهای فراگیران و صرفه‌جویی در تعمیم‌پذیری موضوع درس. همچنین، برنامه‌ریز درسی هنگام انتخاب محتوا باید معیارهایی چون اهمیت، اعتبار، رغبت، قابلیت یادگیری و امکان‌پذیری را در ذهن خود داشته باشد. سازماندهی محتوا به میزان زیادی وابسته به دیدگاه فرد از برنامه درسی و ماهیت دانش است. برخی دانش را متشکل از یک حوزه علمی ویژه می‌دانند و برخی دیگر آن را مجموعه‌ای از تجارب شخصی در نظر می‌آورند. گروه اول غالباً به طراحی موضوع درسی علاقه‌مند هستند و گروه دوم طراحی فراگیر محور را در سازماندهی محتوا ترجیح می‌دهند.

---

1. Curriculum diagnosis
2. Scheffler
3. Self sufficiency



شکل ۱: الگوی سیستمی هانکینز در برنامه درسی هانکینز [۲۰].

مرحله چهارم در رویکرد سیستمی برنامه درسی از دیدگاه هانکینر انتخاب تجربه‌های برنامه درسی است. چگونگی تجربه‌کردن محتوای انتخاب شده از سوی فراگیران در این مرحله تعیین می‌شود. در حقیقت، چالش اصلی در اینجا، چگونگی ارائه محتوای منتخب به یادگیرنده است. تصمیم‌گیری در باره روشها، راهبردها، فعالیتها، محرکها، مواد و محیط آموزشی که چنین اقداماتی در آن اتفاق می‌افتند نیز در این مرحله صورت می‌پذیرد. این کار برای جلوگیری از برخی تعارضات در رویکرد آموزشی با برنامه درسی انجام می‌شود. برای مثال، اگر در برنامه درسی بر تسلط یافتن فراگیر بر راهبردهای کاوشگری تأکید شود، ولی آموزشگر به جای تمرکز بر رویه‌های کاوشگری از سوی فراگیر محتوا را به شیوه سخنرانی یا نمایش ارائه کند، تناقض ایجاد شده است. در مرحله پنجم که اجرای برنامه درسی نام گرفته است، واحدها یا راهنماییهای تازه تعریف شده برنامه درسی به‌منظور تعیین اینکه آیا هر یک از بخشها همان‌گونه که برنامه‌ریزی شده‌اند کار می‌کنند یا نه، در بوته آزمایش سنجیده می‌شوند. آیا محتوای انتخاب شده، فراگیر را به هدفهای تعیین شده در برنامه خواهد رساند؟ آیا تجارب یادگیری پیشنهاد شده در جهت تحقق هدفهای قصد شده و محتوای منتخب است؟

اجرای مقدماتی تلاشی برای گردآوری اطلاعات در باره میزان موفقیت برنامه در خصوص تعداد اندکی از فراگیران است. این زمانی برای تشخیص مشکل و تلاش برای تغییر برنامه پیش از اجرایی نهایی آن است. پس از اجرای نهایی برنامه درسی، ارزشیابی نهایی از برنامه به‌عمل می‌آید. تأکید اصلی در این مرحله مشخص کردن این امر است که آیا برنامه تهیه شده به شکلی که هدف برنامه‌ریزان آن بوده،اجرا شده است؟ در نهایت، آخرین مرحله از الگوی سیستمی برنامه درسی از نگاه هانکینز حفظ و نگهداری برنامه درسی است[1]. نگهداری یا تداوم برنامه درسی شامل روشها و ابزارهایی برای مدیریت

---

1. Curriculum Maintenance

یک برنامه است، به‌گونه‌ای که عملکرد مؤثر برنامه درسی در ادامه تضمین شود. در این مرحله با ارائه یک برنامه نظارت[1]، تأثیرات مختلف عناصر برنامه درسی بر رفتار فراگیر و آموزشگر رسیدگی و نظارت می‌شود.

در الگوی سیستمی هانکینز، همان‌گونه که از یک سیستم برنامه‌ریزی درسی انتظار می‌رود، کلیه زیرسیستم‌ها در تعامل با یکدیگر قرار دارند. همچنین، فراگرد بازخوردی از آخرین حلقه آغاز می‌شود و تمام حلقه‌های سیستم را متأثر می‌سازد. در تطبیق این الگو با الگوی استاندارد یک سیستم بخشهای زیر بازشناسی می‌شوند:

- درونداد: مفهوم‌پردازی و شناسایی، عیب‌شناسی، انتخاب محتوا و انتخاب تجارب؛
- فرایند: اجرا؛
- برونداد: نتایج به‌دست آمده از ارزیابی؛
- بازخورد: فرایندهای ناظر بر حفظ و تداوم برنامه (سیستم).

۳. ۲. الگوی سیستمی لیترل و بیلی در برنامه‌درسی

لیترل و بیلی[۲۲] در نگاه سیستمی خود به برنامه درسی الگویی هشت مرحله‌ای را پیشنهاد می‌کنند. اولین مرحله در این الگو تعیین اهداف است. اهداف به چندین شیوه تدوین می‌شوند. در صورتی که مشخص شود راهنماهای تدوین شده پیشین برای تدوین اهداف پذیرفته نیستند و کاربرد ندارند، می‌توان از فن بارش مغزی[2] برای تعیین اهداف بهره جست. این کار با هدایت سرپرست برنامه درسی یا کمیته راهنما انجام می‌شود. روش مطالعه موردی شیوه دیگری برای تعیین اهداف است. در این راهبرد کمیته‌ای با اجرای یک پژوهش مشکلات برنامه‌های پیشین را شناسایی و راه حلهایی را برای برطرف شدن مشکلات ارائه می‌کنند. رویکرد رایج دیگر در تعیین اهداف، وامگیری و تغییر اهداف از برنامه‌های درسی موجود است. مؤسسه علمی بسته به شرایط خود می‌تواند اهداف موجود را در طرح‌ریزی برنامه خود به‌کار گیرد. مرحله بعدی در این الگوی هشت مرحله‌ای تعیین اهداف موضوعی[3] برنامه درسی است که در واقع، شامل گزاره‌هایی درباره برونداد فراگیران مرتبط با یک موضوع درسی ویژه است. مراحل تعیین اهداف و تعیین اهداف موضوعی در الگوی لیترل و بیلی با مرحله عیب‌شناسی در الگوی سیستمی هانکینز تطبیق می‌شوند که در آن غایات، اهداف کلی و هدفهای جزئی‌تر برنامه شناسایی می‌شوند.

---

1. Monitoring
2. Brain Storming
3. Subject Goal

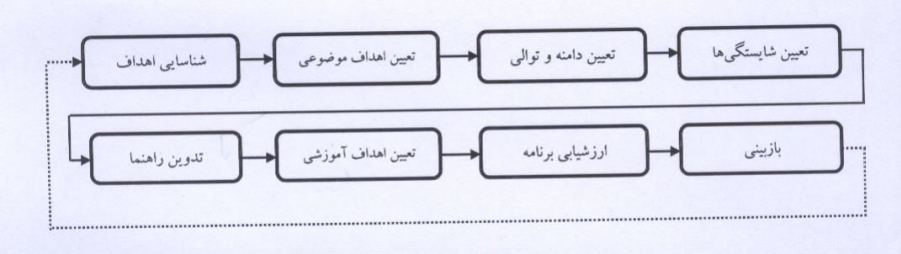
ترسیم نگاره‌های[1] دامنه و توالی؛ یعنی تعیین آنچه باید آموزش داده شود (دامنه) و زمان آموزش آن (توالی) نیز مرحله بعدی این الگو را تشکیل می‌دهد. در صورت جدایی مفاهیم موضوع درسی و توالی آنها، برنامه درسی تولید شده می‌تواند انعطاف‌ناپذیر یا امکان بروز خلاقیت در آن کم باشد. استفاده از نگاره‌های دامنه و توالی در تدوین برنامه درسی مزیتهای مهمی برای برنامه‌ریزان درسی در حوزه‌های تخصصی مختلف دارد، از جمله اینکه از تکرار برنامه‌ریزی نشده مفاهیم جلوگیری می‌شود و با فراهم آوردن اطلاعات، به آموزشگر در استفاده از مواد آموزشی یاری می‌شود. چهارمین در تدوین برنامه درسی در این الگو، مشخص ساختن شایستگیها و تواناییهایی است که در انتهای اجرای برنامه از فراگیر انتظار می‌رود[برای مثال، توانمندیهایی که از یک دانش‌آموخته مهندسی مکانیک در پایان یک دوره آموزشی انتظار می‌رود]. تدوین راهنمای برنامه درسی عنوانی است که لیترل و بیلی برای پنجمین مرحله از الگوی سیستمی خود برگزیده‌اند. تعیین راهنمای برنامه درسی اقدامی برای تضمین و یکپارچگی کار انجام شده در مراحل پیشین است. یک راهنمای برنامه درسی می‌تواند شامل موضوعاتی در باره فلسفه یا اهداف مؤسسه آموزشی، روشهای تدریس، سبکهای یادگیری، محتوا یا طرح کلی مفاهیم، رسانه‌های آموزشی مورد استفاده و رویه‌های ارزشیابی باشد. مشخص‌سازی اهداف آموزشی مرحله ششم را تشکیل می‌دهد. این اهداف بدین دلیل که از نظر ماهیت بسیار ویژه هستند، از هدفهای تعیین شده در مراحل قبل متمایز می‌شوند. این اهداف شامل رفتارها و نگرشهای دقیق و مشخص هستند که فراگیران باید به‌صورت روز به روز یا هفتگی از خود نشان دهند. در تطبیق الگوی سیستمی لیترل و بیلی مراحل سوم تا ششم با مراحل انتخاب محتوا، انتخاب تجارب و اجرا در الگوی سیستمی هانکینز تطبیق می‌یابند.

ارزشیابی برنامه درسی که لیترل و بیلی[۲۲] آن را اقدامی ساده در نظر نمی‌گیرند، هفتمین مرحله الگوی آنان را تشکیل می‌دهد. به عقیده این دو در برنامه‌های درسی که به شکل سیستمی طراحی می‌شوند، ارزشیابی باید برونداد طبیعی فرایند تدوین برنامه باشد. ارزشیابی در الگوی سیستمی به چندین گونه قابل اجراست. به‌کارگیری ابزارها و مقیاسهای ارزشیابی برای ارزیابی اجرای برنامه از اساسی‌ترین شیوه‌هاست. دریافت بازخوردهای نظام‌مند از فراگیران و آموزشگران از طریق پرسشنامه‌های مختلف نیز می‌تواند در این خصوص راهگشا باشد. مطالعه دقیق فراگیران فعلی و دانش‌آموخته و همچنین، استفاده از مؤسسات اعتبارسنجی برای ارزیابی برنامه درسی نیز از جمله شیوه‌های اثربخش دیگر در رویه‌های ارزشیابی برنامه در رویکرد سیستمی است. در پایان، بازبینی[2] و تجدید نظر در برنامه درسی تکمیل کننده الگوی سیستمی هشت مرحله‌ای لیترل و بیلی است. نتیجه

---

1. Charts
2. Revision

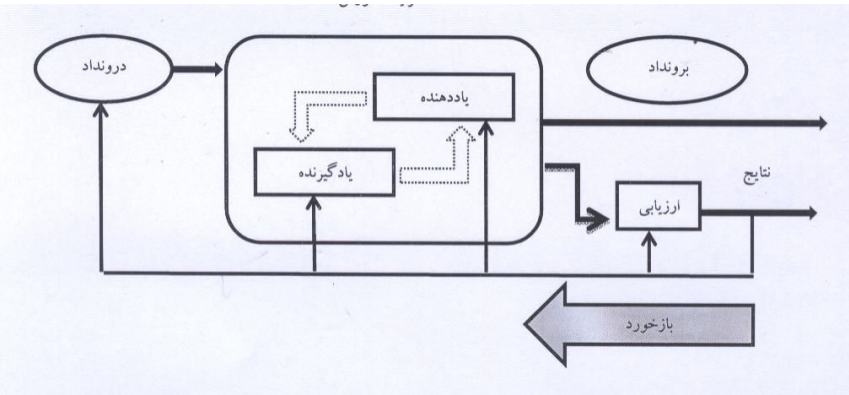
طبیعی فرایند ارزشیابی بازبینی برنامه است. باید در نظر داشت که برنامه‌ریزی درسی فرایند تغییر و تغییر نیز نیازمند بازنگری مداوم در برنامه است. در شکل ۲ الگوی هشت مرحله‌ای لیترل و بیلی در تدوین یک برنامه درسی به شکل سیستمی نشان داده شده است.



شکل ۲: الگوی سیستمی لیترل و بیلی در برنامه درسی

۴. رویکرد سیستمی در برنامه‌ریزی درسی آموزش مهندسی

رویکرد سیستمی به برنامه درسی که از نظریه سیستم‌ها، تحلیل سیستم‌ها و مهندسی سیستم‌ها تأثیر پذیرفته است، در نظر گرفتن واحدها و زیر واحدهای گوناگون سازمان در ارتباط با کل آن است و اغلب به مهندسی برنامه درسی ارجاع می‌شود و شامل اجرای فرایندهای لازم برای طراحی برنامه درسی به دست مهندسان ـ ناظران، مدیران و هماهنگ کنندگان است[۱۵]. در واقع، فلسفه رویکرد سیستم‌ها یکپارچه‌سازی منابع بخش به شکلی اثربخش به‌منظور رسیدن به اهداف برنامه است[۲۳]. بر این اساس، فرایند برنامه‌ریزی درسی از زیر سیستم‌هایی تشکیل شده است که در کل یک سیستم یا نظام یکپارچه را تشکیل می‌دهد. در شکل ۳ نمونه‌ای از یک سیستم برنامه‌ریزی درسی در آموزش مهندسی نشان داده شده است. در این سیستم بازخوردی چهار بخش اصلی؛ یعنی درونداد، فرایند، برونداد و بازخورد وجود دارد. برای مثال، یک سیستم برنامه درسی در آموزش مهندسی شامل تمام بخشهای فعالی است که می‌توانند ارائه دهندگان، دریافت کنندگان یا تسهیل‌گران فرایندی باشند که هدف آنها تربیت دانش‌آموختگان مهندسی با توان فنی بالاست. مؤلفه اساسی این فرایند، روشی است که بخش آموزشی برای تدریس فنون است. این فنون شامل دانش، بازگویی، کاربرد، تحلیل، ارزیابی و نتیجه‌گیری است.



شکل ۳: نمایی از یک سیستم برنامه‌ریزی درسی آموزش مهندسی رامپلمن و گراف[۲۴]

در یک نظام برنامه‌ریزی سیستمی در آموزش‌عالی و از جمله آموزش مهندسی، هر یک از زیرسیستم‌ها شامل بخشهای مختلفی هستند. میزیکاسی[1] [۲۵] با بهره‌گیری از سیستم‌های فنی[2]، عناصر سازنده هر یک از این زیربخشها را در آموزش مهندسی به صورت زیر بازگو کرده است:

الف. درونداد

ویژگیهای دانشجویان (آکادمیک، جمعیت‌شناختی، نیازها، علایق و خواستها)؛

ویژگیهای اعضای هیئت علمی؛

منابع مالی (کافی بودن و استفاده مؤثر)؛

تسهیلات (کلاس، کتابخانه و تجهیزات آموزشی)؛

مواد درسی؛

خدمات حمایتی.

ب. فرایند

طراحی (مواد درسی، اندازه کلاس و ...)؛

ارائه (روشهای ارائه مواد درسی به دانشجویان)؛

اندازه‌گیری بروندادها؛

ارزشیابی از برنامه، دروس و استادان با استفاده از نظرهای دانشجویان، دانش‌آموختگان و کارفرمایان.

---

1. Mizikaci
2. Technical Systems

پ. برونداد
موفقیتهای علمی (نرخهای موفقیت، رشد مهارتها و شایستگی)؛
دانش‌آموختگی و ترک تحصیل؛
تحصیلات تکمیلی (نرخ قبولی در آزمونهای حرفه‌ای، آموزشهای اضافی از قبیل نرخ موفقیت در اخذ پذیرش در دانشکده‌های تحصیلات تکمیلی)؛
موفقیت در اشتغال (رضایت کارفرمایان).

برنامه درسی همواره با واژه تغییر همراه بوده است. هر نوع تلاش در خصوص تدوین یک برنامه درسی جدید در واقع، تغییر در برنامه‌های درسی موجود یک مؤسسه علمی است. بنابراین، بهره‌گیری از رویکرد سیستمی در تغییر برنامه‌های درسی موجود نیز مورد توجه برنامه‌ریزان درسی در حوزه آموزش مهندسی است. به اعتقاد واکینگتن[1] [۲۶] به‌منظور تسهیل تغییراتی که به تولید بروندادهایی با بیشترین تأثیر برای دانشکده‌ها، دانش‌آموختگان و کارفرمایان حوزه مهندسی منجر شود، لازم است فرایندی سیستماتیک در طراحی برنامه درسی با قابلیت بالا در مجموعه‌های آموزش مهندسی ارائه شود. واکینگتن[۲۶] در الگوی سیستمی خود برای تغییر برنامه درسی در آموزش مهندسی چهار مرحله زیر را مورد توجه قرار می‌دهد:

- برقراری[2] / جهتگیری (زمینه‌های تغییر برنامه درسی آموزش مهندسی): در این مرحله دو پرسش اساسی مطرح می‌شود: اول اینکه چرا تغییر در برنامه درسی برای دانشکده فنی مورد توجه است و دوم، چه قراینی نشان‌دهنده ماهیت و فرایند تغییر هستند؟ هر زمینه‌ای که تغییر برنامه درسی در آن رخ می‌دهد، با دیگری متفاوت است و بنابراین، نیازمند تجزیه و تحلیل است. در حالی که ممکن است اشتراکات بسیاری در انواع ویژه دانشکده‌ها در آموزش‌عالی وجود داشته باشد، با این‌حال، هر مؤسسه آموزشی در ساختار فیزیکی و منابع، جامعه، کارکنان، نیازها و خواستهای خود یگانه است. بنابراین، اطلاعات مختلفی در باره کار ویژه دانشکده مورد نیاز است. از جمله اطلاعاتی در باره تاریخ طراحی برنامه درسی و تغییر آن در گذشته و میزان موفقیت آن، فرهنگ تصمیم‌گیری در دانشکده و ساختار مدیریتی و نوع رهبری در آن، ارزشها، عقاید و مفروضات کارکنان در باره طراحی و اجرای برنامه درسی در دانشکده و حمایتها یا موانع تغییر.

---

1. Walkington
2. Establishment

- انتشار[1]: در مرحله انتشار، ایده‌های به‌دست آمده از مرحله اول به اطلاع کسانی رسانده می‌شود که در فرایند تغییر برنامه درسی درگیر خواهند بود. لذا، این مرحله، مرحله روشن‌سازی و پالایش نیز به‌شمار می‌رود. مشاوره گسترده و گفت‌وگو با تمام افراد درگیر در تغییر برای رسیدن به یک درک مشترک و روشن ساختن پنداره[2]، هدفها و نتایج برنامه درسی در جهت هدایت طراحی و تدوین برنامه درسی از جمله فعالیتهایی است که در این مرحله رخ می‌دهد. نتیجه این مرحله ایجاد سه گزاره مهم زیر است:
  - رهنمودهای کلی: شامل هدفها و منطق تغییر پیشنهاد شده، اصول فلسفی ناظر بر روابط محتوا، راهبردهای تدریس و ارزیابی و منابع در دروس مانند رشد مهارتهای مشترک و فعالیتهای مربوط به تدریس فراگیر؛
  - مدیریت گسترده در تدوین دروس مانند تشکیل گروههای بین رشته‌ای، نظارت بر پیشرفت، مسئولیت پذیری برای تطبیق و انتشار و غیره؛
  - ساختار کلی دروس شامل ساختار دامنه، توالی، پیوستگی و تعادل دروس.

- طراحی و تدوین برنامه درسی: این مرحله شامل تدوین برنامه درسی ویژه برای اجراست. پیشرفت در این مرحله به دو عامل اصلی بستگی دارد: ۱. تصمیماتی که در مراحل قبل اتخاذ شده‌اند؛ ۲. میزان همکاری یا فردگرایی که در زمینه مورد نظر مناسب تشخیص داده می‌شوند، به‌گونه‌ای که تصمیمات ویژه برنامه درسی بتوانند گرفته شوند. ترکیب تیم همکاری کننده در این مرحله را منابع انسانی در دسترس مجموعه مشخص می‌سازد. هنگامی که بسیاری از افراد وظایف بی‌شماری را انجام می‌دهند، یک هماهنگ‌کننده می‌تواند به کار تداوم بخشد و با دیدگاه همه‌جانبه‌گرایانه خود همپوشیها و شکافها را در کار مشخص سازد. به‌طورکلی، وظیفه هر فرد در تیم تدوین برنامه درسی به حیطه‌های عمل بستگی دارد؛ برخی وظیفه هماهنگ‌کننده اصلی، عده‌ای وظیفه نویسندگی مواد درسی جدید و برخی نیز نقش حمایتهای تخصصی و غیره را بر عهده دارند. بر این اساس، اعضای تیم به چهار گروه زیر تقسیم می‌شوند:
  - اعضای تیم مرکزی: این افراد که ممکن است شامل اعضای هیئت علمی یا مدیران باشند، بر مدیریت تولید، بازده نهایی و هماهنگی در نوشتن فعالیتها تمرکز و همچنین، بر کار سایر کارکنان نظارت می‌کنند و روند اجرا را هموار می‌سازند؛

---

1. Dissemination
2. Vision

- کارکنان علمی: این اعضا که انتظار می‌رود دروس را تدریس کنند، به‌طور مستقل یا با همکاری یکدیگر سرفصلهای موضوعات درسی را بر اساس سازمان محتوا، انتخاب راهبردهای تدریس و ارزشیابی و مشخص کردن نیازهای منابع ویژه تدوین می‌کنند؛
- سایر کارکنان مدیریتی: این گروه احتمالاً تدریس و در دو گروه قبلی فعالیت می‌کنند؛
- کارکنان حمایت کننده فنی، آموزشی و اداری: این گروه فعالیتهای حمایتی مانند همکاری اداری برای آماده‌کردن اسناد برنامه درسی، حمایتهای کتابخانه‌ای برای جست‌وجوی آخرین اطلاعات، حمایتهای آموزشی برای افزایش فعالیتهای تدریس و یادگیری، حمایت فناوری مهندسی برای کمک مالی، فناوری اطلاعات برای بهبود نحوه تدریس و حمایت صنعتی برای فراهم آوردن آخرین اطلاعات از حوزه مهندسی مورد نظر را انجام می‌دهند.

- اجرا و ارزشیابی: برای اجرای اثربخش برنامه درسی دو نکته را باید در نظر گرفت: ۱. انتقال برنامه درسی به برنامه‌های موجود دانشکده؛ ۲. ارزشیابی مداوم. با این حال، اجرای همزمان مراحل سوم و چهارم غیرمنطقی نخواهد بود. اگر یک نظارت کلی وجود داشته باشد، عناصر ابتدایی تولید شده از برنامه درسی را می‌توان اجرا و ارزیابی کرد. بنابراین، تدوین تدریجی دروس مزیت ارزیابی تکوینی[1] را به دنبال خواهد داشت و برای سایر عناصر آگاهی‌بخش خواهد بود. اجرا و ارزیابی برنامه درسی جدید یا تغییر یافته نیازمند به‌کارگیری کلیه ذینفعان زیر است:

- عملکرد دانشجویان: با به‌کارگیری راهبردهای ارزشیابی و پاسخگویی به این پرسش که آیا دانشجویان به نتایج پیش‌بینی شده در برنامه رسیده‌اند؟
- دریافتهای دانشجویان: با استفاده از سازکارهای بازخورد (پیمایش نظرها و مصاحبه) و پاسخگویی به این پرسش که برداشت دانشجویان از عناصر مختلف برنامه درسی و نحوه ارائه آن چگونه است؟
- دریافتهای اعضای هیئت علمی: از طریق نظرسنجی و گزارشها و غیره و پاسخگویی به این پرسش که نظر آنان در باره قوتها و ضعفهای طراحی و اجرای برنامه چیست؟
- دیدگاههای علمی/ مدیریتی: از طریق گزارش، بحث و غیره در باره آگاهی از موضوعاتی که باید مورد بازنگری قرار گیرند.
- نظر صنایع / کارفرمایان: از طریق برقراری گروههای مشاوره‌ای، گزارشهای دانش‌آموختگان، پیمایش و غیره و آگاهی از اینکه آیا این دو گروه از نتایج برنامه درسی رضایت دارند یا نه؟

---

1. Formative

چرخه سیستمی فرایند تغییر برنامه درسی از طریق بازخورد نهایی برای تجدیدنظر و همچنین، انجام دادن ارزیابیهای مداوم در طول شکل‌گیری و اجرای مقدماتی برنامه کامل می‌شود (شکل ۴).

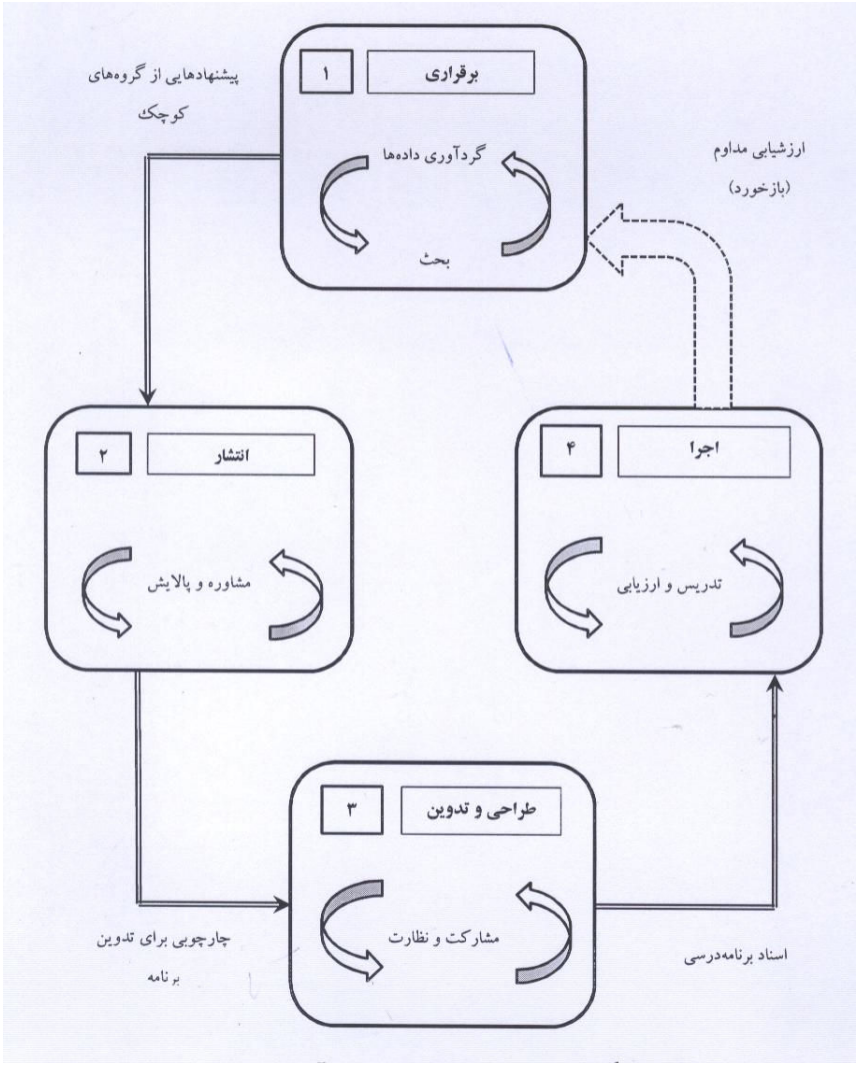
به‌منظور تغییر برنامه درسی در آموزش مهندسی، گومز و همکاران[1] [۲۷] یک الگویی سیستمی برای نوسازی برنامه درسی مهندسی شیمی ارائه داده‌اند. در واقع، تصمیم‌گیری برای اجرای پژوهش به منظور نوسازی و تغییر برنامه درسی در این حوزه از آموزش مهندسی ضرورتهای مختلفی است که برخی از آنها عبارت‌اند از:گشوده شدن حوزه‌های موضوعی جدید در این رشته، پیدایش سریع اقتصاد دانش بنیان[2]، گرایش شدید به جهانی شدن در آموزش عالی، میان رشته‌ای شدن و فشار بازار برای تغییر آموزش.

در پژوهش گومز و همکاران[۲۷] برای نوسازی و تغییر برنامه درسی در رشته مهندسی شیمی، ابتدا کمیته نوسازی برنامه درسی از تمام افراد درگیر در فرایند تدریس و یادگیری به همراه یک هماهنگ کننده تشکیل شد و کار خود را با این سؤال اساسی آغاز کرد که «چه عواملی باعث می‌شوند که یک مهندسِ خوب شیمی تربیت شود»؟ مبنای طراحی برنامه درسی بر اساس دروندادهایی ترسیم شد که می‌توانستند برنامه درسی را متأثر سازند. این اطلاعات از منابع مختلفی مانند دانشگاه، دانشکده مهندسی، صنعت و مجموعه‌های حرفه‌ای اخذ شد. همچنین، ساختار محتوایی برنامه درسی بر مبنای چهار بخش زیر مشخص شد:

- اصول اساسی[3] : شامل دروسی که در آنها بر مفاهیم مبنایی ضروری تأکید می‌شود؛
- فناوری توانمندکننده: شامل دروسی که مهارتهای مورد نیاز برای حل مسئله را در دانشجویان ایجاد می‌کنند؛
- فن مهندسی: دروسی که فراهم آورنده زمینه برای یادگیری مسئله ـ محور هستند؛
- دروس انتخابی برای تخصص و گرایش خاص.

---

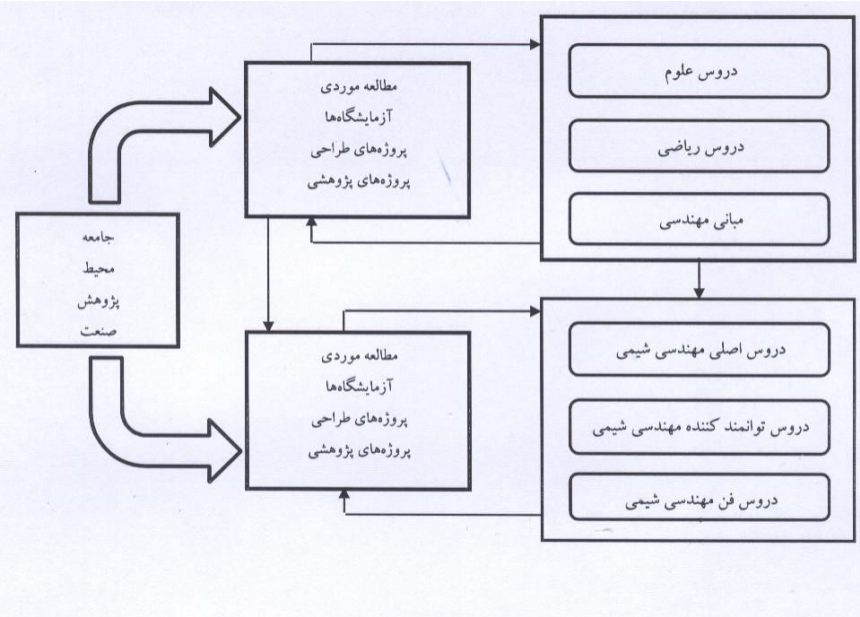
1. Gomes et al.
2. Knowledge - Based
3. Core Principles



شکل ۴: الگوی سیستمی تغییر (تدوین) برنامه درسی در آموزش مهندسی واکینگتن[۲۶]

در برنامه درسی جدید طراحی شده بر اساس رویکرد سیستمی همچنین، پیشنهادهایی برای نحوه ارائه (سخنرانی، سمینار، پروژه‌های درسی، کار عملی و آزمایشگاهی) و ارزیابی و همچنین، تجدید نظر

در برنامه درسی عرضه شده است. مدل سیستمی برنامه درسی گومز و همکاران در آموزش مهندسی شیمی برای دو نیمسال تحصیلی و در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵: رویکرد سیستمی در نوسازی برنامه درسی مهندسی شیمی گومز و همکاران[۲۷]

۵. باهم‌نگری: ارائه الگوی سیستمی پیشنهادی

راهبردهای مشترک در الگوهای معرفی شده در این مقاله فراوان هستند. با این‌حال، به دلیل زمینه و رویکرد خاص هر الگو به مقوله تدوین و نوسازی برنامه‌های درسی، تفاوتهایی نیز میان هر یک از مراحل آنها در قیاس با الگوی سیستمی استاندارد تدوین برنامه درسی دیده می‌شود. تأمل در باره هر الگو و هم‌آوری عناصر و بخشهای تشکیل دهنده هر یک از آنها، ما را به الگوی جامعی که در برگیرنده بیشترین اشتراکات این الگوهاست، رهنمون می‌سازد. الگوی مزبور از مراحل چهارگانه زیر تشکیل شده است:

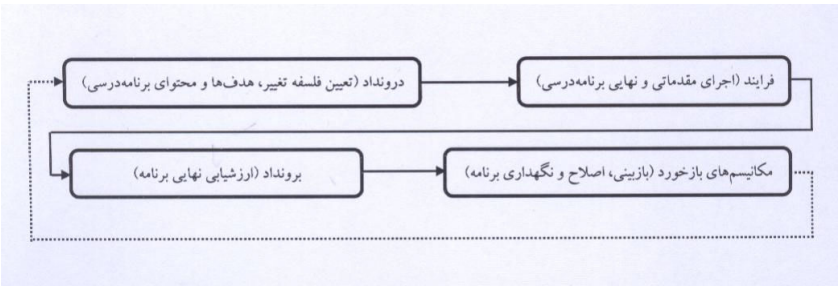
۱. درونداد (تعیین فلسفه تغییر، هدفها و محتوای برنامه درسی): احساس نیاز به تغییر یا تدوین یک برنامه درسی جدید در آموزش مهندسی، نیازمند رسیدن به یک فلسفه و دلیل منطقی برای تغییر یا تدوین برنامه است. این مسئله با شناسایی ضرورتهای نوسازی و تغییر برنامه درسی، نواقص و کاستیهای برنامه درسی موجود و قراین و نشانه‌هایی که نوسازی یا تدوین برنامه جدید را توجیه سازند، همراه است. انجام دادن پژوهش برای شناسایی مشکلات برنامه‌های پیشین نیز در همین خصوص صورت می‌گیرد. به نظر می‌رسد که با رسیدن به شواهد کافی در این موضوع، مهم‌ترین اقدام بعدی تعیین سرپرست یا مدیر برنامه درسی و تشکیل کمیته نوسازی برنامه درسی باشد. نیازسنجی به‌منظور شناسایی ویژگیهای دانشجویان، تواناییهای اعضای هیئت علمی، منابع مالی، امکانات پژوهشی و آموزشی موجود دانشکده به همراه مشخص ساختن پنداره، هدفها و نتایج برنامه درسی در گفت‌وگو و تعامل با همه افراد درگیر در تغییر برنامه، اقدام بعدی مرحله درونداد است. در این بخش است که غایات، اهداف کلی، هدفهای جزئی و اصول فلسفی ناظر بر محتوا، راهبردهای تدریس و ارزیابی تدوین می‌شوند. انتخاب محتوا و سازماندهی تجارب یادگیری آخرین بخش مرحله درونداد است. در این بخش هدفهای موضوعی ویژه هر درس که در واقع، همان محتوای برنامه درسی است، تدوین می‌شوند. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود که محتوای برنامه درسی آموزش مهندسی شامل چهار حوزه مفاهیم مبنایی، فناوریهای توانمندکننده، فن مهندسی و دروس انتخابی باشد.

۲. فرایند (اجرای مقدماتی و نهایی برنامه درسی): تهیه یک راهنمای برنامه درسی جدید که در برگیرنده فلسفه یا اهداف دانشکده، روشهای تدریس، سبکهای یادگیری، محتوا یا طرح کلی مفاهیم، رسانه‌های آموزشی و همچنین، رویه‌های ارزشیابی باشد، برای اجرای برنامه درسی تهیه شده ضروری است. این امر به منظور تضمین و یکپارچگی اجرای برنامه است. اجرای عناصر مقدماتی تولید شده و رفع مشکلات احتمالی برنامه در این بخش، زمینه را برای اجرای نهایی برنامه درسی تهیه شده فراهم خواهد ساخت.

۳. برونداد (ارزشیابی نهایی برنامه): با اینکه ارزیابی تکوینی عناصر برنامه درسی در مرحله اجرای مقدماتی انجام می‌شود و زمینه برای تولید برنامه درسی کامل‌تر در حین مرحله اجرا فراهم می‌آید، با

وجود این، پس از اجرای نهایی برنامه به شکلی گسترده‌تر، انجام دادن ارزشیابی نهایی برنامه درسی نیز فراهم آورنده اطلاعات مهمی برای کاهش نواقص و کاستیهای آن است. برای این منظور، استفاده از ابزارها و مقیاسهای ارزشیابی یا کمک گرفتن از مؤسسات اعتبارسنجی راهگشا خواهد بود. در نتیجه این اقدامات، داده‌های مناسبی در باره نرخ پیشرفت آموزشی و عملکرد دانشجویان، رشد مهارتها، موفقیت در اشتغال، ادراک دانشجویان و اعضای هیئت علمی از عناصر برنامه، دیدگاههای صنایع و کارفرمایان در باره برنامه درسی جدید و در نهایت، قوتها و ضعفهای برنامه فراهم خواهد آمد.

۴. سازکارهای بازخورد (بازبینی، اصلاح و نگهداری برنامه): اثربخشی مداوم برنامه درسی و پاسخگویی به نیازهای دانشجویان، اعضای هیئت علمی و سایر ذینفعان برنامه درسی مستلزم به‌کارگیری روشها و ابزارهایی برای مدیریت برنامه است. چنین فرایندهایی که در مرحله آخر الگوی سیستمی پیشنهادی؛ یعنی سازکارهای بازخورد قرار می‌گیرند، در واقع، فرایندهای حفظ و نگهداری برنامه درسی هستند. مدیریت صحیح برنامه برای حفظ و نگهداری آن، نیازمند تدوین برنامه‌ای برای نظارت بر چگونگی تأثیر عناصر برنامه بر رفتار علمی دانشجویان و اعضای هیئت علمی است. در این خصوص، دریافت بازخورد نظام‌مند و مستمر از دانشجویان، اعضای هیئت علمی دانشکده، صاحبان صنایع و سایر افراد درگیر و ذینفع در برنامه درسی راهگشا خواهد بود.



شکل ۶: الگوی سیستمی پیشنهادی برای تدوین و نوسازی برنامه درسی آموزش مهندسی

٦. نتیجه‌گیری

حرکت از سمت مدل خطی و سنتی تایلری به سوی رویکردهای نوین‌تر در طراحی برنامه درسی، در گرو ارتباط بهتر و ارگانیک تمام عناصر سازنده برنامه درسی در یک کل و پیوستگی و کنشگری بالا بین این عناصر و مؤلفه‌های سازنده است. تأثیر هر عنصر بر عملکرد تمام عناصر سازنده سیستم برنامه درسی، نتیجه تمرکز بر مجموعه‌های متعامل در طرح‌ریزی برنامه‌درسی، به جای تمرکز بر هر یک از

این اجزا به شکلی جداگانه است. هانکینز با بهره‌گیری از نظریه سیستم‌های اجتماعی الگوی سیستمی خود را در طرح‌ریزی برنامه درسی در فرایندی هفت مرحله‌ای به گونه‌ای ترسیم می‌کند که تمام زیرسیستم‌های این الگو از مفهوم‌پردازی و شناسایی تا حفظ و نگهداری برنامه درسی، در تعامل و کنش متقابل با یکدیگر قرار می‌گیرند. نتیجه چنین تلاشی تولید گونه‌ای از برنامه درسی است که ضمن دارا بودن ویژگیهای یک برنامه درسی اثربخش، ماهیت تغییرپذیری خود را در ساختار یک نظام تعدیل کننده حفظ می‌کند. این فرایند، برنامه درسی را از کهنگی و کاهش کارایی باز می‌دارد و پیوسته خود را بازسازی می‌کند. در مدل هشت مرحله‌ای لیترل و بیلی نیز تعامل عناصر فرایند تدوین برنامه درسی به‌عنوان یک کل ارگانیک از مرحله شناسایی اهداف تا بازبینی برنامه نمایان می‌شود. زیرسیستم‌های سازنده هر یک از الگوهای سیستمی در برنامه درسی در انطباق با عناصر اصلی یک سیستم؛ یعنی درونداد، فرایند، برونداد و بازخورد قرا می‌گیرند.

نظام سنتی گزینش و تدوین برنامه درسی در حوزه‌های مختلف علوم و مهندسی روز به روز کارایی خود را برای جهان کنونی با ویژگیهای خاص خود چون جهانی شدن آموزش‌عالی، میان رشته‌ای شدن علوم، تخصصی شدن رشته‌های درسی و گوناگونی زیاد در تقاضاهای بازار از دست می‌دهند. پاسخ درست و منطقی به چنین چالشهایی مستلزم نوسازی مداوم برنامه‌های درسی در حوزه‌های مختلف مهندسی است و رویکرد سیستمی در این میان از بهترین الگوهای جامع و کل‌نگر به‌شمار می‌رود. در رویکرد سیستمی به تدوین برنامه‌های درسی آموزش مهندسی به هر یک از زیر نظامهای برنامه درسی به یک میزان اهمیت داده می‌شود، چرا که در یک نظام برنامه‌ریزی توجه کم به یک بخش، تأثیری مستقیم بر تمام عناصر دیگر و همچنین، برکل سیستم خواهد داشت. بر این اساس، تعریف اهداف برنامه همان اندازه اهمیت دارد و می‌تواند به تدوین یک برنامه درسی اثربخش کمک کند که انتخاب سرفصلها در جریان تدوین محتوا مهم است. در عنصر درونداد نظام برنامه درسی سیستمی در آموزش مهندسی، شناخت ویژگیهای دانشجویان مهندسی به‌عنوان دریافت‌کنندگان اصلی برنامه درسی از ضروریات است. این مسئله به‌خصوص برای تدوین یا تغییر برنامه‌های درسی برای دوره‌های تحصیلی بالاتر از کارشناسی (تحصیلات تکمیلی) که ماهیت رشته‌ها رو به تخصصی شدن می‌گذارند، از اهمیت بیشتری برخوردار است. مسلماً طراحی برنامه‌ای که در آن ویژگیهای ورودی دانشجویان مدنظر قرار نگیرد، کارایی بالایی نخواهد داشت. تواناییهای اعضای هیئت علمی و شناخت امکانات کالبدی و تجهیزاتی دانشکده، تقاضای بازار کار برای مهندسانی با قابلیتها و مهارتهای ویژه و مواردی از این دست همگی در زیرسیستم درونداد برنامه درسی در آموزش مهندسی قرار می‌گیرند. در واقع، جامعه، محیط، صنعت و نتایج تلاشهای پژوهشی انجام شده در خصوص شناخت دروندادهای این الگو، تأثیری مستقیم بر تصمیم‌های برنامه‌ریزان آموزش مهندسی در باره اهداف برنامه درسی دارند. در عنصر فرایند برنامه درسی، بیشترین توجه به طراحی و گزینش

محتوای برنامه درسی از میان انبوهی از دانش تخصصی موجود در حوزه مهندسی و همچنین، انتخاب بهترین راههای ارائه محتوای گزینش شده به دانشجویان معطوف می‌شود. با وجود این، این پایان کار در این مرحله نیست. سنجش و اندازه‌گیری میزان اثربخشی بروندادها و همچنین، ارزشیابی برنامه، دروس و ارائه‌کنندگان برنامه درسی از دیدگاه دانشجویان، دانش‌آموختگان و کارفرمایان بخش صنعت به‌عنوان مصرف‌کننده بروندادهای برنامه درسی، برای اطمینان از کیفیت برنامه ضروری است. رشد مهارتهای مهندسی دانشجویان، موفقیتهای علمی، نرخ قبولی در آزمونهای حرفه‌ای مهندسی، موفقیت در اشتغال و البته، میزان ترک تحصیل و نرخ دانش آموختگی نشان‌دهنده برونداد برنامه است و چگونگی موفقیت یا شکست آن را مشخص می‌سازد. پیمایش نظرهای دانشجویان، دریافتهای اعضای هیئت علمی و گزارشهای آنان از برنامه درسی جدید و دیدگاههای و کارفرمایان بخش صنعت، ضعفهای برنامه جدید را نمایان می‌سازد و در واقع، بازخوردی است که برنامه‌ریزان را به سوی بازبینی برنامه به‌منظور برطرف کردن ضعفها و حفظ پویایی و اثربخشی آن رهنمون می‌سازد.

الگوی برنامه‌ریزی ارائه شده در این پژوهش، آموزشگران حوزه مهندسی را به دنبال کردن مراحل مختلف تدوین برنامه درسی به شیوه سیستمی تشویق خواهد کرد. راهکارها و توصیه‌های ارائه شده به ویژه برای مهندسانی که در تدوین و طراحی برنامه‌های درسی تجارب محدودی دارند و بیشتر متخصصان حوزه حرفه‌ای خود هستند، مفید خواهد بود. تشکیل کمیته‌های دایمی تغییر برنامه درسی در دانشکده‌های آموزش مهندسی از جمله نیازهای اساسی است که زمینه مناسبی را برای بهره‌گیری از الگوهای تدوین برنامه درسی با رویکرد سیستمی فراهم می‌کند. پیشنهاد دیگر، بهره‌گیری از کمکهای مشاوره‌ای متخصصان برنامه درسی در ساختار کمیته برنامه درسی است. این مشاوران با استفاده از دانش تخصصی خود در حوزه برنامه درسی، فرایند برنامه‌ریزی را علمی‌تر می‌سازند و موجب دستیابی به بهترین نتایج در هر یک از عناصر برنامه درسی می‌شوند.

در الگوی سیستمی پیشنهادی برای تدوین و نوسازی برنامه درسی آموزش مهندسی، مراحل درونداد (تعیین فلسفه تغییر، هدفها و محتوای برنامه درسی)، فرایند (اجرای مقدماتی و نهایی برنامه درسی)، برونداد (ارزشیابی نهایی برنامه) و سازکارهای بازخورد (بازبینی، اصلاح و نگهداری برنامه) شناسایی می‌شوند.

مراجع

1. Borges, M. N., Vasconcelos, F. H. and Lewis, M. (1997), New paradigms in the design of engineering curriculum, *Proceedings of Annual Conference of American Society for Engineering Education.*

۲. مدنی‌فر، محمدرضا و سجادیه، نرگس (۱۳۸۸)، برنامه درسی مغفول در آموزش مهندسی، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، شماره ۴۳، صص. ۹۸-۸۱.

۳. محمدی، مهدی و ساکتی، پرویز (۱۳۸۷)، بررسی عوامل مؤثر بر رضایت و موفقیت دانشجویان رشته مهندسی، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال دهم، شماره ۳۷، صص. ۲۹-۱.

۴. معماریان، حسین (۱۳۹۰)، کاستی‌های برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال سیزدهم، شماره ۵۱، صص. ۷۴-۵۳.

۵. معصومی گودرزی، ساغر، ستوده قره‌باغ، رحمت و گرجی کندی، سهیلا (۱۳۹۰)، ارائه راهکارهایی برای بهبود برنامه آموزشی رشته مهندسی شیمی در ایران، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال سیزدهم، شماره ۵۱، صص. ۹۹-۷۵.

6. Fraser, P. S. and Bosanquet, M. A. (2006), The curriculum: That's just a unit outline, isn't it? *Studies in Higher Education*, Vol. 31, No. 3, pp. 269-284.
7. Eisner, E. W. (2002), *The educational imagination: on the design and evaluation of school programs*, New Jersey: Prentice-Hall.
8. Eisner, E. W. (1984), No easy answers: Joseph Schwab's contributions to curriculum, *Curriculum Inquiry*, Vol. 14, No. 2, pp. 201-210.
9. Beauchamp, B. (1981), *Curriculum Theory*, New York: Peacock Publishers.
10. Zais, R. C. (1976), *Curriculum Principles and Foundations*, Growell Company.
11. Tyler, R. (1969), *Basic principles of curriculum and instruction*, Chicago: University of Chicago Press.
12. Taba, H. (1962), *Curriculum development: Theory and practice*, New York: Harcourt Brace Jovanovich.

۱۳. کلاین، ام. اف. (۱۳۸۶)، الگوهای طراحی برنامه درسی، محمود مهرمحمدی (پدید آورنده)، *برنامه‌درسی: نظرگاه‌ها، رویکردها و چشم‌اندازها*، تهران: سمت.

14. Oliva, P. F. (2005), *Developing the curriculum (6nd ed.),* New York: Pearson Education, Inc.
15. Lunenberg, C. F. and Omstein, C. A. (1996), *Educational administration: concepts and practices (2nd ed.),* Wads Worth Publishing Company*, USA*.
16. Ornstein, A. C. and Hunkins, F. P. (2004), *Curriculum: Foundations, Principles, and Issues (4nd ed.)*, New York: Pearson Education, Inc.
17. Jordan, J. S. (1998), *Systems theories and Priori aspects of perception*, Amsterdam: Elsevier Science.
18. Ackoff, R. L. (1981), *Creating the corporate future,* New York: John Wiley & Sons.

۱۹. رضائیان، علی (۱۳۹۰)، *تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم*، تهران: سمت.

20. Hunkins, F. P. (1985), A systematic model for curriculum development, *NASSP Bulletin,* Vol. 69, No. 23, pp. 23-27.
21. Scheffler, I. (1970), Justifying curriculum decision, In *Reading in the Philosophy of Education: A Study of Curriculum*, Boston, M. J. (ed.).
22. Littrell, H. J. and Bailey, G. D. (1983), Eight-step model help systematic curriculum development, *NASSP Bulletin*, Vol. 67, No. 1, pp. 1-9.

23. Oviedo, R. R., Deng, Z. T., Mobasher, A. and Jalloh, A. (2000), Implementation of a systems approach for curriculum design, *Proceedings of Annual Conference of American Society for Engineering Education.*
24. Rampelman, O. and Graaff, E. (2006), The engineering of engineering education: curriculum development from a designer's point of view, *European Journal of Engineering Education*, Vol. 31, No. 2, pp. 215-226.
25. Mizikaci, F. (2006), A system approach to program evaluation model for quality in higher education, *Quality Assurance in Education*, Vol. 14, No. 1, pp. 37-53.
26. Walkington, J. (2002), A process for curriculum change in engineering education, *European Journal of Engineering Education*, Vol. 27, No. 2, pp. 133-148.
27. Gomes, V. G., Barton, G. V., Petrie, J. G., Romangnoli, J., Holt, P., Abbas, A., Cohen, B., Harris, A. T., Haynes, B. S., Langrish, T. A. G., Orellana, J., See, H. T., Valix, M. and White, D. (2006), Chemical engineering curriculum renewal, *Education for Chemical Engineers*, Vol. 1, pp. 116-125.