

ارزیابی کیفیت برنامه آموزش مهندسی بر مبنای سنجش پیامدهای استاندارد با انجام مطالعه موردی

حمیدرضا حیدری نوقابی^۱، شروان عطایی^۲ و عظیم میرزازاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۱۴

DOI: 10.22047/ijee.2022.325948.1886

چکیده: یکی از بسته‌های اصلی تحول در آموزش مهندسی، اعتباربخشی دوره‌های آموزشی است که مستلزم تدوین استانداردهای ملی مرتبط و انجام خودارزیابی مستمر بر اساس آن و انجام اقدامات اصلاحی متناسب است. در این راستا ضروری است ملاک‌های ارزیابی در جهت سنجش توانمندی‌ها و مهارت‌های کسب‌شده توسط دانشجویان تعیین شود و با بررسی دستیابی دانشجویان به توانمندی‌ها و پیامدهای مورد انتظار آموزشی، برنامه آموزشی به صورت مداوم اصلاح گردیده و بهبود یابد. در مطالعه حاضر و در راستای اعتباربخشی دوره آموزش مهندسی گروه خط و سازه‌های ریلی دانشکده مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم و صنعت ایران، بر اساس استانداردهای ملی مشابه و پیامدهای استاندارد آموزشی ABET، خودارزیابی انجام گرفته است. میزان تحقق پیامدهای استاندارد، با نظرسنجی از ۵۵ نفر از دانشجویان و دانش‌آموختگان مورد بررسی قرار گرفته و تحقق پیامدهای آموزشی در حوزه توانمندی‌های تحصیلی و مهارت‌های حرفه‌ای، نسبتاً مطلوب ارزیابی شده است. همچنین اهداف آموزشی، برنامه آموزشی و روش یاددهی-یادگیری متناسب با اهداف، فرایند ارزیابی درسی دانشجویان، نحوه راهنمایی دانشجویان جدیدالورود، چگونگی توانمندسازی اعضای هیئت علمی، منابع آموزشی، پیشرفت تحصیلی دانشجویان، نحوه مدیریت گروه و اطلاع‌رسانی مصوبات و برنامه بازنگری مستمر در برنامه آموزشی با مشارکت اعضای هیئت علمی گروه، مورد ارزیابی و بازنگری قرار گرفت.

واژگان کلیدی: اعتباربخشی دوره آموزشی، ارزیابی کیفیت، آموزش مهندسی، پیامدهای استاندارد، مهندسی زیرساخت‌های حمل‌ونقل ریلی

۱- استادیار، هیات علمی دانشکده مهندسی راه‌آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). h.heydari@iust.ac.ir

۲- دانشیار، هیات علمی دانشکده مهندسی راه‌آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. ataei@iust.ac.ir

۳- دانشیار دبیرتیم آموزش پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. mirzazad@tums.ac.ir

۱. مقدمه

رشد کمی دانشگاه‌ها پس از انقلاب اسلامی بسیار مطلوب بوده و در حال حاضر، مسئله اصلی دست‌اندرکاران، گذر از کمیت به کیفیت است. جهت تحقق این شعار، راهی جز جلب مشارکت اعضای هیئت علمی در هدف‌گذاری و تلاش برای تحقق آن وجود ندارد که از طریق اعتماد به اعضای هیئت علمی و استقلال بخشی به گروه‌های آموزشی قابل تحقق است.

در حال حاضر گروه‌های آموزشی از نظر فعالیت‌های پژوهشی، صنعتی و فرهنگی استقلال ندارند و این فعالیت‌ها توسط کارشناسان و مدیران ستادی به صورت متمرکز برای کل دانشگاه انجام می‌شود. گروه‌ها از نظر فعالیت‌های آموزشی مقداری استقلال دارند. عدم مشارکت فعال اعضای هیئت علمی، حرکت در مسیر اعتباربخشی به فعالیت‌های آموزشی، پژوهشی، صنعتی و فرهنگی گروه‌های آموزشی را دشوار می‌کند. مسیر افزایش کیفیت آموزشی، از اعتماد و جلب مشارکت اعضای هیئت علمی می‌گذرد و در برنامه آموزشی گروه، تجلی می‌یابد.

میزان کارایی یک برنامه آموزشی از روی توانایی‌ها و پیامدهای کسب‌شده توسط دانشجویان و دانش‌آموختگان آن سنجیده می‌شود. تنها از طریق ارزشیابی است که می‌توان میزان دستیابی به پیامدها را مشخص کرد. ارزیابی درونی با تعریف هدف‌های برنامه و درس‌ها، برحسب دستاوردهای یادگیری دانشجویان، آغاز می‌شود. سپس، روش‌های ارزشیابی انتخاب و با استفاده از آنها، داده‌های مناسب گردآوری می‌شود. مرحله‌نهایی این فرایند، تبدیل داده‌های گردآوری‌شده به اطلاعاتی است که اعمال آنها به بهبود برنامه منجر شود. ارزیابی درونی حالتی چرخه‌ای و مداوم دارد و بازخوردهایی که از هر مرحله گرفته می‌شود، بر اقدامات بعدی تأثیر می‌گذارد (Memarian, 2011/b).

به طور کلی چنانچه در تهیه برنامه درسی نیازهای دانشجویان و هیئت علمی مورد توجه قرار گیرد، قطعاً این موضوع موجب پویایی و نظام‌مندی آن خواهد شد (Kirkgoz, 2008). به‌عنوان نمونه در راستای پاسخ‌گویی به نیازهای درسی در رشته‌های مهندسی، توجه به دروس عملی، آزمایشگاهی و کارگاهی مورد تأکید قرار گرفته است (Yaghoubi & Motaharnejad, 2012). مشارکت نداشتن دانشگاهیان در فرایند برنامه‌ریزی درسی و عدم ارتباط مناسب محتوای رشته‌ها و نیازهای جامعه از جمله دیگر اشکالات وارد به برنامه درسی و آموزشی است (Nili et al., 2006). تشخیص این‌گونه نیازها متناسب با رشته و زمینه آموزشی و پیاده‌سازی آن‌ها در برنامه درسی، نیازمند انجام ارزیابی خواهد بود. لذا محور قراردادن ارزیابی برنامه آموزشی می‌تواند موجب شناخت بهتر از عوامل مختلف مؤثر بر کیفیت برنامه شود (Hoseini & Nasr, 2012). لذا نتایج به‌دست‌آمده از اجرای صحیح فرایند فرایند ارزیابی می‌تواند منبع مطمئنی جهت برنامه‌ریزی راهبردی و نیز بهبود کیفیت عملکرد واحد آموزشی به شمار آید (Naderi & Abdolahi, 2011).

طی دهه‌های گذشته و با شکل‌گیری سازمان‌های اعتبارسنجی در کشورهای مختلف، ارزیابی

برنامه‌های آموزشی به‌عنوان رکن مهمی در آموزش مهندسی مورد توجه قرار گرفته است (Memarian, 2011/a). از این رو در سال‌های اخیر، ملاک‌های جدیدتر و مؤثرتری جهت ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی توسط سازمان‌ها و نهاد‌های معتبر بین‌المللی فعالی در زمینه آموزش مهندسی ارائه و معرفی گردیده است. از جمله معروف‌ترین سازمان‌های بین‌المللی که در این خصوص مشغول فعالیت هستند، عبارت‌اند از: شورای ارزشیابی مهندسی و فناوری آمریکا (ABET, 2021)^۱، انجمن اروپایی تضمین کیفیت در آموزش عالی (ENQA, 2021)^۲، شورای ارزشیابی مهندسی کانادا (CEAB, 2020)^۳ و نظام مدیریت ارزشیابی مهندسی استرالیا (AMS, 2019)^۴. این ملاک‌های نو، بیشتر بر توانایی‌ها و توانمندی‌های کسب‌شده توسط دانشجویان در طی برنامه آموزشی تکیه و تأکید دارند (Miller & Olds, 2002). در این راستا، سازمان ABET، به‌عنوان نهادی پیشرو در زمینه آموزش‌های مهندسی، در سال ۱۹۹۷ ملاک‌ها و معیارهایی جهت ارزشیابی آموزش مهندسی ارائه کرد که اساس آن مبتنی بر ارزیابی پیامدهای به‌دست‌آمده توسط دانشجویان و نیز بهبود مداوم برنامه آموزشی است (ABET, 1998; ABET, 2010).

در این نگرش، با بررسی دستیابی دانشجویان به توانمندی‌ها و پیامدهای مورد انتظار آموزشی، سعی می‌شود برنامه آموزشی به‌صورت مداوم اصلاح گردد و سطح کیفی و کمی آن بهبود یابد. بنابراین منظور از ارزشیابی در این شیوه، عبارت است از فرایند فرایند منظم و مداوم گردآوری، تحلیل و استفاده از اطلاعات از چند منبع مختلف، برای شناسایی توانایی‌های کسب‌شده دانشجویان و به‌کارگیری نتایج جهت بهبود فرایند یادگیری آن‌ها (Miller & Olds, 2002).

در نتیجه این تغییر نگاه، ارزیابی دانشگاه‌ها از سنجش کیفیت ورودی‌های آموزشی به ارزشیابی خروجی‌های آموزشی تغییر پیدا نمود. به معنای دیگر، ارزیابی‌ها به‌صورت «پیامدمحور» درآمد و لذا ملاک‌های ارزشیابی نیز بر مبنای سنجش پیامدهای آموزشی و توانمندی‌های کسب‌شده توسط دانشجویان تعیین شد. در این زمینه سازمان ABET یک مجموعه پیامدهای استاندارد را جهت ارزشیابی آموزش‌های مهندسی تعیین کرد که به ملاک‌های EC2000^۵ معروف شد (ABET, 1998; ABET, 2006). این پیامدهای استاندارد آموزشی شامل یک مجموعه ملاک‌های عمومی و یک مجموعه ملاک‌های اختصاصی به‌عنوان معیارهای مکمل است که انتظار می‌رود دانشجویان مهندسی در انتهای دوره بر اساس میزان دستیابی به آن‌ها، مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرند. در مجموع این پیامدهای استاندارد، بیشترین تأثیر را در آینده تخصصی و موفقیت دانش‌آموخته ایفا می‌نماید که در نگاهی کلی، شامل توانمندی‌های تحصیلی و مهارت‌های حرفه‌ای هستند (Heydari et al., 2021). در مطالعه حاضر، با توجه به اهمیت اعتباربخشی برنامه آموزشی، خودارزیابی کیفیت آموزش

1- Accreditation board for engineering and technology

3- Canadian engineering accreditation board

5- Engineering criteria 2000

2- European association for quality assurance

4- Engineers Australia accreditation management system

مهندسی در حوزه مهندسی زیرساخت‌های حمل‌ونقل ریلی بر مبنای استانداردهای ملی مشابه (Secretariat of the General Medical Education Council, 2017) و سنجش پیامدها و مقایسه خروجی‌های مورد انتظار با اهداف آموزشی استاندارد ABET هدف‌گذاری گردید. در این مقاله ضمن تشریح مراحل انجام ارزیابی درونی برنامه آموزشی، سعی شده است فرایندفرایند طی شده برای این منظور همراه با مطالعه موردی صورت‌گرفته جهت سنجش و ارزیابی عملکرد آموزشی گروه خط و سازه‌های ریلی دانشکده مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم و صنعت ایران، تبیین و تشریح شود. امید است این تلاش، زمینه تدوین یک استاندارد ملی جهت اعتباربخشی به دوره‌های آموزش مهندسی را فراهم نماید.

۲. روش تحقیق

ارزیابی درونی به هدف اعتباربخشی دوره آموزشی انجام می‌شود و نیاز به مرجع اعتباربخشی و استانداردهای ملی دارد. ارزیابی درونی، فرایند گردآوری، بررسی و به‌کارگیری اطلاعات درباره برنامه آموزشی با توجه به استاندارد ملی، به قصد بهبود یادگیری دانشجویان تعریف می‌شود. ارزیابی فرایندی مداوم و تکراری است که از نتایج آن برای بهبود برنامه آموزشی استفاده می‌شود (Hejazi et al., 2016; Karimian et al., 2011). بهبود برنامه محتاج برنامه‌ریزی دقیق و مرحله‌به‌مرحله است.

به‌طور کلی ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی با ارزیابی درونی یا خودارزیابی آغاز می‌شود. این نوع ارزیابی هم از سویی به دنبال بررسی عملکرد گروه آموزشی است و هم از سوی دیگر، در پی ارتقای کیفیت مخاطبان دوره آموزشی است. به عبارتی ارزیابی درونی به دنبال آن است که اهداف آموزشی، نقاط ضعف و قوت، فرصت‌ها و چالش‌های پیش روی گروه آموزشی شناسایی شود (Zamanifar, 2016). یک چرخه از فرایند ارزیابی دارای شش مرحله از تهیه مأموریت‌های برنامه تا به‌کار بستن نتایج برای بهبود برنامه، به شرح جدول ۱ می‌باشد (Miller, 2002). در این بخش مراحل گام‌به‌گام پیاده‌سازی ارزیابی درونی جهت مقایسه و سنجش پیامدهای استانداردهای آموزشی ABET همراه با مطالعه موردی انجام گرفته در این خصوص تشریح و تبیین خواهد شد.

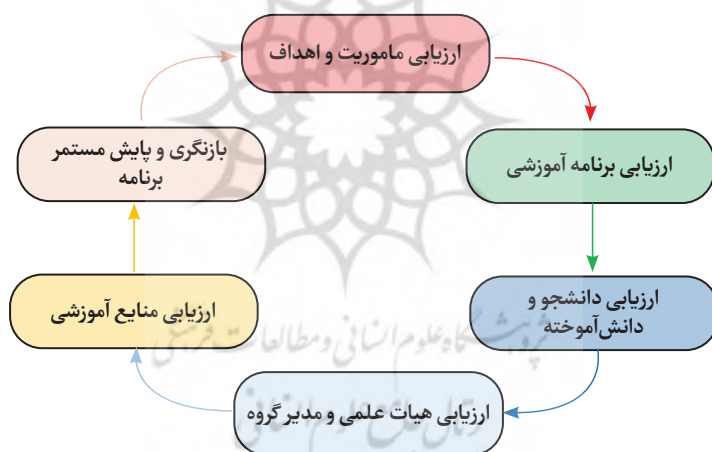
جدول ۱. مراحل اصلی ارزیابی درونی

شماره مرحله	مراحل اصلی
۱	تهیه مأموریت و هدف‌های کلی برنامه
۲	تهیه پیامدها
۳	انتخاب روش‌های ارزیابی
۴	گردآوری داده‌های ارزیابی
۵	تحلیل داده‌های ارزیابی
۶	به‌کار بستن نتایج برای بهبود برنامه

به طور کلی خودارزیابی باید به پاسخ روشن در محورهای زیر منجر شود:
الف) ارزیابی مأموریت و اهداف: آیا اهداف آموزشی مشخص، به روز و کارآمد هستند؟
ب) ارزیابی برنامه آموزشی: آیا برنامه آموزشی به اهداف منجر می شود و روش یاددهی-یادگیری متناسب است؟

ج) ارزیابی ارکان آموزش، افراد و منابع آموزشی: آیا ارزیابی دانشجو، دانش آموخته، هیئت علمی، مدیر گروه و منابع آموزشی انجام می شود؟

د) بازنگری مستمر: آیا اهداف، ساختار، فرایند، پیامدها، محتوا، روش یادگیری و ارزشیابی دانشجویان و محیط یادگیری به صورت مستمر مورد بازنگری و پیش قرار می گیرند؟
 لذا در این مقاله سعی شده است تا مطابق محورهای ذکرشده، خودارزیابی دوره آموزش مهندسی بر مبنای چارچوب و ساختار شکل ۱ و در جهت پاسخگویی به سوالات فوق با انجام یک مطالعه موردی انجام پذیرد. امید است این مطالعه زمینه تدوین یک استاندارد ملی را برای دوره های آموزش مهندسی فراهم نماید.



شکل ۱. روش تحقیق ارزیابی درونی مطالعه حاضر

در مطالعه حاضر و در راستای اعتباربخشی دوره آموزش مهندسی گروه خط و سازه های ریلی دانشکده مهندسی راه آهن دانشگاه علم و صنعت ایران، بر اساس استانداردهای ملی مشابه و پیامدهای استاندارد آموزشی ABET، خودارزیابی انجام گرفته است. برای این منظور میزان تحقق پیامدهای استاندارد، با نظرسنجی از ۵۵ نفر از دانشجویان و دانش آموختگان مورد بررسی قرار گرفته و تحقق پیامدهای آموزشی در حوزه توانمندی های تحصیلی و مهارت های حرفه ای، ارزیابی شده است. جهت ارزیابی وضعیت کیفی برنامه آموزشی در گروه خط و سازه های ریلی، نشانگرهای عامل از برنامه دروس استخراج و به تفکیک ملاک ها ارزیابی دسته بندی شدند. سپس پاسخ های داده شده

از سوی مخاطبین برنامه آموزشی (دانشجویان، دانش‌آموختگان، صنعت، اعضای هیئت علمی) هر یک از نشانگرها از طریق تنظیم پرسش‌نامه‌های پنج‌گزینه‌ای جمع‌آوری شد. کمی‌سازی و وزن‌دهی به گزینه‌های کیفی با استفاده از معیار اندازه‌گیری لیکرت انجام گردید. بر اساس مقیاس اندازه‌گیری مورد استفاده در این مطالعه سطوح ارزیابی کیفی کاملاً نامطلوب معادل امتیاز ۱ تا ۱,۷۹، نسبتاً نامطلوب معادل امتیاز ۱,۸ تا ۲,۵۹، نسبتاً مطلوب معادل امتیاز ۲,۶ تا ۳,۳۹، مطلوب معادل امتیاز ۳,۴ تا ۴,۱۹ و کاملاً مطلوب معادل امتیاز ۴,۲ تا ۵ در نظر گرفته شد. سپس امتیاز مربوط به هر نشانگر، از طریق میانگین امتیاز داده شده به پاسخ‌های مربوط به نشانگر محاسبه شد و در نهایت امتیاز هر ملاک نیز با میانگین‌گیری مجموع امتیازهای نشانگرهای آن ملاک محاسبه گردید.

۳. ارزیابی نتایج تحقیق

اعتباربخشی هر دوره مهندسی نیاز به استانداردسازی دوره آموزش مهندسی دارد تا بر اساس آن خودارزیابی انجام شود. مطابق آنچه گفته شده است، محورهای اصلی اعتبارسنجی دوره آموزشی به شرح جدول ۲ قابل مشاهده می‌باشد. بر این اساس، نتایج خودارزیابی در هر یک از محورهای ذکر شده، می‌بایست به پاسخ‌های روشن در هر یک از محورهای ذکر شده مطابق آنچه به عنوان مشخصات ارزیابی در این جدول مشاهده می‌شود، منجر شود. در این راستا، در این بخش، ضمن ارائه توضیحات لازم در خصوص هر یک از محورهای اصلی، نتایج آن‌ها طی مطالعه موردی ارائه می‌شود.

جدول ۲. محورهای اعتباربخشی دوره آموزشی

ردیف	عنوان محور	مشخصات ارزیابی
۱	ارزیابی مأموریت و اهداف آموزشی	آیا اهداف آموزشی مشخص، به‌روز و کارآمد هستند؟
۲	ارزیابی برنامه آموزشی	آیا برنامه آموزشی به اهداف منجر می‌شود و روش یاددهی-یادگیری متناسب است؟
۳	ارزیابی ارکان آموزش و منابع آموزشی	آیا ارزیابی دانشجویان، دانشجو، دانش‌آموخته، هیئت علمی، مدیر گروه و منابع آموزشی انجام می‌شود؟
۴	بازنگری مستمر	آیا اهداف، ساختار، فرایند، پیامدها، محتوا، روش یادگیری و ارزشیابی دانشجویان و محیط یادگیری به‌صورت مستمر مورد بازنگری و پایش قرار می‌گیرند؟

۳-۱. ارزیابی مأموریت و اهداف آموزشی

در مرحله اول از ارزیابی درونی، می‌بایست به این سؤال پاسخ گفت که آیا مأموریت و اهداف آموزشی مشخص، به‌روز و کارآمد هستند؟ به‌طور کلی تعیین مأموریت^۱، نقطه آغازین هر برنامه و بیانگر این است که برنامه چیست، چه می‌کند و برای چه کسانی اجرا می‌شود. مأموریت باید بتواند توصیف دقیقی از

هدف و عملکرد اصلی برنامه را بیان کند، گروهی را که برنامه برای آن‌ها عرضه می‌شود، مشخص کند و نحوه تأثیر برنامه بر توسعه حرفه‌ای دانشجویان را شرح دهد. مأموریت همچنین باید روشن و به اندازه کافی گسترده باشد تا بتواند مبنای مناسبی برای تهیه پیامدهای یادگیری باشد. علاوه بر آن، باید خاص برنامه مورد نظر باشد، تا حدی که اگر نام برنامه برداشته شود، بتوان آن را از مأموریت دیگر برنامه‌ها تشخیص داد. بر اساس بررسی‌های صورت‌گرفته در گروه مهندسی خط و سازه‌های ریلی، برنامه حوزه مهندسی زیرساخت‌های حمل‌ونقل شامل موارد زیر است: (Heydari et al., 2020)

- ارائه آموزش‌های تخصصی در حوزه مهندسی زیرساخت‌ها و خطوط ریلی
- تسلط دانشجویان به فناوری‌های نوین و آشنا با ابزارهای نوین در حوزه مهندسی خط و سازه‌های ریلی
- فراهم‌کردن محیط آموزشی مناسب در داخل و خارج از کلاس، به منظور موفقیت و پیشرفت دانشجویان در حوزه‌های کاری مرتبط با صنعت حمل‌ونقل ریلی
- تربیت دانش‌آموختگان با دانش فنی مناسب، مسئولیت‌پذیر و کارآمد، متناسب با نیازهای کشور جهت اشتغال، فعالیت فردی و گروهی، نوآوری، کارآفرینی، مشارکت و خدمت در صنعت حمل‌ونقلی ریلی
- بهبود مداوم سطح تربیت و آموزش در حوزه تخصصی مهندسی راه‌آهن و خط و سازه‌های ریلی و ارتقای کمی و کیفی دانشجویان و دانش‌آموختگان

اهداف آموزشی^۱ شامل برنامه جامعی است که انتظار می‌رود دانش‌آموختگان طی چند سال تحصیل کسب نمایند. اهداف آموزشی بر اساس نیازهای تعریف‌شده دانشجویان و دانش‌آموختگان است. هدف از برنامه آموزشی مهندسی خط و سازه‌های ریلی این است که دانشجویان این رشته دانش اساسی در این حوزه و همچنین پیش‌زمینه مربوط به رشته‌های مختلف مرتبط را برای مشارکت معنادار در این حرفه و پیشرفت‌های فنی آن کسب کنند. این آموزش در مقاطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی، به مدارک کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری منتهی می‌شود.

برنامه کارشناسی بر اساس مفاهیم ریاضیات، فیزیک و مهندسی پایه با مطالعه تخصصی در رشته‌های عمران، سازه و مهندس خط و سازی‌های ریلی است. در برنامه آموزشی، جنبه‌های مختلف جهت آموزش و تربیت طراح و مهندس خط و سازه‌های ریلی در نظر گرفته می‌شود. همچنین وسعت و عمق مطالعات علوم اجتماعی و انسانی، بر اساس دوره‌های تأییدشده دانشگاه است. با تکمیل مقاطع تحصیلات تکمیلی، فارغ‌التحصیلان برای ورود به موقعیت حرفه‌ای تری آماده می‌شوند. لذا اهداف آموزشی گروه خط و سازه‌های ریلی، در ذیل اهداف دانشکده و دانشگاه تعریف گردیده است و در حوزه

آموزش شامل دو دسته اهداف کیفی و کمی آموزشی هستند. برنامه آموزشی باید منجر به آموزش دانش‌آموختگانی با ویژگی‌های زیر گردد (Heydari et al., 2020).

الف. تربیت دانش‌آموختگان متخصص و شایسته: دانش‌آموختگان باید در حوزه مهندسی خط و سازه‌های ریلی دارای تخصص و توانمندی مناسب و شایسته باشند. لازمه این امر آموزش و کسب توانایی‌های لازم در استفاده از اصول اساسی از جمله علوم رایانه، فیزیک، ریاضیات و ... برای حل مسائل مهندسی و تخصصی در حوزه مهندسی خط و سازه‌های ریلی است که همراه با کسب مهارت، توانایی و انگیزه لازم و استفاده از جدیدترین ابزارها و فناوری‌ها و ارتقای مستمر و مداوم، منجر به تربیت دانش‌آموختگانی متخصص و شایسته خواهد گردید.

ب. دانش‌آموختگان فعال در صنعت: با توجه به ماهیت آموزش مهندسی راه‌آهن، آنها می‌توانند بلافاصله به حرفه مهندسی وارد شوند. آنها باید با استانداردها، سامانه‌ها و دستورالعمل‌های حوزه‌های مختلف مهندسی راه‌آهن و به ویژه خط و سازه‌های ریلی، از جمله طراحی و ساخت آشنا باشند و به صورت فعال و پیشرو در صنعت، منجر به ارتقا و پیشرفت مداوم صنعت حمل‌ونقل ریلی گردند.

ج. دانش‌آموختگان فعال در کارآفرینی، ایجاد کسب‌وکار و مهارت‌های ارتباطی: فارغ‌التحصیلان مهندسی دارای مهارت‌های ارتباطی و دانش اصولی هستند که به آنها این امکان را می‌دهد تا به طور مؤثر با متخصصانی با پیشینه‌های مختلف، همکاری و هم‌فکری کنند. توسعه مهارت‌ها به آنها کمک می‌کند تا محدودیت‌ها و ملاحظات متنوعی را در مرزهای اجتماعی و حرفه‌ای در زمینه‌های کاربردی خاص، از جمله مسائل سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در نظر بگیرند و در این راستا به کارآفرینی و ایجاد کسب‌وکار نو و تحول در صنعت حمل‌ونقل ریلی همت گمارند.

ج. آمادگی دانش‌آموختگان به منظور یادگیری مداوم در تمام مدت حرفه خود: از اهداف برنامه آموزشی رشته‌های مهندسی، کسب تخصص فعلی و همچنین یادگیری مداوم مهارت‌ها است تا دانش‌آموختگان بتوانند به طور مؤثر با نیازهای حال و آینده در محل کار خود و جامعه سازگار شوند. این یادگیری مداوم در هر دو حالت رسمی و غیررسمی آموزشی صورت خواهد گرفت.

۲-۳. ارزیابی برنامه آموزشی

ارزیابی برنامه آموزشی به معنای آن است که آیا برنامه آموزشی به اهداف مورد نظر منجر می‌شود و روش یاددهی-یادگیری متناسب است یا خیر؟ این موضوع می‌تواند به طور عمده‌ای با سنجش پیامدهای آموزشی یا خروجی‌های مورد انتظار انجام شود. پیامدهای آموزشی در واقع عبارت است از آن چیزی که انتظار می‌رود دانشجویان در زمان تحصیل فرا بگیرند و قادر به انجام آن باشند که مربوط به مهارت‌ها، دانش و رفتارهایی است که دانشجویان هنگام پیشرفت در برنامه کسب می‌کنند.

سازمان‌های ارزشیابی مختلفی در سال‌های اخیر در کشورها تشکیل یافته‌اند و همان‌طور که

در مقدمه ذکر شد، مطرح‌ترین نهاد فعال در این زمینه شورای ارزشیابی مهندسی و فناوری آمریکا معروف به ABET می‌باشد. (ABET, 2021)، این سازمان در سال ۱۹۹۷ ملاک‌های جدید را برای ارزشیابی مهندسی عرضه کرد که اصطلاحاً EC2000 نامیده می‌شوند (ABET, 1998). این ملاک‌ها در کشورهای زیادی مبنای سنجش آموزش و ارزیابی برنامه‌های مهندسی قرار گرفته است. بر اساس روش ارزیابی ABET، یک مجموعه ملاک‌های عمومی جهت سنجش پیامدهای آموزشی معرفی می‌شود و نیز تأکید می‌گردد که یک مجموعه ملاک‌های اختصاصی، با توجه به دوره و برنامه آموزشی و اهداف مربوط، تعیین و مورد ارزیابی قرار گیرد. لذا در مطالعه حاضر با توجه به ملاک‌های عمومی و پیامدهای استاندارد آموزشی که ABET تعیین کرده است و نیز معیارهای اختصاصی که با توجه به اهداف خاص برنامه آموزشی رشته مهندسی خط و سازه‌های ریلی دانشگاه علم و صنعت ایران مورد توجه می‌باشد، در مجموع ۱۱ پیامد به عنوان معیارهای ارزیابی و سنجش برنامه آموزشی به کار گرفته شد که عناوین آن‌ها در تصویر شکل ۲ قابل مشاهده است (Heydari et al., 2021).



شکل ۲. انواع پیامدهای استاندارد آموزشی

یکی از ویژگی‌های پیامدهای یادگیری، قابل انطباق بودن آن با برنامه درسی است. برای بررسی دقیق‌تر این مطلب می‌توان جدول تناسب پیامدها را تهیه کرد. به عنوان نمونه در جدول ۳ واپایش انطباق پیامدهای آموزشی استاندارد با برنامه درسی (دروس تخصصی اجباری) دوره مهندسی خط و سازه‌های ریلی قابل مشاهده است.

سطرهای جدول، شامل تطابق پیامدهای برنامه آموزشی فهرست پیامدها و ستون‌های آن، شامل درس‌های اصلی برنامه است. با مشاهده این جدول می‌توان دریافت که تا چه حد پیامدهای برنامه آموزشی با درس‌های مختلف پوشش داده شده است. با تکمیل این جدول برای همه درس‌های

برنامه می‌توان تکرارهای غیرضروری و نقاط ضعف برنامه را مشخص کرد. در این جدول، با قراردادن یک حرف در داخل هر یک از خانه‌ها می‌توان میزان ارتباط هر درس را نشان داد (برای مثال "ز": زیاد، "م": متوسط، "ک": کم)

به‌طور کلی پیامدهای آموزشی را می‌توان شامل پنج پیامد در حوزه توانمندی‌های تحصیلی و شش پیامد در حوزه مهارت‌های حرفه‌ای دانست. عناوین پیامدهای آموزشی مرتبط با حوزه توانمندی‌های تحصیلی، در جدول ۴ قابل مشاهده است. پیامدهای مرتبط با توانمندی‌های تحصیلی شامل میزان توانایی در کسب دانش مهندسی، انجام بررسی‌های مهندسی، انجام طراحی مهندسی، کار با ابزارهای نوین و تحلیل مهندسی است. همچنین عناوین پیامدهای استاندارد آموزشی مرتبط با حوزه مهارت‌های تحصیلی در جدول ۳ ارائه گردیده است. پیامدهای آموزشی حوزه مهارت‌های حرفه‌ای، شامل توانمندی کار گروهی، مسئولیت‌های حرفه‌ای، ارتباطات مهندسی، یادگیری مداوم، آگاهی از مسائل روز و ارتباط مهندسی و جامعه هستند.

جدول ۳. کنترل انطباق پیامدهای آموزشی با برنامه درسی (دروس تخصصی اجباری) دوره مهندسی خط و سازه‌های ریلی

توانایی دانشی	ارتباط مهندسی و جامعه	توانایی طراحی مهندسی	توانایی کار گروهی	توانایی تحلیلی مهندسی	توانایی کار با ابزارهای نوین مهندسی	مسئولیت حرفه‌ای و اخلاق مهندسی	توانایی ارتباطات مهندسی	توانایی یادگیری مداوم	دانش مسائل روز
پیامدهای برنامه آموزشی استاندارد	م	م	ز	م	ز	م	ز	م	ز
زیرسازی مسیر و پروژه	م	م	ز	م	ز	م	ز	م	ز
طراحی مسیر و پروژه	م	م	ز	م	ز	م	ز	م	ز
پی‌سازی و ابنیه مسیر	م	ز	ز	م	ز	م	م	م	ز
روسازی راه‌آهن ۱	م	ز	ز	م	ک	ک	ک	م	ز
روسازی راه‌آهن ۲	م	ز	ز	م	ک	ک	ک	م	ز
آزمایشگاه روسازی راه‌آهن	م	ز	م	ز	م	م	ز	م	م
طراحی ایستگاه	م	ز	م	ز	م	م	ز	م	ز
مبانی ماشین‌های ریلی	م	ز	م	ک	ک	م	ک	ک	م
نگهداری خطوط	م	ز	م	م	ک	ز	ک	م	م
ساخت و اجرای خطوط	م	ز	م	ک	م	م	ک	م	م
نقشه برداری مسیر	م	ز	م	ز	م	م	م	م	م
پل‌های راه‌آهن ۱	م	ز	ک	ز	م	ک	ک	م	م
پل‌های راه‌آهن ۲	م	ز	ک	ز	م	ک	ک	م	م
پروژه پل‌های راه‌آهن	م	ز	م	ز	ز	م	ز	م	ز

م	م	ک	م	ک	م	ز	ز	ک	ز	م	تونل سازی
م	م	ک	ز	ک	م	ک	م	ک	ز	م	نگهداری و تعمیر سازه‌ها
م	ز	ک	ز	ک	م	ک	م	م	ز	م	اقتصاد مهندسی
م	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز	م	کارآموزی ۱
م	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز	م	کارآموزی ۲

جهت سنجش دقیق‌تر هر یک از پیامدهای آموزشی فوق‌الذکر باید یک مجموعه نشانگرهای مناسب (متناسب با رشته و حوزه تخصصی آموزش مهندسی) تعیین و در نظر گرفته شوند. نشانگرهای مربوط به هر یک از پیامدهای آموزشی استاندارد که به منظور سنجش عملکرد و خروجی‌های مورد انتظار دانش‌آموختگان رشته مهندسی خط و سازه‌های ریلی دانشگاه علم و صنعت ایران مورد استفاده قرار گرفته است، در جدول‌های ۴ و ۵ قابل مشاهده هستند. در جدول ۴، نشانگرهای مربوط به پنج پیامد استاندارد در حوزه مهارت‌های تحصیلی و در جدول ۵، نشانگرهای مربوط به شش پیامد استاندارد در حوزه مهارت‌های حرفه‌ای ارائه گردیده‌اند.

جدول ۴. پیامدهای مورد انتظار آموزشی در حوزه مهارت‌های تحصیلی به همراه نشانگرها

توانمندی	از آموزش دانشگاهی تا چه حد توانایی‌های زیر را کسب نموده‌اید؟
مهارت‌های تحصیلی	دانش مهندسی
	بررسی‌های مهندسی
	طراحی مهندسی
	توانایی شناسایی، تدوین و حل مسائل مهندسی طراحی روسازی راه‌آهن طراحی مسیر راه‌آهن طراحی زیرسازی راه‌آهن طراحی ایستگاه راه‌آهن طراحی پل‌های راه‌آهن طراحی ابنیه فنی مسیر راه‌آهن مانند تونل، ترانشه و خاکریز... نگهداری و تعمیر خطوط ریلی نگهداری و تعمیر سازه‌های ریلی مدیریت و کنترل پروژه ساخت و اجرای راه‌آهن راه‌آهن شهری و مترو راه‌آهن سریع‌السیار تسلط بر آیین‌نامه‌ها و استانداردها
کار با ابزارهای نوین	توانایی استفاده از تکنیک‌ها، مهارت‌ها و ابزار مهندسی مدرن لازم برای کارهای مهندسی مانند نرم‌افزارهای طراحی
تحلیل مهندسی	توانایی تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها توانایی انجام آزمایش‌های مهندسی

جدول ۵. پیامدهای مورد انتظار آموزشی در حوزه مهارت‌های حرفه‌ای به همراه نشانگرها

توانمندی	از آموزش دانشگاهی تا چه حد توانایی‌های زیر را کسب نموده‌اید؟	
مهارت‌های حرفه‌ای	کارگروهی	توانایی ار در تیم‌های شامل رشته‌های مختلف
	مسئولیت‌های حرفه‌ای	درک مسئولیت حرفه‌ای و اخلاقی
	ارتباطات مهندسی	توانایی برقراری ارتباط مؤثر نگارشی توانایی برقراری ارتباط مؤثر شفاهی
	یادگیری مداوم	شناخت نیاز و توانایی مشارکت در یادگیری مداوم
	آگاهی از مسائل روز	دانش مسائل روز درک تأثیر راه‌حل‌های مهندسی در زمینه‌های جهانی، اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و...
	مهندسی و جامعه	به روز بودن یادگیری‌ها متناسب با صنعت توانایی ایجاد کسب و کار توانایی طرح ایده‌های نو

۳-۳. ارزیابی ارکان، افراد و منابع آموزشی

ارزیابی ارکان، افراد و منابع آموزش به معنای آن است که آیا ارزیابی دانشجو، دانش‌آموخته، هیئت علمی، مدیر گروه و منابع آموزشی انجام می‌شود؟ لذا در این بخش چند دسته سؤال به شرح زیر باید پاسخ داده شوند:

الف) ارزیابی دانشجو؛ روش مدون دارد، تمام توانمندی‌ها را ارزیابی می‌کند، به اعتراضات پاسخگو می‌دهد و قابل بررسی بیرونی است؟

ب) ارزیابی دانشجویان (تازه‌وارد)؛ ویژگی‌هایشان بررسی می‌شود؛ رشته معرفی می‌شود، آشنایی با رشته و راهنمایی تحصیلی و شغلی وجود دارد، مشارکت‌دهی می‌شوند؟

ج) هیئت علمی؛ ارزشیابی می‌شود، توانمندسازی و ایجاد انگیزه می‌شود و برنامه جذب مشخصی وجود دارد؟

د) منابع آموزشی؛ تسهیلات فیزیکی، بازدید کافی، آزمایشگاه مناسب و نرم‌افزار وجود دارد؟

ه) ارزشیابی برای هر دوره ورودی دانشجویان انجام می‌شود؟

و) مدیریت ارزیابی می‌شود و مصوبات به صورت شفاف اطلاع‌رسانی می‌شود؟

پس از آن که جدول تناسب پیامدها نشان داد که تمام پیامدها به خوبی توسط برنامه پوشش داده می‌شوند، می‌توان انتخاب روش‌هایی را آغاز کرد که برای ارزیابی هر پیامد مناسب است. ارزیابی پیامدها به روش‌های مختلفی انجام می‌شود. برخی از مهم‌ترین روش‌های ارزیابی پیامدها، به شرح جدول ۶ است.

جدول ۶. مهم‌ترین روش‌های ارزیابی پیامدها

روش‌های مستقیم	روش‌های مستقیم
- نظرخواهی از اساتید و اعضای هیئت علمی	- پروژه کارشناسی
- نظرخواهی از دانشجویان	- پرونده دانشجویان
- نظرخواهی از دانش‌آموختگان	- آزمون‌های درسی
- نظرخواهی از ذی‌نفعان	- آزمون‌های استاندارد
- بازنگری درس‌ها	- ارزیابی عملکرد
- گروه‌های منتخب	- مطالعات موردی

روش‌های ارزیابی به صورت نظرخواهی روشی علمی برای قضاوت در خصوص نگرش افراد درباره برنامه‌ها می‌باشد (Memarian, 2009). این نظرخواهی‌ها به وسیله پرکردن پرسش‌نامه انجام می‌گیرد و در شناسایی نقاط ضعف برنامه و پیدا کردن راه‌حلی برای رفع آن سودمند می‌باشد. در جدول ۷ که در ادامه ارائه گردیده است، نمونه پرسش‌نامه تهیه‌شده جهت ارزیابی آموزشی دانش‌آموختگان رشته مهندسی خط و سازه‌های ریلی قابل مشاهده می‌باشند.

شایان ذکر است با توجه به شرایط همه‌گیری بیماری کرونا، این پرسش‌نامه به صورت الکترونیک تهیه گردید. از آنجایی که نظرخواهی و تکمیل پرسش‌نامه‌ها به صورت مجازی انجام شد این امر موجب صرفه‌جویی در زمان، تسهیل در تکمیل فرم‌ها، تسریع در جمع‌آوری و مقایسه داده‌ها، کاهش هزینه‌های ناشی از چاپ فرم‌های نظرخواهی، سهولت دسترسی به پرسش‌نامه‌ها و بالا رفتن مشارکت و همکاری نظردهندگان گردید که نشان‌دهنده آن است که حتی در شرایط عادی نیز نظرخواهی الکترونیکی نسبت به نظرخواهی فیزیکی مناسب‌تر خواهد بود. نمونه پرسش‌نامه نظرخواهی از دانش‌آموختگان در جدول ۷ قابل مشاهده است (Heydari et al., 2019).

جدول ۷. نمونه پرسش‌نامه نظرخواهی از دانش‌آموختگان

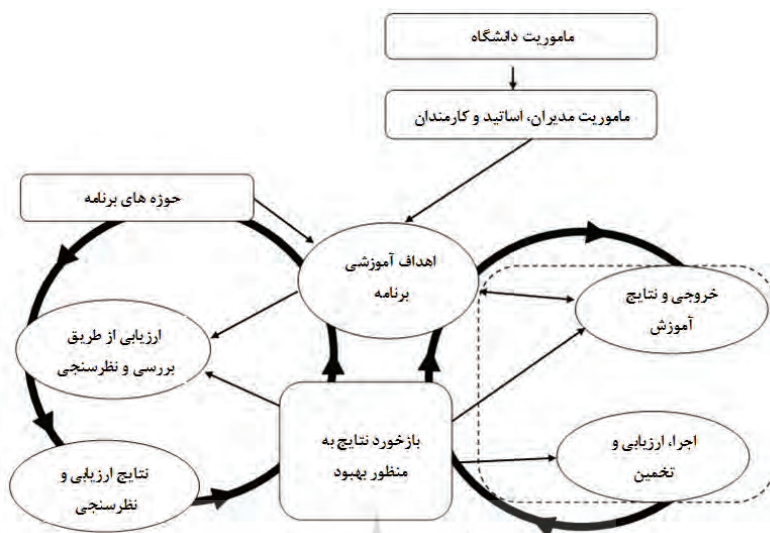
از آموزش دانشگاهی تا چه حد توانایی‌های زیر را کسب کرده‌اید؟					
پیامدهای اصلی	ملاک‌های ارزیابی پیامد	کاملاً نامطلوب	نسبتاً نامطلوب	نسبتاً مطلوب	کاملاً مطلوب
دانش مهندسی	توانایی استفاده از دانش ریاضیات، علوم و مهندسی			x	
بررسی‌های مهندسی	توانایی شناسایی، تدوین و حل مسائل مهندسی			x	
طراحی مهندسی	طراحی روسازی راه‌آهن				x
	طراحی مسیر راه‌آهن			x	
	طراحی زیرسازی راه‌آهن			x	
	طراحی ایستگاه راه‌آهن			x	
	طراحی پل‌های راه‌آهن			x	

ادامه جدول ۷

			x	طراحی ابنیه فنی مسیر راه آهن مانند تونل، ترانشه، خاکریز و ...	طراحی مهندسی
		x		نگهداری و تعمیر خطوط ریلی	
		x		نگهداری و تعمیر سازه های ریلی	
		x		مدیریت و کنترل پروژه	
		x		ساخت و اجرای راه آهن	
		x		راه آهن شهری و مترو	
		x		راه آهن سریع السیر	
	x			تسلط بر آیین نامه ها و استانداردها	
		x		توانایی استفاده از فنون، مهارت ها و ابزارهای مهندسی مدرن لازم برای کارهای مهندسی مانند نرم افزارهای طراحی	کار با ابزارهای مدرن
	x	x		توانایی تجزیه و تحلیل و تفسیر داده ها توانایی انجام آزمایش های مهندسی	تحلیل مهندسی
		x		توانایی کار در گروه های شامل رشته های مختلف	کار گروهی
		x		درک مسئولیت حرفه ای و اخلاقی	مسئولیت های حرفه ای
		x		توانایی برقراری ارتباط مؤثر نگارشی	ارتباطات مهندسی
		x		توانایی برقراری ارتباط مؤثر شفاهی	
			x	شناخت نیاز و توانایی مشارکت در یادگیری مداوم	یادگیری مداوم
		x	x	دانش مسائل روز درک تأثیر راه حل های مهندسی در زمینه های جهانی، اقتصادی، زیست محیطی، اجتماعی و ...	آگاهی از مسائل روز
		x	x	به روز بودن یادگیری ها متناسب با صنعت توانایی ایجاد کسب و کار توانایی طرح ایده های نو	ارتباط مهندسی و جامعه

۳-۴. بازنگری و پایش مستمر برنامه آموزشی

بازنگری مستمر به معنای آن است که آیا اهداف، ساختار، فرایند، پیامدها، محتوا، روش یادگیری و ارزشیابی دانشجویان و محیط یادگیری به صورت مستمر مورد پایش پیوسته قرار می گیرند یا خیر؟ فرایند پایش و بهبود مستمر اهداف برنامه آموزشی گروه مهندسی خط و سازه های ریلی در تصویر شکل ۳ قابل مشاهده است.



شکل ۳. فرایند پایش و بهبود مستمر اهداف برنامه آموزشی

جهت بهبود برنامه آموزشی باید حوزه‌های درگیر با اهداف آموزشی شناخته شود تا بتوان متناسب با آن در جهت تحقق مأموریت‌ها، اهداف و پیامدهای مورد انتظار آموزشی، گام برداشت. منظور از حوزه‌های برنامه^۱ در این فرایند، شامل دانشجویان، اعضای هیئت علمی، فارغ‌التحصیلان و صنعت (به‌عنوان کمیته مشورتی) است. این حوزه‌ها به طور فعال در روند بهبود مداوم برنامه از طریق بررسی، نظرسنجی، جلسات، کمیته و تعامل شخصی مشارکت خواهند داشت. بازخورد این گروه‌ها به منظور ارزیابی ارتباط اهداف آموزشی برنامه با نیازها، کمک به بررسی و ارزیابی عملکرد دانشجویان، و بهبود کیفیت برنامه مؤثر خواهد بود. برنامه‌های آموزشی می‌تواند با توصیه‌های مختلفی که از جانب اعضای صنعتی کمیته مشورتی اخذ می‌شود، بهبود و ارتقا یابد. ارتباط حرفه‌ای این اهداف و سطح دستیابی آنها به صورت دوره‌ای با توجه به یک فرایند ساختاری ارزیابی می‌شود. با توجه به این توصیه‌ها، ابلاغ‌های رسمی برای این اهداف با توجه به نظرات همه اعضای هیئت علمی و بر اساس صنعت استخراج می‌گردد. ارتباط این اهداف به طور دوره‌ای با توجه به ارزیابی و فرایند پایش و بهبود مستمر در شکل ۲ نشان داده شده است.

۴. یافته‌های ارزیابی برنامه آموزشی

پس از آن که جمع‌آوری داده‌های مربوط به پرسش‌نامه‌های ارزیابی پیامدهای برنامه آموزشی انجام

شد، ارزیابی میزان تحقق پیامدهای آموزشی با محاسبه امتیاز هر یک از نشانگرها و نیز محاسبه امتیاز کل هر یک از ملاک‌ها مشخص می‌گردد. در مجموع از تعداد ۲۰ نفر از دانشجویان سال آخر و ۳۵ نفر از دانش‌آموختگان نظرخواهی به عمل آمد که نتایج کیفی هر یک از نشانگرها، مطابق جدول ۸ کمی‌سازی و سپس ارزیابی هر یک از نشانگرها با میانگین‌گیری وزنی به دست آمد. به عنوان نمونه نتایج ارزیابی دانش‌آموختگان در جداول ۹ و ۱۰ به ترتیب برای هر یک از نشانگرهای مربوط به پیامدهای های تحصیلی و مهارت‌های حرفه‌ای قابل مشاهده است.

جدول ۸. محدوده سنجش کیفی و کمی میزان مطلوبیت ملاک‌های ارزیابی

کاملاً نامطلوب	نسبتاً نامطلوب	نسبتاً مطلوب	مطلوب	کاملاً مطلوب
۱-۱,۷۹	۱,۸-۲,۵۹	۲,۶-۳,۳۹	۳,۴-۴,۱۹	۴,۲-۵

۱-۴. نتایج ارزیابی پیامدهای تحصیلی

ارزیابی پیامدهای آموزشی در حوزه مهارت‌های تحصیلی که شامل پنج توانمندی دانش مهندسی، بررسی‌های مهندسی، طراحی مهندسی، کار با ابزارهای نوین و تحلیل مهندسی است با انجام نظرخواهی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج ارزیابی دانش‌آموختگان در خصوص هر یک از نشانگرهای مربوط این به پیامدهای تحصیلی، در جدول ۹ قابل مشاهده است. در مجموع با بررسی نظرات دانش‌آموختگان و دانشجویان سطح توانمندی‌های آموزشی در هر حوزه مهارت‌های تحصیلی، همان‌طور که در جدول ۱۰ قابل مشاهده است، به صورت «نسبتاً مطلوب» ارزیابی شد.

جدول ۹. نتایج ارزیابی دانش‌آموختگان از تحقق پیامدهای آموزشی و نشانگرهای مربوط در حوزه مهارت‌های تحصیلی

ارزیابی نشانگرها	میانگین نشانگرها	کاملاً مطلوب	مطلوب	نسبتاً مطلوب	نسبتاً نامطلوب	کاملاً نامطلوب	از آموزش دانشگاهی تا چه حد توانایی‌های زیر را کسب نموده‌اید؟	توانمندی	
								مهندسی	مهارت‌های تحصیلی
نسبتاً مطلوب	۳,۱۱	۳	۱۰	۱۳	۶	۳	توانایی استفاده از دانش ریاضیات، علوم و مهندسی	دانش مهندسی	
مطلوب	۳,۴۳	۴	۱۵	۹	۶	۱	توانایی شناسایی، تدوین و حل مسائل مهندسی	بررسی‌های مهندسی	
مطلوب	۳,۶	۸	۱۲	۸	۷	۲	طراحی روسازی راه‌آهن	طراحی مهندسی	
نسبتاً مطلوب	۳,۱۴	۴	۹	۱۲	۸	۲	طراحی مسیر		
نسبتاً مطلوب	۲,۹۱	۲	۷	۱۴	۱۰	۲	طراحی زیرسازی راه‌آهن		
نسبتاً مطلوب	۲,۲۹	۱	۳	۱۰	۱۱	۹	طراحی ایستگاه راه‌آهن		
نسبتاً مطلوب	۲,۵۶	۳	۵	۹	۸	۹	طراحی پل‌های راه‌آهن		
نسبتاً مطلوب	۲,۷۴	۱	۸	۱۳	۷	۶	طراحی ابنیه فنی مسیر راه‌آهن مانند تونل، ترانشه و خاکریز...		

		مهارت‌های تحصیلی						
نسبتاً مطلوب	۳,۳۲	۵	۱۰	۱۲	۵	۲	نگهداری و تعمیر خطوط ریلی	طراحی مهندسی
نسبتاً مطلوب	۳,۰۳	۲	۱۰	۱۱	۹	۲	نگهداری و تعمیر سازه‌های ریلی	
نسبتاً مطلوب	۲,۳۷	۲	۴	۱۰	۸	۱۱	مدیریت و کنترل پروژه	
نسبتاً مطلوب	۳,۱۱	۵	۹	۸	۱۱	۲	ساخت و اجرای راه‌آهن	
نسبتاً مطلوب	۲,۴۳	۳	۴	۶	۱۴	۸	راه‌آهن شهری و مترو	
نسبتاً مطلوب	۱,۹۷	۲	۲	۷	۶	۱۸	راه‌آهن سریع‌السير	
نسبتاً مطلوب	۳,۳۳	۵	۷	۱۵	۶		تسلط بر آیین‌نامه‌ها و استانداردها	
نسبتاً مطلوب	۳,۰۳	۲	۱۰	۹	۱۳		توانایی استفاده از ابزار مهندسی مدرن مانند نرم‌افزارهای طراحی	کار با ابزارهای نوین
نسبتاً مطلوب	۳,۲۹	۴	۸	۱۷	۶		توانایی تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها	تحلیل مهندسی
نسبتاً مطلوب	۳,۲۳	۶	۸	۱۰	۱۰	۱	توانایی انجام آزمایش‌های مهندسی	

جدول ۱۰. میزان تحقق پیامدهای آموزشی استاندارد در حوزه مهارت‌های تحصیلی

ارزیابی کلی	میانگین کلی	ارزیابی دستاوردها	توانمندی
نسبتاً مطلوب	۳,۱۳	نسبتاً مطلوب	دانش مهندسی
		مطلوب	بررسی‌های مهندسی
		نسبتاً مطلوب	طراحی مهندسی
		نسبتاً مطلوب	کار با ابزارهای نوین
		نسبتاً مطلوب	تحلیل مهندسی
		مهارت‌های تحصیلی	

۲-۴. نتایج ارزیابی پیامدهای حرفه‌ای. بر اساس پیامدهای استاندارد آموزشی، شش توانمندی در حوزه مهارت‌های حرفه‌ای قرار می‌گیرد که شامل کار گروهی، مسئولیت‌های حرفه‌ای، ارتباطات مهندسی، یادگیری مداوم، آگاهی از مسائل روز و ارتباط مهندسی و جامعه می‌باشد. به طور مشابه میزان دستیابی به این توانمندی‌ها نیز با نظرخواهی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج سنجش دانش‌آموختگان در خصوص هر یک از نشانگرهای مربوط به مهارت‌های حرفه‌ای، در جدول ۱۱ قابل مشاهده است. در مجموع با بررسی نظرات دانش‌آموختگان و دانشجویان، سطح توانمندی‌های آموزشی در هر دو حوزه مهارت‌های حرفه‌ای، همان‌طور که در جدول ۱۲ قابل مشاهده است، به صورت «نسبتاً مطلوب» ارزیابی شد.

جدول ۱۱. نتایج ارزیابی دانش‌آموختگان از تحقق پیامدهای آموزشی و نشانگرهای مربوط در حوزه مهارت‌های حرفه‌ای

ارزیابی نشانگرها	میانگین نشانگرها	کاملاً مطلوب	مطلوب	نسبتاً مطلوب	نسبتاً نامطلوب	کاملاً نامطلوب	توانایی‌های کار در تیم‌های شامل رشته‌های مختلف	توانمندی	پهنای حرفه‌ای
نسبتاً مطلوب	۲,۹۱	۳	۹	۹	۱۰	۴	توانایی کار در تیم‌های شامل رشته‌های مختلف	کار گروهی	
مطلوب	۳,۲۶	۷	۷	۱۲	۶	۳	درک مسئولیت حرفه‌ای و اخلاقی	مسئولیت‌های حرفه‌ای	
مطلوب	۳,۲۳	۶	۹	۸	۱۱	۱	توانایی برقراری ارتباط مؤثر نگارشی	ارتباطات	
نسبتاً مطلوب	۳,۲	۴	۱۲	۷	۱۱	۱	توانایی برقراری ارتباط مؤثر شفاهی	مهندسی	
نسبتاً مطلوب	۳,۲	۵	۹	۱۰	۱۰	۱	شناخت نیاز و توانایی مشارکت در یادگیری مداوم	یادگیری مداوم	
نسبتاً مطلوب	۳,۱۱	۵	۸	۱۰	۱۰	۲	دانش مسائل روز	آگاهی از مسائل روز	
نسبتاً مطلوب	۳,۰۳	۴	۸	۱۰	۹	۳	درک تأثیر راه‌حل‌های مهندسی در زمینه‌های جهانی، اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و...		
نسبتاً مطلوب	۲,۹۴	۲	۶	۱۵	۸	۲	به‌روز بودن یادگیری‌ها متناسب با صنعت	مهندسی و جامعه	
نسبتاً مطلوب	۲,۴۲	۱	۴	۱۱	۹	۸	توانایی ایجاد کسب و کار		
نسبتاً مطلوب	۲,۳۹	۲	۵	۵	۱۰	۹	توانایی طرح ایده‌های نو		

جدول ۱۲. میزان تحقق پیامدهای آموزشی استاندارد در حوزه مهارت‌های حرفه‌ای

ارزیابی کلی	میانگین کلی	ارزیابی دستاوردها	توانمندی
نسبتاً مطلوب	۳,۰۴	نسبتاً مطلوب	کار گروهی
		نسبتاً مطلوب	مسئولیت‌های حرفه‌ای
		نسبتاً مطلوب	ارتباطات مهندسی
		نسبتاً مطلوب	یادگیری مداوم
		نسبتاً مطلوب	آگاهی از مسائل روز
		نسبتاً نامطلوب	مهندسی و جامعه

۴-۳. اقدامات پیشنهادی جهت اصلاح و بهبود برنامه

در مجموع با بررسی نظرات دانش‌آموختگان و دانشجویان سطح توانمندی‌های آموزشی در هر دو حوزه مهارت‌های تحصیلی و حرفه‌ای، همان‌طور که در جدول ۱۳ قابل مشاهده است، به صورت «نسبتاً مطلوب» ارزیابی شد.

جدول ۱۳. ارزیابی کلی میزان تحقق پیامدهای آموزشی استاندارد

ارزیابی کلی	میانگین کلی	ارزیابی دستاوردها	توانمندی
نسبتاً مطلوب	۳,۰۹	نسبتاً مطلوب	ارزیابی کلی

پس از محاسبه و تعیین میزان تحقق پیامدهای آموزشی، تحلیل نتایج ارزیابی و سپس ارائه پیشنهادات و اعمال اصلاحات لازم در برنامه جهت ارتقا و بهبود برنامه انجام می‌گیرد. این کار در خصوص ارزیابی پیامدهای آموزشی رشته خط و سازه‌های ریلی انجام گرفت و مجموعه اقداماتی جهت اصلاح و بهبود برنامه آموزشی هدف‌گذاری شد. در این راستا رؤس اقدامات و همچنین فعالیت‌های مربوط به هر اقدام به شرح نمودار شکل ۴ قابل مشاهده است.



شکل ۴. فعالیت‌ها و اقدامات جهت بهبود و تقویت برنامه آموزشی

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

یکی از بسته‌های اصلی تحول در آموزش مهندسی، اعتباربخشی دوره‌های آموزشی است که مستلزم تدوین استانداردهای ملی مرتبط و انجام خودارزیابی مستمر بر اساس آن می‌باشد. در این مطالعه، ارزیابی درونی در راستای اعتباربخشی برنامه آموزشی رشته مهندسی خط و سازه‌های ریلی دانشگاه علم

و صنعت ایران و مبتنی بر استانداردهای ملی مشابه و سنجش پیامدهای استاندارد آموزشی ABET انجام گرفت. این پیامدهای آموزشی شامل پنج پیامد در حوزه مهارت‌های تحصیلی (دانش مهندسی، بررسی‌های مهندسی، طراحی مهندسی، کار با ابزارهای نوین و تحلیل مهندسی) و شش پیامد در حوزه مهارت‌های حرفه‌ای (توانمندی کار گروهی، مسئولیت‌های حرفه‌ای، ارتباطات مهندسی، یادگیری مداوم، آگاهی از مسائل روز و ارتباط مهندسی و جامعه) می‌باشد. لذا سنجش میزان تحقق پیامدهای استاندارد آموزشی با انجام نظرخواهی از دانشجویان سال آخر و دانش‌آموختگان رشته مهندسی خط و سازه‌های ریلی به صورت الکترونیک به انجام رسید.

پس از جمع‌آوری، تحلیل و بررسی داده‌های حاصل از پرسش‌نامه‌ها، نتایج ارزیابی با مشارکت و همفکری اعضای هیئت علمی گروه جهت اصلاح و بهبود برنامه آموزشی رشته مورد استفاده قرار گرفت. در این راستا، اهداف آموزشی، با توجه به تحولات ملی و بین‌المللی به‌روز شد، برنامه آموزشی، در راستای نیل به اهداف بازنگری شد و روش یاددهی-یادگیری استادان بررسی گردید. فرایند ارزیابی دانشجویان، به هدف ارزیابی همه‌جانبه توانمندی‌ها و پاسخگویی به اعتراضات با قابلیت بررسی بیرونی بازنگری شد. درس‌آشنایی با رشته در نیمسال اول جهت بررسی ویژگی‌های دانشجویان جدیدالورود، معرفی رشته، آینده تحصیلی و بازار کار بازنگری شد، توانمندسازی و ایجاد انگیزه در اعضای هیئت علمی، با شرکت در کارگاه‌های انجمن آموزش مهندسی و رصد ارزشیابی ایشان برنامه‌ریزی شد و برنامه جذب اعضای هیئت علمی جدید و توسعه تحصیلات گرایش‌های تکمیلی گروه تدوین شد. منابع آموزشی، از قبیل تسهیلات فیزیکی، برنامه بازدیدهای درسی، توسعه آزمایشگاه‌ها و آموزش نرم‌افزارهای تخصصی برنامه‌ریزی گردید. فرایند ارزشیابی پیشرفت تحصیلی هر دوره ورودی دانشجویان در هر سال مصوب شد و فرایند ارزیابی سالانه نحوه مدیریت گروه تعیین شد. همچنین اطلاع‌رسانی کامل مصوبات گروه و فرایندهای آموزشی و پژوهشی از طریق وبگاه دانشکده و شبکه‌های اجتماعی به‌روز شد و مقرر شد بازنگری مستمر در برنامه آموزشی هر دو سال یکبار با بازنگری در اهداف، ساختار، فرایند، پیامد، محتوا، روش یادگیری و ارزیابی دانشجویان و محیط یادگیری انجام پذیرد.

جهت پیاده‌سازی این اقدامات نیاز به کشف معیار مشترک ارتقای کیفیت بین اعضای هیئت علمی گروه با توجه به نیاز جامعه و بازار کار، پیمایش مستمر پیامدها در نسبت اهداف و اخذ نظرات ذی‌نفعان، بازنگری در برنامه آموزشی و نظارت بر فرایند تدریس-ارزشیابی و برنامه‌ریزی برای ارتقای آن است. دشواری پیاده‌سازی این فرایند، نیاز به استقلال بخشی به گروه توسط مدیران ستادی و اختصاص بودجه لازم و مطالبه و نظارت بر تحقق آن، اقناع و جلب مشارکت اعضای گروه، مستندسازی اهداف و اطلاع‌رسانی آن به ذی‌نفعان، نظارت دقیق بر فرایند آموزش و نظرخواهی مستمر از دانشجویان و دانش‌آموختگان جهت سنجش میزان تحقق اهداف است.

۶. تقدیر و تشکر

بدین وسیله لازم است بابت حسن مشاوره و هم‌فکری تمام کسانی که در طی انجام این تحقیق همکاری کردند، به ویژه از جناب آقای دکتر عباس بازرگان و جناب آقای دکتر حسین معماریان و همچنین انجمن علمی آموزش مهندسی ایران، کمال قدردانی و تشکر به عمل آید.

References

- ABET (1998). Engineering criteria 2000: Criteria for accrediting programs in engineering in the United States. 2nd edition, *Engineering Accreditation Commission*, Accreditation Board for Engineering and Technology.
- ABET (2006). Engineering change, A study of the impact of EC-2000. *Accreditation Board for Engineering and Technology*, Executive Summary pp. 30.
- ABET (2010). Criteria for Accrediting Engineering Programs. *Accreditation Board for Engineering and Technology*; www.abet.org
- ABET, (2021). Criteria for Accreditation Engineering Program; *Accreditation Board for Engineering and Technology*; <http://www.abet.org>
- AMS (2019). Engineers Australia Accreditation Management System; <https://www.engineersaustralia.org.au/About-Us/Accreditation/AMS-2019>
- CEAB (2021). Canadian Engineering Accreditation Board; <https://engineerscanada.ca/e/pr-accreditation.cfm>
- ENQA (2021). European Association for Quality Assurance in Higher Education; <http://www.enqa.eu>
- Hejazi, Y., Bazargan, A., Eshaghi, F. (2016). Guide to quality internal evaluation in university system. *Tehran University Press*, 2nd Edition, pp.326 [In Persian].
- Heydari H., Ataei S., Sadeghi, J. (2019). Alumni's evaluation form; Internal evaluation of educational program of railway Engineering. Iran University of Science and Technology, <https://form.avalform.com/view.php?id=4615423> [In Persian].
- Heydari H., Ataei S., Sadeghi, J. (2020). Internal evaluation of educational program of railway engineering. *Iran University of Science and Technology*. [In Persian].
- Heydari H., Ataei S., Sadeghi, J. (2021). Accreditation of educational program of railway infrastructure engineering based on ABET criteria. *7th Iranian International Conference on Engineering Education*, University of Tehran, Iran, October 25-28 [In Persian].
- Hoseini, M. and Nasr, A. (2012). Curriculum focused accreditation of the higher education in the third millennium. *Higher Education*, 5 (17), 13-48 [in Persian].
- Karimian, H., Ataran, M., Salehi, K. (2011). Internal evaluation as an appropriate approach to improve the quality of the higher education system; a case study. *Education Strategy Medical Science*, 4 (2), 83-77 [In Persian].
- Kırkgöz, Y. (2008). A case study of teacher's implementation of curriculum innovation in English language teaching in Turkish primary education. *Teaching and Teacher Education*, 24, 1859-1875.
- Memarian, H. (2009). Educational evaluation: concepts, patterns and operational process. *Samt Press*, 19th edition, pp. 404. [In Persian].
- Memarian, H. (2011/a). Accreditation process of Iran's engineering education programs. *Iranian Journal of Engineering Education*, 13 (50), 31-61 [In Persian].
- Memarian, H. (2011/b). Mechanism of internal assessment of Iran's engineering education programs. *Iranian Journal of Engineering Education*, 13 (51), 1-30 [In Persian].
- Memarian, H. (2015). Mechanism of external assessment of engineering education programs of Iran. *Iranian Journal of Engineering Education*, 16 (64), 1-22 [In Persian].
- Miller, R. L. (2002). Reflections on outcome assessment and the ABET accreditation process. *American Society for Engineering Education*, Annual Conference & Exhibition, Session 2513.

- Miller, R. L. and Olds, B. M. (2002). Lessons learned in developing and implementing a program assessment plan. *International Journal of Engineering Education*, 18 (2), 217-224.
- Naderi, A., Abdollahi, H. (2011). Efficiency of university educational groups; Challenges and prospects. *4th Conference on Internal Quality Assessment in the Universities*, Tehran University, Tehran, Iran [In Persian].
- Nili, M., Nasr, A., Darbkavand, H. (2006). Requirements and harms of university-centered curriculum planning. The Organization for Researching and Composing University textbooks in the Humanities, *SAMT Publisher* [In Persian].
- Secretariat of the General Medical Education Council (2017). Guidelines for standard development and revision for medical education accreditation, Accreditation Committee for Undergraduate Medical Education, Ministry of Health and Medical Education.
- Yaghoubi, M. and Motahrarnejad, H. (2012). Requirements for codifying strategies of engineering education in Iran. *Iranian Journal of Engineering Education*, 14 (55), 1-19 [In Persian].
- Zamanifar, M., Mohamadi, R. and Sadeghi, F. (2016). Internal evaluation and quality of improvement of the curriculum in engineering departments. *Iranian Journal of Engineering Education*, 18 (72), 45-67 [In Persian].



◀ **حمیدرضا حیدری نوقابی:** عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، استادیار گروه خط و سازه‌های ریلی دانشکده مهندسی راه‌آهن، عضو کمیته ارزشیابی انجمن آموزش مهندسی ایران.



◀ **شروان عطایی:** دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، مدیرگروه خط و سازه‌های ریلی دانشکده مهندسی راه‌آهن



◀ **عظیم میرزازاده:** استاد دپارتمان آموزش پزشکی، عضو هیئت علمی گروه داخلی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران