

نقش شناسایی شاخصهای ارزیابی فناوری

در توسعه آموزشهای مهندسی*

ناهید شیخان^۱ و فیروز بختیاری نژاد^۲

چکیده: از ارکان اصلی سیاستهای تولید علم و توسعه فناوری یک کشور ارزیابی منظم فعالیتهای مربوط به آن است. سطح و میزان فعالیتهای فناوری را می‌توان برای یک کشور و در سطوح مختلف بین‌المللی، ملی و برای مؤسسات فناوری شامل پژوهشکده‌ها و مراکز رشد و فناوریانه و در آخر برای فعالیتهای افراد فناور شناسایی و ارزیابی کرد. نتایج این ارزیابی می‌تواند به بهبود عملکرد و در صورت نیاز بازنگری مستمر اهداف، ساختارها، روشهای اجرایی و از همه مهم‌تر اصلاح روشهای متناسب آموزش مهندسی با نیازهای فناوری کشور و تحولات جهانی منجر شود. در این مقاله با معرفی شاخصهای ارزیابی فناوری در سه سطح کشوری، مؤسسه‌ای و فردی، ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم بین ارزیابی با توسعه و بهبود آموزش مهندسی بررسی شده است. راهکارهای به دست آمده از این نتایج می‌تواند سبب توسعه آموزش مهندسی در کشور و جهتگیری آن به سمت تربیت مهندسانی با تواناییهای فناورانه بشود.

واژه‌های کلیدی: شاخص ارزیابی فناوری، توسعه آموزشهای مهندسی، کشور فناور، مؤسسات فناور، افراد فناور، مهندس فناور.

*این مقاله در سومین کنفرانس آموزش مهندسی (آموزش مهندسی بر پایه توسعه پایدار) در آبان ماه ۱۳۹۲ ارائه شده است.

۱. مربی مرکز تحقیقات مهندسی صنایع و بهره‌وری دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران. nsheikhan@aut.ac.ir

۲. استاد دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران. baktiari@aut.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۰/۲۴)

(پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۴/۱)

۱. مقدمه

جهان در حال عبور از دوران اقتصاد صنعتی به عصر اقتصاد دانش است. مهم‌ترین ویژگی این عصر را می‌توان مبتنی بودن کلیه فعالیت‌های اقتصادی بر انواع فعالیتهای دانشی از جمله تولید دانش (پژوهش)، توزیع دانش (آموزش)، ترویج دانش (انتشارات)، تبدیل دانش (اختراع) و استفاده از دانش (نوآوری) دانست. کنشگران اصلی اقتصاد دانش را نیروهای انسانی برخوردار از دانش، مهارت و توان یادگیری بالا و با قدرت خلاقیت و نوآوری یا به عبارتی، سرمایه‌های انسانی تشکیل می‌دهند. از این رو، یکی از سیاست‌های اصلی کشورهای توسعه یافته در سالهای گذشته افزایش دسترسی به آموزش عالی و همگانی کردن آن بوده است.

توسعه کمی آموزش عالی ایران در دوران بعد از انقلاب اسلامی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر بوده است و باید اذعان کرد که دستاوردهای بزرگ علمی و فنی که امروزه شاهد آن هستیم، مدیون سرمایه‌گذاری بر توسعه منابع انسانی در سالهای اخیر است. علی‌رغم همه این موفقیتها، نباید از نظر دور داشت که سیاستهای توسعه کمی سایر ارکان نظام آموزش عالی را تحت‌الشعاع خود قرار داده و آموزش عالی ایران را با چالشهایی مواجه کرده است که البته، می‌توان با برنامه‌ریزی صحیح بر این مشکلات نیز غلبه کرد. از جمله چالشها این است که آیا ذینفعان آموزش عالی؛ یعنی دانشجویان، خانواده‌ها، جامعه، بنگاههای اقتصادی و دولت از قابلیتها و توانمندیهای نظری و عملی دانش‌آموختگان دانشگاه رضایت دارند؟ آیا ذینفعان آموزش عالی هیچ‌گونه نقشی در برنامه‌ریزیهای آموزشی دانشگاه ایفا می‌کنند؟

زمانی که مشتریان آموزش عالی نتوانند توانمندیها و قابلیت‌های نظری و عملی دانش‌آموختگان دانشگاهها را تجزیه و تحلیل کنند و نیز نتوانند نیازها و انتظارات خود را از این نظام به درستی شکل‌بندی و به مدیران دانشگاهها عرضه کنند، بدیهی است که هدفگذاری برای نظام آموزش عالی عملاً یکطرفه و خالی از معنا خواهد بود. البته، طرف دیگر این مشکل زمانی است که اساساً در نظام برنامه‌ریزیهای آموزشی و درسی در دانشگاهها سازگاری برای مشارکت و مداخله ذینفعان آموزش عالی پیش‌بینی نشده باشد و معلوم نباشد که اگر دریافت‌کنندگان خدمات آموزش عالی راجع به برنامه‌های آموزشی و درسی نظری داشته باشند، چگونه باید نظرهای خود را به دست‌اندرکاران دانشگاهها منعکس کنند و آنها متعهد باشند که این نظرها را در برنامه‌ریزیها مدنظر قرار دهند. این مسئله را هم نباید از نظر دور داشت که اساساً دانشگاهها تا مدتها حق مشارکت در برنامه‌ریزی را برای ذینفعان آموزش عالی قایل نبودند، اما با ترویج رویکرد تقاضامحوری در برنامه سوم و چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، به تدریج فرهنگ برنامه‌ریزی تعاملی جایگزین فرهنگ برنامه‌ریزی عرضه محور شد و با تقویت ارتباط دانشگاهها و صنعت نقش نهادهای اجتماعی در برنامه‌ریزیهای دانشگاهی پر رنگ‌تر شد [۱].

برای ارزشیابی کیفیت در آموزش عالی هم الگوهای مختلفی وجود دارد و هم محققان در داخل کشور در این زمینه تحقیق و بر لزوم ارزشیابی مستمر کیفیت آموزش عالی تأکید کرده‌اند و در بعضی از واحدهای دانشگاهی نیز این ارزشیابی اجرا می‌شود که اثرهای چشمگیری داشته است [۲، ۳ و ۴]. از ارکان اصلی سیاستهای تولید علم و توسعه فناوری یک کشور ارزیابی منظم فعالیتهای مربوط به آن است. به‌طور کلی، ارزیابی عملکرد فرایندی است که در آن به سنجش و اندازه‌گیری، ارزشگذاری و قضاوت در باره عملکرد طی دوره‌ای معین اقدام می‌شود.

برای ارزیابی عملکرد از شاخصهای کارایی استفاده می‌شود. اگر در ساده‌ترین تعریف، نسبت داده به ستاده را کارایی بدانیم، نظام ارزیابی عملکرد در واقع، میزان کارایی تصمیمات مدیریت در خصوص استفاده بهینه از منابع و امکانات را می‌سنجد. در بعد سازمانی ارزیابی عملکرد معمولاً مترادف اثربخشی فعالیتهاست. منظور از اثربخشی میزان دستیابی به اهداف و برنامه‌ها با ویژگی کارا بودن فعالیتها و عملیات است. به‌طور کلی، نظام ارزیابی عملکرد را می‌توان فرایند سنجش، اندازه‌گیری و مقایسه میزان و نحوه دستیابی به وضعیت مطلوب با معیارها و نگرش معین در دامنه و حوزه تحت پوشش معین با شاخصهای معین و در دوره زمانی معین با هدف بازنگری، اصلاح و بهبود مستمر آن دانست [۵]. لذا، در این مقاله شاخصهای ارزیابی فناوری در سطوح مختلف بین‌المللی، ملی، مؤسسه فناوری و افراد فناور شناسایی و ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم آنها با توسعه آموزشهای مهندسی ارائه شده است.

۲. تعاریف و ارتباط مهندسی و فناوری

با توجه به نقش مهم فناوری و آموزشهای مهندسی در توسعه کشور، در ادامه این واژه‌ها و ارتباط آنها با یکدیگر تعریف شده است.

۲.۱. مهندسی

ریشه واژه مهندس واژه فارسی اندازه است. این واژه در فارسی میانه به‌گونه‌ای تلفظ می‌شده است که پس از وام گرفته شدن این واژه از زبان عربی و صرف آن در یکی از بابهای آن زبان واژه مهندس به معنای اندازه‌گر از آن ساخته شده است. امروزه، مهندس به کسی اطلاق می‌شود که با یکی از علوم مهندسی آشنا باشد. در گذشته، مهندس به کسی گفته می‌شد که ماشینهای نظامی را می‌راند. مفهوم مهندس غیرنظامی در قرن شانزدهم در کشور هلند پدید آمد که به سازندگان پلها و جاده‌ها نسبت داده می‌شد و سپس، این مفهوم در کشور انگلستان و سایر کشورها هم ظاهر شد. هیئت مهندسان آمریکا در خصوص توسعه حرفه‌ای مهندسی را این‌گونه تعریف کرده است:

کاربرد خلاقانه اصول علمی برای طراحی یا توسعه ساختارها، ماشینها، اسباب یا روشهای تولید - یا کلیه اموری که ترکیب این امور باشد - یا بنا کردن یا عمل کردن به همین طریق با اشراف کامل به

طرح آنها یا پیش‌بینی رفتار آنها تحت شرایط عملی معین، به شکلی که همه آنها هدف کاربری مشخص داشته باشند و شرایط اقتصادی پروژه را در نظر بگیرند و امنیت زندگی و مالکیت را در نظر داشته باشند.

مجمع اعتباری مهندسی و فناوری^۱، که یکی از وظایف آن تعریف و یکسان سازی واژه‌های مهندسی است، مهندسی را به صورت زیر تعریف می‌کند:

"مهندسی مجموعه مهارت‌هایی است که با استفاده از معلومات ریاضی و علوم طبیعی و در اثر مطالعه، تمرین و تکرار حاصل شده‌اند و ما را به راه‌های بهره‌گیری اقتصادی‌تر از مواد اولیه و منابع طبیعی در جهت منافع انسانیمان رهنمون می‌کنند".

۲.۲. فناوری

فرهنگ آکسفورد "فناوری"^۲ را به صورت زیر معنا کرده است:

به‌کارگیری دانش علمی برای مقاصد عملی، ماشین و تجهیزات مبتنی بر دانش و شاخه‌ای از دانش که با علوم کاربردی سروکار دارد.

چنین می‌نماید که فرهنگ آکسفورد بهترین تعریف را از "فناوری" به‌دست داده، زیرا قید "مقاصد عملی" را برای علم تعیین کرده است تا به شکل فناوری درآید. به این تعریف به‌ندرت در زبان فارسی توجه شده است و به‌نظر می‌رسد که فناوری به هیچ روی بیانگر کل مفهومی که اصطلاح فناوری با خود حمل می‌کند، نباشد، زیرا فناوری از دو شق اصلی "فن" و "آوری" تشکیل شده است که آوردن و انتقال فن را تداعی می‌کند، نه جوهره اصلی واژه فناوری؛ یعنی رابطه بین "شناخت و فن" را. چرا که در تعریف فرهنگ آکسفورد بین فناوری و علم و دانش ارتباطی ناگسستنی برقرار است؛ به عبارت دیگر، فناوری به نوعی نتیجه به‌کارگیری تولید عملی با مقاصد عملی است. به تعبیر دیگر، زمانی که علم با عمل در می‌آمیزد، فناوری را پدیدار می‌سازد. انجمن بین‌المللی آموزش فناوری^۳ را بدین صورت تعریف کرده است: "فناوری نوآوری عملی انسانی است که در ایجاد دانش و فرایندهای مربوط به راه اندازی نظام‌هایی را در بر می‌گیرد که مشکلات را حل می‌کند و قابلیت‌های انسانی را گسترش می‌دهد". در این تعریف توجه به دو نکته ضروری است: نخست اینکه فناوری با نوآوری همراه است و دوم، فناوری دانش و فرایندهای مرتبط با حل عملی مشکلات و گسترش توانمندی‌های آدمی را موجب می‌شود. با توجه به تعریف فرهنگ آکسفورد و انجمن بین‌المللی آموزش فناوری، می‌توان چنین نتیجه گرفت که برای مطالعه فناوری ابتدا باید علم را مطالعه کرد و بدون مطالعه علم، مطالعه فناوری

-
1. The Accreditation for Engineering and Technology
 2. Technology
 3. International Technology Education Association (ITEA)

امکان‌پذیر نیست؛ اصولاً مطالعه فناوری به‌عنوان نمودی از "عملی شدن علم" برای "حل مشکلات عملی و گسترش توانمندیهای انسانی"، بخشی از مطالعه علم و تولیدات علمی به‌شمار می‌رود [۶].

۳. ارزیابی فناوری

ارزیابی توانمندی فناوری فرایندی است که در آن سطح فعلی قابلیت‌ها و تواناییهای فناورانه یک واحد (ملی یا سازمانی) اندازه‌گیری می‌شود تا هم نقاط ضعف و قوت فناورانه آن شناسایی شود و هم بتوان توانمندیهای فناورانه‌ای را با رقبا و سطح ایده‌آل مقایسه و برای جبران موارد نامطلوب اقدام کرد [۷].

۳.۱. ارزیابی فناوری کشورها در سطح بین‌المللی

برای ارزیابی فناوری کشورها در سطح بین‌المللی مدل‌های مختلفی وجود دارد [۷، ۸ و ۹] که این مدل‌ها و ارتباط آن با آموزش مهندسی در جدول ۱ بررسی شده است.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در شش مدل موجود ارزیابی فناوری کشورها که در سطح بین‌المللی و در مؤسسات بین‌المللی طراحی و اجرا می‌شود، توسعه مهارت‌های انسانی و عمدتاً تحصیلات عالی در رشته‌های مهندسی از پارامترهای مهم ارزیابی است و بسیاری از شاخصها نیز به‌طور غیرمستقیم با آموزش‌های مهندسی مرتبط هستند که از جمله می‌توان به صادرات کالاها یا محصولات با فناوری برتر و متوسط، زیرساختها و ... اشاره کرد.

۳۰ نقش شناسایی شاخصهای ارزیابی فناوری در توسعه آموزشهای مهندسی

جدول ۱: ارتباط بین شاخصهای ارزیابی کشورها در سطح بین‌المللی و توسعه آموزش مهندسی

ردیف	مدل	بعد	شاخص	ارتباطات شاخص با آموزش مهندسی	
				مستقیم	غیرمستقیم
۱	شاخص ترکیبی عملکرد رقابت صنعتی (یونیدو)	ظرفیت صنعتی	سرنانه ارزش افزوده تولیدات (دلار)	✓	
			ظرفیت صادرات تولید	سرنانه صادرات کالاهای تولیدی (دلار)	✓
		شدت صنعتی سازی	سهم ارزش افزوده تولیدات در تولید ناخالص داخلی (درصد)	✓	
			سهم فعالیتها با فناوری برتر و متوسط در ارزش افزوده تولیدات (درصد)	✓	
		کیفیت صادرات	سهم صادرات کالاهای تولید شده در کل صادرات (درصد)	✓	
			سهم محصولات با فناوری برتر و متوسط در کل صادرات (درصد)	✓	
۲	شاخص ترکیبی دستیابی به فناوری (توسعه انسانی سازمان برنامه توسعه ملل متحد)	خلق فناوری	سرنانه پروانه ثبت اختراع در اداره ثبت هر کشور		✓
			دریافتی سرنانه حق امتیاز از خارج	✓	
	انتشار فناوریهای جدید	سرنانه میزبانهای اینترنتی	✓		
		نرخ صادرات فناوریهای برتر و متوسط به کل صادرات	✓		
	انتشار فناوریهای قدیمی	لگاریتم سرنانه تلفن (خطوط ثابت و همراه)	✓		
		لگاریتم سرنانه مصرف الکتریسیته	✓		
	مهارت‌های انسانی	متوسط سالهای تحصیل		✓	
		نرخ ناخالص ثبت‌نام تحصیلات عالی در علوم، ریاضی و مهندسی		✓	

ادامه جدول ۱

ارتباطات شاخص با آموزش مهندسی	شاخص	بعد	مدل	ردیف	
					مسدود تقویم
✓	بخش دولتی (مالکیت فکری، اصول اخلاقی و ...)	نهادهای	شاخص ترکیبی رقابت-پذیری جهانی (مجمع جهانی اقتصاد)	۳	
✓	بخش خصوصی (اصول اخلاقی، میزان پاسخگویی)				
✓	زیرساختهای کلی	زیر			
✓	زیرساختهای خاص	ساختها			
✓	ثبات اقتصاد کلان	ثبات اقتصاد کلان			
✓	بهداشت	بهداشت و آموزش ابتدایی			
✓	آموزش ابتدایی				
	میزان آموزش	تحصیلات عالی			
✓	کیفیت آموزش				
✓	آموزش ضمن خدمت				
✓	رقابت	کارایی بازار کالا			تقسیم‌بندی کشورها به سه گروه اقتصادی
✓	کیفیت شرایط تقاضا				عامل‌گرا
✓	انعطاف‌پذیری و استفاده مؤثر از استعداد	کارایی بازار کار			اقتصادهای
✓	استفاده مؤثر از استعداد				تکامل‌یافتگی
✓	کارایی	بازار مالی			کارایی‌گرا
✓	اعتماد و قابلیت اطمینان				اقتصادهای نوآورگرا
✓	استفاده از فناوریهای موجود برای افزایش بهره‌وری صنایع	آمادگی فناورانه			
✓	اندازه بازار داخلی	اندازه بازار			
✓	اندازه بازار خارجی				
✓	شکله‌ها و صنایع حمایت‌کننده	تکامل‌یافتگی			
✓	تکامل‌یافتگی عملکردها و راهبردهای موسسه‌ها	کسب و کار			
✓		نوآوری فناورانه			

۳۲ نقش شناسایی شاخصهای ارزیابی فناوری در توسعه آموزشهای مهندسی

ادامه جدول ۱

ردیف	مدل	بعد	شاخص	ارتباطات شاخص با آموزش مهندسی			
				مستقیم	غیرمستقیم		
۴	شاخص ترکیبی اقتصاد دانش (بانک جهانی)	نیروی کار تحصیل کرده و ماهر	میانگین نرخ رشد باسوادی (۱۵ سال به بالا)		✓		
			میزان ثبت‌نام در دبیرستان		✓		
			میزان ثبت نام در دانشگاه	✓			
		نظام کارآمد نوآوری	تعداد محققان حاضر در حوزه تحقیق و توسعه	✓			
			تعداد پروانه‌های ثبت اختراع	✓			
			تعداد مقاله‌های علمی و فنی	✓			
		زیرساختهای اطلاعاتی مناسب	تعداد تلفن	✓			
			تعداد رایانه	✓			
			تعداد کاربرهای اینترنتی	✓			
		رژیم مساعد نهادی و اقتصادی	موانع تعرفه‌ای و غیر تعرفه‌ای	✓			
کیفیت مقررات	✓						
اجرای قانون	✓						
۵	ارزیابی سطح توانمندی فناوری آرکو	خلق فناوری	سرانه پروانه ثبت اختراع در آمریکا	✓			
			مقاله‌های علمی	✓			
		زیرساخت فناوری	نفوذ اینترنت	✓			
			نفوذ تلفن	✓			
			سرانه مصرف الکتریسیته	✓			
		توسعه مهارتهای انسانی	ثبت‌نام در رشته‌های مهندسی و علوم	✓			
			متوسط سالهای تحصیلی	✓			
			میزان باسوادی	✓			
		۶	ارزیابی علم و فناوری رند (rand)	عوامل توانمندساز	سرانه تولید ناخالص داخلی	✓	
					آموزش	✓	
منابع	هزینه تحقیق و توسعه نسبت به تولید ناخالص داخلی			✓			
	سرانه تعداد مؤسسات			✓			
	محققان فعال در تحقیق و توسعه			✓			
دانش ضمنی	سرانه پروانه ثبت اختراع در آمریکا			✓			
	سرانه انتشار علم و فناوری			✓			
	تعداد مقاله‌های مشترک			✓			

۳.۲. ارزیابی کشور فنور (در سطح ملی)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، بر اساس مأموریت‌های خود، سنجش و ارزیابی علم و فناوری را در دستور کار دارد و وظیفه مستقیم سنجش و ارزیابی علم، فناوری و نوآوری در سطح ملی بر عهده این وزارتخانه گذاشته شده است. مراکز متعددی تحت نظارت این وزارتخانه فعالیت می‌کنند که از جنبه‌های گوناگون به ارزیابی توجه دارند که از جمله می‌توان از مؤسسه مطالعات و تحقیقات فناوری

سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران نام برد. این مؤسسه به معرفی شاخصه‌هایی در زمینه سنجش و ارزیابی فناوری و نوآوری اقدام کرده، هر چند در عمل تاکنون گزارشی را بر اساس این شاخصه‌ها تدوین و ارائه نکرده است [۶]. شاخصه‌های طراحی شده در این مؤسسه با متفاوت بودن رویکرد آن نسبت به سایر شاخصه‌های مؤسسات دیگر می‌تواند در ارزیابی فناوری کشور استفاده شود. با تفکیک این شاخصه‌ها به بعدهای مختلف، در جدول ۲ ارتباط بین شاخصه‌های ارزیابی کشور فناوری و توسعه آموزش‌های مهندسی نشان داده شده است.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، تعداد چشمگیری از شاخصه‌ها با آموزش مهندسی ارتباط مستقیم دارد که می‌توان از میزان اشتغال در بخش‌های فناوری پیشرفته، تعداد ثبت اختراع و ... نام برد و سایر شاخصه‌ها نیز به‌طور غیرمستقیم با آموزش مهندسی مرتبط هستند که از جمله می‌توان به سهم صادرات بخش‌های فناوری پیشرفته و متوسط از کل صادرات غیر نفتی، تعداد واحدهای تحقیقاتی در بنگاه‌های خصوصی نوپا و ... اشاره کرد.

۳۴ نقش شناسایی شاخصهای ارزیابی فناوری در توسعه آموزشهای مهندسی

جدول ۲: ارتباط بین شاخصهای ارزیابی کشور فناور و تدوین دروس در توسعه آموزشهای مهندسی

ردیف	بعد	شاخص	ارتباط شاخص با آموزش مهندسی	
			مستقیم	غیر مستقیم
۱	اقتصادی	سهام صادرات بخشهای فناوری پیشرفته و متوسط از کل صادرات غیر نفتی کشور		✓
		سهام ارزش افزوده بخشهای فناوری پیشرفته از کل اقتصاد		✓
		هزینه خرید و انتقال فناوری از خارج کشور و توسعه بومی سازی آن در داخل	✓	
		درآمد حاصل از فروش و انتقال فناوری به خارج	✓	
		میزان اشتغال در بخشهای فناوری پیشرفته	✓	
۲	دستاوردهای فناوری	تعداد ثبت اختراع در خارج از کشور به ازای هر میلیون نفر جمعیت	✓	
		تعداد ثبت اختراع در داخل کشور به ازای هر میلیون نفر جمعیت	✓	
		تعداد شرکتهای خدمات مهندسی و توسعه فناوری تازه تأسیس		✓
		تعداد واحدهای تحقیقاتی در بنگاههای خصوصی نوپا		✓
		تعداد مؤسسات تحقیقاتی به ازای هر میلیون نفر جمعیت مقیم		✓
۳	تشکیلات و ارتباطات	تعداد شبکههای فناوری و نوآوری بین بنگاهها، مراکز تحقیقاتی و دانشگاهها		✓
		تعداد شرکتهای جدید مستقر در مراکز رشد فناوری	✓	
		تعداد شرکتهای موفق مراکز رشد فناوری	✓	
		درصد تحقیق و توسعه اجرا شده به کوشش دانشگاه به صورت مشترک با صنایع یا تأمین مالی از سوی صنایع		✓
		میزان تحرک پذیری و جابه جایی کارکنان علوم و مهندسی بین صنایع: از دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی به صنایع از صنایع به دانشگاهها/ مراکز تحقیقاتی		✓

۳.۳. ارزیابی مؤسسات فناور

مؤسسات فناور شامل پژوهشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، مراکز رشد و ... هستند که به فناوری می‌پردازند. در سال ۱۳۹۰ مدل جامعی برای ارزیابی عملکرد واحدهای تحقیقاتی در دانشگاه صنعتی امیرکبیر طراحی شد که می‌تواند به‌طور کلی، برای مؤسسات فناور استفاده شود [۵]. در جدول ۳ ارتباط بین شاخصهای ارزیابی مؤسسات فناور و توسعه آموزشهای مهندسی نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، شاخصهای ارزیابی مؤسسات فناور با توجه به حیطة فعالیت این مؤسسات در سه بعد مالی، دستاوردهای پژوهشی و ارتباطات سازمانی و مشتری مداری دسته‌بندی و تفکیک شده‌اند و تعداد چشمگیری از آنان به‌طور مستقیم با آموزش مهندسی مرتبط و سایر شاخصها نیز از توسعه آموزش مهندسی به‌طور غیرمستقیم بهره‌مند هستند.

جدول ۳: ارتباط بین شاخصهای ارزیابی مؤسسات فناور و تدوین دروس در توسعه آموزشهای مهندسی

ردیف	بعد	شاخص	ارتباط شاخص با آموزش مهندسی	
			مستقیم	غیر مستقیم
۱	دستاوردهای فناوری	عقد قرارداد	✓	
		درآمد جذب شده	✓	
		فروش محصول	✓	
		ارائه خدمات آزمایشگاهی و مشاوره‌ای		✓
		تجهیزات سرمایه‌ای جذب شده		✓
۲	دستاوردهای پژوهشی	انتشارات مقالات و کتب	✓	
		ثبت اختراع (پتنت)	✓	
		برگزاری همایشها و کارگاههای آموزشی		✓
		تجاری سازی طرحها	✓	
		تدوین و اخذ استاندارد	✓	
۳	ارتباطات سازمانی و مشتری مداری	هدایت پایان نامه‌ها و رساله‌های دکتری	✓	
		انعقاد تفاهمنامه		✓
		بررسی نیازها و انجام دادن مذاکرات و تهیه پیشنهادها	✓	

۴.۳. ارزیابی افراد فناور

علاوه بر سطوح بین‌المللی، ملی و مؤسسه‌ای، افراد فناور نیز در کشورها به فرایند تبدیل علم به فناوری می‌پردازند که مصادیق بارز آن اعضای هیئت علمی پژوهشی دانشگاهها هستند. در سالهای اخیر، مدل جامعی برای ارزیابی عملکرد آنان در دانشگاه امیرکبیر طراحی شد [۱۰]. در جدول ۴ ارتباط بین شاخصهای ارزیابی افراد فناور و توسعه آموزشهای مهندسی نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، افراد فناور فعالیتهای زیادی را انجام می‌دهند که به چهار بعد طرحهای تحقیقاتی، دستاوردهای پژوهشی، تدریس و کارهای اجرایی دسته‌بندی و شاخصهای مرتبط با هر بعد در جدول ۴ نشان داده شده است. عمده کارهای افراد فناور به‌طور مستقیم با آموزش مهندسی مرتبط است.

جدول ۴: ارتباط بین شاخصهای ارزیابی افراد فناور و تدوین دروس در توسعه آموزشهای مهندسی

ردیف	بعد	شاخص	ارتباط شاخص با آموزش مهندسی	
			مستقیم	غیر مستقیم
۱	دستاوردهای فناوری	بررسی نیازها، انجام دادن مذاکرات و تهیه پیشنهادهای	✓	
		عقد قرارداد	✓	
		اجرای طرح و جذب درآمد	✓	
۲	دستاوردهای پژوهشی	انتشار مقالات و کتب	✓	
		ثبت اختراع (پتنت)	✓	
		شرکت در همایشها و کارگاههای آموزشی		✓
		تدوین و اخذ استاندارد	✓	
		تجاری سازی یافته‌های تحقیقاتی	✓	
۳	تدریس	هدایت پایان نامه‌ها و رساله‌های دکتری	✓	
		تدریس در مقاطع مختلف تحصیلی	✓	
۴	کارهای اجرایی مدیریتی	انجام دادن وظایف اجرایی محول شده		✓

۴. نتیجه‌گیری

با پیشرفت علم و فناوری و جهانی شدن آموزش مهندسی، ضرورت بازنگری مستمر اهداف، ساختارها و تدوین روشهای نوین نظام آموزش مهندسی متناسب با نیازهای کشور و تحولات جهانی بیش از پیش احساس می‌شود.

با توجه به ارتباط تنگاتنگ مهندسی و فناوری از یک طرف و از طرف دیگر، این حقیقت که فناوری عاملی راهبردی برای توسعه اقتصادی کشورهاست، در این پژوهش ابتدا ارتباط آموزشی مهندسی با شاخصهای مدلهای ارزیابی کشورها در سطح بین‌المللی مطالعه و سپس، با معرفی شاخصهای کشور فناورانه (سطح ملی)، مؤسسات فناور و افراد فناور، ارتباط آموزش مهندسی با آنها بررسی شده است.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که در سطوح مختلف بین‌المللی، ملی، مؤسسه‌ای و فردی توسعه آموزش مهندسی با فعالیتهای فناوری ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم دارد و لازم است متولیان علم و فناوری کشور به آموزشهای مهندسی، افزایش کیفیت و توسعه آن، که می‌تواند سبب تحول و رشد در توسعه اقتصادی کشور شود، توجه و چشم‌انداز و الگویی مدون در این زمینه را طراحی و اجرا کنند. نحوه آموزش فناوری در سطوح مختلف به قرار زیر پیشنهاد می‌شود:

الف. فرد: تدریس منظم فناوری از طریق دروس دانشگاهی

اهم محوره‌های اصلی دروس عبارت‌اند از:

اعمال اصول اقتصادی، قابلیت اطمینان، طول عمر و دوام در طراحی

نیازسنجی، اصول و فنون مذاکره

انواع ثبت اختراعات و مراحل آن

آشنایی با انواع عقود، مباحث مالی و اصول مدیریت، مدیریت پروژه

ب. مؤسسه: تشکیل کارگاههای آموزشی تدریس فناوری در سطح کارشناسان

اهم محوره‌های اصلی آموزشی برای توسعه فناوری در سطح مؤسسه عبارت‌اند از:

آشنایی با تدوین استانداردهای ملی و بین‌المللی

آشنایی با قوانین ثبت اختراع و مراحل آن

آشنایی با قوانین حقوقی و مالی در تنظیم قراردادهای

آشنایی با روشهای اصول و فنون مذاکره، بازاریابی و فروش

آشنایی با تجاری‌سازی طرحها

۳۸ نقش شناسایی شاخصهای ارزیابی فناوری در توسعه آموزشهای مهندسی

پ. کشور: افزایش اطلاعات سیاستگذاران و برنامه‌ریزان کشور با تهیه کتابچه، گزارش و برگزاری همایشها

اهم محورهای اصلی در تهیه گزارشهای منظم و دوره‌ای عبارت‌اند از:

تعیین نقش فناوری در رشد اقتصادی جامعه

تعیین و تبیین نقش فناوری در آسایش و سلامت جامعه

رصد کردن وضعیت فناوری در زمینه‌های مختلف در کشور

تعیین جایگاه جهانی و منطقه‌ای فناوری کشور در مقایسه با سایر کشورها

تلاش برای تأمین و جذب اعتبارات لازم به منظور توسعه فناوری در کشور

مراجع

۱. توفیقی داریان، جعفر (۱۳۸۸)، ضرورت ارتقای کیفیت در آموزش عالی ایران، نشریه صنعت و دانشگاه، سال دوم، شماره ۵ و ۶.
۲. بازرگان، عباس (۱۳۸۲)، ظرفیت سازی برای ارزیابی و ارتقای کیفیت نظام آموزش عالی: تجربه‌های بین‌المللی و ضرورت‌های ملی در ایجاد ساختار مناسب، نشریه علوم سیاسی مجلس و راهبرد، شماره ۴۱، صص. ۱۵۸-۱۴۱.
۳. جوانمردی، ستار، جوانمردی، چنور و پورشافعی، هادی (۱۳۸۷)، ارزشیابی محتوای برنامه‌های درسی آموزش عالی (ملاکها و استانداردها)، چکیده مقاله‌های همایش ملی نظارت و ارزیابی آموزش عالی، انجمن آموزش عالی ایران.
۴. رحمانی، رمضان و فتحی واجارگاه، کورش (۱۳۸۷)، ارزشیابی کیفیت در آموزش عالی، نشریه علمی- پژوهشی راهبردهای آموزش در علوم پزشکی، دوره ۱، شماره ۱.
۵. شیخان، ناهید (۱۳۹۱)، مدل ارزیابی عملکرد سالیانه اعضای هیئت علمی پژوهشی دانشگاه امیرکبیر (سال ۱۳۹۰)، اداره کل واحدهای تحقیقاتی و قطبهای علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
۶. نوروزی چاکلی، عبدالرضا، حسن‌زاده، محمد و نورمحمدی، حمزه‌علی (۱۳۸۸)، سنجش علم، فناوری و نوآوری (مفاهیم و شاخصهای بین‌المللی)، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.
۷. طباطبائیان، سیدحسین‌الله (۱۳۸۹)، ارزیابی وضع موجود و مطلوب فناوری در ایران، مرکز نشر دانشگاهی.
۸. طباطبائیان، سیدحسین‌الله، فاتح راد، مهدی، شجاعی، سید محمدحسین و سلطان‌زاده، جواد (۱۳۹۱)، ارزیابی سیاستهای علم، فناوری و نوآوری، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.
۹. طباطبائیان، سید حبيب الله، نقی‌زاده، رضا و خالدی، آرمان (۱۳۸۹)، مروری بر مدل‌های ارزیابی توانمندی فناوری در سطح ملی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.
۱۰. شیخان، ناهید (۱۳۹۱)، مدل ارزیابی عملکرد واحدهای پژوهشی دانشگاه امیرکبیر، اداره کل واحدهای تحقیقاتی و قطبهای علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر.