یادداشت پژوهشی

پاسخگویی به نیازهای صنعت امروز از طریق بروزرسانی برنامه درسی مهندسی مکانیک با استفاده از استقرار تابع کیفیت دومرحله‌ای

حمید حق‌شناس گرگانی[۱] و علیرضا جهانتیغ پاک[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۶ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۲۱

DOI: 10.22047/ijee.2024.447252.2061

چکیده: امروزه تأمین نیازهای صنعت، نقش برجسته‌ای در پیشرفت و قدرت رقابتی هر کشور دارد. بنابراین، لازم است برنامه درسی رشته‌های مهندسی که در دانشگاه‌های آن کشور اجرا می‌شود، با این نیازها هم‌سو شود. این پژوهش متمرکز بر برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک، به ویژه در دانشگاه‌های ایران است. بدین منظور، ابتدا با نظرسنجی از صاحبان صنایع و بررسی ادبیات موضوع، این نیازها شناسایی و اولویت‌بندی شده‌اند. بر این اساس، مهم‌ترین این نیازها خلاقیت، توانایی تجسم، آشنایی با فرایندهای ساخت و چابکی در یادگیری مفاهیم جدید هستند. در فاز بعدی، با استفاده از یک روش استقرار تابع کیفیت دومرحله‌ای (Quality Function Deployment, QFD)، این نیازها به مشخصات برنامه درسی تبدیل شده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که مؤثرترین گروه‌های دروس در این زمینه، دروس انتخابی، دروس مهارتی مانند گرافیک مهندسی (شامل دروس رسم فنی و نقشه‌کشی)، طراحی اجزای ماشین و کارگاه‌های عملی هستند که برخی از آنها در برنامه‌های موجود و در مقایسه با دروس تئوری تخصصی و دروس پایه، از نظر کمی و کیفی کمتر مورد توجه جدی قرار گرفته‌اند.

واژگان کلیدی: برنامه درسی مهندسی مکانیک، نیازهای صنعت، QFD

۱- مرکز آموزش مهارت‌های مهندسی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران، (نویسنده مسئول). h_haghshenas@sharif.edu

۲- مرکز آموزش مهارت‌های مهندسی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران. jahantigh@sharif.edu

۱. مقدمه

در دنیای امروز، برتری در فناوری یکی از شاخص‌های تعیین‌کننده پیشرفت و قدرت رقابتی کشورهاست. از سوی دیگر، در پاسخ به نیازهای فناورانه جامعه، توانایی پژوهش و توسعه، طراحی و ساخت از وظایف مهندسان، به ویژه مهندسان طراح است (Kuimova et al., 2017). آماده‌سازی این مهندسین، وظیفه نظام آموزشی دانشگاهی و اساس آموزش در هر رشته، برنامه درسی آن است(Haghshenas Gorgani et al., 2022) . به عبارت دیگر، فرایندفرایند توسعه صنعتی، نیازهای مهارتی را تغییر می‌دهد و هم‌سویی نیازهای صنعت و ساختار این برنامه، باعث ایجاد هم‌افزایی بین صنعت و دانشگاه خواهد شد (Liu et al., 2020).

در دهه‌های اخیر، این نیاز منجر به تغییرات سازمان‌یافته و مستمر در برنامه درسی مؤسسات آموزش عالی معتبر در سراسر جهان شده (Siow et al., 2019) و در پژوهش‌های متعددی، مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان یکی از اولین تلاش‌ها در این زمینه، می‌توان به پژوهش لاکهوس و هانسن در سال ۱۹۹۶ اشاره کرد که به بررسی کلی و اجرای نظام یادگیری پروژه‌محور (PBL)[1] در دانشگاه آلبورگ دانمارک می‌پردازد (Luxhosj & Hansen, 1996). پس از آن، پرادوس مروری بر تکامل برنامه درسی مهندسی ارائه کرده، محرک‌های اقتصادی تغییر را مورد بحث قرار داده و نتیجه گرفته است که صنعت، نقشی حیاتی در حفظ نیروی کار مولد دارد (Prados, 1998). این روند در سال‌های اخیر، با شدت بیشتری ادامه یافته است. به عنوان مثال، المایان به بررسی ابعاد یک برنامه درسی مدرن، برای مواجهه با مسائل موجود با تمرکز بر خلاقیت و تفکر خلاق پرداخته است (AlMaian, 2017). سپس بیان کرده است که همکاری نزدیک صنعت و دانشگاه برای غلبه بر موانع این راه ضروری است. در سال ۲۰۲۱، اپس و همکاران، استفاده از شبیه‌سازی‌ها و برنامه‌های کاربردی چندفیزیکی را برای توسعه مهارت‌های مورد نیاز مهندسین جدید، در آمادگی برای ورود به صنعت بررسی کرده‌اند (Eppes et al., 2021). در سال ۲۰۲۳، تولمن و همکاران، اثربخشی برنامه درسی فعلی مهندسی مکانیک را در یادگیری و به کارگیری فرایند طراحی ارزیابی کرده‌اند و در نهایت، یک راهبرد برای بهبود آموزش طراحی در برنامه درسی پیشنهاد کرده‌اند (Tolman & Jensen, 2023).

با توجه به آن چه در بالا ذکر شد، ارزیابی و بازنگری برنامه درسی مهندسی، برای همه کشورها ضروری است. بنابراین، سؤال اصلی ماهیت و چگونگی انجام این تغییرات یا به‌روزرسانی‌ها، با هدف پاسخگویی به خواسته‌های صنعت است. این پرسش اصلی را می‌توان به چند پرسش فرعی تقسیم کرد:

- نیازهای واقعی صنعت کدام‌ند و اولویت آنها نسبت به یکدیگر چگونه است؟
- هر بخش از برنامه درسی، به کدام نیازهای صنعت پاسخ می‌دهد و در مجموع تأثیر آن چقدر است؟
- با وجود محدودیت‌های زمانی و هزینه‌ای، چگونه می‌توانیم بخش‌های برنامه درسی را اولویت‌بندی و وزن‌دهی کنیم؟

1- Project base learning

در این پژوهش، قصد داریم به بررسی این موضوع در برنامه مهندسی مکانیک در ایران بپردازیم و پیشنهاداتی برای افزایش کارایی و اثربخشی آن در همکاری با صنعت امروز ارائه نماییم. در این راستا، ابتدا در بخش ۲، به روش انجام پژوهش، دستیابی به داده‌ها، الگوریتم پردازش آنها و استخراج اطلاعات مورد نیاز پرداخته شده و برای جلوگیری از اطاله مطلب، نتایج حاصل از پیاده‌سازی آن نیز هم‌زمان و در همین بخش ارائه شده است. سپس، در بخش ۳، نتایج به‌دست‌آمده تفسیر و تبیین گردیده و در ادامه، به بحث در مورد آنها پرداخته شده است. بخش ۴، شامل نتیجه‌گیری، بیان محدودیت‌ها و پیشنهاداتی برای ادامه این پژوهش است. در نهایت در بخش ۵، مراجع فهرست شده‌اند.

۲. مواد و روش‌ها

در این پژوهش، از روش استقرار تابع کیفیت (QFD[1]) در دو مرحله متوالی استفاده شده است. الزامات مرحله دوم، همان مشخصات فنی مرحله اول خواهند بود. جزئیات و فرمول‌بندی این روش، به طور خلاصه توسط حق‌شناس گرگانی و شعبانی توضیح داده شده است (Gorgani & Shabani, 2021). بر این اساس، مراحل روش پیشنهادی به شرح زیر است.

۲-۱. تعیین نیازهای صنعت

نیازهای صنعت به دو صورت تعیین می شود: نخستین روش، تهیه فرم‌های نظرسنجی برخط و تکمیل آن توسط صاحبان صنایع است. در این پژوهش، ۱۵ شرکت صنعتی در نظرسنجی شرکت کرده‌اند. با توجه به دامنه پژوهش (برنامه درسی مهندسی مکانیک)، معیار انتخاب این شرکت‌ها، بنیادی بودن تخصص مهندسی مکانیک در آنها بوده است. در حالت تفکیک‌شده، از ۶ شرکت تولیدکننده قطعات خودرو، ۴ شرکت تولید لوازم خانگی، ۳ شرکت طراحی و ساخت قالب‌های تزریق پلاستیک، ۱ شرکت بسته‌بندی مواد غذایی و ۱ شرکت تولیدکننده مواد شوینده نظرسنجی به عمل آمده است. روش دوم، بررسی ادبیات مربوط در سال‌های اخیر، به خصوص مقالات منتشرشده در این زمینه بوده است. (AlMaian, 2017; Haghshenas Gorgani & Jahantigh Pak, 2020; Haghshenas Gorgani & Jahantigh Pak, 2020; Siow et al., 2019; Tolman & Jensen, 2023; Carter Kreipke & Meyers, 2023).

نتیجه در جدول ۱، ستون ۲ به صورت D1 تا D8 منعکس شده است. لازم به توضیح است که قطعاً گستره تخصص‌های مورد نیاز صنعت بسیار وسیع‌تر از این موارد بوده است اما بیان ریزبینانه‌تر نیازها، امکان بررسی آماری آن را کاهش می‌دهد. لذا در این پژوهش، دسته‌های اصلی و موارد پرتکرار در نظرسنجی و مرور ادبیات، بازنویسی و ارائه شده‌اند. به عنوان مثال، ویژگی چابکی که در اینجا به مفهوم

1- Quality function deployment

قابلیت انطباق سریع با روش‌های جدید، دستاوردهای نوین علمی و فنی، مواد جدید و... است، دربرگیرنده ویژگی‌هایی، نظیر آشنایی فرد با زبان انگلیسی و مهارت جستجو و دسترسی به اطلاعات در اینترنت نیز می‌شود. همچنین سایر موارد، به معنی آشنایی کلی با دانش مورد نظر جهت به‌کارگیری یا یافتن منابع لازم برای آن است.

۲-۲. اولویت‌بندی نیازهای صنعت

برای تعیین سطح اهمیت هر یک از نیازهای صنعت، از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)[1] به عنوان روشی شناخته‌شده در تصمیم‌گیری چندمعیاره، استفاده شده است (Haghshenas Gorgani et al., 2023). بر این اساس، از صاحبان صنایع خواسته می‌شود که بین هر جفت از نیازهای ذکرشده، مقایسه زوجی انجام دهند و نتیجه را به عنوان عددی در محدوده ۱ تا ۵ (که ۵ نشانه بیشترین و ۱ کمترین اهمیت است)، در یک ماتریس ازپیش‌طراحی‌شده وارد کنند. به این ترتیب ماتریسی به صورت A در رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$A=\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (۱)$$

که در آن a_{ij} اهمیت نسبی نیاز i ام در مقایسه با نیاز j ام است. اهمیت نسبی نیاز jام در مقایسه با نیاز iام را می‌توان با معادله (۲) محاسبه کرد:

$$a_{ji}=\frac{1}{a_{ii}} \; and \; a_{ii}=a_{jj}=1 \text{ و } a_{ij}>0 \text{ و } i,j=1,2,...,n \quad (۲)$$

سپس وزن اولویت هر نیاز، با میانگین‌گیری هندسی بر اساس معادله (۳) محاسبه می‌شود.

$$W_i=\left\{\prod_{j=1}^{n} a_{ij}\right\}^{\left(\frac{1}{n}\right)} \quad (۳)$$

و وزن اولویت نرمال‌شده هر نیاز، از معادله (۴) به دست می‌آید.

$$W_i^N=\frac{W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \quad (۴)$$

بر این اساس، نتایج پس از محاسبات، در جدول ۱، ستون ۳، خلاصه شده است.

1- Analytic Hierarchy Process

جدول۱. نیازهای صنعت و وزن اولویت آنها

کد نیاز	نیازهای صنعت	وزن اولویت
D_1	چابکی	۰/۱۵
D_2	مکاترونیک/ اتوماسیون	۰/۰۶
D_3	CAD/کدنویسی/الگوریتم‌نویسی	۰/۰۹
D_4	علم داده	۰/۰۹
D_5	کارآفرینی	۰/۰۸
D_6	ارتباط مؤثر/کار گروهی	۰/۱۴
D_7	خلاقیت و تجسم	۰/۲۳
D_8	آشنایی روش‌های ساخت	۰/۱۷

۲-۳. تعیین ویژگی‌های دروس مورد نیاز

به منظور هم‌سویی با الزامات صنعت، مسائل مطرح‌شده در دوره باید از جنس مسائل مهندسی واقعی (مسائل بد تعریف[1]) باشد. بنابراین ویژگی اصلی دروسی که برای پاسخگویی به نیازهای صنعت در نظر گرفته می‌شوند، امکان تعریف پروژه نیمسال یا حتی یادگیری پروژه‌محور (PBL) است (AlMaian, 2017). اما این پروژه باید چه ویژگی‌هایی داشته باشد؟ این موضوع، از طریق نظرسنجی از ۱۰ نفر از اساتید مهندسی مکانیک (از دانشگاه‌های تهران)، مطابق جدول ۲ به صورت C_1 تا C_{10} تعیین شده است.

جدول ۲. ویژگی‌های پروژه نیمسال

کد	ویژگی
C_1	پاسخ منحصربه‌فرد/ دقیق ندارد
C_2	استخراج جنبه‌های فنی با استفاده از تحلیل داده‌ها
C_3	انعطاف‌پذیری مسئله و امکان ایجاد تغییرات در آن
C_4	نیاز به تجسم و نرم‌افزارهای CAD
C_5	امکان ساخت تمام یا بخشی از پروژه
C_6	امکان فازبندی و بررسی در کلاس
C_7	امکان انجام به صورت گروهی
C_8	نیاز به تحلیل اقتصادی
C_9	داشتن ماهیت رقابتی
C_{10}	نیاز به در نظر گرفتن ملاحظات قانونی، زیست‌محیطی و توسعه پایدار

1- Ill-Defined problems

۲-۴. طبقه‌بندی دروس در برنامه درسی فعلی

دروس موجود از طریق پایگاه اینترنتی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری جمهوری اسلامی ایران، به عنوان برنامه کنونی جاری در دسترس قرار گرفته‌اند. سپس، با توجه به نظرات ۸ نفر از اساتید مهندسی مکانیک (از دانشگاه‌های تهران)، به شرح جدول ۳ دسته‌بندی شده‌اند. هدف از این کار، تصمیم‌گیری روی دسته‌ها و نه تک‌تک دروس بوده است تا به جای تأکید بر درس یا دروسی خاص، دسته‌ها وزن‌دهی شوند. مبنای دسته‌بندی، ماهیت و محتوای دروس بوده است.

جدول ۳. دسته بندی دروس موجود در برنامه درسی فعلی

ردیف	نام دسته	نمونه‌هایی از دروس دسته
B_1	دروس پایه	ریاضی عمومی، فیزیک عمومی، معادلات دیفرانسیل، ریاضیات مهندسی
B_2	دروس عمومی	زبان عمومی، فارسی عمومی
B_3	آزمایشگاه‌ها	آزمایشگاه فیزیک، آزمایشگاه دینامیک و ارتعاشات، آزمایشگاه انتقال حرارت
B_4	کارگاه‌ها	کارگاه ماشین‌افزار، کارگاه جوش، کارگاه اتومکانیک
B_5	دروس تئوری تخصصی	استاتیک، دینامیک، ارتعاشات، مقاومت مصالح
B_6	دروس حرفه‌ای	نقشه‌کشی صنعتی، طراحی اجزای ماشین
B_7	دروس انتخابی	هیدرولیک و نئوماتیک، طراحی قالب‌های تزریق پلاستیک

۲-۵. اجرای QFD دومرحله‌ای

پس از تعیین C_i ها و D_i ها، استقرار تابع کیفیت (QFD) برای ترجمه نیازهای صنعت به ویژگی‌های برنامه درسی استفاده می‌شود. QFD یک روش مشتری‌محور در طراحی محصولات مهندسی جدید با هدف به حداکثر رساندن رضایت مشتری است (Ginting et al., 2020; Haghshenas Gorgani & Jahantigh, Pak, 2020). ایده اصلی QFD ارائه فهرستی از انتظارات اولویت‌بندی‌شده مشتریان از محصول مورد نظر و سپس، تعیین نقش هر یک از مشخصات فنی محصول در تأمین هر یک از این انتظارات و در نهایت، رده‌بندی مشخصات فنی است (Haghshenas Gorgani et al., 2020).

مطابق دستورالعمل روش QFD (Assiddiqi & Vanany, 2021; Lizarelli et al., 2021) در مرحله اول، D_1 تا D_8 به عنوان نیازها و C_1 تا C_{10} به عنوان مشخصات فنی تعیین شده‌اند و در ماتریس مربوط جای گرفته‌اند. هر جزء ماتریس، نشان‌دهنده میزان اثربخشی هر C_i در تأمین D_i مربوط است. وزن‌های به‌دست‌آمده برای C_i ها، در پایین ماتریس درج می‌شوند. این ماتریس به صورت جدول ۴ نشان داده شده است.

همان‌گونه که توضیح داده شد، در مرحله دوم، نیازها مستقیماً از مشتری اخذ نمی‌شوند بلکه نیازهای این مرحله، همان مشخصات فنی مرحله اول هستند. همچنین به جای اولویت‌بندی بر

اساس مقایسات زوجی و روش AHP، از وزن‌های نرمال‌شده مرحله اول به عنوان اولویت نیازهای مرحله دوم استفاده می‌شود. بر این مبنا، روند مرحله اول این بار با جایگزینی C_i ها به جای D_i ها انجام می‌گردد و سپس B_i ها (یعنی ویژگی‌های جزئی‌تر محصول که در اینجا برنامه درسی خواهد بود)، به جای C_i ها تکرار می‌شوند.

نتایج به‌دست‌آمده پس از انجام محاسبات، در جدول ۵ درج شده است.

جدول ۴. مرحله اول ماتریس QFD

نیازهای صنعت	اولویت	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
D_1	۰/۱۵	۶	۱	۹	۷	۶	۷	۷	۷	۷	۳
D_2	۰/۰۶	۳	۵	۷	۸	۷	۳	۳	۵	۳	۴
D_3	۰/۰۹	۷	۷	۵	۱۰	۷	۶	۶	۳	۴	۴
D_4	۰/۰۹	۶	۱۰	۵	۸	۳	۵	۸	۷	۵	۵
D_5	۰/۰۸	۷	۶	۶	۴	۵	۵	۸	۵	۴	۳
D_6	۰/۱۴	۶	۵	۹	۸	۶	۱۰	۸	۶	۷	۴
D_7	۰/۲۳	۷	۴	۸	۸	۸	۵	۴	۵	۷	۴
D_8	۰/۱۷	۴	۴	۷	۷	۱۰	۳	۳	۶	۵	۶
وزن		۵/۹۴	۴/۷۶	۷/۴۴	۷/۶۲	۷/۰۰	۵/۶۸	۵/۶۸	۵/۶۶	۵/۸۰	۴/۲۴
وزن نرمال‌شده		۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۷

جدول ۵. مرحله دوم ماتریس QFD

ویژگی‌های پروژه	اولویت	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7
C_1	۰/۱۰	۱	۳	۴	۷	۳	۷	۹
C_2	۰/۰۸	۲	۲	۶	۴	۴	۷	۸
C_3	۰/۱۲	۲	۳	۴	۷	۴	۷	۸
C_4	۰/۱۳	۴	۱	۴	۷	۵	۹	۹
C_5	۰/۱۲	۱	۱	۶	۹	۴	۸	۸
C_6	۰/۰۹	۳	۳	۵	۶	۵	۶	۷
C_7	۰/۰۹	۵	۵	۸	۷	۶	۷	۸
C_8	۰/۰۹	۱	۲	۲	۵	۲	۵	۷
C_9	۰/۱۰	۵	۴	۳	۵	۵	۵	۶
C_{10}	۰/۰۷	۲	۵	۲	۷	۶	۷	۷
وزن		۲/۶۱	۲/۷۷	۴/۴۴	۶/۵۲	۴/۳۶	۶/۸۹	۷/۷۷
وزن نرمال‌شده		۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۲۲

۳. بحث در نتایج

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، مهم‌ترین خواسته‌های صنعت امروز از فارغ‌التحصیلان مهندسی مکانیک، به ترتیب D_8، D_7 و D_1 هستند. برای تفسیر این موضوع می‌توان به رشد سریع فناوری، پیدایش شاخه‌های جدید علم، مواد نوین و نیازهای جدید جامعه اشاره کرد که از یک سو، نیازمند افراد خلاق (D_7) و آشنا با فعالیت‌های عملی (D_8) و ... اس و، از سوی دیگر، افرادی را می‌طلبد که بتوانند به‌سرعت یاد بگیرند و با شرایط جدید سازگار شوند (D_1).

همان‌طور که در بخش ۲-۳ بیان شد، یکی از الزامات دروس مورد استفاده برای هم‌سویی با تقاضاهای صنعت، داشتن یک پروژه نیمسال است. جدول ۴ نشان می دهد که مهم‌ترین ویژگی‌های این پروژه به ترتیب C_3، C_4 و C_5 هستند. ویژگی C_4 نه تنها نقش نرم‌افزارهای CAD بلکه اهمیت تجسم و تقویت ارتباطات از طریق گرافیک را نشان می‌دهد. ویژگی های C_3 و C_5 نیز ضرورت شباهت ماهیت پروژه نیمسال به مسائل مهندسی واقعی را تأیید می‌کند.

مهم‌ترین بخش از نتایج که هدف اصلی این پژوهش بوده است، در جدول ۵ مشاهده می‌شود. وزن‌های محاسبه‌شده در پایین جدول نشان می‌دهند که به ترتیب، دسته‌های B_6، B_7 و B_4 می‌توانند بیشترین نقش را در تأمین نیازهای صنعت داشته باشند. B_7 شامل دروس انتخابی است که تقریباً در تمام دانشگاه‌های معتبر دنیا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند و به دانشجویان امکان انتخاب درس از سایر رشته‌ها را می‌دهند. تنوع این موارد و شاید تفاوت آنها با دوره‌های معمول از طریق ایجاد تفکر واگرا می‌تواند به رشد خلاقیت، مهارت‌های ارتباطی و چابکی در یادگیری به افراد کمک کند. دسته B_6 شامل دروس حرفه‌ای، مانند گرافیک مهندسی و طراحی اجزای ماشین است. ذات این دروس، به دلیل شباهت آنها به مسائل واقعی صنعت، دانشجویان را برای رویارویی با این مسائل در دنیای واقعی آماده می‌کند. دسته B_4 که شامل دروس کارگاهی است، فرایندهای تولید را به دانشجویان نشان می‌دهد (Kaboli et al., 2022) و شامل مزایای هر دو دسته B_7 و B_6 است (البته کمتر از آنها).

لازم به ذکر است که اگر چه جدول ۵ نشان می‌دهد که دروس پایه و عمومی، یعنی گروه‌های B_1 و B_2 کمترین توانایی را برای پاسخگویی مستقیم به نیازهای صنعت دارند اما پیش‌نیاز یادگیری دروس سایر دسته‌ها هستند. از طرفی، بررسی‌ها نشان می‌دهند که دروس گروه‌های B_1 و B_2 همواره مورد توجه بوده‌اند اما دروس و کارگاه‌های انتخابی، ممکن است در برخی از دانشگاه‌ها جدی گرفته نشوند. به عنوان نتیجه اساسی این پژوهش، می‌توان به اهمیت دروس و کارگاه‌های انتخابی در برنامه درسی مهندسی مکانیک اشاره کرد.

۴. نتیجه‌گیری

در این پژوهش، هم‌سویی برنامه درسی مهندسی، به ویژه مهندسی مکانیک در ایران، با نیازهای

صنعت امروز مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس، چند نتیجه مهم قابل استخراج است. اولین نتیجه، ضرورت بازنگری و به‌روزرسانی برنامه‌های درسی دانشگاهی، به خصوص در رشته‌های مهندسی به منظور پاسخگویی به نیازهای فرایند توسعه صنعتی در جهان امروز است. نتیجه دوم آنکه صنعت امروز، بر مبنای مرور ادبیات و نظرسنجی از صاحبان صنایع و با استفاده از اولویت‌بندی به روش AHP نیاز به مهندسانی دارد که به ترتیب، صاحب خلاقیت و تجسم، آشنا با روش‌های ساخت، چابک در یادگیری، دارای مهارت‌های ارتباطی و توانا درکار گروهی باشند. سومین نتیجه که با نظرسنجی از اساتید و با استفاده از رویکرد QFD دومرحله‌ای و با نگاشت این نیازها بر روی برنامه درسی به دست آمده است، بیان می‌کند که دروس انتخابی، دروس حرفه‌ای مانند گرافیک مهندسی و طراحی اجزای ماشین و سپس کارگاه‌ها، مؤثرترین گروه‌ها در برآوردن مستقیم نیازهای صنعت هستند. البته کسب وزن پایین در دروس پایه و عمومی، نافی نقش آنها در یادگیری سایر گروه‌ها نیست و تنها نشان‌دهنده کمتر بودن نقش مستقیم آنهاست. ضمناً باید توجه داشت که دروس پایه و عمومی، همیشه به صورت سنتی مورد توجه قرار می‌گیرند اما گاهی اوقات ممکن است دروس و کارگاه‌های انتخابی، مورد غفلت قرار گیرند. نتایج نشان می‌دهند که این امر می‌تواند حتی به مخدوش شدن اهداف اصلی آموزش منجر شود.

شایان توجه است که یکی از اهداف این مقاله، ایجاد تشابه بین فرایندهای طراحی محصولات مهندسی با طراحی برنامه درسی بوده است. در این راستا، یک الگوریتم هایبریدی از دو روش QFD و AHP ارائه شده که هدف آن بیشینه‌سازی رضایت مشتری است. مشتری فرایند در اینجا صنعت تعریف شده، فرایند مشابهی طی می‌شود. قطعاً استفاده از داده‌های با کمیت و کیفیت بالاتر، منجر به نتایج دقیق‌تر و جامع‌تری خواهد شد. ضمن اینکه می‌توان این الگوریتم را مجدداً برای همین رشته و یا رشته‌های دیگر به کار بست.

References

- AlMaian, R. (2017). A preliminary research to improve the creativity of engineering education. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Rabat, Morocco.
- Assiddiqi, M., & Vanany, I. (2021). QFD applications for quality improvements online student learning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.*
- Eppes, T., Milanovic, I., Jamshidi, R., & Shetty, D. (2021). *Engineering curriculum in support of industry 4.0.*
- Ginting, R., Ishak, A., & Pitaloka, D. (2020). Application of quality function deployment (QFD) method in meeting customer satisfaction in the bookshelf industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.*
- Gorgani, H. H., & Shabani, S. (2021). Online exams and the COVID-19 pandemic: a hybrid modified FMEA, QFD, and k-means approach to enhance fairness. *SN Applied Sciences*, 3, 1-18.
- Haghshenas Gorgani, H., & Jahantigh Pak, A. (2020). Adaptation of engineering graphics courses to modern design approaches using a hybrid data mining method based on qfd and fuzzy demate. *Iranian Journal of Engineering Education,* 22(86), 55-83.
- Haghshenas Gorgani, H., & Jahantigh Pak, A. (2020). Identification of factors affecting quality of teaching engineering drawing using a hybrid MCDM model. *Journal of AI and Data Mining*, 8(2), 247-267.
- Haghshenas Gorgani, H., & Jahantigh Pak, A. (2020). Adaptation of engineering graphics courses to modern design

approaches using a hybrid data mining method based on qfd and fuzzy demate. *Iranian Journal of Engineering education*, 22(86), 55-83. doi: 10.22047/ijee.2020.212668.1708.

- Haghshenas Gorgani, H., Jahantigh Pak, A., Haerizadeh Nabavi, A., & Shabani, S. (2022). Providing a systematic preventive approach to reduce the adverse effects of online university education during the covid-19 pandemic. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(94), 133-156. doi: 10.22047/ijee.2022.324478.1882.
- Haghshenas Gorgani, H., Jahazi, A., Jahantigh Pak, A., & Shabani, S. (2023). A hybrid algorithm for adjusting the input parameters of the wirecut EDM machine in order to obtain maximum customer satisfaction. *SN Applied Sciences*, 5(1), 37.
- kaboli, S., Nasiri, S., Haghshenas Gorgani, H., Mottaghipour, M., Jahantigh Pak, A., Pircheraghi, G., & Arghavani Hadi, J. (2022). General workshop: A course for practical training or an introduction to engineering. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(94), 23-38. doi: 10.22047/ijee.2022.325828.1885.
- Kuimova, M., Burleigh, D., & Rodionov, D. (2017). Creativity in engineering education. *Ponte*, 73(2), 82-86.
- Liu, Q., Mei, D., & Yu, G. (2020). Curriculum system optimization based on integration of enterprises and universities using qfd under the background of engineering education professional certification. *International Conference on Modern Educational Technology and Innovation and Entrepreneurship (ICMETIE 2020).*
- Lizarelli, F. L., Osiro, L., Ganga, G. M., Mendes, G. H., & Paz, G. R. (2021). Integration of SERVQUAL, analytical Kano, and QFD using fuzzy approaches to support improvement decisions in an entrepreneurial education service. *Applied Soft Computing*, 112, 107786.
- Luxhosj, J. T., & Hansen, P. H. (1996). Engineering curriculum reform at Aalborg university. *Journal of Engineering Education*, 85(3), 183-186.
- Prados, J. W. (1998). Engineering education in the United States: past, present, and future.
- Siow, Y., Szwalek, J., Komperda, J., Darabi, H., & Mashayek, F. (2019). A critical look at mechanical engineering curriculum: Assessing the need.
- Tolman, S., & Jensen, M. J. (2023). Design across the curriculum: Improving design instruction in a mechanical engineering program. *2023 ASEE Annual Conference & Exposition.*
- Tyler Carter Kreipke, C., & Meyers, K. (2023). Development of student comfort with various fabrication methods in aerospace and mechanical engineering design curriculum. *2023 ASEE Annual Conference & Exposition.*

حمید حق‌شناس گرگانی: فارغ‌التحصیل رشته مهندسی مکانیک، طراحی کاربردی از دانشگاه صنعتی شریف است. وی از سال ۱۳۹۱ تاکنون عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف بوده، زمینه‌های پژوهشی ایشان، طراحی قالب‌های تزریق پلاستیک، مهندسی معکوس، بهینه‌سازی در طراحی با الگوریتم‌های متاهیوریستیک، پردازش داده‌های طراحی و روش‌های آموزش مهندسی است.

علیرضا جهانتیغ پاک: فارغ‌التحصیل رشته مدیریت از دانشگاه صنعتی شریف است. وی از سال ۱۳۹۰ تاکنون عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی شریف بوده، زمینه‌های پژوهشی ایشان، مدیریت، نقشه‌کشی صنعتی، طراحی محصول و روش‌های آموزش مهندسی است.