فصلنامه
آموزش مهندسی ایران
فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

گروه علوم مهندسی

شماره ۱۰۵ ■ سال بیست و هفتم ■ بهار ۱۴۰۴

۱۰۵

- **چالش‌های اولویت دار آموزش منابع انسانی در حوزه مهندسی در دوره انقلاب صنعتی چهارم** / فاطمه خاکزاد، فرید احمدی و سعید جعفرزاده قوشچی
- **طراحی الگوی پارادایمی هوشمندسازی آموزش عالی ایران با رویکرد فناورانه دانشگاه نسل پنجم** / زهرا بدلی، زهرا طالب و عصمت مسعودی ندوشن
- **تحلیل یک دهه از نمرات دانشجویان دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف با استفاده از پردازش سیگنال‌های گرافی** / امیرحسین گل‌شیرازی ، رضا پرهیزکار ، آرش امینی و محمد مهدی امتی
- **الگوی بهینه توسعهٔ فضاهای آموزش‌عالی از منظر ارگونومی** / فاطمه قوام، ابراهیم صالحی‌عمران و مصطفی عزیزی شمامی
- **بررسی و شناسایی مهمترین عوامل تاثیر گذار بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان دانشکده مهندسی راه‌آهن** / سید علی مسیبی ، محمود خانی الموتی، علی سمرقندی و زینب حجتی
- **پیش‌بینی رفتار اقتصادی بر اساس آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه با میانجی‌گری سواد اقتصادی** / فریده نصیری و سکینه جعفری
- **دنیای نوین یادگیری با سرفصل‌های خلاقانه: راهکارها و نتایج** / رقیه گوگ‌ساز قوچانی
- **چکیده انگلیسی مقالات**

فصلنامه آموزش مهندسی ایران ■ سال بیست و هفتم ■ بهار ۱۴۰۴

گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

E-ISSN: ۲۶۷۶-۴۸۸۱
ISSN: ۱۶۰۷-۲۲۱۶
DOI: ۱۰.۲۲۰۴۷/ijee
DOR: ۲۰.۱۰۰۱.۱.۱۶۰۷۲۲۱۶

بسم الله الرحمن الرحیم

فصلنامه آموزش مهندسی ایران
فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

گروه علوم مهندسی

فصلنامه
آموزش مهندسی ایران

سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵، بهار ۱۴۰۴

صاحب امتیاز: فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران
مدیر مسئول: دکتر محمود یعقوبی
سردبیر: دکتر محمود یعقوبی
مدیر داخلی: دکتر میترا ملائی پروری
ویراستار: مریم نوربخش
صفحه‌آرایی: مجید میراب‌زاده
پژوهش و طراحی هنری روی جلد: دکتر محمدحسین حلیمی
طراحی کامپیوتری نقش هندسی روی جلد: مریم دهنادی
طراحی وصفحه‌آرایی روی جلد: خیرالله اصغری

مقالات منتشر شده در وبگاه فصلنامه در دسترس عموم قرار دارد
نشانی: تهران، ۳۳۱۱۱-۱۵۳۷۶
بزرگراه حقانی (غرب به شرق)، خروجی فرهنگستان‌ها و کتابخانه ملی
فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران
صندوق پستی: ۵۳۱۸-۱۹۳۹۵
تلفن: ۸۸۱۹۰۴۳۳-۰۲۱، دورنگار: ۸۸۶۵۶۲۱۶-۰۲۱
وبگاه: http://ijee.ias.ac.ir
رایانامه: ijee78@ias.ac.ir
شاپا: ۲۳۱۶-۱۶۰۷ / شاپای الکترونیکی: ۴۸۸۱-۲۶۷۶
شناسه دیجیتال: (DOI):/ijee ۱۰.۲۲۰۴۷
شناسه دیجیتال: (DOR): ۲۰.۱۰۰۱.۱.۱۶۰۷۲۳۱۶

لیتوگرافی و چاپ و صحافی: باغ هنر
تهران، خیابان مفتح شمالی، کوچه ششم پلاک۵، واحد۱

هیأت تحریریه

دکتر محمدرضا اسلامی/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر گودرز احمدی/ استاد رابرت هیل، دانشگاه کلارکسون ـ آمریکا
دکتر خدایار ابیلی/ دانشگاه تهران
دکتر مهدی بهادری‌نژاد/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر جعفر توفیقی/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر پرویز جبه‌دار مارالانی/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر جلال حجازی/ عضو وابسته فرهنگستان علوم
دکتر محمد حسین حلیمی/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر رضوان حکیم زاده/ دانشگاه تهران
دکتر پرویز دوامی/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر رهبر رحیمی/ دانشگاه سیستان و بلوچستان
دکتر سعید سهراب‌پور/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر مهدی سهرابی/ عضو وابسته فرهنگستان علوم
دکتر ابراهیم شیرانی/ عضو وابسته فرهنگستان علوم
دکتر محمد شاهیده پور/ رئیس گروه مهندسی برق و کامپیوتر در موسسه فناوری ایلینوی-آمریکا
دکتر حسن ظهور/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر جواد فیض/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر محمد مدرس یزدی / عضو وابسته فرهنگستان علوم
دکتر عزت الله نادری/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر غلامعلی منصوری/ استاد دانشگاه ایلینوی شیکاگو ـ آمریکا
دکتر محمود یعقوبی/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم

هیأت مشاوران

دکتر علی اشرفی‌زاده/ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر عباس افشار/ دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر فرامرز افشار طارمی/ دانشگاه صنعتی امیر کبیر
دکتر محمد حسن پنجه‌شاهی/ دانشگاه تهران
دکتر ناصر توحیدی/ دانشگاه تهران
دکتر علی حائریان اردکانی/ دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر علی خاکی صدیق/ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر جلیل آقا راشد محصل/ دانشگاه تهران
دکتر محمود شاکری/ دانشگاه صنعتی امیر اکبیر
دکتر عباس شجاع الساداتی/ دانشگاه تربیت مدرس
دکتر محمود مهرداد شکریه/ دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر ناصر طالب بیدختی/ دانشگاه شیراز
دکتر محمدرضا عارف/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر طاهره کاغذچی/ دانشگاه صنعتی امیر کبیر
دکتر علی کاوه/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر ناصر کنعانی/ دانشگاه برلین
دکتر مجتبی محزون/ دانشگاه شیراز
دکتر علی مقداری/ دانشگاه صنعتی شریف
دکتر علی موقر رحیم‌آبادی/ دانشگاه صنعتی شریف
دکتر حسین معماریان/ عضو وابسته فرهنگستان علوم
دکتر معصومه نصیری کناری/ دانشگاه صنعتی شریف
دکتر منوچهر وثوقی/ دانشگاه صنعتی شریف

فصلنامه آموزش مهندسی ایران از همکاری صمیمانه انجمن آموزش مهندسی ایران سپاسگزار است

پایگاه‌ها

پایگاه استنادی جهان اسلام (ISC)

ProQuest	DOAJ
Google Scholar	Civilica
Eurasian Scientific Journal Index (ESJI)	CC (Creative Commons)
EBESCO	Magiran
World Book	Pearson
VIRA SCIENCE	BRITANNICA
ROAD	J-Gate
Science Explore	Scientific Indexing Services (SIS)
Advanced Sciences Index (ASI)	Research bib (Academic Resource Index)

گنجینه اسناد کتابخانه ملی
پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

فهرست مطالب

فصلنامه آموزش مهندسی
سال ۲۷، شمارهٔ ۱۰۵، بهار ۱۴۰۴

چالش‌های اولویت‌دار آموزش منابع انسانی در حوزهٔ مهندسی، در دورهٔ انقلاب صنعتی چهارم ۱
فاطمه خاکزاد، فرید احمدی و سعید جعفرزادهٔ قوشچی

طراحی الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم ۲۳
زهرا بدلی، زهرا طالب و عصمت مسعودی ندوشن

تحلیل یک دهه از نمرات دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف، با استفاده از پردازش سیگنال‌های گرافی ۵۵
امیرحسین گل‌شیرازی، رضا پرهیزکار، آرش امینی و محمدمهدی امتی

الگوی بهینهٔ توسعهٔ فضاهای آموزشِ عالی از منظر ارگونومی ۷۷
فاطمه قوام، ابراهیم صالحی عمران و مصطفی عزیزی شمامی

بررسی و شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن ۹۵
سیدعلی مسیّبی، محمود خانی الموتی، علی سمرقندی و زینب حجتی

پیش‌بینی رفتار اقتصادی، براساس آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه، با میانجیگری سواد اقتصادی ۱۱۷
فریده نصیری و سکینه جعفری

دنیای نوین یادگیری با سرفصل‌های خلاقانه: راهکارها و نتایج ۱۳۷
رقیه گوگ‌ساز قوچانی

معرفی کتاب ۱۶۷

چکیده انگلیسی مقالات 1

چالش‌های اولویت‌دار آموزش منابع انسانی در حوزهٔ مهندسی، در دورهٔ انقلاب صنعتی چهارم

فاطمه خاکزاد[۱]، فرید احمدی*[۲] و سعید جعفرزادهٔ قوشچی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۳

DOI: 10.22047/ijee.2024.472725.2104

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.1.1

چکیده: تغییرات فناورانهٔ سریع انقلاب صنعتی چهارم به تحولات اجتماعی و اقتصادی انجامیده و دنیای کار را به‌شدت تغییر داده است. ماهیت متحول‌کنندهٔ آن پیامدهایی برای دانشگاه‌ها، قابلیت اشتغال فارغ‌التحصیلان و همچنین محیط کار داشته است و منجر به شکاف بین آنچه در دانشگاه‌ها مطالعه می‌شود و مجموعهٔ مهارت‌های موردنیاز محیط کار شده است.

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر انقلاب صنعتی چهارم بر آموزش در حوزهٔ مهندسی بوده است. برای تحقق این هدف، روش سوارا فازی، برای وزن‌دهی و تعیین میزان اهمیت مشکلات آموزشی، و روش آراس فازی، به‌منظور اولویت‌بندی مشکلات شناسایی‌شده، به‌کار رفته است. نتایج برتری روش پیشنهادی را بر روش‌های دیگر نشان داد. ضعف طراحی محتوای آموزشی و انطباق‌نداشتن دانشگاه‌ها چالش‌های پُرخطر و نیازمند اقدام فوری شناسایی شدند. علاوه‌براین، راهکارهایی، مانند بهبود کیفیت برنامهٔ درسی، ترویج برنامه‌های تبادل دانشجو با دانشگاه‌های پیشرو، و تولید بومی فناوری، برای رفع مشکلات پیشنهاد شد. یافته‌های مطالعهٔ حاضر به توسعهٔ شیوه‌های بهتر، برای پُرکردن شکاف مهارتی و تجهیز دانشجویان به مهارت‌های موردنیاز در نقش‌های فعلی و آتی، کمک می‌کند.

واژگان کلیدی: انقلاب صنعتی چهارم، روش سوارا، روش آراس فازی، بازنگری در برنامهٔ درسی

۱- دانش‌آموختهٔ کارشناسی‌ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، گروه مهندسی فناوری اطلاعات دانشکدهٔ فناوری‌های صنعتی، دانشگاه صنعتی ارومیه، ارومیه، ایران. Fa.khakzad89@gmail.com

۲- * نویسنده مسئول. دانشیار گروه مهندسی فناوری اطلاعات، دانشکده فناوری های صنعتی، دانشگاه صنعتی ارومیه، ارومیه، ایران. f.ahmadi@uut.ac.ir

۳- دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکدهٔ فناوری‌های صنعتی، دانشگاه صنعتی ارومیه، ارومیه، ایران. s.jafarzadeh@uut.ac.ir

۱. مقدمه

اصطلاح انقلاب صنعتی چهارم را اولین بار دولت آلمان در جامعهٔ علمی و صنعتی رواج داد که مجموعه‌ای از تغییرات فناورانه را در تولیدْ توصیف و اولویت‌های چارچوب سیاست منسجم را برای حفظ رقابت‌پذیری جهانی صنعت آلمان معرفی می‌کرد. به‌طورِکلی، انقلاب صنعتی چهارم به ابزارهای خودکارسازی و تبادل داده در فناوری‌های تولیدی، ازجمله سیستم‌های سایبر فیزیکی، اینترنت اشیا، داده‌های بزرگ و تحلیل آنها، واقعیت افزوده، ساخت افزودنی، شبیه‌سازی، یکپارچه‌سازی سیستم افقی و عمودی، ربات‌های مستقل و همچنین پردازش ابری، اطلاق می‌شود. ادغام این فناوری‌ها و تعامل آنها را در حوزه‌های دیجیتالی، زیستی و فیزیکی می‌بینیم که انقلاب صنعتی چهارم را اساساً با انقلاب‌های قبلی متفاوت می‌کند. انقلاب صنعتی چهارم و فناوری‌های مهم مرتبط با آن به‌سرعت بر سازمان‌ها و توانایی فنی آنها تأثیر عمیق می‌گذارند (Ahmadi & Mansouri, 2021a). ویژگی‌های اصلی انقلاب صنعتی چهارم، ازجمله قابلیت سرعت، همکاری و یکپارچگی افقی و عمودی سیستم‌های تولیدی ازطریقِ سیستم‌های فناوری اطلاعات، پاسخ به چالش‌هایی هستند که شرکت‌ها با تشدید رقابت و در وضعیت جهانی‌شدن، نوسانات تقاضای بازار، کاهش نوآوری و چرخهٔ عمر محصول و افزایش پیچیدگی محصولات و فرایندها، با آنها مواجه‌اند (Arnold et al., 2017).

انقلاب صنعتی چهارم به برخی چالش‌ها، مانند اثربخشی منابع و انرژی، تولید شهری و تغییرات جمعیتی، که امروزه جهان با آنها روبه‌روست می‌پردازد و آنها را حل می‌کند (Kagermann et al., 2013). انقلاب صنعتی چهارم تلاشی برای کنترل آینده است که مملو از بی‌اطمینانی و تداوم‌نداشتن‌هاست (Pfeiffer, 2017) و چشم‌اندازی به فرایند ساخت آینده است؛ چشم‌اندازی رقابتی که سیستم‌های تولید انبوه سنتی را که ازنظرِ بوم‌شناختی و اجتماعی ناپایدارند مغلوب خواهد کرد (Michelsen, 2020).

به‌طورِکلی، در ده سال اخیر، کشورها سیاست‌هایی تدوین کرده‌اند تا از انقلاب صنعتی چهارم و حکمرانی بهینهٔ آن بهره گیرند. براساس مطالعه‌ای کمّی، کشورها در سه خوشه، به‌لحاظ آمادگی در برابر انقلاب صنعتی چهارم، قرار گرفته‌اند (Hosseinzadeh et al., 2024). شایان ذکر است که تمام کشورها آمادهٔ انتقال مستقیم به انقلاب صنعتی چهارم نبوده‌اند. درنتیجه، برای مدیریت تأثیرات اجتماعی‌ـاقتصادیِ بالقوه‌مخل چنین انتقالی، انقلاب صنعتی ۳/۵ به‌عنوان راهبردی ترکیبی بین انقلاب صنعتی و چهارم پیشنهاد شد (Chein et al., 2021). انقلاب مذکور، با مدرن‌سازی زیرساخت‌ها و فرایندهای موجود با فناوری به‌روزرسانی‌شده، پلی به سوی اجرای کامل انقلاب صنعتی چهارم خلق کرد. درحالی‌که انقلاب صنعتی چهارم ابَرپیوندی به‌واسطهٔ ابزار هوشمند است، انقلاب صنعتی پنجم این پیوند را با جایگزینیِ ابزار هوشمند قدیم با اتصال‌های مغز‌ـکامپیوتر که تحولی در فناوری است تقویت کرده است (Noack, 2021). انقلاب صنعتی چهارم شاهد تعامل رقابتی انسان و ماشین‌هاست درحالی‌که انقلاب صنعتی پنجم گسترش ارتباط همیارانه و متناسب و متوازن بین آنها را هدف قرار داده است

(Noble et al., 2022). بشر منتظر فناوری‌های پیشرفته برای پرداختن به چالش‌های جهانی پیچیده، توسعهٔ اقتصادی با تأثیر محیطی پایدار، تحول نیروی کار و کار مشارکتی‌تر انسان‌ها و ماشین‌ها، پیوند جهانی با شبکه‌های نسل پنجم، شهرهای هوشمند و توسعهٔ زیرساخت است (Ziatdinov, 2024).

انقلاب صنعتی چهارم آیندهٔ کار حرفه‌ای را تغییر خواهد داد. پژوهشگران معتقدند حرفه‌ها تحت دو مجموعهٔ تغییر موازی قرار خواهند گرفت: نخست، غلبهٔ خودکارسازی به‌واسطهٔ کاربرد فناوری و، دوم، غلبهٔ نوآوری است (Susskind & Susskind, 2015). بدیهی است که چنین تغییری موجب افزایش درخورتوجه اثربخشی و انعطاف‌پذیری فرایندهای تولید و افزایش ارزش‌افزودهٔ محصولات و خدمات خواهد شد. گذار به کارخانه‌هایی که کاملاً هوشمند و خودکار عمل می‌کنند پیش‌ازاین چالش مهم صنعت و سیاست‌گذاران این حوزه در اروپا شناخته می‌شد؛ عاملی که موجب شد سازمان‌دهی فناوری‌ها و پروژه‌های مرتبط با این حوزه، اعم از وسایط نقلیهٔ خودران، شبکه‌های هوشمند انرژی ، به‌طور جدی در دستورکار متولیان و تصمیم‌گیران قرار گیرد (Martínez-Costa et al., 2018). هم‌زمان که پیشرفت فناوری مرز بین وظایف کاری انسان‌ها، ماشین‌ها و الگوریتم‌ها را به‌سرعت جابه‌جا می‌کند، بازار جهانیِ کار دچار دگرگونی‌های عمده‌ای می‌شود. این دگرگونی‌ها اگر خردمندانه مدیریت شوند عصری جدید را آغاز می‌کنند که در آن همه از کار خوب، شغل خوب و بهبود کیفیت زندگی بهره خواهند برد. در مقابل، مدیریت نادرست به گسترش شکاف مهارتی، افزایش نابرابری و تضاد طبقاتی منجر می‌شود (Sudana et al., 2019). مطالعات نشان می‌دهند با شتاب‌گرفتن تحولات نیروی کار پنجرهٔ فرصت‌های مدیریت فعال آنها به‌سرعت در حال بسته‌شدن است و کسب‌وکارها، دولت‌ها و کارمندان می‌بایست کنشگرانه برای بازار نیروی کار عمل و چشم‌اندازی جدید طراحی و اجرا کنند (Mantok et al., 2019). یکی از حوزه‌هایی که انقلاب صنعتی چهارم در آن اختلال ایجاد می‌کند حوزهٔ آموزش است. برای پاسخ‌گویی به تغییرات انقلاب صنعتی چهارم، مجموعهٔ مهارت‌های جدیدی نیاز است که نقش‌هایی بدیع برای حوزهٔ آموزش در پی دارند.

آموزش ۴/۰ که «آموزش نسل ۴» و متأثر از انقلاب صنعتی معرفی شده است به‌طریقی یکپارچه‌سازی دیجیتال را در زندگی روزمرهٔ افراد متبلور می‌سازد. در آموزش ۴/۰، اطلاعات همه‌جا در دسترس است و فرایند یادگیری و تدریس پویاست. آموزش ۴/۰ استفادهٔ اقتصادی از اطلاعات را به‌طور درخورتوجهی تغییر خواهد داد. برای پاسخ‌گویی به نیازهای انقلاب صنعتی چهارم در آموزش، باید مؤسسات آموزش عالی به ادغام روش‌های نوآوری برای ارتقای فرایندهای آموزش و یادگیری ادامه دهند. انتظار می‌رود کاربست فناوری‌های جدید در آموزش ۴/۰ نقش مهمی در مؤسسات آموزشی داشته باشد. بهره‌گیری از این فناوری‌ها منجر به افزایش کارایی فرایندهای یادگیری و تدریس خواهد شد. فناوری هوش مصنوعی باعث افزایش سرعت فرایندهای یادگیری و آموزش می‌شود و تجربهٔ یادگیری دانش‌آموزان را ارتقا می‌دهد. اینترنت اشیا، به‌طور ویژه با افزایش محبوبیت ابزارهای موبایل، تأثیر زیادی بر آیندهٔ

تحصیلات خواهد داشت. این فناوری به ایجاد ارتباط سریع و تعامل بیشتر بین دانش‌آموزان و معلمان در خارج از کلاس کمک خواهد کرد. آیندهٔ یادگیری در دانشگاه‌ها متفاوت خواهد بود چراکه هر واحد یا موضوع درسی براساس خودارزیابی شخصی‌سازی خواهد شد (Halili et al., 2020).

همان‌گونه‌که ذکر کردیم، انقلاب صنعتی چهارم بر نیروی کار و نظام‌های آموزشی تأثیر داشته است. همچنان‌که محل کار به‌سرعت تغییر می‌کند شایستگی‌های جدیدی ظاهر و مهارت‌هایی ضروری برای رقابت و اشتغال دانش‌آموزان در آیندهٔ نزدیک ایجاد می‌شود. مطالعهٔ حاضر با درنظرگرفتن اهمیت این موضوع و با هدف شناسایی مسائل آموزش بر اثر انقلاب صنعتی چهارم، و رتبه‌بندی و شناسایی راهکارهای مناسب هریك از آنها صورت گرفته است.

۲. پیشینهٔ پژوهش

مجمع جهانی اقتصاد تخمین زده است که بیش از ۵۰ درصد از کودکانی که امروزه وارد دبستان می‌شوند شغل‌هایی خواهند داشت که هنوز وجود ندارند (World Economic Forum, 2016). این تحولات سازمان‌ها را ملزم می‌کند مهارت‌ها را بهبود بخشند و دانش جدید کسب کنند. نیاز به مهارت‌ها و دانش اضافی بر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشِ عالی تأثیر خواهد داشت.

نظام تأثیرگذاری وسیع انقلاب صنعتی چهارم موجب تحقیقاتی روی عوامل مؤثر بر انقلاب صنعتی چهارم، آموزش‌های موردنظر برای این انقلاب و نحوهٔ تغییر آموزش شده است. برای نمونه، ایلوری و آجاگونا (Ilori & Ajagunna, 2020) درخصوص تأثیر انقلاب صنعتی چهارم بر سطوح گوناگون یادگیری پژوهش کردند و نتیجه گرفتند که انقلاب صنعتی بر اصول یادگیری، از ابتدایی تا آموزشِ عالی، تأثیرگذار بوده است. آنان خاطرنشان کردند که برنامهٔ درسی می‌بایست پویا باشد و همپا با پیشرفت‌های فناوری و مهارت‌های موردنیاز قرن بیست و یکم تغییر یابد. همچنین پژوهش‌هایی درزمینهٔ مشکلات انقلاب صنعتی چهارم، دگرگونی بازار کار و نیاز به مهارت‌های جدید شده است. مؤسسهٔ جهانی مك‌کینسکی (Mckinsy global surveys, 2021) اعلام کرده است که بیش از ۲۰ درصد از نیروی کار جهانی می‌توانند بیشتر ساعات کاری را خارج از اداره کار کنند و مؤثر نیز باشند. در سال‌های اخیر، پژوهش‌هایی درزمینهٔ تغییر برنامهٔ درسی و آموزش شده است. برای مثال، آموزشِ عالی در عصر انقلاب صنعتی چهارم چگونگی پاسخ‌گویی آموزشِ عالی را به تقاضاهای اقتصاد اتوماسیون بررسی کرده است (Gleason, 2018). یک شرکت آموزشِ عالی جهانی، در ۲۰۱۹، همایشی بین‌المللی را با عنوان «انقلاب صنعتی ۴/۰ و جوامع پیر: نقش‌های درحال‌تغییر دانشگاه‌ها در آسیا و اقیانوسیه» در ژاپن برگزار کرد تا به چالش‌ها و فرصت‌های موجود در این زمینه بپردازد. مجمع جهانی اقتصاد، از مدافعان اصلی انقلاب صنعتی چهارم، نیز بیان می‌کند که الگوهای آموزشی می‌بایست تقاضای یادگیری مادام‌العمر را بازتاب دهند تا با تغییرات فناورانه و اجتماعی مقابله کنند (World Economic Forum, 2019).

پژوهشگران بررسی کرده‌اند که در دورهٔ انقلاب صنعتی ۴/۰ چه اتفاقی برای نظام آموزشی خواهد افتاد و نتیجه گرفته‌اند که، به‌دلیل تغییر اقتصادی و اجتماعی سریع، مدارس و دانشگاه‌ها می‌بایست دانش‌آموزان و دانشجویان را آمادهٔ شغل‌هایی کنند که هنوز خلق نشده‌اند، فناوری‌هایی که هنوز اختراع نشده و مسائلی که هنوز ظاهر نشده‌اند؛ بنابراین، انقلاب سریع در نوآوری الگویی دیگر از آموزش در آینده را با نام آموزش ۴/۰ ارائه کرده است (Shahroom & Hussin,2018).

از دیدگاه باتلر (Butler, 2018)، یکی از پیامدهای انقلاب صنعتی ۴/۰ در بخش آموزش به برنامه‌های درسی، آموزش و یادگیری مربوط می‌شود؛ به‌عبارت دیگر، باید به آموزش و یادگیری نگاه فرابخشی داشت و دانش‌آموزان و آموزگاران رشته‌ها می‌بایست عوامل دخیل در اجرای موفقیت‌آمیز انقلاب صنعتی ۴/۰ را یاد بگیرند. او توضیح می‌دهد که دانش‌آموزان علوم پایه و کاربردی می‌بایست ماهیت سیاسی و اجتماعی دنیایی را که در آن زندگی می‌کنند درک کنند و دانش‌آموزان علوم انسانی و علوم اجتماعی می‌بایست دست‌کم پایه‌هایی را که هوش مصنوعی بر آن استوار است و چگونگی عملکرد آن را درک کنند.

نمونه‌هایی از پژوهش‌ها دربارهٔ تأثیر انقلاب صنعتی ۴/۰ و نتایج آنها را در جدول ۱ مشاهده می‌کنید.

جدول ۱ مطالعات درخصوص تأثیر انقلاب صنعتی چهارم بر آموزش

مطالعه (نویسنده/ نویسندگان)	عنوان	هدف	روش	مهم‌ترین یافته	محدودیت مطالعه
(Mudgil, 2021)	چالش‌ها و اجرای آموزش ۴/۰ در بخش آموزش	ایجاد الگوی چارچوب تجاری، برای استفاده در دنیای واقعی	نظرسنجی	رویارویی با چالش‌ها نیازمند راهبردی سنجیده است.	کم‌دقتی در پاسخ‌گویی
(OECD, 2018)	آیندهٔ آموزش و مهارت‌ها در ۲۰۳۰	نحوهٔ تغییر آموزش	پرسش‌نامه	• ایجاد چارچوب بررسی و به‌روزرسانی مداوم برنامه‌های درسی • هماهنگی اعتبارنامه‌های خُرد با استانداردها و چارچوب‌های صلاحیت ملی	یکنواخت نبودن
(Grenčiková, Kordoš, & Navickas, 2021)	تأثیر صنعت ۴/۰ بر محتوای آموزشی	نیاز به آموزش با دیدی بسیار گسترده‌تر، نیاز به آموزش‌هایی درزمینهٔ تفکر سیستمی و بین‌رشته‌ای	پرسش‌نامه، همراه با روش‌های آماری	ایجاد تغییرات مثبت در اجرای آموزش حرفه‌ای در شرکت‌ها و تغییرات ساختاری در نظام آموزشی	برخی از پاسخ‌ها مرتبط نبودند؛ داده‌های آماری با منبع استفاده‌شده متفاوت بودند؛ هر سازمان رویکردی متفاوت به پردازش داده‌ها داشت.
(Oke et al., 2020)	نوآوری در آموزش و یادگیری: بررسی ادراکات بخش آموزش در انقلاب صنعتی چهارم	بررسی میزان آمادگی دولت برای فناوری‌های IR0/4 در بخش آموزش	• مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته • رویکرد تفسیری کیفی	• کمینه‌کردن تأثیر اختلالات مرتبط با تحولات • ایجاد بینش اکتشافی بیشتر درخصوص ادراک سهام‌داران کلیدی در آموزش	بررسی در آفریقا

ادامه جدول ۱

مطالعه (نویسنده/ نویسندگان)	عنوان	هدف	روش	مهم‌ترین یافته	محدودیت مطالعه
(Coombs et al., 2020)	تأثیرات راهبردی خودکارسازی هوشمند بر دانش و کار خدماتی: بررسی بین‌رشته‌ای	شناسایی شکاف‌های تحقیقاتی و ارائهٔ پایهٔ پیشبرد تحقیقات IS	آمیخته (کمّی و کیفی)	• مفهوم‌سازی و تعریفی جدید از خودکارسازی هوشمند • ارائهٔ الگوی مبتنی‌بر ارزش تجاری از خودکارسازی هوشمند برای کاردانش و خدمات • دستورکار تحقیقاتی برای رسیدگی به شکاف‌ها و درک بیشتر خود از تأثیرات راهبردی خودکارسازی هوشمند برای کاردانش و خدمات	تحقیقات دراین‌زمینه محدود است و شکاف‌های درخورتوجهی در دانش دارد. مطالعات درمورد این موضوع کم است.
(David et al., 2022)	ادغام فناوری‌های چهارمین انقلاب صنعتی (IR4) در پیوند فناوری کار و مهارت	بررسی رابطهٔ فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم و رابطهٔ کار و مهارت، با ارزیابی کاربردهای فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم بر پیوند آموزش	تحلیل محتوا	• بیشتر فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم با پیوند WEF ادغام نشده‌اند. • نتایج تحلیل کتاب‌سنجی نشان می‌دهد ادغام چهارمین انقلاب صنعتی با پیوند IR0/4 منجر به شیوه‌های تولید دانش بهتر می‌شود.	آزمایش‌پذیری: میزانی است تا فناوری بهره‌برداری‌شده به‌صورت محدود آزمایش کند.
(Maresova et al., 2018)	پیامدهای صنعت ۴/۰ در آموزش	برای کمک به مجموعهٔ دانش Industry 0/4 که مربوط به آموزش است.	مرور محدوده	توصیف روشن توسعهٔ سرمایهٔ انسانی، پذیرش فناوری هوشمند، تولید هوشمند و دیجیتالی‌شدن	مراحل روش‌شناختی ندارد.
(Tri et al., 2021)	تأثیر انقلاب صنعتی ۴/۰ بر آموزشِ عالی ویتنام: چالش‌ها و فرصت‌ها	تأثیر انقلاب صنعتی ۴/۰ بر آموزشِ عالی ویتنام	ترکیبی از روش‌های تحقیق، مانند روش‌های تاریخی و منطقی، گردآوری و مقایسه، تحلیل و ترکیب، استقرایی و تفسیر، روش‌های آماری از منابع مرجع	• فزایش آگاهی و تجدید تفکر دربارهٔ توسعهٔ آموزشِ عالی در راهبرد کلی توسعهٔ کشور • روند تحول دیجیتال تسریع شود و در به‌کارگیری موارد جدید پیش‌گام شوند.	تحلیل تجربی ندارد.
(International Labour Organization, 2021)	چارچوب جهانی دربارهٔ مهارت‌های اصلی برای زندگی و کار در قرن بیست و یکم	نحوهٔ توانمندسازی کارگران در دستیابی به کار شایسته و بهبود استانداردهای زندگی	مروری	• توسعهٔ یک دورهٔ گستردهٔ آنلاین باز (MOOC) درخصوص مهارت‌های اصلی، برای ظرفیت‌سازی سیاست‌گذاران، معلمان، ارزیابان و یادگیری • عرضهٔ جعبه‌ابزار دیجیتال برای مهارت‌های اصلی که راهبردهای ادغام مهارت‌های اصلی را در نظام‌های آموزشی و آموزش ملی، مدارک تحصیلی و برنامه‌های درسی مطرح می‌کند.	چارچوب‌های مهارت‌های اصلی انتخاب‌شده دارای چندین محدودیت هستند: • انسجام‌نداشتن در تعریف و دسته‌بندی مهارت‌های اصلی • تفاوت در اصطلاح و نداشتن تعریف مفهومی برای هر مهارت اصلی • نبودِ بحث درمورد توسعهٔ مهارت‌های اصلی، نه‌تنها برای جوانان بلکه برای کارگران مسن‌تر و گروه‌های محروم

ادامه جدول ۱

مطالعه (نویسنده/ نویسندگان)	عنوان	هدف	روش	مهم‌ترین یافته	محدودیت مطالعه
(Sivasankaran & Kartikian, 2021)	چالش‌های صنعت ۴/۰ و اجرای آن در بخش آموزش، در هند	بررسی وضعیت فعلی آموزش‌وپرورش	نظرسنجی با گوگل	• مدیریت می‌بایست بودجهٔ بیشتری را به معرفی شیوهٔ دیجیتالی نظام آموزشی در سطح مؤسسه تخصیص دهد. • مؤسسه و صنایع، هر دو، می‌بایست با استفاده از روش یادگیری مبتنی‌بر پروژه در محیط مشارکتی کار کنند.	• پاسخ‌های نامرتبط • کم‌دقتی در پاسخ‌گویی
(Heriyanto et al., 2019)	آموزش در عصر انقلاب صنعتی ۴/۰ و ارتباط آن با فرایند تحول یادگیری دبیرستانی	بررسی موانع برنامه‌های آموزشی	• مرور مطالعات پیشین • مصاحبه با معلمان	• اهمیت احیای آموزش، تازه‌بودن، خلاق‌بودن و ارتباطی‌بودن، با استفاده از فناوری و مشارکت‌دادن والدین • تعادل بین استفاده از فناوری و شخصیت نسلی رقابتی و باوقار را به وجود خواهد آورد.	بررسی اندک ادبیات
(Ismail et al., 2020)	آمادگی دانشجویان آموزش معلمان فنی در مواجهه با انقلاب صنعتی ۴/۰	شناسایی دانش، نگرش، علایق و آمادگی دانشجویان در رویارویی با چالش‌های انقلاب صنعتی ۴/۰	مطالعهٔ توصیفی پرسش‌نامهٔ مبتنی‌بر مقیاس لیکرت	• باید تلاش بیشتری، مانند سازماندهی سمینارها، دوره‌ها و انجمن‌های مرتبط با چالش‌های IR 0/4، برای دانشجویان شود. • برای تشویق دانش‌آموزان به ارتقای مهارت‌های خود در فناوری اطلاعات و دانش IR0/4، توصیه می‌شود همهٔ دانش‌آموزان موضوع مربوط به IR0/4 خود را برای پروژهٔ سال آخر انتخاب کنند.	تعداد اندک جامعهٔ آماری
(Majid & Zamin, 2019)	انقلاب صنعتی چهارم: تأثیر بر برنامهٔ درسی و مفهوم ضمنی آن در مؤسسات آموزشِ عالی مالزی	بازنگری مؤسسات آموزشِ عالی مالزی در برنامهٔ درسی، در واکنش به انقلاب صنعتی چهارم	• مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته • تحلیل محتوا	نیاز به بازنگری در برنامهٔ درسی موجود، برای تکمیل نیازهای آموزشی مهارت‌های IR0/4، مهارت مجدد استادان در رویکردهای آموزشی و بررسی اجرای iCGPA به‌عنوان زمینهٔ نشان‌دادن مهارت‌های IR0/4 و ارتقای دانش‌آموختگان	درک مبهم شرکت‌کنندگان از IR0/4

همچنین، در جدول ۲، مشکلات حوزهٔ آموزشی و راهکارهای محققان مطرح شده است.

دول ۲ مشکلات حوزهٔ آموزش در دوران انقلاب صنعتی چهارم

#	موانع	راهکارها	مرجع
۱	ضعف طراحی محتوای آموزشی	محتوای آموزشی می‌بایست نیاز فراگیران را در ۴/IR۰ برطرف سازد.	(Aulbur & Bigghe, 2016)
		محتوای آموزشی می‌بایست متناسب با نیازمندی‌های محیط کار باشد.	(Aulbur & Bigghe, 2016)
		ارتباط تدوینگران منابع درسی با محیط کسب‌وکار، برای شناسایی بهتر نیازمندی‌های آن	(Ahmadi & Mansouri, 2021a)
۲	انطباق‌ناپذیری و نبودِ راهبرد راه‌اندازی برنامه‌های کسب‌وکار و هماهنگی فعالیت‌ها در مؤسسات و دانشگاه‌ها	ایجاد ارتباط بین دانشگاه و صنعت	(Benešová & Hirman, 2018)
		شناسایی درست نیازمندی‌های کسب‌وکار برنامه‌های آموزشی دانشگاه‌ها را برای راه‌اندازی برنامه‌های کسب‌وکار و هماهنگی فعالیت‌ها در محیط کار ارتقا می‌دهد.	(Ahmadi & Mansouri, 2021a)
۳	نبودِ برنامه‌ریزی و آموزش فناوری‌های نوین به نیروی متخصص؛ کمبود افراد ماهر	استفاده از تجربهٔ کشورهای پیشرو در صنعت ۴/۰	(Vân et al., 2020)
		استفاده از مربیان مشاغل در دانشگاه‌ها	(Aulbur & Bigghe, 2016)
		سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آموزشی، برای برآوردن نیازهای مهارتی شرکت‌ها و سازمان‌ها	(Ahmadi & Mansouri, 2021a)
۴	کیفیت پایین کار معلمان	جذب معلم، فقط از ورودی‌های دانشگاه فرهنگیان	(Ahmadi & Mansouri, 2021a)
		برگزاری کارگاه به‌روزرسانی دانش فناورانه معلمان	(Ahmadi & Mansouri, 2021a)
		اجرای سیاست جذب دانشمندان واجدشرایط به تدریس در مؤسسات آموزشِ عالی	(Ahmadi & Mansouri, 2021a)
۵	جذب‌نکردن افراد توانمند به رشته‌های فنی	تخصص در استفاده از فناوری	(Buchanan et al., 2016)
		علاقه و ابتکار در استفاده از فناوری	(Buchanan et al., 2016)
		ادغام خلاقانهٔ فناوری: ایجاد محصولات جدید	(Buchanan et al., 2016)
۶	پشتیبانی مالی اندک دولت	اجرای سیاست‌های حمایت‌کننده و تأمین مالی متناسب با نیازمندی‌های ۴/۰	(Benešová et al., 2018)
		تجدیدنظر در اختصاص بودجه به زیرساخت‌های آموزشی	(Industry 0/4 India Inc. Gearing up for Change, 2018)
		اجرای سیاست‌های حمایت‌کننده و تأمین مالی برای توسعهٔ مهارت‌ها	(Industry 0/4 India Inc. Gearing up for Change, 2018)
۷	گران‌بودن فناوری‌ها	تولید بومی فناوری‌های جدید با پژوهش در دانشگاه‌ها و مراکز علمی	(Ustundag et al., 2018)
		همکاری متقابل صنعت، دولت و بخش خصوصی	(Industry 0/4 India Inc. Gearing up for Change, 2018)

ادامه جدول ۲

#	موانع	راهکارها	مرجع
۸	کمبود فناوری‌های موجود	مشارکت فعال دولت و صنعت در تأمین منابع مالی فناوری‌های جدید	(Ustundag et al., 2018)
		تجدیدنظر در اختصاص بودجه به زیرساخت‌های آموزشی	(Industry 0/4 India Inc. Gearing up for Change, 2018)
۹	محدودیت دسترسی به نرم‌افزارهای تخصصی و زمینه‌های موردنیاز و مسائل فنی	همکاری مؤسسات آموزشی با یکدیگر	(Ahmadi & Mansoori 2021b)
		همکاری متقابل صنعت، دولت و بخش خصوصی	(Industry 0/4 India Inc. Gearing up for Change, 2018)
		ایجاد زیرساخت‌های مناسب و توسعهٔ مراکز نوآوری	(Industry 0/4 India Inc. Gearing up for Change, 2018)
۱۰	بازنویسی‌نکردن منابع آموزشی و رشته‌های تحصیلی	هم‌تراز کردن برنامه‌های درسی با نیازمندی‌های ۴/۰	(Rizal, et al., 2020)
		استفاده از نظرسنجی از فارغ‌التحصیلان دانشگاهی، پس از گذشت یک دوره، درخصوص نحوهٔ جذب در بازار کار و بازنگری در رشته‌های تحصیلی	(Ahmadi & Mansoori , 2021b)
۱۱	ضعف فرهنگ‌سازی برای یادگیری مادام‌العمر	رویکرد یادگیری بزرگسالان	(Archanya, 2021)

توسعهٔ شایستگی‌های اساسی دانشجویان امروزی به‌منظور پاسخ به چالش‌های آینده مستلزم رشد فنی، فناورانه و تحلیلی آنان است (Shahrestani et al., 2024). در سطح جهانی، دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی با همکاری نزدیک‌تر با صنایع و به‌روزرسانی برنامه‌های درسی خود به تحولات ناشی از انقلاب صنعتی چهارم پاسخ می‌دهند. برای مثال، دانشگاهMIT در ایالات متحد، با تمرکز بر فناوری‌های نوین و ایجاد مراکز تحقیقاتی برای تعامل با صنعت، برنامه‌های آموزشی خود را به‌روز کرده است. دانشگاه‌های آکسفورد و کمبریج در بریتانیا نیز، با طراحی دوره‌های تخصصی در زمینه‌های هوش مصنوعی و داده‌های کلان، به تربیت افراد مؤثر در این حوزه پرداخته‌اند. دانشگاه ملی سنگاپور، با تأکید بر نوآوری و کارآفرینی، تسهیلات جالبی برای پژوهش و توسعهٔ فناوری‌های جدید فراهم کرده است. همچنین دانشگاه‌های کانادا، مانند بریتیش‌کلمبیا، روی تحقیق درزمینهٔ پایداری و فناوری‌های سبز تمرکز دارند. این تجارب نشان می‌دهند که دانشگاه‌های جهانی در حال پذیرش تغییر الگوهای فکری و ادغام فناوری‌های نوین، به‌منظور ارتقای کیفیت آموزش و پاسخ‌گویی به نیازهای بازار کار، هستند.

در ایران، دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی، برای انطباق با تحولات ناشی از انقلاب صنعتی چهارم، در حال تغییر و به‌روزرسانی برنامه‌های تحصیلی خود هستند. دانشگاه تهران با راه‌اندازی دوره‌های جدید درزمینهٔ فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی، دانشگاه صنعتی شریف با معرفی رشته‌های رباتیک

و یادگیری ماشین، و دانشگاه علم‌وصنعت ایران با برگزاری دوره‌های کارشناسی‌ارشد و دکتری در حوزهٔ اینترنت اشیا و داده‌های کلان، به تربیت نیروی انسانی متخصص پرداخته‌اند (Ahmadi, 2019).

بررسی ادبیات تحقیق نشان می‌دهد درخصوص اولویت‌بندی مشکلات حوزهٔ آموزش مهندسی در دوران انقلاب صنعتی چهارم پژوهش نشده و موضوعی است که ضرورت تحقیق دارد. در پژوهش حاضر، رویکرد جدید SWARA-ARAS در وضعیت فازی، برای رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شدهٔ IR0/4 در آموزش نیروی انسانی، به‌کار رفته که بهره‌گیری از آن جزو نوآوری‌های این پژوهش است.

۳. روش‌شناسی پژوهش

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر انقلاب صنعتی چهارم بر آموزش مبتنی‌بر انقلاب صنعتی چهارم در حوزهٔ مهندسی بوده است.

ابتدا، مطالعات کتابخانه‌ای، به‌منظور کسب اطلاعات دربارهٔ تأثیر انقلاب صنعتی بر آموزش، انجام گرفت.

- جامعهٔ آماری پژوهش شامل همهٔ استادان خبرهٔ دانشگاه صنعتی ارومیه (۱۵ نفر) درزمینهٔ انقلاب صنعتی چهارم بود.
- روش‌های پژوهشْ FMEA و F-SWAR، برای تشخیص اولویت‌بندی سناریوهای شکست، با توجه به رویکرد توسعه‌یافتهٔ سوارا فازی، در سه مرحله است. در گام اول، ضمن شناسایی مشکلات توسط گروه FMEA در محدودهٔ ارزیابی ریسک، معیارهای سه‌گانه مقداردهی می‌شوند. در گام دوم، برای سنجش معیارهای سه‌گانه، از روش F-SWARA استفاده می‌شود. F-SWARA، برخلاف روش معمول SWARA، قابلیت اطمینان هریک از سه عامل را در مطالعهٔ حاضر در نظر می‌گیرد.
- در این روش، مشکلات ازطریقِ مصاحبه با افراد خبره شناسایی و از روش F-SWARA برای تعیین وزن معیارهای سه‌گانه استفاده می‌شود. همچنین سعی کردیم موانع را، با توجه به اهمیت معیارها، با استفاده از روش F-SWARA اولویت‌بندی کنیم.
- به‌منظور شناسایی آموزش‌های موردنیاز و منطبق بر انقلاب صنعتی چهارم، از ابزار FMEA و پرسش‌نامه استفاده شد که ابزار تعیین و ازبین‌بردن ریسک‌ها و مشکلات احتمالی است. مشکلات، با توجه به مصاحبهٔ نیمه‌ساختارمند و پرسش‌نامه از افراد خبره، تشخیص داده و رتبه‌بندی شد. این سنجه دارای ۲۷ گویه است که براساس یافته‌های پرسشنامه و ادبیات تحقیق تنظیم شده است و افراد خبره آن را ارزیابی و نمره‌دهی کرده‌اند.

ویژگی اصلی روش سوارا (تحلیل ارزیابی گام‌به‌گام اوزان) امکان ارزیابی نظر خبرگان دربارهٔ اهمیت معیارها در فرایند تعیین وزن است.

پس از تنظیم فهرستی از معیارهای درگیر در تصمیم‌گیری، روش SWARA به‌صورت مراحل زیر عمل می‌کند:

گام اول) مرتب‌کردن شاخص‌ها (معیارها)

گام دوم) تعیین اهمیت نسبی ( )

در این مرحله، اهمیت نسبی هرکدام از شاخص‌ها در برابر شاخص مهم‌تر قبلی مشخص می‌شود که با نشان داده شده است.

گام سوم) محاسبهٔ ضریب k_j

$$K_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ S_j + 1 & j > 1 \end{cases} \quad (۱)$$

گام چهارم) محاسبهٔ وزن اولیهٔ هر شاخص (q_j)

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \dfrac{k_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases} \quad (۲)$$

گام پنجم) محاسبهٔ وزن نهایی

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^{n} q_k} \quad (۳)$$

۳-۱. روش SWARA-FUZZY

روش سوارا فازی نیز همانند روش سوارا کار می‌کند، یعنی به‌کمک این روش می‌توان وزن معیارها را محاسبه کرد و وزن‌های این روش فازی هستند. تعدادی عامل، مانند اطلاعات دسترسی‌ناپذیر، اطلاعات ناقص، اطلاعات تصورناپذیر و جهل جزئی، باعث بی‌دقتی در تصمیم‌گیری می‌شوند. ابتدا، با توجه به هدف مسئله، خبرگان معیارهای ارزیابی را به‌صورت نزولی طبقه‌بندی می‌کنند. مقیاس‌های فازی را در جدول ۳ نشان داده‌ایم.

جدول ۳ تبدیل متغیرهای زبانی به اعداد فازی

متغیرهای زبان‌شناختی	مقیاس‌های پاسخ
به‌یک اندازه مهم	(۱،۱،۱)
نسبتاً کم‌اهمیت	(۳/۲ ،۱ ،۲/۳)
کم‌اهمیت	(۲/۳ ،۱/۲ ،۲/۵)
کم‌اهمیت‌تر	(۲/۵ ،۱/۳ ،۲/۷)
بسیار کم‌اهمیت	(۲/۷ ،۱/۴ ،۲/۹)

سپس، خبرگان نمره‌ای را بین ۱ و ۰، درخصوص معیار قبلی، به شاخص j مقدار(1-j) اختصاص می‌دهند و این کار برای هر معیار تکرار می‌شود که همان تعیین اهمیت نسبی $\tilde{S}_j$ است. آنگاه ضریب $\tilde{k}_j$ با رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\tilde{K}_j = 1 \begin{cases} \tilde{1} & j = 1 \\ \tilde{S}_j + 1 & j > 1 \end{cases} \quad (۴)$$

و وزن اولیهٔ با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\tilde{q}_j = \begin{cases} \tilde{1} & j = 1 \\ \frac{\tilde{\tilde{k}}_{j-1}}{\tilde{k}_j} & j > 1 \end{cases} \quad (۵)$$

و در آخر، وزن نهایی w_j شاخص‌ها ازطریقِ رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\tilde{w}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{k=1}^{n} \tilde{q}_k} \quad (۶)$$

۳-۲. روش آراس

روش ARAS ارزیابی نسبت افزایشی است که در مطالعات داخلی به‌عنوان ارزیابی مجموع نسبت‌ها نیز به‌کار رفته و از بهترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در انتخاب بهترین گزینه است.

گام اول) تشکیل ماتریس تصمیم: اولین گامِ این روش تشکیل ماتریس تصمیم است. ماتریس تصمیم‌گیری ماتریس ارزیابی تعدادی گزینه (m) برپایهٔ تعدادی معیار (n) است، یعنی در آن هر گزینه براساس تعدادی معیار امتیازدهی شده است. ماتریس تصمیم با X و هر درایهٔ آن با X IJ نشان داده می‌شود.

$$X = (xmn) \qquad i=0, m; j=1, n \quad (۷)$$

گام دوم) تشکیل ماتریس تصمیم نرمال: نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس‌سازی دومین گام در حل تمامی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ مبتنی‌بر ماتریس تصمیم است. در روش‌هایMCDM ، بهتر است از واژهٔ «بی‌مقیاس‌سازی» استفاده شود و سپس به‌روش خطی نرمال شوند.

$$N = ( ) \qquad i=0, m; j=1, n \quad (۸)$$

گام سوم) تشکیل ماتریس تصمیم نرمال موزون: در گام سوم روش آراس ARAS، می‌بایست ماتریس تصمیم نرمال ایجادشده موزون شود. بدین‌منظور، وزن هر معیار در همهٔ درایه‌های زیر معیار ضرب می‌شود. وزن معیارها می‌بایست از قبل مشخص شود.

$$V = (vmn) \qquad i=0, m; j=1, n \quad (۹)$$

گام چهارم) محاسبهٔ مقدار مطلوبیت: در گام چهارم روش آراس، مقدار مطلوبیت هر گزینه به‌وسیلهٔ تابع مطلوبیت محاسبه می‌شود. بهترین گزینه آن است که مطلوبیت بزرگ‌تری دارد. همچنین، در پایان، می‌بایست درجهٔ مطلوبیت محاسبه شود. مقدار مطلوبیت هر گزینه با Si با رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$(Si = \sum(Vij \quad (۱۰)$$

که Si تابع مطلوبیت برای گزینهٔ i است. بهترین گزینه گزینه‌ای است که بیشترین ارزش تابع مطلوبیت را داشته باشد و بدترین گزینه آن است که کمترین ارزش تابع مطلوبیت را داشته باشد.

گام پنجم) درجهٔ مطلوبیت گزینه و اولویت‌بندی گزینه‌ها: درجهٔ مطلوبیت گزینه برپایهٔ مقایسه با یک

مقدار بهینه محاسبه می‌شود. مقدار بهینه برپایهٔ دیدگاه خبرگان و بهترین مقادیر ماتریس موزون‌شده به دست می‌آید.

$$Ki = Si/S_0 \quad (11)$$

که Si تابع مطلوبیت هر گزینه و S0 مقدار بهینهٔ تابع مطلوبیت است که در پژوهش حاضر از بهترین مقدار ماتریس موزون‌شده استفاده کردیم.

۳-۳. روش آراس فازی

روش آراس فازی (Fuzzy ARAS) در تصمیم‌گیری‌های راهبردی کاربرد دارد.

۳-۳-۱.گام‌های روش آراس فازی

۱. **تشکیل ماتریس تصمیم:** در این گام، ماتریس تصمیم فازی خبرگان را تشکیل می‌دهیم که شامل معیار و گزینه است.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{01} & \cdots & \tilde{x}_{0j} & \cdots & \tilde{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{i1} & \cdots & \tilde{x}_{ij} & \cdots & \tilde{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \cdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \cdots & \tilde{x}_{mj} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}; i = \overline{0,m}; j = \overline{1,n}. \quad (12)$$

(mتعداد گزینه‌ها، n تعداد معیار معیّن هر گزینه)

Xij ارزش فازی مقدار کارایی گزینهٔ i را در وضعیت معیار j بیان می‌کند، مقدار X0j نیز نشان دهنده مقدار بهینهٔ معیار .j است. علامت "õ" نیز که در بالای نمادها قرار دارد نشان‌دهندهٔ مجموعه‌های فازی است.

۲. **نرمال‌سازی ماتریس تصمیم:** معمولاً معیارها ابعاد گوناگونی دارند. هدف گام دوم این است که از معیارهای نسبی به مقادیر ارزش‌های وزن‌دهی‌شده برسد. به‌منظور جلوگیری از مشکلات ابعاد گوناگون معیارها، نسبت (نرخ) ارزش بهینه به‌کار می‌رود. در این گام، به‌منظور نرمال‌سازی، از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij}}{\sum_{i=0}^{m2} \tilde{x}_{ij}}$$
$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{\tilde{x}_{ij}^*}; \tilde{x}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij}}{\sum_{i=0}^{m} \tilde{x}_{ij}} \quad (13)$$

۳. **تشکیل ماتریس وزن نرمال:** در این گام، وزن معیارها را می‌بایست در ماتریس نرمال ضرب کرد.

۴. **تعیین مقدار تابع بهینگی (Si):** می‌بایست مجموع سطریِ هر گزینه را محاسبه کرد که به هر مجموع سطر Si می‌گویند.

۵. **دیفازی‌سازی Si**: در این گام، با استفاده از روش میانگین اعداد فازی، Si را دیفازی می‌کنیم که در رابطهٔ زیر مشخص شده است:

$$s_i = \frac{1}{3}\left(s_{i\alpha} + s_{i\beta} + s_{i\gamma}\right) \quad (۱۴)$$

۶. **محاسبهٔ مقدار Ki**: در این گام، می‌بایست هر Si را تقسیم بر S0 و مقدار Kiها را محاسبه کرد.

۷. **رتبه‌بندی گزینه‌ها**: با توجه به مقدارKi ، هر گزینه که عدد ki آن بزرگ‌تر باشد رتبهٔ اول را دارد.

۳-۴. نتایج

الف) پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی: چارچوب توسعه‌یافتهٔ F-SWARA برای اولویت‌بندی موانع آموزش‌های منطبق بر انقلاب صنعتی استفاده شد. بدین‌منظور، مسئلهٔ تصمیم‌گیری و رتبه‌بندیِ ۲۷ مانع آموزش‌های منطبق بر انقلاب صنعتی چهارم را انتخاب کردیم که r1، r2، r27،... هستند.

- پرسش‌نامهٔ سنجش مشکلات آموزش‌های منطبق بر IR0/4

برای سنجش میزان مشکلات IR0/4 در آموزش‌های منطبق بر انقلاب صنعتی چهارم، از پرسش‌نامه‌ای، شامل ۲۷ گویه، استفاده شد که افراد خبره در فناوری اطلاعات به آن پاسخ دادند.

ب) شناسایی موانع: گروهی برای پردازش مسئلهٔ شناسایی موانع انتخاب شد. با همکاری گروه چندتخصصی CFT، موانع موجود براساس روش FMEA بررسی شدند. موانع را همراه با مقادیر معیارهای سه‌گانه در جدول ۴ نشان داده‌ایم.

ج) اولویت‌بندی موانع: هدف این بخش اولویت‌بندی موانع آموزش‌های منطبق بر انقلاب صنعتی چهارم است. با توجه به عدم‌اطمینان در فاکتورها، از تئوری فازی بهره گرفته شد. در ادامه و با توجه به فاز دوم رویکرد پیشنهادی، وزن عوامل پنج‌گانه با استفاده از روش PF-SWARA تعیین شد. در رویکرد SWARA، نقش DEها بخش مهمی از فرایند ارزیابی و وزن‌دهی به معیارهاست. هر DE اهمیت هر معیار را تعیین می‌کند. سپس، DE همهٔ معیارها را، براساس درک ضمنی، اطلاعات و تجربیات خود، رتبه‌بندی می‌کند. در مرحلهٔ بعد، با هدف اولویت‌بندی ریسک‌ها و موانع، از روش آراس در وضعیت فازی استفاده شد که در آن ابتدا ماتریس تصمیم تشکیل‌شده در جدول ۴ را نرمال می‌کنیم. در گام بعدی، با استفاده از روش سوارا فازی ، معیارها ، وزن دهی می شوند. سپس، با اجرای روش آراس فازی، ریسک‌ها و موانع اولویت‌بندی می‌شوند.

جدول ۴ مشکلات شناسایی‌شده، همراه با مقادیر معیارهای سه‌گانه

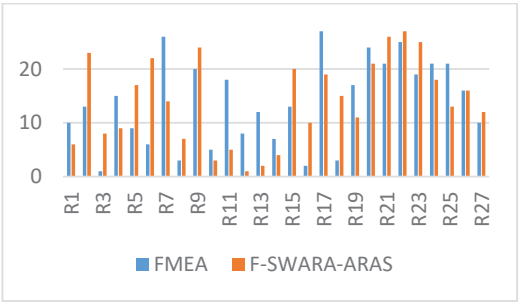
عنوان مشکل	ردیف			
کمبود پشتیبانی مالی دولت	R_1	۹	۹	۷
ضعف شبکهٔ اینترنت و مشکلات پهنای‌باند در برخی از مناطق	R_2	۷	۷	۸
فناوری ناکافی	R_3	۹	۹	۶
محدودیت دسترسی به نرم‌افزارهای تخصصی و بسترهای موردنیاز و مسائل فنی	R_4	۹	۹	۶
نبودِ مدارس فناوری و توسعه‌نیافتگی مراکز نوآوری و آموزش نمونه	R_5	۸	۸	۷
پیچیدگی بسترهای یادگیری	R_6	۷	۵	۵
نبودِ استفادهٔ مؤثر و درست از زیرساخت دیجیتالی	R_7	۷	۵	۵
گران‌بودن فناوری‌ها	R_8	۹	۸	۷
تنش‌ها و نگرانی‌های ناشی از عدم‌قطعیت‌ها	R_9	۷	۵	۷
نبودِ برنامه‌ریزی و آموزش‌های تربیت نیروی متخصص درزمینهٔ فناوری‌های نوین، و کمبود افراد ماهر	R_{10}	۹	۹	۹
کیفیت پایین کار معلمان	R_{11}	۹	۹	۹
ضعف طراحی محتوای آموزشی	R_{12}	۹	۱۰	۹
انطباق‌ناپذیری و راهبردنداشتن مؤسسات و دانشگاه‌ها برای راه‌اندازی برنامه‌های کسب‌وکار و هماهنگی فعالیت‌ها	R_{13}	۱۰	۹	۹
جذب‌نکردن افراد توانمند در رشته‌های فنی	R_{14}	۹	۸	۸
نبودِ همکاری بین بخش‌ها و تقسیم‌نشدن درست نظام آموزش الکترونیك	R_{15}	۹	۷	۵
بازنویسی‌نکردن منابع آموزشی و رشته‌های تحصیلی	R_{16}	۹	۹	۶
تهیه‌نکردن برنامه‌های آموزش الکترونیك و هم‌ترازنبودن برنامه‌های درسی با نیازمندی‌های IR۰/۴	R_{17}	۶	۴	۴
ارتقا نیافتن فرهنگ پژوهش در حوزهٔ IR۰/۴	R_{18}	۹	۹	۵
کمبود راهبردهای مناسب	R_{19}	۸	۸	۵
تمرکزنداشتن دانشگاه‌ها بر دانش عملی و نتیجه‌محوری	R_{20}	۷	۵	۶
نارضایتی افراد	R_{21}	۶	۵	۸
کمبود امنیت داده‌ها	R_{22}	۵	۵	۶
ناکافی‌بودن آموزش پایه	R_{23}	۶	۶	۷
کمبود استانداردها	R_{24}	۸	۶	۵
ضعف فرهنگ‌سازی برای یادگیری مادام‌العمر	R_{25}	۹	۶	۵
شجاع‌نبودن در ایجاد تحول بنیادین	R_{26}	۸	۶	۶
حواس‌پرتی، ضعف مدیریت زمان و تعامل با دیگران	R_{27}	۹	۷	۵

د) **تحلیل حساسیت و مقایسه:** برای نشان‌دادن قابلیت‌ها و برتری‌های روش توسعه‌یافته بر روش‌های مرسوم، به مقایسهٔ نتایج روش پیشنهادی با روش FMEA مرسوم و تحلیل آن پرداختیم. جدول ۵ نتایج اجرای روش پیشنهادی و روش FMEA را نشان می‌دهد. با بررسی نتایج این دو روش، مشاهده می‌کنیم که اجرای روش F-SWARA-ARAS برخی از معایب روش FMEA را، نظیر رتبه‌بندی ناقص، برطرف کرده است.

جدول ۵ رتبه‌بندی ریسک‌ها با استفاده از روش FMEA و روش‌های پیشنهادی

ردیف	مقایسه	
	FMEA	F-SWARA-ARAS
$R_{۱}$	۱۰	۶
$R_{۲}$	۱۳	۲۳
$R_{۳}$	۱	۸
$R_{۴}$	۱۵	۹
$R_{۵}$	۹	۱۷
$R_{۶}$	۶	۲۲
$R_{۷}$	۲۶	۱۴
$R_{۸}$	۳	۷
$R_{۹}$	۲۰	۲۴
$R_{۱۰}$	۵	۳
$R_{۱۱}$	۱۸	۵
$R_{۱۲}$	۸	۱
$R_{۱۳}$	۱۲	۲
$R_{۱۴}$	۷	۴
$R_{۱۵}$	۱۳	۲۰
$R_{۱۶}$	۲	۱۰
$R_{۱۷}$	۲۷	۱۹
$R_{۱۸}$	۳	۱۵
$R_{۱۹}$	۱۷	۱۱
$R_{۲۰}$	۲۴	۲۱
$R_{۲۱}$	۲۱	۲۶
$R_{۲۲}$	۲۵	۲۷
$R_{۲۳}$	۱۹	۲۵
$R_{۲۴}$	۲۱	۱۸
$R_{۲۵}$	۲۱	۱۳
$R_{۲۶}$	۱۶	۱۶
$R_{۲۷}$	۱۰	۱۲

با بررسی نتایج روش FMEA، مشاهده می‌کنیم که برخی از ریسک‌ها در برخی رتبه‌ها مشترک هستند؛ برای مثال، ریسک ۸ و ۱۸ به‌طور مشترک در جایگاه سوم قرار دارند که باعث سردرگمی تصمیم‌گیرنده و مدیرمسئول می‌شود اما اجرای روش F-SWARA-ARAS این مشکل را برطرف کرده و ریسک‌ها را در رتبه‌های منحصربه‌فرد قرار داده است. (به شکل ۱ مراجعه کنید.)



شکل ۱ رتبه‌بندی FMEA و روش توسعه‌یافته.

در این بخش، ابتدا مشکلات شناسایی‌شدهٔ افراد خبره، با استفاده از روش سوارا فازی، وزن‌دهی شدند و سپس میزان اهمیت مشکلات آموزشی (شدت، احتمال وقوع و احتمال کشف) تعیین شد. آنگاه، برای اولویت‌بندی ریسک‌ها، از روش آراس فازی استفاده شد که مشکلات به‌ترتیبِ اهمیت رتبه‌بندی شدند. در پایان، روش پیشنهادی این پژوهش، برای نشان‌دادن قابلیت‌ها و اثربخشی، با روش FMEA مقایسه شد که نتایجْ برتری روش پیشنهادی را نشان داد.

هـ) **تحلیل ریسک‌ها:** با بررسی جدول ۵ نتیجه می‌گیریم که ریسک ۱۲ و ریسک ۱۳، با کسب بیشترین امتیاز، ریسک‌های بحرانی و نیازمند اقدامات اصلاحیِ فوری هستند. دراین‌میان، ریسک‌های ۲۲ و ۲۱، به‌ترتیب، با قرارگرفتن در رتبه‌های ۲۷ و ۲۶ در اولویت رسیدگی تصمیم‌گیرنده و مدیران و نیازمند اقدامات اصلاحی نیستند.

۴. بحث و بررسی

در این بخش، راهکارهای رفع مشکلات مهم آموزش مهندسی را در دوران انقلاب صنعتی چهارم مطرح کرده‌ایم.

- **ضعف طراحی محتوای آموزشی:** برای برطرف‌کردن نیازهای بازار کار، منابع درسی می‌بایست متناسب با نیازمندی‌های محیط کار باشند (Aulbur & Bigghe, 2016). این نیازمندی‌ها به‌واسطهٔ ارتباط نویسندگان منابع درسی با محیط کار بهتر شناسایی و برطرف می‌شوند. بنابراین، یکی از راهکارهای رفع مشکل یادشده ارتباط دانشگاه و صنعت است (Ahmadi & Mansouri, 2021). با ایجاد ارتباط

بین دانشگاه و صنعت می‌توان نیازمندی‌های محیط کار را شناسایی و برنامهٔ درسی دانشگاه‌ها را، برای راه‌اندازی برنامه‌های کسب‌وکار و هماهنگی محتوا با محیط کار، تدوین کرد.

- **نبودِ برنامه‌ریزی درست و کمبود افراد؛ کم‌کارآمدی معلمان؛ جذب‌نکردن افراد توانمند به رشته‌های فنی:** در سال‌های اخیر، در جهان و نیز کشور ما، استقبال کمتری از رشته‌های مهندسی و علوم‌پایه شده و تعداد دانش‌آموزان دبیرستانی‌ای که شاخهٔ ریاضی و علوم را انتخاب می‌کنند به‌صورت فزاینده‌ای در حال کاهش است (Faiz, 2024). برای رفع این مشکل، می‌توان از تجربهٔ کشورهای پیشرو درزمینهٔ صنعت ۴/۰ استفاده (Vâ et al., 2020) و حتی دانشجویان و استادان را، برای فراگیری فناوری‌های مربوط به صنعت ۴/۰، به سایر کشورها اعزام کرد. برگزاری دوره‌های ارتباط با صنایع فناور برای استادان؛ بهره‌گیری از استادان مهارتی صنایع در دانشگاه‌ها؛ رسمی‌کردن مربیان مشاغل به‌منظور استفاده در دانشگاه‌ها؛ طراحی دوره‌های آموزشی تخصصی به‌درخواست شرکت‌ها؛ سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آموزشی به‌منظور برآوردن نیازهای شرکت‌ها؛ بهبود کیفیت هیئت‌علمی، مدرسان و مدیران؛ تضمین استقلال مؤسسات آموزشِ عالی در انتخاب و تأیید استادان؛ کنترل مراحل پذیرش و ارزیابی پایان‌نامه‌ها؛ همکاری‌های تحقیقاتیِ علمی فراملی، و بهبود کیفیت به‌منظور نزدیک‌شدن به استانداردهای منطقه‌ای و بین‌المللی مدیریت از راهکارهای مشکل ضعف طراحی محتوای آموزشی است.
- **حمایت مالی ناکافی دولت از توسعهٔ زیرساخت‌ها:** با امتیاز(گرنت)های صنعت چهارم، بودجهٔ زیرساخت‌های آموزشی و پژوهشی دانشگاه‌ها و سایر مراکز مرتبط فراهم خواهد شد. همچنین، با استفاده از افراد خبره در صنعت چهارم، می‌توان توسعه و تبلیغ آن را آموزش داد.
- **گران‌بودن فناوری؛ کافی‌نبودن فناوری‌ها:** با پژوهش در دانشگاه‌ها، می‌توان فناوری را به‌صورت بومی تولید و استفاده کرد که از هزینهٔ گزاف خرید فناوری به‌شدت می‌کاهد و به‌مرور زمان باعث غنی‌ترشدن فناوری‌های دردسترس و رفع مشکل نبودِ فناوری‌های کافی می‌شود.
- **بازنگری‌نکردن در منابع آموزشی و رشته‌های تحصیلی:** تغییرات سریع فناوری ماهیت کارها را به‌سرعت تغییر داده است. ازاین‌رو، برنامه‌های درسی می‌بایست مرتب به‌روزرسانی شوند تا نیروی متخصص، با توجه به نیازمندی‌های انقلاب صنعتی چهارم (Rizal et al., 2020) وبازار کار، تربیت شود. برای به‌روزرسانی محتوای درسی، می‌توان از فارغ‌التحصیلان دانشگاهی، پس از گذشت یک دورهٔ زمانی از فارغ‌التحصیلی‌شان، نظرسنجی کرد تا چالش‌های محتوای درسی شناسایی شود (Ahmadi & Mansouri, 2021).
- **ضعف فرهنگ‌سازی برای یادگیری مادام‌العمر:** رابطهٔ نزدیک انقلاب صنعتی چهارم با فناوری‌های اطلاعاتی-ارتباطی و زیرساخت‌های فنی اهمیت آموزش فنی و حرفه‌ای را افزایش می‌دهد. با توجه به سرعت توسعهٔ فناوری، مفهوم یادگیری به دوره‌ای خاص محدود نمی‌شود و «یادگیری مادام‌العمر»

معنا می‌یابد. دراین‌زمینه، افراد می‌بایست تشویق شوند تا در برنامه‌های آموزشی شرکت کنند و برنامه‌هایی را، متناسب با علایق و نیازهای خود، توسعه دهند (Archaynya, 2021).

نتیجه می‌گیریم که، به‌منظور آموزش نیروی کارِ سازگار با صنعت ۴/۰، می‌بایست محتوای برنامه‌های کارشناسی و کارشناسی‌ارشد بازنگری و کارآفرینی، نوآوری و فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات تقویت شود. علاوه‌براین،می‌بایست دانشگاه‌ها و دیگر مؤسسات آموزشی، با تعیین حوزهٔ تخصصی، در فعالیت‌های پژوهش و توسعه مشارکت فعال داشته باشند و آموزش از راه دور و آموزش بزرگسالان تقویت شود تا یادگیری مادام‌العمر ارتقا یابد و آموزش بدون محدودیت زمانی-مکانی امکان‌پذیر شود.

۵. نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، با هدف شناسایی و اولویت‌بندی مشکلات آموزشی حوزهٔ مهندسی در دوران انقلاب صنعتی چهارم، ابتدا به شناسایی مشکلات مطالعهٔ کتابخانه‌ای و میدانی پرداختیم. سپس، از روش سوارا فازی برای وزن‌دهی و تعیین میزان اهمیت مشکلات آموزشی (شدت، احتمال وقوع و احتمال کشف) و از روش آراس فازی به‌منظور اولویت‌بندی مشکلات شناسایی‌شده بهره گرفتیم. در ادامه، با استفاده از روش پیشنهادی، مشکلات اولویت‌دار را شناسایی کردیم که عبارت‌اند از: ضعف طراحی محتوای آموزشی؛ نبودِ برنامه‌ریزی درست و کمبود افراد؛ کم‌کارآمدی معلمان؛ جذب‌نکردن افراد توانمند به رشته‌های فنی؛ حمایت ناکافی دولت از توسعهٔ زیرساخت‌ها؛ گران‌بودن فناوری یا کافی‌نبودن فناوری‌ها؛ بازنگری‌نکردن در منابع آموزشی و رشته‌های تحصیلی، و ضعف فرهنگ‌سازی برای یادگیری مادام‌العمر.

برای نشان‌دادن اثربخشی الگوی ارائه‌شده، روش پیشنهادی را با روش FMEA مقایسه و نتایج برتری روش پیشنهادی را نشان دادیم. در ادامه، براساس دیدگاه‌ها و تحقیقات پیشین، راهکارهای مقابله با ریسک‌های اولویت‌دار را مطرح کردیم.

References

- Adekunle, O. & Fatima, F. (2020). Innovations in teaching and learning: exploring the perceptions of the education sector on the 4th industrial revolution (4IR). *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 6. 31. 10.3390/joitmc6020031.
- Ahmadi, F. (2019). "Developing a governance structure document for entrepreneurship 4.0 and proposing policies and operational programs in the country". Research project, Ministry of Cooperatives, Labor, and Social Welfare.
- Ahmadi, F., & Mansouri, I. (2021a). 4.0 governance: foresight of job, skills, and entrepreneurship (Vol. 2). Urmia: Urmia University of Technology.
- Ahmadi, F., & Mansouri, I. (2021b). 4.0 governance: precise understanding of the fourth industrial revolution and proactive governance under related transformations. Urmia: Urmia University of Technology..
- Archanya, Ratana-Ubol (2021). Lifelong learning in the era of industry 4.0: workplace learning perspective.

10.2991/assehr.k.210508.029.

- Arnold, Christian & Kiel, Daniel & Voigt, Kai-Ingo. (2017). Innovative business models for the industrial internet of things. *International Association for Management of Technology (IAMOT)* Vienna, AustriaVolume: 26 .
- Aulbur, W., Arvind, C., & Bigghe, R. (2016). Skill development for industry 0/4. *BRICS Council Report.*
- Benešová, A., Hirman, M., Steiner, F., & Tupa, J. (2018). Analysis of education requirements for electronics manufacturing within concept industry 0/4. *1st International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE)*, 1-5.
- Buchanan, J., Kelley, B., Hatch, A. (2016). Digital workplace and culture: how digital technologies are changing the workforce and how enterprises can adapt and evolve. *Deloitte Digital*, 1-12.
- Butler-Adam, J. (2018). The fourth industrial revolution and education. *South African Journal of Science*, 114(5/6), 1.
- Chien C.F., Tseng M.L., Tan R.G., Tan K., Velek O. (2021). Industry 3.5 for sustainable migration and total resource management. *Resources, Conservation & Recycling*, 169 (105505), pp. 1-2.
- Coombs, C. & Hislop, D. & Taneva, S. & Barnard, S. (2020). The strategic impacts of intelligent automation for knowledge and service work: an interdisciplinary review. *The Journal of Strategic Information Systems*. 29. 10.1016/j.jsis.2020.101600.
- David, L.O., Nwulu, N.I., Aigbavboa, C.O., Adepoju, O.O (2022) Integrating fourth industrial revolution (4IR) technologies into the water, energy & food nexus for sustainable security: A bibliometric analysis. *Journal of Cleaner Production*, Volume 363.
- Faiz, J. (2024). Challenges of higher education in engineering fields. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(100), 129-143. doi: 10.22047/ijee.2024.410688.2001.
- Gleason, N. W. (2018).Higher education in the era of the fourth industrial revolution. Springer.
- Grenčiková, Adriana & Kordoš, Marcel & Navickas, Valentinas. (2021). The impact of Industry 4.0 on education contents. *Business: Theory and Practice*. 22. 29-38. 10.3846/btp.2021.13166.
- Halili, S. H., Shukri, S., Hamidah, S., Rafiza, R. (2020). Embracing industrial revolution 4.0 in universities. *Annual Conference on Computer Science and Engineering Technology (AC2SET) 2020.* IOP Publishing.
- Heriyanto, H., , Satori, D. , A Komariah, A., Suryana, A. (2019). Character education in the era of industrial revolution 4.0 and its relevance to the high school learning transformation process. *Utopía Y Praxis. Latinoamericana*, 24(1), 327-340. Recuperado a partir de. https://produccioncientificaluz.org/index.php/utopia/article/view/29966.
- Hosseinzadeh, J., Ahmadi, F., & Kalbkhani, H. (2024). An integrated framework for evaluating nations' preparedness for Industry 0/4 adoption. *Defensive Future Studies.*
- Ilori, M.O. and Ajagunna, I. (2020). Re-imagining the future of education in the era of the fourth industrial revolution. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, Vol. 12 No. 1, pp. 3-12. https://doi.org/10.1108/WHATT-10-2019-0066.
- Industry 4.0 India Inc.Gearing up for change (2018). *All India Management Association (AIMA) and KPMG.*
- Industrial revolution 4.0 and ageing societies: The changing roles of universities in the Asia-Pacific. Japan.
- Ismail, Hassan, W., Ahmad, Affan., Z., & Harun (2020). Students' readiness in facing industrial revolution 4.0 among students of technical teacher's education. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9, 300-305 .
- Kagermann, H., et al. (2013). Securing the future of german manufacturing industry. recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the industrie 4.0 working group," *Plattform industrie 4.0*, Frankfurt am Main, Germany 2013.
- Faizah, M. & Zamin, Md., Ainul. (2019). The 4th Industrial revolution: contemplations on curriculum review and its implementation in the malaysian higher education institutes. *Global Journal Al-Thaqafah.* 9. 10.7187/GJAT122019-1.
- Mantok, S., Sekhon, H., Sahi, G.K. and Jones, P. (2019). Entrepreneurial orientation and the mediating role of organisational learning amongst Indian S-SMEs. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, Vol. 26

No. 5, pp. 641-660. https://doi.org/10.1108/JSBED-07-2018-0215.

- Petra M., Soukal I., Libuše S., Martina H., Ehsan J., Ali S., Ondrej K., (2018). Consequences of industry 4.0 in business and economics. *Economies*. 6. 46. 10.3390/economies6030046.
- Martínez-Costa, M., Jiménez-Jiménez, D., & Dine Rabeh, H. A. (2018). The effect of organisational learning on interorganisational collaborations in innovation: an empirical study in SMEs. *Knowledge Management Research & Practice,* 17(2), 137-150. https://doi.org/10.1080/14778238.2018.1538601.
- McKinsey global surveys, (2021): A year in review.
- Michelsen, KE. (2020). Industry 4.0 in retrospect and in context. In: Collan, M., Michelsen, KE. (eds) technical, economic and societal effects of manufacturing 4.0. *Palgrave Macmillan*, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46103-4_1.
- Shuchita, M. (2021). Challenges and implications of education 4.0 in the education sector. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 3 (10).
- Noack, P. (2021). The fifth industrial revolution: where mind meets machine. available online: https://www.thenationalnews.com/opinion/comment/the-fifth-industrial-revolution-where-mind-meets-machine-1.1061280 (accessed on 1 November 2023).
- Noble, S.M.; Mende, M.; Grewal, D.; Parasuraman, A. The fifth industrial revolution: how harmonious human–machine collaboration is triggering a retail and service revolution. *J. Retail.* 2022, 98, 199-208 .
- OECD (2018). The future of education and skills education 2030: the future we want. *E2030 Position Paper*. https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdfO.
- Pfeiffer, S. (2017). The vision of "industrie 4.0" in the making—a case of future told, tamed, and traded. *NanoEthics*, vol. 11, pp. 107-121.
- Rizal & Misnasanti, Misnasanti & Shaddiq, Syahrial & Ramadhani, & Wagiono, Feri. (2020). Learning media in indonesia higher education in industry 4.0: case study. *International Journal on Advanced Science Education and Religion*. 3. 127-134. 10.33648/ijoaser.v3i3.62.
- Shahroom, A. A., & Hussin, N. (2018). Industrial revolution 4.0 and education. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(9), 314-319.
- Shahrestani, M., Vahidi, H., & Alipur pijani, A. (2024). Identification and ranking of drivers for the implementation of the forth generation education system. *Iranian Journal of Engineering Education*, 26(102), 21-42. doi: 10.22047/ijee.2024.456763.2080.
- Sivasankaran, P., Karthikeyan, R. (2021). Industry 4.0 challenges and implementation in education sector in india. *International Journal of Research -granthaalayah*, 9(5), 74. doi: 10.29121/granthaalayah.v9.i5.2021.3911.
- Sudana, I.M & Apriyani, D. & Nurmasitah, S. (2019). Revitalization of vocational high school roadmap to encounter the 4.0 industrial revolution. *The Journal of Social Sciences Research*. 338-342. 10.32861/jssr.52.338.342.
- Susskind, R. & Susskind, D. (2015). The future of the professions: How technology will transform the work of human experts. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Tri, N. M., Hoang, P. D., & Dung, N. T. (2021). Impact of the industrial revolution 4.0 on higher education in vietnam: challenges and opportunities. *Linguistics and Culture Review* 5(S3):1-15.
- Ustundag, A., Kadaifci, Ç., & Oztaysi , B. (2018). The Changing role of engineering education in industry 4.0 era. Springer, Cham.
- Trần, V. & Doãn, Q. & Nguyen, P. (2020). Industrial revolution 4.0 in some countries experiences and lessons for vietnam. *Journal of Mechanics Engineering and Automation*. 10. 10.17265/2159-5275/2020.06.004.
- World Economic Forum (2019). Global Competitiveness Report.
- World Economic Forum. Annual Report 2016-201.7.
- Ziatdinov, R., Atteraya, M.S., Nabiyev, R. (2024). The fifth industrial revolution as a transformative step towards society 5.0. *Societies*, 14(2), 19. https://doi.org/10.3390/soc14020019 .

◀ **فاطمه خاکزاد:** فارغ‌التحصیل رشتهٔ مهندسی فناوری اطلاعات از دانشگاه صنعتی ارومیه است. مقالهٔ حاضر از پایان‌نامهٔ ایشان، تحت راهنمایی دکتر فرید احمدی و مشاورهٔ دکتر سعید جعفرزاده، استخراج شده است. وی دبیر وزارت آموزش‌وپرورش است.

◀ **دکتر فرید احمدی:** دانشیار گروه مهندسی فناوری اطلاعات دانشگاه صنعتی ارومیه است. حوزه‌های تخصصی ایشان مدیریت فناوری اطلاعات، تحول دیجیتال و سایبر فیزیکال، اقتصاد دیجیتال و بانکداری دیجیتال است. همچنین ایشان از مدیران باسابقهٔ حوزه‌های اقتصاد، فناوری اطلاعات و بانکداری، با تجربه‌های متعدد در بخش‌های دولتی و خصوصی، است.

◀ **دکتر سعید جعفرزادهٔ قوشچی:** دانشیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی ارومیه است. ایشان از استادان شناخته‌شدهٔ بین‌المللی در حوزهٔ مدیریت ریسک و دارای تألیفات متعدد و معتبر علمی در این حوزه است.

طراحی الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم

زهرا بدلی[۱]، زهرا طالب[۲] و عصمت مسعودی ندوشن[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۳

DOI: 10.22047/ijee.2024.465832.2092

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.2.2

چکیده: هدف پژوهش حاضر طراحی الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم است. روش پژوهش کیفی و با رویکرد داده‌بنیاد بوده است. جامعهٔ آماری آن را متخصصان و صاحب‌نظران حوزهٔ آموزشِ عالی تشکیل داده‌اند. روش نمونه‌گیری قضاوتی هدفمند بوده است. ابزار جمع‌آوری داده‌ها مصاحبهٔ نیمه‌ساختاریافته بود که حجم نمونه را براساس نمونه‌گیری نظری و رسیدن به اشباع نظری تعیین کردیم. درمجموع، با ۱۵ نفر مصاحبه کردیم. با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA2020، کدگذاری باز، محوری و گزینشی، داده‌ها را تحلیل کردیم. براساس نتایج، این الگو دارای مؤلفه‌های تحول‌آفرینی (پیشرفت‌های فناوری و چالش‌های جهانی ۰/۵) و دانشجومحوری (تناسب دانشجو با صنعت و انتظارات دانشجویان) به‌عنوان شرایط علّی، زیرساخت‌های نهادی (نگرش و بافت فرهنگی و آمادگی نهادی) به‌عنوان شرایط زمینه‌ای، حکمرانی نظام آموزشِ عالی (سیاست‌گذاری نظام آموزشِ عالی و راهبردهای نظام آموزشِ عالی) به‌عنوان شرایط مداخله‌گر، پیاده‌سازی و استقرار (توسعهٔ زیست‌بوم فناوری و نوآوری) به‌عنوان راهبرد، و مزیت‌ها (نوسازی آموزشِ عالی و جامعه‌محوری و کارآفرینی) به‌عنوان پیامدهاست. ایران با پذیرش الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم فرصت دارد چشم‌انداز آموزشِ عالی خود را متحول کند.

واژگان کلیدی: هوشمندسازی دانشگاه، دانشگاه نسل پنجم، رویکرد فناورانه

۱- . دانشجوی دکتری مدیریت آموزشی، گروه علوم تربیتی، دانشکدهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران. zahrabadali60@gmail.com

۲- . استادیار گروه علوم تربیتی دانشکدهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)، z_taleb@azad.ac.ir

۳- استادیار گروه علوم تربیتی دانشکدهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران. e_masoudi@ azad.ac.ir

۱. مقدمه

در دهۀ گذشته، نظام‌های آموزشی با ظهور فناوری‌های نوظهور آموزشی دستخوش اصلاحات گسترده‌ای شده‌اند. ادغام حسگرها و پردازش داده‌ها ازطریقِ فناوری‌های هوش مصنوعی راهِ نظام‌های آموزشی نسل بعدی را هموار کرده است. با توجه به دیجیتالی‌ترشدن جهان امروز، شاهد سیری تحولی از آموزش نسل اول (۰/۱) به رویکرد فناورانه و نوآورانۀ آموزش نسل پنجم (۰/۵) هستیم (Ahmad et al., 2023). در این سیر تحولی از پایان قرن هجدهم تاکنون، پنج نسل آموزشی شکل گرفته که متأثر از فناوری‌های پیشرفته و الگوهای انقلاب‌های صنعتی بوده است (Miranda et al., 2021). در ۲۰۲۰، آموزش نسل پنجم (۰/۵) هم‌زمان با انقلاب صنعتی پنجم و نظام آموزشِ عالی نسل چهارم (۰/۴) شکل گرفت. هستۀ اصلی آموزش نسل چهارم (۰/۴) فناوری و تجهیزات دیجیتال و زیرساخت‌های آموزشی بود اما نقطۀ ضعف این نسل آموزشی موجب شد نسل پنجم آموزش (۰/۵) شکل بگیرد زیرا هدف اصلی آموزش نسل چهارم، به‌جای توانمندسازی دانشجویان، به‌کارگیری فناوری در آموزش بود. درواقع، تعامل هوشمندانۀ بین دانشجو و فناوری کم بود. برای جبران چنین ضعفی، در رویکرد فناورانۀ دانشگاه نسل پنجم تأکید اصلی بر دانشجو، نه فناوری، قرار گرفت. به‌عبارتی، توانمندسازی دانشجویان با به‌کارگیری فناوری‌ها محور اصلی دانشگاه‌ها شد (Dervojeda, 2021). همچنین رویکرد راهبردی و نوآورانۀ دانشگاه نسل پنجم به تقویت هوش مصنوعی همراه با هوشمندسازی دانشجویان است. چنین رویکردی پاسخ به فناوری اطلاعات و ارتباطات، هوش مصنوعی و زیست‌فناوری است (Rahim et al., 2020). درواقع، رویکرد راهبردی و فناورانۀ دانشگاه نسل پنجم بر توسعۀ مهارت‌های نرم دانشجویان و استادان، نظیر خلاقیت، مشارکت و همکاری، ارتباطات و تفکر انتقادی، با استفاده از فناوری‌های دیجیتال پیشرفته، مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، داده‌های بزرگ، رایانش ابری، واقعیت مجازی و واقعیت افزوده، تمرکز دارد (González et al., 2022؛ Rusman et al., 2023). به‌عبارت دیگر، ادغام هوش مصنوعی و سایر فناوری‌های دیجیتال پیشرفته نقشی اساسی در شکل‌دادن به رویکرد راهبردی و فناورانۀ دانشگاه نسل پنجم ایفا می‌کند (Rane, 2023). پیش‌بینی می‌شود در آیندۀ بسیار نزدیک ادغام آموزش با فناوری‌های نوظهور آموزشی و وابستگی به‌کارگیری راه‌حل‌های ناب دیجیتال آموزشی، نظیر رسانه‌های اجتماعی و زیرساخت‌های آموزشی، برای عرضۀ خدمات در تمام زمینه‌های مرتبط آموزشی اهمیت می‌یابد. همچنین اهمیت ارتقای کیفیت آموزشی و شخصی‌سازی یادگیری با محوریت دانشجویان برجسته می‌شود (Babu, 2024).

رویکرد راهبردی و فناورانۀ دانشگاه نسل پنجم بر «پیشرفت انسانی و انسان‌محوری» تأکید دارد. بهترین مسیر ممکنِ رسیدن به این پیشرفت دستیابی دانشجویان به مهارت‌های جدید فناوری‌محور، ارتقای مهارت‌های نرم و یادگیری مادام‌العمر است (Shanahan et al., 2022). پیشرفت سریع هوش مصنوعی در سال‌های اخیر تحولات درخورِتوجهی در بخش‌های گوناگون، ازجمله آموزش، پدید آورده

است (Yu, 2024). رویکرد راهبردی و نوآورانهٔ دانشگاه نسل پنجم (آموزش ۰/۵) از پنج رکن تشکیل شده است: رکن اول، نوآوری‌های فناوری، نظیر اینترنت اشیا، روبات‌های پیشرفته، اتوماسیون‌شدن؛ رکن دوم، داشتن تفکر خلاقانه، انتقادی و نوآورانه؛ رکن سوم، آموزش شغل‌آفرینی، به‌جای کاریابی؛ رکن چهارم، ایجاد دانشگاه‌های مرتبط با استارتاپ‌ها؛ رکن پنجم، شکل‌گیری دانشگاه‌های مجاور صنعت با هدف طرح راه‌حل‌های صنعتی (Bigirimana, 2021). بنابراین، نظام آموزشی در اوج هوشمندسازی فناورانه با محوریت حضور دانشجویان در مرکز زیست‌بوم آینده‌نگر دانشگاه نسل پنجم قرار دارد. این تکامل موجب می‌شود فارغ‌التحصیلان ازنظرِ بهره‌وری، شایستگی و نوآوری به بلوغ آموزشی برسند و درعین‌حال آمادهٔ آینده‌ای پیش‌بینی‌ناپذیر و بی‌ثبات باشند (Chitkara et al., 2020).

ازآنجاکه آموزش نسل پنجم (۰/۵) بر همهٔ زمینه‌ها و سطوح آموزشی تأثیرگذار است تحولاتی در شخصی‌سازی یادگیری و بهبود مهارت‌های اجتماعی دانشجویان ایجاد می‌کند. این موضوع نشان‌دهندهٔ تأکید دانشگاه‌های نسل پنجم به نیازهای جامعهٔ ۰/۵ با هدف به‌کارگیری فناوری‌های نوین برای رشد اجتماعی و عاطفی دانشجویان است (Lantada, 2022). در فرایند یادگیری رویکرد راهبردی و فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم، قابلیت شخصی‌سازی موجب بهبود یادگیری و آمادگی فارغ‌التحصیلان با مجموعهٔ مهارت‌های غنی‌شده برای مواجه‌شدن با عدم‌قطعیت‌های آیندهٔ شغلی می‌شود و به آنان اجازه می‌دهد با نوآوری، ارزش‌آفرینی و مسئولیت اجتماعی خدماتی جدید و پایدار به جامعه عرضه کنند (Saxena et al., 2020). ادغام هوش مصنوعی در الگوهای آموزشی نشان‌دهندهٔ دگرگونی‌ای است که نیاز به ارزیابی چارچوب‌های برنامهٔ درسی موجود برای اطمینان از همسویی آنها با شایستگی‌های موردنیاز در عصر دیجیتال دارد (Jackson, 2024).

درخصوص اهمیت توسعهٔ برنامه‌های درسی، محمود و ونگ (Mahmud & Wong, 2022) معتقدند رویکرد راهبردی و فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم نه‌تنها ازنظرِ فناوری یکپارچه است بلکه تفکر انتقادی، خلاقیت و سازگاری دانشجویان را تقویت می‌کند. به‌طور مشابه، پارکر و همکاران (Parker et al., 2024) بر نقش هوش مصنوعی در شکل‌دهی مجدد به شیوه‌های آموزشی تأکید و ظرفیت افزایش تجربیات یادگیری شخصی‌سازی‌شده را برجسته می‌کنند. بااین‌حال، این پیشرفت‌ها چالش‌هایی، ازجمله خطر منسوخ‌شدن الگوهای آموزشی سنتی و نیاز مربیان به کسب مهارت‌های آموزشی جدید، را به‌همراه دارد. برنامه‌های درسی آموزش نسل پنجم، به‌عنوان مهم‌ترین رکن تحول آموزشی، نقشی مهم در تربیت فارغ‌التحصیلان نوآور و سازگار با چالش‌ها و نیازهای قرن حاضر دارد (Tavares et al., 2023). در رویکرد راهبردی و فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم، شیوه‌های یادگیری انعطاف‌پذیر است که می‌توان به آموزش مبتنی‌بر ارزش، یادگیری مبتنی‌بر پژوهش، یادگیری مبتنی‌بر پروژه، یادگیری تجربی، توجه به علایق دانشجویان، طراحی برنامه‌های درسی انعطاف‌پذیر، و یاددهی-یادگیری-ارزیابی اشاره کرد. در رأس آنها، اصلاح برنامهٔ درسی قرار دارد که منجر به تحول اهداف، محتوا، مواد آموزشی و روش‌های

جدید آموزشی برای سازماندهی فعالیت‌های یادگیری و دستیابی به اهداف آموزشی مهارت‌محور خاص می‌شود (Rapanta et al., 2020). در تغییر شکل برنامهٔ درسی آموزش نسل پنجم (۰/۵) می‌بایست نیازهای آیندهٔ دیجیتال‌محوری و مهارت‌محوری را در نظر گرفت. در چنین وضعیتی، نقش دانشگاه‌ها در پرورش فارغ‌التحصیلان مناسب با صنعت پُررنگ‌تر می‌شود. درواقع، وقتی کارفرمایان به‌دنبال نیروی کار ماهر در بازار کار ضعیف هستند نقش مؤسسات آموزشی و دانشگاه‌ها در متناسب‌کردن نیروی کار اهمیت می‌یابد (Edelhauser & Lupu-Dima, 2022).

از مزیت‌های مهم ارتباط رویکرد راهبردی و فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم و صنعت ورود فارغ‌التحصیلان هوشمند و توانمندسازی آنان در «شخصی‌سازی یادگیری» است زیرا پیش‌بینی می‌شود تا ۲۰۲۵، یعنی آغاز عصر انقلاب صنعتی پنجم، مشاغل آیندهٔ سیستم‌های اتوماسیون با همکاری انسان‌ها، روبات‌ها و الگوریتم‌ها متحول شوند. در نتیجهٔ تحول مشاغل، مهارت‌های کاری تغییر می‌کند که منجر به شکاف مهارتی بین فارغ‌التحصیلان می‌شود. به‌منظور جلوگیری از بروز چنین شکافی، می‌بایست مهارت‌های موردنیاز صنعت آینده شناسایی شوند. فارغ‌التحصیلان می‌بایست مهارت‌های جدیدی کسب کنند که منطبق با انقلاب صنعتی پنجم ضروری باشند. از سال ۲۰۲۵، زمانی که انقلاب صنعتی پنجم شروع شود، شرح شغل، الزامات شغلی و مهارت‌های فارغ‌التحصیلان متفاوت خواهد بود (Güğerçin & Güğerçin, 2021). به‌دنبال پیشرفت‌های فناورانه، تحولاتی در پدیدار شدن آموزش‌های شخصی‌سازی‌شدهٔ نوین و هم‌زیستی مجازی دانشجویان، ایجاد فرصت‌های نوین آموزشی با روش‌های تدریس جدید و بازانگاری مهارت‌های استادان و دانشجویان به دنبال خواهد داشت (Mourtzis et al., 2023). در واقع، با ظهور فناوری‌های نوین آموزشی، مانند دیجیتالی‌شدن آموزش و یادگیری، باعث تغییر شایستگی‌های استادان و دانشجویان و درنتیجه بازنگری کامل در آموزشِ عالی می‌شود (Matt et al., 2021).

پژوهش‌ها نشان می‌دهند بسیاری از کشورها در مرحلهٔ گذار از رویکرد راهبردی و فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم هستند و ضرورت آن را، با توجه به تحولات فناوری در صنعت و آموزش، بیش از گذشته درک می‌کنند. در اندونزی، پژوهشی با عنوان «تحلیل توسعهٔ برنامهٔ درسی آموزشِ عالیِ نوآورانه و سازگار با چالش‌های رویکرد راهبردی و فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم در اندونزی» نشان داده است که تحولات دیجیتالی و انقلاب صنعتی پیش رو بازنگری در چارچوب‌های آموزشی را برای یکپارچه‌سازی فناوری و تقویت شایستگی‌ها و توانایی‌های استادان و دانشجویان ضروری می‌سازد (Hutahaean et al., 2024).

در آلمان، پژوهشی در دانشگاهی علمی‌کاربردی درخصوص «ایجاد فضای روباتیک آموزشِ عالی با مشارکت صنعت و با استفاده از رویکرد آزمایشگاهی باز و فناورانه» نشان می‌دهد رویکردهای آزمایشگاهی فناورانه مفاهیم آموزشیِ روباتیکِ مرتبط با صنعت را ایجاد می‌کنند. دانشگاه‌ها و آموزشِ عالی می‌بایست طرح‌های مبتنی‌بر فناوری را در برنامهٔ درسی بگنجانند تا همهٔ منابع آموزشی به‌صورت رایگان در درس دانشجویان قرار گیرد. نظام آموزشی نسل پنجم در حال استفاده از فناوری‌های سایبری

در یادگیری و آموزش است (Pozo et al., 2022).

در افغانستان، پژوهشی با عنوان «دگرگونی رویکرد راهبردی و فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم در آموزشِ عالی افغانستان» نشان داده است برنامه‌های درسی سنتی نیازهای اشتغال‌پذیری قرن بیست و یکم را در بازار برآورده نمی‌کند و تنها برنامهٔ درسی هوشمند آموزش نسل پنجم با روندهای هوش مصنوعی و فناوری اطلاعات و ارتباطات همسوست و دانشجویان را به آموزش هوشمند در منطقه قادر می‌سازد (Rahim, 2021).

پژوهشی در دانشگاه دولتی زیمبابوه با عنوان «ارزیابی سطح استادان برای پذیرش رویکرد راهبردی و فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم» نشان می‌دهد رویکرد راهبردی و فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم در زیمبابوه بر پنج رکنِ پژوهش، آموزش، خدمات اجتماعی، نوآوری و صنعتی‌شدن تمرکز دارد. استادان نقشی اساسی در اجرای اصلاحات آموزشی بر عهده دارند و میزان پذیرش آنان در اجرای اصلاحات تضمین‌کنندهٔ رویکرد راهبردی و فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم است (Muzira & Muzira, 2020).

پژوهشی دیگر با موضوع «تأثیر فناوری بر آموزشِ عالی» نشان داده است پیشرفت یادگیری الکترونیکی در آموزش رشد زیادی داشته و بیشتر پیشرفت یادگیری الکترونیکی در کشورهای ثروتمند و پیشرفته در نیمکرهٔ شمالی رخ داده است و تنها سهمی اندک از این پیشرفت مربوط به مناطق کم‌درآمد جهان است (Dewi et al., 2020).

همچنین در مالزی، پژوهشی با عنوان «تجارب آموزشی فراگیر و تعاملی و فناوری‌های یادگیری در دانشگاه‌های مالزی» نشان داده است دانشگاه‌های مالزی تلاش می‌کنند بهترین فناوری‌های رویکرد راهبردی و فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم و صنعت را با هم ترکیب کنند تا دانشجویان نسل جدید با سبک یادگیری منحصر به عصر دیجیتال درگیر شوند (Kamal et al., 2019).

برای الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم، مقایسهٔ تطبیقیِ وضعیت فعلی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با تجارب کشورهای پیشرفته، مانند سنگاپور، فنلاند، و ایالات متحد آمریکا، نشان می‌دهد در سال‌های اخیر دانشگاه‌های ایران تلاش‌های درخورِتوجهی در توسعهٔ زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات کرده‌اند. بااین‌حال، چالش‌های کمبود بودجه، نیاز به به‌روزرسانی مداوم تجهیزات، و افزایش مهارت‌های دیجیتالی میان استادان و دانشجویان همچنان پابرجاست (Hanafizadeh et al., 2006). دولت ایران برنامه‌های متعددی برای هوشمندسازی آموزشِ عالی تدوین کرده که از جملهٔ آنهاست: طرح‌های ملی دانشگاه‌های هوشمند و توسعهٔ زیرساخت‌های آموزش برخط. بااین‌حال، اجرای این سیاست‌ها نیازمند هماهنگی بیشتر میان نهادها و تخصیص منابع مالی پایدار است (Zand et al., 2024). در مقایسه با کشورهای پیشرفته، سنگاپور با برنامه‌ریزی دقیق و سرمایه‌گذاری‌های بزرگ در فناوری‌های نوین آموزشی به یکی از پیشروان هوشمندسازی آموزشِ عالی بدل شده است. استفاده از هوش مصنوعی، یادگیری ماشین،

و تحلیل داده‌های بزرگ در دانشگاه‌های سنگاپور کیفیت آموزش و پژوهش را به‌طور چشمگیری افزایش داده است (Carayannis & Campbell, 2009). فنلاند با تمرکز بر آموزش دیجیتال و توسعهٔ منابع انسانی موفق به ایجاد محیطی پویا و نوآورانه در دانشگاه‌های خود شده است. نظام آموزشی فنلاند با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته و ایجاد زیست‌بوم‌های نوآوری نمونه‌ای موفق از هوشمندسازی آموزشِ عالی است (Smith et al., 2021). ایالات متحد با دانشگاه‌های معتبر جهانی و سرمایه‌گذاری‌های گسترده در فناوری‌های آموزشی نقشی مهم در پیشبرد هوشمندسازی آموزشِ عالی ایفا کرده است. همکاری‌های بین‌المللی گسترده و استفاده از فناوری‌های نوین، مانند واقعیت مجازی و افزوده، کیفیت آموزش را بهبود بخشیده است (Johnson & Wales, 2018). بنابراین، آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم نیازمند تلاش‌های مستمر درزمینهٔ توسعهٔ زیرساخت‌های فناوری، تدوین سیاست‌های جامع و افزایش همکاری‌های بین‌المللی است. با الهام از تجارب کشورهای پیشرفته، می‌توان راهکارهای مناسب در پیش گرفت و کیفیت و کارایی نظام آموزشِ عالی ایران را بهبود بخشید.

با توجه به اهمیت هوشمندسازی آموزشِ عالی و ضرورت همگام‌بودن با تحولات صنعتی و اجتماعی و همکاری‌های بین‌المللی، برای اصلاح ساختار سنتی آموزشِ عالی ایران و پذیرش آموزش نسل پنجم گام‌هایی می‌بایست برداشته شود. اولین گام هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم ایجاد فرهنگ پذیرش و توسعهٔ دانشجویان و سیاست‌گذاران و تغییر ساختار حکمرانی آموزشِ عالی است زیرا تنها داشتن ساختار فناورانه نقش چندانی در تضمین اجرای آموزش نسل پنجم ندارد. اهمیت این موضوع و ورود آموزشِ عالی ایران به این عرصه و تحول آموزشی پژوهشگران پژوهش حاضر را بر آن داشته است تا الگوی اجرای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران را با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم طراحی کنند. پژوهش ما کیفی و هدف آن طراحی الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم، براساس الگوی اشتراس و کوربین (Strauss & Corbin, 1990)، و پاسخ به پرسش‌های این الگوی پژوهشی است. پرسش‌ها عبارت‌اند از: ۱. شرایط علّی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم چیست؟ ۲. شرایط مداخله‌گری هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم چیست؟ ۳. شرایط زمینه‌ای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم کدام است؟ ۴. پیامدهای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم چیست؟ ۵. راهبردهای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم چیست؟

۲. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش پیش رو در چارچوب رویکرد کیفی و با به‌کارگیری راهبرد نظریهٔ داده‌بنیاد انجام گرفته است. جامعهٔ آماری متشکل از خبرگان، متخصصان و صاحب‌نظران حوزهٔ هوش مصنوعی، مدیریت فناوری

اطلاعات، مدیریت فناوری آموزشی، مدیریت آموزشِ عالی، و مدیریت آموزشی آشنا با موضوع آموزش نسل پنجم است. مشارکت‌کنندگان در پژوهش دارای مدرک تحصیلی دکترا با سابقهٔ پژوهش و نظریه‌پردازی در حوزهٔ فناوری‌های نوین آموزشی و از اعضای هیئت‌علمی دانشگاه‌ها هستند که برخی از آنان در دو یا سه حوزه خبره و صاحب‌نظرند. در پژوهش حاضر، به‌منظور دسترسی به نمونه‌ای که اطلاعات غنی درخصوص اهداف تحقیق دارد، از نمونه‌گیری هدفمند به‌روش گلولهٔ برفی استفاده کردیم. داده‌ها را ازطریقِ مصاحبهٔ نیمه‌ساختاریافته با ۱۵ صاحب‌نظر جمع‌آوری کردیم و تا رسیدن به اشباع نظری ادامه دادیم. داده‌ها در ۱۲ مصاحبه به اشباع نظری رسید اما، برای حصول اطمینان، سه مصاحبهٔ دیگر نیز صورت دادیم. پرسش‌های مصاحبه را، پس از بررسی مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش، براساس نظریهٔ داده‌بنیاد طراحی کردیم و پنج خبره روایی آنها را بررسی کردند. مصاحبه‌های ضبط‌شده با خبرگان را، پس از پیاده‌سازی، با روش تحلیل محتوا و با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA2020 سطربه‌سطر بررسی، مفهوم‌پردازی و مقوله‌بندی کردیم و سپس، براساس تشابهات ارتباط مفهومی و خصوصیات مشترک کدهای باز، مفاهیم و مقولات را مشخص کردیم. پس از کدگذاری باز، کدگذاری محوری کردیم. این کار را با استفاده از الگوی اشتراوس و کوربین (Strauss & Corbin, 1990) انجام دادیم تا روابط بین شرایط علّی، پدیده‌محوری، شرایط زمینه‌ای، شرایط میانجی، و راهبردها و پیامدها را نشان دهیم. سپس، کدگذاری نهایی یا گزینشی را با تکوین نظریه اجرا کردیم. با کدگذاری باز، پس از پالایش ۱۵ مصاحبه، ۳۹۶ کد اولیه را شناسایی کردیم و در ادامه کدهای مشابه را در ۲۳ کد فرعی قرار دادیم و برای هر دسته عنوانی انتخاب کردیم. مقوله‌های به‌دست‌آمده از کدگذاری باز با هم مقایسه، ترکیب و ادغام شدند و درنهایت، در کدگذاری انتخابی، پس از مرور و بازاندیشی در کدگذاری باز و محوری، فرایند ترکیب و بهبود مقوله‌ها را اجرا کردیم و دسته‌بندی مقوله‌ها را تا رسیدن به مقوله‌بندی مناسب ادامه دادیم. سپس، براساس مشابهت‌ها، مقوله‌های فرعی و اصلی و خوشه‌ای را استخراج و الگوی کلی را ارائه کردیم. به‌منظور اطمینان از اعتبار یافته‌ها، پس از هماهنگی با استادان راهنما و مشاور و استفاده از دیدگاه‌های متخصصان و صاحب‌نظران، روایی پرسش‌های مصاحبه تأیید شد. به‌منظور اطمینان از روایی و پایایی مفاهیم استخراج‌شده، چهار معیار قابلیت اعتبار، قابلیت انتقال‌پذیری، قابلیت اطمینان و تأییدپذیری را تعیین کردیم. برای اعتبارسنجی داده‌ها، متن مصاحبه و کدهای استخراج‌شده را به خبرگان نشان دادیم؛ آنان دربارهٔ درستی/نادرستی آن اظهارنظر کردند و هرگونه مغایرتی را بررسی کردیم.

به‌منظور اثبات میزان پایایی داده‌ها در وضعیت و زمان مشابه، از حسابرسی تحقیق، یعنی بررسی دقیق داده‌ها توسط ناظر خارجی، استفاده کردیم. برای تأییدپذیری داده‌های استخراج‌شده، فرایند کار را در اختیار چند همکار پژوهش قرار دادیم. در ادامه، به‌منظور تسهیل انتقال‌پذیری، سعی کردیم بستر، نحوهٔ انتخاب و ویژگی‌های مشارکت‌کنندگان، جمع‌آوری داده‌ها و فرایند تحلیل را به‌روشنی

توصیف کنیم تا خواننده بتواند درخصوص قابلیت کاربرد یافته‌ها در موقعیت‌های دیگر قضاوت کند. با ارائهٔ یافته‌های غنی و دقیق همراه با نقل‌قول‌های مناسب قابلیت انتقال‌پذیری افزایش خواهد یافت. برای سنجش پایایی پژوهش، از روش «پایایی بازآموزن» استفاده کردیم که به میزان سازگاری طبقه‌بندی‌شدهٔ داده‌ها در طول زمان اشاره دارد. این شاخص زمانی محاسبه‌شدنی است که یک متن در دو زمان متفاوت کدگذاری شده باشد. برای محاسبهٔ پایایی بازآزمون، از میان مصاحبه‌ها چند مصاحبه را به‌عنوان نمونه انتخاب و هرکدام را در فاصلهٔ زمانی‌ای کوتاه مشخص و دوباره کدگذای کردیم. سپس، کدهای مشخص‌شده در دو فاصلهٔ زمانی برای هرکدام از مصاحبه‌ها را با هم مقایسه و ازطریقِ میزان سازگاری‌ها/ناسازگاری‌های موجود در دو مرحلهٔ کدگذاری شاخص ثبات پژوهش را محاسبه کردیم. در هریک از مصاحبه‌ها، کدهایی را که در دو فاصلهٔ زمانی با هم مشابه هستند با عنوان «سازگاری» و کدهای نامشابه را با عنوان «ناسازگاری» مشخص کردیم.

۳. یافته‌های پژوهش

با به‌کارگیری نظریهٔ داده‌بنیاد اشتراوس و کوربین (Ostrom, 1990) طی چهار مرحله به الگوی رویکرد راهبردی و فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم در آموزشِ عالی ایران دست یافتیم:

الف) کدگذاری باز: در این مرحله، ۳۹۶ شاخص را از مصاحبه با خبرگان و صاحب‌نظران برشمردیم که ۲۴ کد فرعی ازطریق طبقه‌بندی مفاهیم مشابه به دست آمد.

ب) کدگذاری محوری: در این مرحله، از ۲۴ کد فرعی به‌دست‌آمده از کدهای مشابه ۱۲ کد محوری را از مصاحبه با خبرگان خارج کردیم. شایان ذکر است که، به‌منظور جلوگیری از درازنویسی، جدول کدگذاریِ باز و محوری را درج نکرده‌ایم.

ج) کدگذاری انتخابی: در این مرحله که با بهره‌گیری از دیدگاه‌های خبرگان اجرا شد، درمجموع، برای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم در آموزشِ عالی ایران ۱۲ کد محوری را در ۶ کد هسته‌ای دسته‌بندی کردیم.

د) اعتباریابی الگو: برای اعتباریابی نتایج، از شیوهٔ استشهاد بهره بردیم که بدین منظور با حضور پنج نفر از خبرگان آموزشِ عالی و مدیریت فناوری آموزشی گروه کانونی تشکیل داده شد تا نتایج کدگذاری فرعی، کدگذاری محوری و کدگذاری هسته‌ای را در پانل بررسی کنیم که آیا این کدها می‌توانند هسته و مفصل‌های یک نظریه برای توضیح الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم باشند. این گروه کانونی به ویرایش استنتاج‌های نظری کمک بسیاری کرد. الگوی پیشنهادی را براساس دیدگاه‌های خبرگان تعدیل کردیم، برای دومین بار در اختیار متخصصان (خبرگانی که دیدگاه‌های اصلاحی داده بودند.) قرار دادیم و تأیید کردند.

در این بخش، برمبنای هدف و پرسش تحقیق، یافته‌های مصاحبه را گردآوری، طبقه‌بندی و

تحلیل کرده‌ایم. پس از پیاده‌سازی، با استفاده از نظریهٔ داده‌بنیاد، سطربه‌سطر بررسی، مفهوم‌پردازی و مقوله‌بندی کردیم و سپس، براساس مشابهت ارتباط مفهومی و ویژگی‌های مشترک کدهای باز، مفاهیم و مقولات را مشخص کردیم. در جدول ۱، بخشی از نتایج کدگذاری باز، محوری و گزینشی مربوط به پرسش اصلی پژوهش حاصل از مصاحبه با صاحب‌نظران را آورده‌ایم که کامل آن را در پیوست ۱ مشاهده خواهید کرد.

جدول ۱. بخشی از نتایج کدگذاری باز، محوری و گزینشی

کد محوری	کد فرعی	مفاهیم	منبع
پیشرفت‌های فناورانه	فناوری‌های فراگیر	محیط یادگیری همه‌جانبه، شخصی‌تر، فراگیرتر و کارآمدتر	E6-E15
		استفاده از واقعیت مجازی و افزوده برای تجربیات یادگیری تعاملی	E7- E6
		اینترنت اشیا برای پردیس‌ها و کلاس‌های هوشمند	E5-E14
		هوش مصنوعی و زیرساخت‌های تطبیقی	E8-E11
		فناوری‌های کمکی (طراحی جهانی برای یادگیری (UDL))	E8-E12
		فناوری بلاکچین[1] (امنیت و قابلیت تأیید سوابق نامتمرکز دانشجو؛ اعتبارسنجی ایمن)	E8-E14
		گیمیفیکیشن[2] (ابزارهای تعامل، ردیابی پیشرفت و ترکیب عناصر بازی در فعالیت‌های یادگیری)	E8-E13
		آموزش مبتنی‌بر داده (بینش‌های مبتنی‌بر داده؛ تحلیل پیش‌بینی‌کننده)	E8-E15
		فناوری‌های مشارکتی (ابزارهای همکاری برخط، کلاس‌های درس جهانی)	E8-E9
		پردازش ابری (منابع مقیاس‌پذیر، دسترسی به هرجا)	E5-E12
	ادغام هوش مصنوعی و الگوهای یادگیری ماشین	سیستم‌های یادگیری تطبیقی	E2-E10
		سیستم‌های آموزشی هوشمند (آموزگاران هوش مصنوعی و بازخورد خودکار)	E2-E11
		شخصی‌سازی و تولید و مدیریت محتوای هوشمند	E3-E12
		ابزارهای تعاملی جذاب	E5-E14
		وظایف اداری خودکار و درجه‌بندی (ردیابی حضوروغیاب و ارزش‌یابی دانشجویان)	E8-E15-E12
		آموزش شخصی مقیاس‌پذیر	E5-E15-E13
		تضمین حریم خصوصی و امنیت داده‌ها	E3-E2
		پردازش و ترجمهٔ زبان (پردازش زبان طبیعی (NLP) و ترجمهٔ زبان)	E5-E12_E10

1- Blockchain

2- Gamification

ادامه جدول۱

منبع	مفاهیم	کد فرعی	کد محوری
E5-E9	آموزش متمرکز بر اهداف توسعهٔ پایدار (برنامهٔ درسی ادغام پایداری)	آموزش پایداری	چالش‌های جهانی ۰/۵
E5-E12	راه‌حل‌های مسائل پیچیدهٔ جهانی، مانند پایداری، سلامت و برابری اجتماعی		
E5-E11	تقویت سواد زیست‌محیطی، ترویج مصرف و تولید مسئولانه		
E5-E10	رسیدگی به نابرابری‌های اجتماعی		
E8-E9	ادغام ملاحظات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی در نظام‌های آموزشی		
E8-E13	آماده‌سازی فراگیران به مشاغل سبز در صنایع پایدار		
E8-E14	آموزش ارزش‌های نظارت محیطی، عدالت اجتماعی و رفاه اقتصادی		
E5-E11	آماده‌سازی دانشجویان به کارآفرینی اجتماعی و ابتکارات مردمی	شهروندی اخلاقی و جهانی	
E8-E12	آماده‌سازی دانش‌آموزان به رسیدگی به مسائل جهانی با آگاهی اخلاقی		
E8-E7	استانداردهای اخلاقی دیجیتال		
E8-E14	مسئولیت اجتماعی و مشارکت مدنی		
E8-E15	مشارکت‌های محلی و جهانی دانشجویان		
E6-E13	آموزش چندفرهنگی و شایستگی فرهنگی		
E2-E14	فناوری و یادگیری دیجیتال (شهروندی دیجیتال، هوش مصنوعی اخلاقی و یادگیری ماشین)		
E2-E15	استفاده از فناوری پایدار		
E5-E10-E15	برنامه‌های سواد دیجیتال		
E9-E10	کارزارهای حمایت و آگاهی		

در ادامه، کدها را، طبق الگوی داده‌بنیاد اشتراوس و کوربین (Strauss & Corbin, 1990)، به پنج مقولهٔ کلیِ شرایط علّی، شرایط زمینه‌ای، شرایط مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها دسته‌بندی کردیم. نتایج دسته‌بندی مقولات و پاسخ به پرسش‌های پژوهش برای دستیابی به الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم عبارت است از:

پرسش اول) شرایط علّی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم چیست؟

شرایط علّی شرایط اثرگذار بر کد محوری است که برای دستیابی به پیامدهای به‌کارگیری راهبردها لازم ولی ناکافی است. در ادامه در جدول ۲، نتایج فراوانی مفاهیم استخراج‌شده و دسته‌بندی کدها برای مقولهٔ شرایط علّی آورده‌ایم.

جدول ۲. فراوانی مفاهیم و دسته‌بندی کدها برای مقولهٔ شرایط علّی

کد هسته‌ای	کد محوری	کد فرعی	فراوانی
رویکرد تحول‌آفرینی	پیشرفت‌های فناوری	فناوری‌های فراگیر	۲۰
		ادغام هوش مصنوعی و الگوهای یادگیری ماشین	۱۹
	چالش‌های جهانی ۰/۵	آموزش پایداری	۱۴
		شهروندی اخلاقی و جهانی	۲۱
رویکرد دانشجومحوری	مهارت‌محوری دانشجویان	نیاز به مهارت‌های جدید	۱۸
		تأکید بر یادگیری مادام‌العمر	۱۶
	انتظارات دانشجویان	مسیر یادگیری شخصی	۲۴
		مسیر یادگیری انعطاف‌پذیر	۱۸

از آنجا که مقوله شرایط علّی زیربنای رویکرد تحول‌آفرین هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم ۰/۵ است، عواملی که موجب پیشرفت‌های فناورانه می‌شوند و به چالش‌های جهانی در آموزش و پرورش می‌پردازد را برجسته می‌کند. یادگیری شخصی از طریقِ فناوری‌های تطبیقی، ابتکارات دیجیتال‌محور، توسعهٔ حرفه‌ایِ مستمر، و شبکه‌های یادگیری جهانی ستون‌فقرات این الگوی آموزشی آینده‌نگر را تشکیل می‌دهند. ادغام فناوری‌های سبز، سیاست‌های فراگیر، آموزش استادان پیشرفته و سیستم‌های داده‌ایِ قوی تضمین می‌کند که آموزش نه‌تنها مؤثر بلکه عادلانه و پایدار است.

رویکرد تحول‌آفرینی (مؤلفه‌های پیشرفت‌های فناورانه و چالش‌های جهانی ۰/۵)

رویکرد تحول‌آفرین هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم از پیشرفت‌های فناوری برای مقابله با چالش‌های جهانی استفاده و نظام آموزشی‌ای فراگیر، سازگارتر و مؤثرتر ایجاد می‌کند. هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم ازطریقِ یادگیری شخصی، دسترسی افزایش‌یافته، فرصت‌های یادگیری مادام‌العمر و همکاری جهانی دانشجویان را آمادهٔ پیشرفت در دنیایی می‌کند که به‌سرعت در حال تغییر است. ادغام شیوه‌های پایدار، اجرای سیاست‌های عدالت‌محور، توانمندسازی معلمان، تصمیم‌گیری مبتنی‌بر داده‌ها و ملاحظات اخلاقی تضمین می‌کند که این الگوی آموزشی نه‌تنها خواسته‌های فعلی را برآورده بلکه نیازهای آینده را نیز پیش‌بینی می‌کند.

رویکرد دانشجومحوری (مؤلفه‌های تناسب دانشجو و صنعت و انتظارات دانشجویان)

کد تحول‌آفرین آموزش دانشجومحور و انتظارات دانشجو در چارچوب هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم نشان‌دهندهٔ رویکردی آینده‌نگر و تغییر الگو به سمت تجربهٔ یادگیری جامع‌تر، شخصی‌شده و یکپارچه‌تر با فناوری است. هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران

با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم بر اهمیت آماده‌سازی دانشجویان در برابر پیچیدگی‌های دنیای مدرن ازطریقِ پرورش تفکر انتقادی، خلاقیت و سازگاری تأکید می‌کند. این رویکرد اهداف آموزشی را با نیازها و آرزوهای درحال‌رشد دانشجویان هماهنگ و تضمین می‌کند که یادگیری نه‌تنها مرتبط بلکه جذاب و تأثیرگذار است.

پرسش دوم) شرایط زمینه‌ای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم چیست؟

شرایط خاصی که بر راهبردها تأثیر می‌گذارند زمینه نامیده می‌شوند. با توجه به این تعریف، برای اجرای راهبرد (یا همان فرایند هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم) شرایطی خاص نیاز است که در سایر مدیریت‌های موجود نمی‌بینیم. به‌دیگر معنا، طبق الگو، تا زمینه وجود نداشته باشد راهبردها آن‌طورکه باید و شاید به نتیجه نمی‌رسند. در جدول ۳، نتایج فراوانی مفاهیم استخراج‌شده و دسته‌بندی کدها برای مقولهٔ شرایط زمینه‌ای آورده‌ایم.

جدول ۳ . فراوانی مفاهیم و دسته‌بندی کدها برای مقولهٔ شرایط زمینه‌ای

کد هسته‌ای	کد محوری	کد فرعی	فراوانی
زیرساخت‌های فرهنگی نهادی	نگرش و بافت فرهنگی	میزان نوآوری و خطرپذیری	۱۳
		همکاری و مشارکت جامعه	۱۲
	آمادگی نهادی	زیرساخت‌های حمایتی	۱۹
		انطباق با تحولات آموزشی	۱۳

زیرساخت‌های فرهنگی نهادی (مؤلفه‌های نگرش و بافت فرهنگی و آمادگی نهادی)

شرایط زمینه‌ای در دستهٔ زیرساخت‌های فرهنگی نهادی نقشی محوری در شکل‌دهی به آمادگی آموزشِ عالی برای پذیرش آموزش ۰/۵ ایفا می‌کند. با تقویت تنوع و شمول، ترویج آموزش‌های نوآورانه، ادغام مؤثر فناوری، ایجاد فضاهای یادگیری انعطاف‌پذیر، دادن آموزش شایستگی فرهنگی، تعامل با جوامع، و تضمین رهبری و حکمرانی قوی مؤسسات می‌توانند محیط‌هایی ایجاد کنند که از اصول هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم پشتیبانی می‌کنند. این شرایط نه‌تنها تجارب یادگیری دانشجویان را افزایش می‌دهد بلکه مربیان را در انطباق و پیشرفت در چشم‌انداز آموزشی همیشه در حال تکامل توانمند می‌سازد. همان‌طورکه آموزشِ عالی پیچیدگی‌های آموزش ۰/۵ ادامه می‌دهد، اولویت‌بندی و سرمایه‌گذاری در این شرایط زمینه‌ای برای ایجاد تحول معنادار و پایدار در آموزش ضروری به نظر می‌رسد.

پرسش سوم) شرایط مداخله‌گر در هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم چیست؟

شرایط مداخله‌گر شرایط زمینه‌ای عمومی تأثیرگذار بر راهبرد است. در جدول ۴، نتایج فراوانی مفاهیم استخراج‌شده و دسته‌بندی کدها برای مقولهٔ شرایط مداخله‌گر آورده‌ایم.

جدول ۴. فراوانی مفاهیم و دسته‌بندی کدها برای مقولهٔ شرایط مداخله‌گر

کد هسته‌ای	کد محوری	کد فرعی	فراوانی
حکمرانی نظام آموزشِ عالی	نظام سیاست‌گذاری آموزشِ عالی	قوانین و مقررات آموزشِ عالی	۱۸
		همسویی ساختار دانشگاه با صنعت	۱۰
	راهبردهای نظام آموزشِ عالی	نظام اجتماعی و سیاسی و فرهنگی دانشگاه	۱۷
		هماهنگی با تحولات جهانی پیش رو	۱۱

حکمرانی نظام آموزشِ عالی (مؤلفه‌های نظام سیاست‌گذاری آموزشِ عالی و راهبردهای نظام آموزشِ عالی)

تأثیر متقابل شرایط مداخله‌گر بر طبقهٔ حاکمِ نظام‌های سیاست آموزشِ عالی و نیز نظام‌های اجتماعی، سیاسی و فرهنگیِ گسترده‌ترِ آموزش پیچیده و عمیق است. ساختارهای حاکمیتی، سیاست‌ها و عملکردها در مؤسسات آموزشِ عالی عمیقاً متأثر از هنجارهای اجتماعی، عقاید سیاسی و ارزش‌های فرهنگی است. این عوامل فرایندهای تصمیم‌گیری، تخصیص منابع و اولویت‌های آموزشی را در بخش آموزشِ عالی شکل می‌دهند. شناخت رابطهٔ پویای سازوکارهای حکمرانی و زمینه‌های اجتماعی برای تقویت نظام‌های آموزشِ عالی فراگیر، پاسخ‌گو و مؤثر ضروری است. با تصدیق و پرداختن به وابستگی‌های متقابل حکومت و نظام‌های اجتماعی-سیاسی-فرهنگی، سیاست‌گذاران و ذی‌نفعان محیط‌هایی پرورش خواهند داد که برابری، تنوع، نوآوری و تعالی را در آموزشِ عالی ترویج می‌کنند.

پرسش چهارم) راهبردهای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم چیست؟

راهبرد مفهومی است که از عرصهٔ نظامی سرچشمه گرفته و بعداً در سایر عرصه‌ها به‌کار رفته است. معنای سادهٔ راهبرد عبارت است از: طرحی عملیاتی به‌منظور هماهنگی و سازماندهی به اقدامات و دستیابی به هدف. براساس رهیافت نظام‌مند استراوس و کوربین، راهبرد کنش و برهم‌کنشی خاص است که از کد محوری حاصل می‌شود. همان‌گونه‌که پیش‌تر در توضیح کدگذاری محوری بیان کردیم، طبق الگوی نظریهٔ داده‌بنیاد، کد محوری متأثر از شرایط علّی است. در جدول ۵، نتایج فراوانی مفاهیم استخراج‌شده و دسته‌بندی کدها برای مقولهٔ راهبردها آورده‌ایم.

جدول ۵. فراوانی مفاهیم و دسته‌بندی کدها برای مقولهٔ راهبردها

کد هسته‌ای	کد محوری	کد فرعی	فراوانی
هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم	توسعهٔ زیست‌بوم فناوری و نوآوری	مراکز آموزشی و پژوهشی مجاورت صنعت	۲۲
		زیرساخت‌های دیجیتالی	۱۴
	سازوکار پایش و بهبود	بهبود مستمر آموزش	۱۰
		ارزیابی فرایند آموزش	۱۹

راهبرد اجرای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم با توسعهٔ سازوکار پایش و بهبود ازطریقِ فرایند بهبود مستمر آموزش و استفاده از شاخص‌های عملکرد فرایند آموزش رویکردی نظام‌مند به بهبود کیفیت و کارایی آموزش است. برای ارتقای کیفیت و کارآمدی آموزش، پایش و ارزیابی و سنجش پیوستهٔ برنامه‌های آموزشی، به‌منظور اطمینان از ارتباط مداوم با نیازهای صنعت و بازار کار، توسعهٔ و آموزش مهارت‌های انتقال‌پذیر و کاربردی در صنایع، به دانشجویان کمک می‌کند آمادهٔ سازگاری با تغییرات صنعتی باشند. در چنین راهبردی، فرایندهای آموزش پیوسته ارزیابی و تحلیل می‌شوند و، با توجه به نتایج ارزیابی‌ها، اقدامات بهبودی صورت می‌گیرد. همچنین، با توسعهٔ زیست‌بوم فناوری و نوآوری از طریقِ مراکز آموزشی و پژوهشی مجاورت صنعت و تبدیل دانشگاه آموزشی به دانشگاه پژوهشی بهبود درخورِ توجهی در ارتباط دانشگاه با صنعت صورت خواهد گرفت و با ایجاد فرصت‌های شغلی برای دانشجویان، تولید دانش و نوآوری و توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی منطقه را فراهم می‌آورد.

پرسش پنجم) پیامد الگوی نظریه‌سازی داده‌بنیاد چیست؟

پیامد خروجی به‌کارگیری راهبرد است. در جدول ۶، به مفاهیم و کدهای سازندهٔ این بُعد و دسته‌بندی آنها اشاره کرده‌ایم.

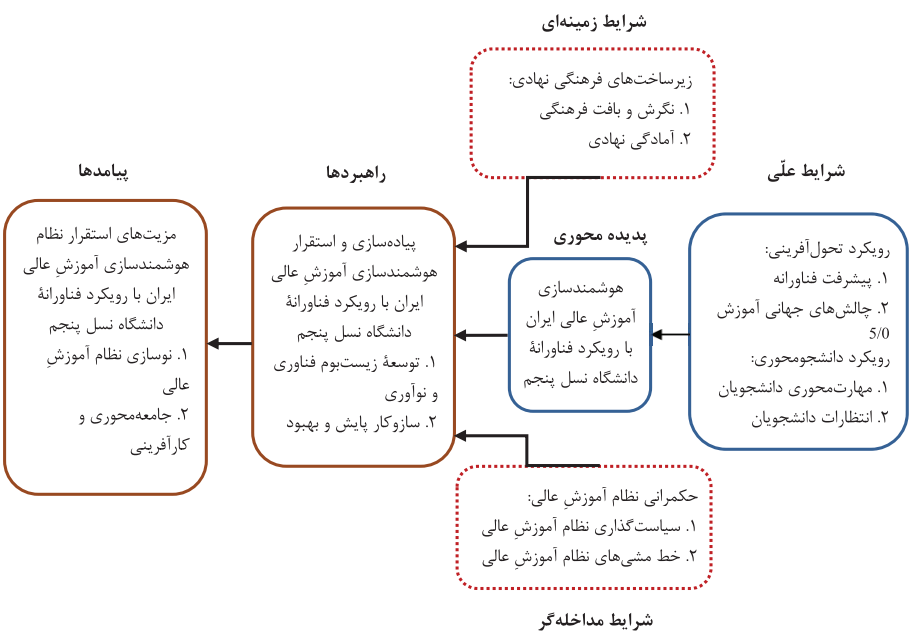
جدول۶. فراوانی مفاهیم و دسته‌بندی کدها برای مقولهٔ پیامدها

کد هسته‌ای	کد محوری	کد فرعی	فراوانی
مزیت‌های استقرار هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم	نوسازی آموزشِ عالی	ارتقای کیفیت آموزش	۱۸
		نوسازی ساختار آموزشی	۱۸
	جامعه‌محوری و کارآفرینی	اجتماعی‌کردن تحقیقات	۲۰
		پرورش شهروند اجتماعی	۱۰

هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم با ارتقای کیفیت آموزش و نوسازی ساختار آموزشی تأثیرات گسترده‌ای بر نوسازی و ارتقای کیفیت آموزشِ عالی دارد. این ارتقا

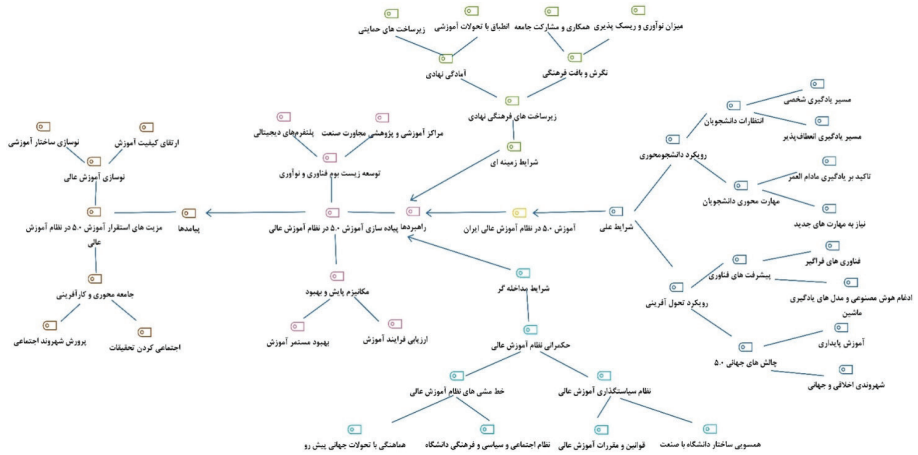
شامل بهبود محتوا، روش‌های آموزشی متنوع و فعال، استفاده از فناوری به‌عنوان ابزار اساسی فرایند یادگیری، توسعهٔ مهارت‌های کاربردی و انتقال‌پذیر، تقویت ارتباط با بازار کار، و ایجاد فرصت‌های عملی و کارآموزی متناسب با نیازهای صنعت و جامعه می‌شود. چنین تغییراتی به بهبود عملکرد دانشجویان، افزایش مهارت‌ها و توانایی‌های آنان و تأمین نیازهای بازار کار می‌انجامد. هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم در جامعه‌محوری و کارآفرینی با اجتماعی‌کردن تحقیقات و پرورش شهروند اجتماعی پیامدهای مثبتی به‌همراه دارد. این شامل افزایش مشارکت فعال شهروندان در فرایند تحقیقات و توسعهٔ دانش، ایجاد فرصت‌های ابتکار و خلاقیت اجتماعی، ترویج فرهنگ کارآفرینی، توانمندسازی افراد در توسعهٔ کارآفرینی، تقویت ارتباطات اجتماعی و همکاری بین‌فردی، و تقویت اعتماد اجتماعی و ارتقای کیفیت زندگی در جوامع می‌شود. این پیامدها به ارتقای فرهنگ کارآفرینی و توسعهٔ اقتصادی در جوامع و نیز به توسعهٔ پایدار و شکوفایی اجتماعی کمک می‌کند.

درنهایت، پس از واکاوی همهٔ کدهای به‌دست آمده برای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم، شکل ۱ روابط اجزا و مؤلفه‌های الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم را برمبنای الگوی اشتراوس و کوربین (۱۹۹۰) نشان می‌دهد.



شکل ۱. الگوی پارادایمی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم

همچنین شکل ۲ تصویری از خروجی نرم افزار MAXQDA2020 است که نمای شماتیک از ابعاد و کدهای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم در نظام آموزشِ عالی ایران را نشان می‌دهد.



شکل ۲. نمای شماتیک از خروجی نرم افزار MAXQDA2020 برای الگوی پارادایمی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم

پژوهش الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم اهمیتی ویژه در بافت ایران دارد. مطابق با سیاست‌های کلان کشور و براساس اهداف و سیاست‌های سند چشم‌انداز ۱۴۰۴، توسعهٔ علمی و فناوری از اولویت‌های اصلی کشور است و برنامه‌های پنج‌سالهٔ توسعهٔ کشور به‌طور خاص بر بهبود کیفیت آموزش و پژوهش تأکید دارند و هوشمندسازی از راه‌های کلیدی دستیابی به این اهداف است. ایران دارای جمعیت جوان و روبه‌رشد است که نیازمند دسترسی به آموزش باکیفیت و به‌روز است. با توجه به گستردگی جغرافیایی ایران، هوشمندسازی امکانات آموزشی را به مناطق دورافتاده و کمترتوسعه‌یافته نیز می‌رساند. به‌دلیل محدودیت‌های مالی و اقتصادی کشور، استفادهٔ بهینه از منابع ازطریقِ فناوری‌های هوشمند بهره‌وری را افزایش و هزینه‌های آموزشی و پژوهشی را کاهش می‌دهد، منابع را بهینه‌سازی می‌کند و با تقویت اقتصاد دانش‌بنیان ازطریقِ توسعهٔ فناوری‌های پیشرفته و هوشمند موجب رشد اقتصادی کشور می‌شود. افزایش توان رقابتی دانشگاه‌های ایران در سطح بین‌المللی نیازمند بهره‌گیری از فناوری‌های جدید و به‌روز است و فناوری‌های هوشمند همکاری‌های علمی و پژوهشی بین‌المللی را تقویت می‌کنند. هدف تحقیق در خصوص بافت ایران، توسعهٔ الگوی بومی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم است که این موضوع نیازمند ایجاد الگوی بومیِ متناسب با وضعیت خاص فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی ایران

برای هوشمندسازی آموزشِ عالی است. همچنین هدف، توسعهٔ الگویی است که با نیازها و وضعیت ملی سازگار باشد و به‌طور مؤثر در دانشگاه‌های ایران اجرا شود. استفاده از فناوری‌های پیشرفته برای بهبود فرایندهای آموزشی و افزایش کارایی نظام آموزشِ عالی ایران با توسعهٔ زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در دانشگاه‌ها به‌منظور حمایت از فرایند هوشمندسازی و ایجاد و تقویت شبکه‌های هوشمند و پیشرفته در دانشگاه‌ها میسّر می‌شود. نیاز به ایجاد زمینه‌های نوآوری و کارآفرینی، و تجاری‌سازی نتایج پژوهش‌ها ازطریقِ فناوری‌های هوشمند و حمایت از استارتاپ‌های دانش‌بنیان و نوآور در حوزهٔ آموزش و پژوهش در دانشگاه‌های ایران مشهود است. ارتقای سطح همکاری‌ها و تبادلات علمی بین‌المللی با استفاده از زیرساخت‌های هوشمند، فناوری‌های پیشرفته و جذب دانشجویان و محققان خارجی به دانشگاه‌های ایران امکان‌پذیر است. این تحقیق به ایجاد الگویی کارآمد و عملی برای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران کمک می‌کند که نه‌تنها به بهبود کیفیت و کارایی آموزش و پژوهش منجر می‌شود بلکه نقشی مهم در توسعهٔ پایدار و پیشرفت علمی کشور خواهد داشت.

برای تحلیل همسویی/ناهمسویی یافته‌های «الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم» با نظریه‌ها و پژوهش‌های پیشین، بررسی‌ها نشان می‌دهد در مقولهٔ شرایط علّی در خصوص رویکرد تحول‌آفرینی، پژوهش آلوارز و جانسن (Alvarez and Jansen, 2023) نشان می‌دهند که پیشرفت فناوری‌های نسل پنجم و هوش مصنوعی نقشی مهم در تحول آموزشِ عالی ایفا می‌کند و توانایی‌های جدیدی برای مدیریت چالش‌های جهانی فراهم می‌آورند. پژوهش‌ها تأکید می‌کنند که هماهنگی با این پیشرفت‌ها ضرورت دانشگاه‌های مدرن است. همچنین این رویکرد با نظریه‌های نوآوری و تغییر فناورانهٔ یافته‌های راجرز (Rogers, 2003) همخوانی دارد. در مقابل، این مقولات در برخی پژوهش‌های اخیر، مانند خان و لین (Khan & Lin, 2023)، ناهمسوست زیرا تغییرات فناورانه ممکن است منجر به افزایش نابرابری‌ها و چالش‌های اخلاقی جدید شود. چالش‌ها به‌ویژه در جوامع با زیرساخت‌های نامناسب فناوری چشمگیرترند. همچنین در مورد رویکرد دانشجومحوری، پژوهش‌های اسمیت و هارپر (Smith & Harper, 2023)، تأیید می‌کنند که تمرکز بر تقویت توانمندی‌های عملی دانشجویان نقشی حیاتی در موفقیت آنان در بازار کار دارد. این پژوهش نشان می‌دهد که دانشجویان امروزی به آموزش‌هایی علاقه‌مندند که مستقیماً به نیازهای شغلی‌شان پاسخ دهند. همچنین این رویکرد با نظریه‌های یادگیری مبتنی‌بر دانشجو همخوانی دارد (Barr & Tagg, 1995). با این‌حال، پژوهش‌های مارتین و تیلور (Martin & Taylor, 2024) بیان می‌کنند که تأکید بیش از حد بر مهارت‌محوری ممکن است به کاهش تمرکز بر توسعهٔ تفکر انتقادی و یادگیری مادام‌العمر منجر شود.

در مقولهٔ شرایط زمینه‌ای در خصوص زیرساخت‌های فرهنگی و نهادی، پژوهش رودریگوز و لویس (Rodriguez & Lewis, 2023) نشان می‌دهد موفقیت هوشمندسازی آموزشِ عالی تا حد زیادی به ایجاد نگرش‌های مثبت و آماده‌سازی نهادی بستگی دارد. این موضوع با نظریه‌های تغییر فرهنگ سازمانی

همخوانی دارد (Kotter, 1996). بااین‌حال، چن و ژانگ (Chen & Zhang, 2024) هشدار می‌دهند که تطابق‌نداشتن فرهنگی و مقاومت در برابر تغییرات فناورانه مانع پذیرش تغییرات در برخی محیط‌های آموزشی می‌شود.

در مقولهٔ شرایط مداخله‌گر در خصوص حکمرانی نظام آموزشِ عالی، پژوهش‌های اندرسون و مورای (Anderson & Murray, 2023) نشان می‌دهد سیاست‌گذاری متناسب با نیازهای بومی باعث تسهیل اجرای فرایند هوشمندسازی در نظام آموزشِ عالی می‌شود. این پژوهش‌ها بر اهمیت راهبردهای دقیق و مبتنی‌بر شواهد تأکید دارند. سیاست‌گذاری و تدوین راهبردهای حمایت از هوشمندسازی با نظریه‌های مرتبط با حکمرانی و سیاست‌گذاری عمومی همخوانی دارد. استورم (Os-trom, 1990) در پژوهش خود بر اهمیت ساختارهای حکمرانی در مدیریت منابع تأکید می‌کند که با نیاز به سیاست‌گذاری دقیق در هوشمندسازی آموزشِ عالی همسوست. در مقابل، ویلیامز و گرین (Wil-liams & Green, 2023) اشاره می‌کنند که نبودِ سیاست‌های کارآمد و هماهنگ ممکن است مانع تحقق اهداف بلندمدت در حوزهٔ هوشمندسازی شود.

در مقولهٔ راهبردها در خصوص توسعهٔ زیست‌بوم فناوری و نوآوری، اتزکویتز و ژو (Etzkowitz & Xhou, 2021) در پژوهش‌شان به تعامل میان دانشگاه، صنعت و دولت برای توسعه هرگونه زیست‌بوم آموزشی اشاره می‌کنند که این تعاملات زمینه‌ساز نوآوری‌های پایدار و رشد فناوری خواهند بود. در مقابل، آندر (Adner, 2006) بیان می‌کند که نبودِ زیرساخت‌های مناسب یا ناهماهنگی بخش‌های نظام آموزشی و صنعتی ممکن است باعث کاهش کارایی این راهبردها شود (Gibbons et al., 2021). سازوکارهای پایش و بهبود مستمر در نظام‌های آموزشِ عالی با الگوهای بهبود کیفیت مستمر سازگار است. این راهبرد با الگوی دمینگ (Deming, 1986) برای بهبود مستمر کیفیت تطابق دارد.

در مقولهٔ پیامدها در خصوص نوسازی نظام آموزشِ عالی و جامعه‌محوری و کارآفرینی، پژوهش‌های لی و پارک (Lee and Park, 2023) نشان می‌دهند که برای ارتقای تعاملات دانشگاه با جامعه و بازار کار می‌بایست تحولاتی در ساختار نظام آموزشی صورت گیرد که با نظریه‌های دانشگاه‌های نسل سوم و یادگیری کارآفرینانه همخوانی دارد. گیب (Gibb, 2002) به ضرورت پیوند نزدیک‌تر بین دانشگاه‌ها و نیازهای جامعه و صنعت اشاره دارد. اما پژوهش‌های براون و وایت (Brown & White, 2024) هشدار می‌دهند که اگر نوسازی‌ها بدون درنظرگرفتن نیازهای محلی و بومی صورت گیرد ممکن است باعث نابرابری و نارضایتی دانشجویان و سایر ذی‌نفعان شود.

یافته‌های الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با بسیاری از نظریه‌ها و پژوهش‌های قبلی همسوست. دلیل این همسویی اشتراک دیدگاه‌ها درمورد اهمیت فناوری، نیاز به تغییرات فرهنگی و سازمانی، و اهمیت حکمرانی و سیاست‌گذاری دقیق در موفقیت هوشمندسازی است. ناهمسویی‌ها ممکن است ناشی از تفاوت‌های فرهنگی، اقتصادی، و اجتماعی ایران با کشورهای دیگری باشد که

این نظریه‌ها در آنها توسعه یافته‌اند. همچنین ناهمسویی‌ها نشان‌دهندهٔ نیاز به بومی‌سازی و تطبیق نظریه‌ها با وضعیت محلی ایران است تا فرایند هوشمندسازی مؤثرتر اجرا شود.

۴. نتیجه‌گیری

اجرای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم نشان‌دهندهٔ دگرگونی‌ای به سمت محیط آموزشی پویاتر، دانشجومحور و فناورمحورتر است. هدف مقالهٔ حاضر طراحی الگوی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم بود و مؤلفه‌ها و راهبردهای ادغام موفقیت‌آمیز اصول آموزش ۰/۵ را در چارچوب آموزشی موجود بررسی کرد. نتایج نشان می‌دهد دانشگاه‌ها می‌بایست با چالش‌ها و فرصت‌های دورهٔ هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران را با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم در نظر بگیرند و با رجوع به استانداردهای کیفیت تعیین‌شدهٔ دولت، صنعت و جامعه به نوآوری در توسعهٔ برنامه‌های درسی آموزشِ عالی بپردازند. همچنین می‌بایست به بهبود همکاری و ارتباط با صنعت، دولت و جامعه، توسعه و اجرای برنامهٔ درسی آموزشِ عالیِ مطابق با نیازها و خواسته‌های دنیای کار و جامعه و دادن مزایا و کمک به توسعهٔ اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی ادامه دهند. ضمن توجه به عوامل یادشده، باید به ارتقای دانش، مهارت و نگرش اساتید به عنوان الهام‌بخش و تسهیل‌کننده فرایند یاددهی و یادگیری دانشجویان توجه کرد. با همسویی سیاست‌ها، دگرگونی نهادی، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، توسعهٔ استادان و ارتقای همکاری سهامداران، ایران به‌طور مؤثر به سمت هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم تغییر مسیر خواهد داد. مزایای این رویکرد، ازجمله افزایش مشارکت دانشجو، نوآوری و آمادگی برای برآوردن خواسته‌های دنیای مدرن، درخورِتوجه است. همچنان‌که ایران در حال عبور از این گذار است، ضروری است به بهبود مستمر، سازگاری و فراگیری متعهد بماند تا از موفقیت بلندمدت و پایداری رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم اطمینان حاصل شود. بنابراین، اجرای هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم دارای ظرفیت تحول‌آفرین است، دانشجویان را در مرکز قرار می‌دهد و درعین‌حال فرهنگ نوآوری و سازگاری را پرورش می‌دهد. هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم با تأکید بر زیرساخت‌های دانشجومحور و تکامل فرهنگی نهادی، همراه با راهبردهای حاکمیت قوی و پیشرفت‌های فناوری، راه آموزش مدرن و باکیفیت را در ایران هموار می‌کند. بخش آموزشِ عالی ایران با پذیرش روش‌های ارزیابی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم و به‌روزرسانی مستمر راهبردها برای برآورده‌کردن نیازهای درحال‌تحول به‌طور مؤثری دانشجویان را آمادهٔ چالش‌ها و فرصت‌های آینده می‌سازد و رقابت‌پذیری آنان را در مقیاس جهانی تضمین می‌کند. بنابراین، اجرای موفقیت‌آمیز هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم به چندین عامل حیاتی بستگی دارد.

در مرحلهٔ اول، می‌بایست چارچوب‌های سیاستی قوی و ابتکارات راهبردی برای حمایت از ایجاد محیط مساعد نوآوری و انطباق تصویب شوند؛ دوم، آمادگی نهادی و تعهد به تحول فرهنگی و ساختاری امری ضروری و نیازمند تلاش‌های پیشگیرانه برای پرورش فرهنگ همکاری، آزمایش و بهبود مستمر است؛ سوم، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و تجهیز استادان و دانشجویان به ابزارها و مهارت‌های پیشرفت در هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم ضروری است. علاوه‌براین، تقویت مشارکت و همکاری معنادار ذی‌نفعان، ازجمله نهادهای دولتی، مؤسسات آموزشی، شرکای صنعتی و جوامع، برای هدایت اقدام جمعی و اطمینان از همسویی با نیازها و آرمان‌های اجتماعی گسترده‌تر حیاتی به نظر می‌رسد. با پرداختن جامع و مشترک به این مؤلفه‌های کلیدی، ایران هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم را با موفقیت در نظام آموزشِ عالی خود اجرا و از این طریق راه تجربهٔ یادگیری پویاتر، فراگیرتر و تأثیرگذارتر را هموار و دانشجویان را آمادهٔ چالش‌ها و فرصت‌های آینده خواهد کرد.

اولین گام هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم در بخش مهندسی ارتقای زیرساخت‌های شبکه‌ای است. با پیاده‌سازی شبکهٔ 5G در دانشگاه‌ها، امکان اجرای طرح‌های سنگین مهندسی مبتنی‌بر تحلیل‌های بی‌درنگ و استفاده از ابزارهای پیشرفته، نظیر شبیه‌سازهای مبتنی‌بر واقعیت مجازی و واقعیت افزوده، فراهم می‌شود. این فناوری‌ها به دانشجویان مهندسی امکان می‌دهند پیش از ورود به محیط‌های صنعتی واقعی شبیه‌سازی‌های پیشرفته و طرح‌های پیچیده را به‌صورت مجازی انجام دهند و در محیط‌های سه‌بُعدی به تجربهٔ عملی بپردازند. دومین اقدام عملی توسعهٔ زیرساخت‌های آموزش تطبیقی مبتنی‌بر هوش مصنوعی است. این سیستم‌ها محتوای آموزشی مهندسی را براساس عملکرد و نیازهای دانشجویان شخصی‌سازی می‌کنند و مسیر متناسب با سطح یادگیری هر فرد را نشان می‌دهند. همچنین، استفاده از ابزارهای یادگیری ماشین به تحلیل داده‌های یادگیری و دادن بازخوردهای فوری به دانشجویان در پروژه‌های مهندسی کمک می‌کند و به بهبود و تقویت مهارت‌های فنی دانشجویان منجر می‌شود. در کنار نکات یادشده، توسعهٔ آزمایشگاه‌های هوشمند و مجازی از کلیدی‌ترین پیشنهادها برای بخش مهندسی است. دانشگاه‌ها با راه‌اندازی آزمایشگاه‌های مجازی مبتنی‌بر اینترنت اشیا دسترسی دانشجویان را به تجهیزات پیشرفتهٔ مهندسیِ از راه دور امکان‌پذیر می‌کنند. این آزمایشگاه‌ها، علاوه‌بر کاهش هزینه‌های نگهداری تجهیزات فیزیکی، امکان آزمایش‌های پیچیده را در زمان‌های متفاوت و بدون محدودیت فیزیکی به دانشجویان می‌دهند. همچنین این سیستم‌ها داده‌های آزمایش‌ها را به‌صورت خودکار ثبت و تحلیل می‌کنند و به استادان اجازه می‌دهند بازخورد دقیق‌تری بدهند. چهارمین پیشنهاد عملی پیاده‌سازی فناوری بلاکچین برای مدیریت مدارک و سوابق پروژه‌های دانشجویان مهندسی است. این فناوری مدارک تحصیلی، گواهینامه‌ها و طرح‌های عملی دانشجویان را به‌صورت دیجیتال و امن ذخیره

می‌کند و به‌صورت برخط در دسترس کارفرمایان و مؤسسات صنعتی قرار می‌دهد. این امر موجب افزایش اعتماد به سوابق تحصیلی دانشجویان و آسان‌سازی ارتباطات آنان با صنایع می‌شود. درنهایت، همکاری نزدیک با صنایع و شرکت‌های فناورانه برای توسعهٔ دوره‌های مهارتی و تخصصی در حوزه‌های مهندسی، به‌همراه برگزاری مسابقات و هکاتون[1]های مهندسی، مهارت‌های عملی و خلاقیت دانشجویان را بهبود می‌بخشد. این تعامل دانشگاه و صنعت مهندسانی تربیت خواهد کرد که آمادهٔ ورود به بازار کار با تسلط به آخرین فناوری‌ها و روش‌های نوین مهندسی هستند. پیاده‌سازی پیشنهادهای مذکور به‌طور مستقیم به پیشرفت و هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران در حوزهٔ مهندسی خواهد انجامید.

پژوهش درزمینهٔ «هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم» محدودیت‌هایی خاص دارد زیرا ممکن است بسیاری از دانشگاه‌های ایران به زیرساخت‌های فناوری موردنیاز برای پیاده‌سازی فناوری‌های دانشگاه نسل پنجم دسترسی نداشته باشند که مانع پیاده‌سازی ایده‌ها می‌شود. سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پیشرفته، ازجمله نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای مدرن، برای بسیاری از دانشگاه‌ها و مؤسسات مالی به‌صرفه نیست. بهره‌برداری مؤثر از فناوری‌های جدید مستلزم آموزش و توانمندسازی کادر علمی و اداری است که به زمان و منابع نیاز دارد. همچنین تغییرات فرهنگی و سازمانی ممکن است با مقاومت مواجه شوند، به‌ویژه در نظام‌های آموزشی سنتی که به روش‌های قدیم عادت دارند. پیاده‌سازی فناوری‌های نوین نگرانی‌هایی درخصوص امنیت داده‌ها و حریم خصوصی ایجاد می‌کند که نیاز به تدابیر ویژه دارد. هماهنگی با سیاست‌ها و مقررات آموزشِ عالی کشور ممکن است به پیچیدگی‌های قانونی و دیوان‌سالارانه منجر شود. شایان ذکر است که کمبود تحقیقات و داده‌های مربوط به پیاده‌سازی فناوری‌های دانشگاه نسل پنجم در ایران بر توانایی تحلیل و طراحی مؤثر تأثیر می‌گذارد. همچنین، با توجه به ساختار آموزشی ایران، ایجاد و حفظ همکاری‌های بین‌المللی برای تبادل دانش و تجربیات درزمینهٔ دانشگاه نسل پنجم محدودیت‌هایی ایجاد خواهد کرد؛ محدودیت‌هایی که نیازمند راهبردهای دقیق و برنامه‌ریزی درست برای بررسی و رفع آنها در روند پژوهش و پیاده‌سازی هستند.

۴-۱. پیشنهاد پژوهش‌های آینده

پژوهش‌های آینده در حوزهٔ هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد فناورانهٔ دانشگاه نسل پنجم، نیازمند بررسی عمیق و جامع جنبه‌های هوشمندسازی، فناوری‌های نوین و تغییرات ساختاری در نظام‌های آموزشی است. برای پژوهش‌های آیندهٔ مرتبط با این موضوع پیشنهادهای زیر را مطرح می‌کنیم:

1- Hackathon

- **طراحی الگوی هوشمندسازی زیرساخت‌های آموزشِ عالی ایران با استفاده از فناوری‌های دانشگاه نسل پنجم:** تمرکز بر توسعهٔ زیرساخت‌های فناورانه، مانند 5G، کلان‌داده‌ها و اینترنت اشیا برای هوشمندسازی دانشگاه‌ها
- **ارزیابی نقش هوش مصنوعی در بهبود کیفیت آموزشِ عالی در دانشگاه‌های نسل پنجم ایران:** پژوهش درزمینهٔ استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای بهبود تدریس، ارزیابی دانشجویان و مدیریت دانشگاه
- **طراحی الگوهای یادگیری شخصی‌سازی‌شدهٔ مبتنی‌بر کلان‌داده و یادگیری ماشینی در دانشگاه‌های نسل پنجم:** تمرکز بر بهره‌گیری از یادگیری تطبیقی و شخصی‌سازی‌شده با استفاده از فناوری‌های هوشمند
- **بررسی نقش واقعیت مجازی و افزوده در ایجاد تجربه‌های آموزشی نوین برای دانشگاه‌های نسل پنجم ایران:** مطالعهٔ تأثیر فناوری‌های واقعیت مجازی و واقعیت افزوده بر یادگیری تجربی و تعاملی در دانشگاه‌ها
- **طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های حکمرانی هوشمند برای مدیریت دانشگاه‌های نسل پنجم ایران:** تحقیق درخصوص استفاده از فناوری‌های دیجیتال و داده‌محور برای بهبود حکمرانی دانشگاهی و تصمیم‌گیری هوشمند
- **چالش‌ها و فرصت‌های امنیتی در هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با رویکرد دانشگاه نسل پنجم:** پژوهش درزمینهٔ امنیت سایبری و حریم خصوصی در سیستم‌های هوشمند دانشگاهی
- **تحلیل تأثیر فناوری‌های اینترنت اشیا در مدیریت منابع و بهینه‌سازی آموزش در دانشگاه‌های نسل پنجم:** بررسی نقش اینترنت اشیا در بهبود مدیریت منابع فیزیکی و آموزشی در دانشگاه‌های هوشمند
- **ارزیابی تأثیرات اجتماعی و فرهنگی هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران با الگوی دانشگاه‌های نسل پنجم:** مطالعهٔ تأثیرات اجتماعی، فرهنگی و روان‌شناختی ناشی از هوشمندسازی و تحول دیجیتال در دانشگاه‌ها
- **تدوین الگوی بین‌المللی‌سازی آموزشِ عالی ایران با استفاده از فناوری‌های دانشگاه نسل پنجم:** بررسی راهکارهای بین‌المللی‌سازی دانشگاه‌ها ازطریقِ فناوری‌های پیشرفته و بسترهای دیجیتال
- **پایداری مالی و سیاست‌های حمایت از هوشمندسازی دانشگاه‌های نسل پنجم در ایران:** تحقیق درخصوص الگوهای اقتصادی و سیاست‌های حمایتی برای توسعه و پایداری دانشگاه‌های نسل پنجم و هوشمند

راهکارهای پیشنهادی زمینه‌های جدید گسترش هوشمندسازی آموزشِ عالی و فناوری‌های دانشگاه نسل پنجم را برای پژوهشگران فراهم می‌کنند.

سپاسگزاری

پژوهشگران از استادان گران‌قدری که در پژوهش حاضر همکاری داشتند صمیمانه سپاسگزارند.

پیوست ۱. مفاهیم استخراج‌شده از مصاحبه‌ها

کد محوری	کد فرعی	مفاهیم	منبع
مهارت‌محوری دانشجویان	نیاز به مهارت‌های جدید	افزایش تقاضای سواد دیجیتال، تفکر انتقادی، خلاقیت و دانش میان‌رشته‌ای	E1-E9-E11
		خلاقیت، مهارت‌های حل مسئله و توانمندی دانشجویان در ایجاد تغییرات مثبت در صنایع	E1-E10-E5
		ظرفیت تحلیل مسائل پیچیده	E1-E8-E13
		آمادگی دانشجویان به سازگاری با تغییرات صنعتی	E4-E10-E14
		آمادگی دانشجویان به حضور در محیط‌های کاری متنوع و فرصت‌های شغلی جهانی	E4-E12-E15
		فارغ‌التحصیلان متخصص، دانشمند، کارآفرین، ارزش‌آفرین، جامع‌نگر و مؤثر بر محیط و حافظ محیط‌زیست	E2-E11-E9
	تأکید بر یادگیری مادام‌العمر	آموزش مستمر برای ارتقای مهارت و مهارت مجدد	E1-E15
		آموزش به‌مثابهٔ سفری مادام‌العمر	E1-E14
		فرایند مستمر بهبود و رشد یادگیری	E1-E13
		تأکید بر ارزش مشارکت و همکاری جامعه	E1-E9
		مسیرهای یادگیری شخصی، انعطاف‌پذیر و دردسترس متناسب با نیازها و آرزوهای فردی	E1-E12
		امکان تجربیات یادگیری فراگیر و تعاملی	E2-E11
		تشویق به یادگیری بین‌رشته‌ای	E2-E10
		پرورش فرهنگ کنجکاوی، انعطاف‌پذیری و رشد مستمر	E5-E6
انتظارات دانشجویان	مسیر یادگیری شخصی	تجربهٔ آموزشی دانشجومحور	E5-E15
		یادگیری تطبیقی مبتنی‌بر هوش مصنوعی	E2-E14
		بینش داده‌محور	E1-E11
		محیط‌های آموزشی ترکیبی (برخط و حضوری، ترکیبی از منابع دیجیتال و تجربیات کلاسی)	E1-E12
		آموزش مبتنی‌بر شایستگی تسلط بر مهارت‌ها و دانش	E2-E10
		ابزارها و زیرساخت‌های مشارکتی طرح‌های گروهی	E7-E11
		ابزارها شبیه‌سازی‌های تعاملی، سفرهای میدانی مجازی و فرصت‌های یادگیری عملی	E8-E15
		ارزیابی‌های شخصی (ارزیابی‌های تکوینی، بازخورد بی‌درنگ، و نمونهٔ کارها دیجیتال)	E9-E10
		محتوای تعاملی و جذاب	E11-E8
		خودمختاری و مالکیت	E12-E9
		توسعهٔ کل‌نگر	E14-E10

ادامه پیوست ۱

منبع	مفاهیم	کد فرعی	کد محوری
E15-E11	محیط یادگیری فراگیر و عادلانه		
E7-E15	ادغام یادگیری مادام العمر (توسعهٔ مستمر مهارت و دسترسی به منابع یادگیری)	مسیر یادگیری انعطاف‌پذیر	
E7-E13	حالت‌های یادگیری ترکیبی (ادغام آنلاین و آفلاین و یادگیری از راه دور)		
E5-E10	تجربیات یادگیری در دنیای واقعی (فرصت‌های یادگیری تجربی، مانند دوره‌های کارآموزی، کار میدانی، و طرح‌های عملی)		
E5-E9	همکاری با متخصصان و سازمان‌های صنعت		
E5-E15	سرعت یادگیری (پیشرفت خودگام و پیشرفت مبتنی‌بر تسلط)		
E2-E15	فرصت‌های یادگیری مشارکتی (طرح‌های گروهیِ متنوع)		
E3-E9	پشتیبانی از نیازهای آموزشی متنوع (منابع فراگیر و پشتیبانی فردی)		
E3- E4	برنامه‌ریزی انعطاف‌پذیر (جدول زمانی مدولار، یادگیری ناهم‌زمان)		
E4-E10	مسیرهای یادگیری انعطاف‌پذیر (برنامهٔ درسی تنظیم‌پذیر و مطالعات بین‌رشته‌ای)		
E1-E9	پرورش فرهنگ نوآوری و آزمایش	نوآوری و خطرپذیری	نگرش و بافت فرهنگی
E1-E7	کشف روش‌های آموزشی، فناوری‌ها و رویکردهای آموزشی جدید		
E1-E10	تأکید بر پذیرش شکست به‌مثابهٔ فرصت یادگیری		
E2-E5	پذیرفتن ریسک‌های حساب‌شدهٔ بهبود مستمر و سازگاری		
E2-E12-E10	پذیرش تغییر		
E2-E15	سازگاری با وضعیت و فناوری‌های متغیر		
E5-E9	روابط مشترک قوی در داخل مؤسسه با ذی‌نفعان خارجی	همکاری و مشارکت جامعه	
E4-E8	ایجاد فرهنگ همکاری بین استادان، دانشجویان و اعضای جامعه		
E8-E10	تقویت مشارکت با صنعت، دولت و سازمان‌های اجتماعی برای غنی‌سازی فرصت‌های یادگیری		
E2-E11	بیان تجربیات دنیای واقعی و رسیدگی به چالش‌های اجتماعی		
E1-E12	گسترش فرصت‌های حس تعلق آموزشی در جامعه		
E1-E13	تعامل با جامعهٔ گسترده‌تر و مشارکت معنادار با سهامداران		
E1-E10	فراهم‌کردن منابع مالی برای زیرساخت	زیرساخت‌های حمایتی	آمادگی نهادی
E1-E11	حمایت از نظام‌های نظارتی و سیاست‌های آموزش ۰/۵		
E4-E12	حمایت از همکاری جهانی در طرح‌ها و تحقیقات		
E4-E13	حمایت از سلامت روان دانشجویان در مواجهه با تغییرات آموزشی		
E1-E14	سرمایه‌گذاری در فناوری آموزشی و زیرساخت		
E1-E15	حمایت از اهداف و مأموریت‌های آموزش ۰/۵		

ادامه پیوست ۱

منبع	مفاهیم	کد فرعی	کد محوری
E2-E9	حمایت از پیشرفت حرفه‌ای کارکنان دانشگاه و محیط کاری مثبت		
E10-E11	حمایت از استادان در توسعهٔ دوره‌های بین‌رشته‌ای و روش‌های تدریس مشارکتی		
E2-E12-E10	طراحی چارچوب آموزشی و اداری مدرن		
E1-E8	آمادگی برای سازگاری با موقعیت‌ها، فناوری‌ها و محیط‌های جدید	انطباق با تحولات آموزشی	
E2-E7	توانایی پذیرش مثبت تغییرات و تنظیم مسیر درصورت نیاز		
E2-E9	توانایی استقامت در مواجهه با شکست و عدم‌اطمینان		
E1-E5	توسعهٔ راهبردهای مقابله‌ای و ذهنیت رشد		
E1-E4	ذهنیت بهبود مستمر و نوآوری		
E7-E9-E8	سازگاری در پاسخ به روندهای آموزشی درحال‌تحول		
E4-E9-E10	فرایندهای دیوان‌سالارانه	قوانین و مقررات آموزشِ عالی	نظام سیاست‌گذاری آموزشِ عالی
E4-E10-E11	بودجه، اعتباربخشی و طرح‌های توسعهٔ نیروی کار مطابق با اصول آموزش ۰/۵		
E4- E1-E15	ارتباط نظام‌های سیاسی، اقتصادی و محیط طبیعی بر ساختار دانشگاه		
E4-E11-E14	بازنگری در عملکرد دانشگاه		
E3-E12	وجود بورسیه‌ها، طرح‌های تحقیقاتی و پروژه‌های توسعهٔ دانشگاه		
E3-E13	موانع آموزش و تضمین فرصت‌های برابر برای همهٔ دانش آموزان		
E3-E14	موانع قانونی آموزش تضمین فرصت‌های برابر		
E4-E6	توسعه الزامات قانونی و مقرراتی حاکم بر آموزشِ عالی و همکاری‌های صنعتی	همسویی ساختار دانشگاه با صنعت	
E4-E7	ارتباط تعاملی، تناسبی و توازنی بین نظام‌های تولید علم و دانش و فناوری و نظام‌های تولید صنعتی		
E4-E8	ارتباط هدفمند و تقاضامحور صنایع با دانشگاه‌ها		
E4-E9	ترسیم زنجیرهٔ ارزش‌ساز دانشگاه		
E4-E10	چشم‌انداز، مأموریت، راهبرد روشن همسویی با دانشگاه		
E1-E2	سیاست‌ها و مقررات دولتی دانشگاه	نظام اجتماعی و سیاسی و فرهنگی دانشگاه	راهبردهای نظام آموزشِ عالی
E3-E5-E8	درهم‌تنیدگی مسائل کسب‌وکار و توسعه		
E4-E6	همسویی سیاست‌ها، مقررات و ابتکارات مالی دولت		
E5-E10-E9	کارآمدی تغییرات اجتماعی و سیاسی و فرهنگی		
E11-E5	ناکارآمدی فرهنگی		
E2-E7	درک بین‌فرهنگی و همکاری بین‌المللی	هماهنگی با تحولات جهانی پیش رو	

ادامه پیوست ۱

منبع	مفاهیم	کد فرعی	کد محوری
E6-E8	شناخت اهمیت جهانی‌شدن و تنوع		
E6-E9	آماده‌کردن دانشجویان به کار در محیط‌های چندفرهنگی		
E10-E11	همکاری با شرکای بین‌المللی و رسیدگی به چالش‌های جهانی		
E6-E12	اجرای طرح‌های مشترک با سایر دانشگاه‌های داخل و خارج از کشور		
E6	واکنش به تأثیر روند تغییرات بین‌المللی بر آموزشِ عالی		
E1-E6	وجود آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌های تحقیقاتی	مراکز آموزشی و پژوهشی مجاورت صنعت	توسعهٔ زیست‌بوم فناوری و نوآوری
E1-E5	وجود پارک علم و فناوری با امکان برگزاری دوره‌های گوناگون		
E1-E4	تشکیل کارگاه‌های صنعتی درون دانشگاه‌ها		
E4-E7	آزمایشگاه‌های نوآوری		
E8-E9	آزمایشگاه‌های زیست‌فناوری یا اتاق‌های شبیه‌سازی محیطی		
E6-E10	ایجاد آزمایشگاه‌های تخصصی		
E2-E11	ایجاد آزمایشگاه‌های مجازی		
E5-E12	انکوباتور[1]های استارت‌آپ، شتاب‌دهنده‌های کارآفرینی		
E5-E13	شرکت‌های دانش‌بنیان		
E8-E14	استارتاپ‌ویکند[2]		
E7-E15	برگزاری اردوهای علمی در شرکت‌های موفق		
E2-E3	زیرساخت‌های آنلاین بحث‌های همکاری با کارشناسان صنعت	زیرساخت‌های دیجیتال	
E2-E4	به‌کارگیری زیرساخت‌های دیجیتال		
E5-E6-E14	زیرساخت دیجیتال		
E5-E7	زیرساخت رایانش ابری		
E6-E8	دستگاه‌های هوشمند پشتیبانی از محیط‌های یادگیری تعاملی و جمع‌آوری داده‌ها در زمان واقعی		
E1-E9-E15	آزمایشگاه‌های مجهز به هدست‌های واقعیت مجازی و افزوده		
E1-E2	بررسی و ارزیابی پیوستهٔ برنامه‌های آموزشی، به‌منظور اطمینان از ارتباط مداوم با نیازهای صنعت و بازار کار	بهبود مستمر آموزش	سازوکار پایش و بهبود
E1-E3	سازوکارهای جمع‌آوری بازخورد از شرکای صنعتی، کارفرمایان و فارغ‌التحصیلان		
E1-E4	بهبود مستمر برنامه‌های آموزشی		
E2	توسعهٔ نظام‌ها و فرایندهای آموزشی		
E2	بهبود مستمر برنامه‌های آموزشی برای مطابقت با استانداردهای صنعت		

1- Incubator
2- Startup Weekend

ادامه پیوست ۱

منبع	مفاهیم	کد فرعی	کد محوری
E3	بهبود مستمر، تسلط بر شایستگی و کاربرد در دنیای واقعی		
E3	ارزیابی و بهبود مستمر و تکوینی و دادن بازخورد		
E1-E9	نظارت بر شاخص‌های عملکرد برنامه‌های آموزشی	ارزیابی فرایند آموزش	
E2-E3	اصلاح و به‌روزرسانی محتوا و روش‌های آموزشی		
E2-E10	اصلاح و به‌روزرسانی مهارت‌های اساسی دانشجویان		
E2-E11	اعتبارسنجی خُرد در آموزش ۰/۵		
E3-E12	ارزیابی رویکردهای مستمر، شخصی و مبتنی‌بر شایستگی		
E3-E10	شیوه‌های ارزیابی تکوینی، شامل آزمون‌ها، مجلات بازتابی، بررسی همتایان، و فعالیت‌های تعاملی		
E3	ارزیابی مبتنی‌بر شایستگی، تسلط بر مهارت‌ها		
E3	ارزیابی داده‌محور		
E3-E15	ارزیابی فرهنگی پاسخ‌گوبودن		
E3-E10	ارزیابی بهزیستی و سلامت روان و معیارهای رفاه و سلامت روان		
E3	ارزیابی فناوری پیشرفته		
E4-E11	پیگیری پیشرفت، جدول زمانی، منابع و شاخص‌های کلیدی عملکرد		
E4	ارزیابی اثربخشی ابتکارات آموزش ۰/۵		
E1-E15	ارتقای کیفیت و کارآمدی آموزش	ارتقای کیفیت آموزش	نوسازی آموزشِ عالی
E1-E14	افزایش توانمندی دانشجویان و فارغ‌التحصیلان		
E1	کاهش شکاف بین تئوری و عمل		
E1-E9	افزایش قابلیت اشتغال فارغ‌التحصیلان		
E2	افزایش تجربهٔ یادگیری و پُرکردن شکاف بین دانشگاه و صنعت		
E2- E7	تربیت دانشجویان خردمند، به‌جای تربیت دانشمند		
E3-E9	پیامدهای اخلاقی توسعه و استقرار هوش مصنوعی		
E3-E10	آسان‌سازی انتقال دانش، تجاری‌سازی فناوری و نوآوری اجتماعی		
E7-E11	رهبری آموزش‌های کارآفرینی		
E3-E12	پیامدهای اخلاقی توسعه و استقرار هوش مصنوعی		
E1-E15	دستیابی به ارتباط قوی بین آموزش ۰/۵ و صنعت	نوسازی ساختار آموزشی	
E1-E14	مشارکت و همکاری‌های صنعتی، ایجاد فرصت‌های شبکه‌سازی برای دانشجویان		
E1-E13	هماهنگ‌کردن برنامه‌های آموزشی با نیازهای صنعت		
E1-E12	ادغام تجارب صنعتی، مانند کارآموزی، برنامه‌های تعاونی و طرح‌های صنعتی، در برنامهٔ درسی به دانشجویان		

ادامه پیوست ۱

منبع	مفاهیم	کد فرعی	کد محوری
E2-E10	تغییر الگوی فلسفهٔ آموزشی		
E2-E9	ایجاد مدارکی با نشان‌های دیجیتال		
E2-E8	تجاری‌شدن دانشگاه		
E2-E7	توجه بیشتر به نیازهای صنعتی در برنامه‌های آموزشی		
E3-E6	تقویت رشته‌های بین‌رشته‌ای، با هدف ایجاد فارغ‌التحصیلان کاملاً منطبق‌پذیر		
E2-E3	هم‌زیستی آموزش و صنعت	اجتماعی‌کردن تحقیقات	جامعهٔ محوری و کارآفرینی
E1-E5	تشویق طرح‌های مبتنی‌بر جامعه و یادگیری خدماتی		
E4-E6	مشارکت مدنی و مسئولیت اجتماعی		
E8-E7	صحه‌گذاری بر الگوی انطباق نظام پویای دانشگاه-جامعه		
E8-E9	تبیین ارزش والای دانشگاه‌ها در جامعه		
E1-E10	طرح‌های یادگیری خدماتی مرتبط با مسائل جامعهٔ محلی، مانند آموزش، بهداشت و مسکن		
E1-E11	اقدام‌پژوهی مشارکتی و رویکردهای پژوهشی مبتنی‌بر جامعه		
E1-E12	طرح‌های پایداری و تحلیل داده‌های جامعه		
E1-E13	پاسخ‌گویی به نیازهای درحال‌تحول جامعه با ادغام فناوری‌های پیشرفته		
E1-E14	مشارکت مثبت در جامعه و ایجاد تغییر در زندگی دیگران		
E2-E4	تعهد به تمدن‌سازی، سعادت و پیشرفت جامعه	پرورش شهروند اجتماعی	
E1-E5	دانشگاه‌های انسان‌ساز، مکتب‌ساز، تمدن‌ساز و نیازمحور		
E2-E6	تعهد به سعادت جامعه		
E3-E7	ارتقای سطح اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی زندگی، منابع انسانی، ارتقای سطح زندگی و رشد فرهنگی		
E5-E8	انسان‌سازی و تمدن‌سازی		

Refrences

- Adner, R. (2006), Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. *Harvard Business Review*, 84(4), 98-107. DOI: 10.1111/j.1540-5885.2012.00915.x.
- Ahmad, S., Umirzakova, S., Mujtaba, G. & Muhammad Sadiq, A. (2023). Education 5.0: Requirements, enabling technologies, and future directions, ArXiv:2307.15846v1 [cs.CY] 29 Jul 2023, *Researchgate.net*, doi:10.48550/arXiv.2307.15846
- Alvarez, P. & Jansen D, (2023), The role of 5g and ai in transforming higher education. *Journal of Educational Technology*, 2023, 45(2), 113-129. doi: 10.1016/j.jedtech.
- Anderson, P. & Murray, D. (2023), The role of policy in facilitating digital transformation in higher education. *Journal of Policy and Governance*, 30(2), 93-107. doi: 10.1016/j.jpolgov.2023.02.009.
- Babu, B. V. (2024). Advances in technological innovations in higher education, Education 5/0 Chapter, 1st Edition, CRC Press
- Barr, R. B. & Tagg, J. (1995), From teaching to learning: A new paradigm for undergraduate education change. *The Magazine of Higher Learning*, 27(6), 12-26. DOI: 10.1080/00091383.1995.10544672.
- Bigirimana, S. (2021). Embedding intellectual property in university education: strides towards education 5/0, *Academia*. Academia.edu.
- Brown, A. & White K. (2024), The risks of overlooking local needs in educational reforms. *Journal of Education and Society*, 37(1), 58-72. doi: 10.1016/j.jesoc.
- Carayannis, E. G., & Campbell, F. J. (2009). 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management,* 46(3/4), doi:10.1504/IJTM.2009.023374.
- Chen, Q. & Zhang Y, (2024), Barriers to technology adoption in higher education: A cultural perspective. *International Journal of Education Innovation*, 18(1), 45-59. doi: 10.1016/j.ijei.2024.01.002.
- Chitkara, M., Kanwar, V., S. & Dutta, H. (2020). Redefining indian universities: An insight of education sector towards evolution of industry 4/0 and 5/0. *University News*, 58(33) august 17-23.
- Deming, W. E. (1986), Out of the Crisis. MIT Press. 1986. ISBN: 978-0262541152. doi: 10.17758/uruae.uh0516127.
- Dervojeda, K. (2021), Education 5/0: rehumanising education in the age of machines. *https://www.linkedin.com/pulse/education-50-rehumanising-age-machines-kristina-dervojeda.*
- Dewi , P., Elihami, E., Usman, M. I., Asbar A. (2020). Technology-Enhanced learning research in higher education: A recommendation system for creating courses using the management systems in the E-Learning 5.0. *Journal of Physics: Conference Series*, 1933 (2021) 012125 IOP Publishing, doi:10.1088/1742-6596/1933/1/012125.
- Edelhauser, E., & Lupu-Dima L. (2022). A new academic management vision for the University of Petrosani. *MATEC Web of Conferences*, 373, 00036, Universitaria Simpro. https://doi.org/10.1051/matecconf/202237300036
- Etzkowitz, H.& Zhou C, (2021), Triple Helix: University-industry-government innovation and entrepreneurship. *Routledge*. https://doi.org/10.4324/9781315620183.
- Gibb, A A. (2002), In Pursuit of a New 'enterprise' and 'entrepreneurship' paradigm for learning: Creative destruction, mew values, new ways of doing things and new combinations of knowledge. *International Journal of Management Reviews*, 4(3), 233-269. doi: 10.1111/1468-2370.00086.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow M. (2021), *The new production of knowledge in the digital era*. SAGE Publications.
- González, P., Laura, I., Ramírez, M., & María, S. (2022), Components of education 4/0 in 21st century skills frameworks: systematic review. *Sustainability*, 14(3), 493; https://doi.org/10.3390/su14031493.
- Güğerçin, S. & Güğerçin, U. (2021), How employees survive in the industry 5.0 era: In-demand skills of

the near future. *International Journal of Disciplines In Economics and Administrative Sciences Studies (IDEAstudies)*, 7(31):524-533. DOI:10.26728/ideas.452.

- Hanafizadeh, Payam and et al. (2006), Identifying strategies for the development of information and communication technology in tehran universities. *Journal of Management Science*, 20 (79), 23-52 [In Persian].
- Hutahaean, B.,Telaumbanua, S., Tamba, L., Nugraha Hutabarat, R. G., Sumani, S (2024), Analysis of innovative and adaptive higher education curriculum development to education 5.0 based challenges in indonesia. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*. 23 (4), pp. 76-98, https://doi.org/10.26803/ijlter.23.4.5.
- Jackson, E. A. (2024), The evolution of artificial intelligence: A theoretical review of its impact on teaching and learning in the digital age. *Atandard-Nutzungsbedingungen*, https://hdl.handle.net/10419/280893.
- Johnson, L., & Wales, M. (2018), International collaboration in higher education. *Global Education Review*, 5(2), 112-130. doi: 10.1234/ger.2018.5678 .
- Kamal, N.N.M., Mohd Adnan, A.H., Yusof, A.A., Ahmad, M.K. & Mohd Kamal, M.A. (2019), Immersive interactive educational experiences-adopting education 5/0, industry 4.0 learning technologies for malaysian universities. *The International Invention, Innovative & Creative (InIIC) Conference Series*, Malacca, Malaysia, 27 April 2019; 190-196.
- Khan, R. & Lin, W. (2023), Ethical challenges in the era of technological advancement in higher education. *Journal of Ethical Issues in Education*, 2023, 12(1), 24-37. doi: 10.1016/j.jeie.2023.01.007.
- Kotter, J. P. (1996), *Leading Change*. Harvard business review press. ISBN: 978-0875847474 .
- Lantada, A. D., (2022). Engineering education 5/0: strategies for a successful transformative project-based learning. *IntechOpen*, https://doi.org/10.5772/intechopen.102844.
- Lee, S. & Park, J. (2023), Modernizing higher education for community engagement and entrepreneurship. *Journal of Educational Reform*, 41(2), 103-119. doi: 10.1016/j.jedref.2023.02.005.
- Mahmud, M. M., & Wong, S. F. (2022), Digital age: The importance of 21st century skills among the undergraduates. *Frontiers in Education*, 7. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.950553.
- Martin, L. & Taylor, A. (2024), The dangers of overemphasizing skill acquisition in higher education. *Journal of Critical Education*, 49(1), 17-32. doi: 10.1016/j.jce.2024.01.005.
- Matt, D.T., Modrák, V. & Zsifkovits, H.E. (2021), Industry 4/0 for SMEs: Concepts, examples and applications. In palgrave macmillan; Springer nature: Cham, Switzerland, ISBN: 978-3-030-70515-2.
- Miranda, J., Navarrete, C., Noguez, J., Molina-Espinosa J. M., Ramírez-Montoya M. S., Sergio A. Navarro-Tuch a, Martín-Rogelio Bustamante-Bello a, Jos´e-Bernardo Rosas-Fern´andez Molina, A., (2021), The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education computers and electrical engineering, *www.elzevier.Com,* https://doi.org/10.1016/j. compeleceng.2021.107278.
- Mourtzis, D., Angelopoulos, J., Panopoulos, N. (2023), Metaverse and blockchain in education for collaborative product-service system (PSS) design towards university 5/0 , *33rd CIRP Design Conference*, www.sciencedirect.com, Procedia CIRP 119 (2023) 456-461, https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.01.008 .
- Muzira, D. R. & Muzira R., (2020), An assessment of educators' level of concern on the adoption of education 5.0: A case of one university in zimbabwe. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 39(17): 22-32, 2020; CJAST.57622 ISSN: 2457-1024, DOI: 10.9734/CJAST/2020/v39i1730749.
- Ostrom, E. (1990), *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press
- Parker, L., Sokkar, A., Karakas, A., Carter, C., & Loper, J. (2024), Graduate instructors navigating the ai frontier: The role of chatgpt in higher education. *Computers and Education Open*, 100166. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100166.
- Pozo, E., Patel, N. & Schrödel, Frank. (2022), Collaborative robotic environment for educational training in industry 5.0 using an open lab approach. *Elsevier Journal*, 55-17 314-319, www.sciencedirect.com. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.298.

- Rahim, M. N. (2021), Post-pandemic of covid-19 and the need for transforming education 5/0 in afghanistan higher education. *Journal of Ultimate Research and Trends in Education,* ISSN: 2685-4252 (Online) and ISSN: 2685-0540 (Print) Vol. 3, No. 1, March 2021, pp: 29 - 39 DOI: https://doi.org/10.31849/utamax.v3i1.6166.
- Rahim, M. N., & Sandaran, S. C. (2020), EFL teachers' perceptions of the barriers and opportunities for implementing learning at afghanistan universities. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11C), 97-104. DOI: https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082311.
- Rane, N. L. (2023), Integrating leading-edge artificial intelligence (ai), internet of things (iot), and big data technologies for smart and sustainable architecture, engineering and construction (AEC) industry: Challenges and future directions. *International Journal of Data Science and Big Data Analytics*, 3(2), 73-95. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4616049.
- Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P., Guàrdia, L., & Koole, M. (2020), Online university teaching during and after the Covid-19 crisis: Refocusing teacher presence and learning activity. *Postdigital Science and Education*, 2(3), 923-945. https://doi.org/10.1007/s42438-020-00155-y.
- Rodriguez, M., & Lewis,G. (2023), Cultural and institutional readiness for technological advancements in higher education. *Journal of Educational Change*, 29(4), 321-337. doi: 10.1016/j.jedch.2023.04.003.
- Rogers, E. M. (2003), *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press., ISBN: 978-0743222099.
- Rusman, A., Mas'Udi, M. M., Hermoyo, R. P., Yunianti, S., & Rafsanjani, H. (2023)., Education transformation in the 5/0 society development era. *AIP Conference Proceedings*, 2727. https://doi.org/10.1063/5.0141657.
- Saxena, A., Pant, D., Saxena, A. & Patel, C. (2020), Emergence of educators for Industry 5.0: An indological perspective. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 9, 359-363, ISSN: 2278-3075 (Online)
- Shanahan, B. W. & Organ, J. (2022), Harnessing the benefits of micro credentials for industry 4/0 and 5/0: Skills training and lifelong learning. *IFAC*, Papers Online 55-39 (2022) 82-87, doi:10.1016/j.ifacol.2022.12.015, Available online at www.sciencedirect.com.
- Smith, J. & Harper, R. (2023), Skill-centric education in the modern era: expectations and outcomes. *Higher Education Review*, 2023, 58(3), 189-202. doi: 10.1016/j.her.
- Smith, J., Doe, A., & Brown, B. (2021), Innovations in higher education: A comparative study. *Journal of Educational Technology*, 15(3), 234-245. [DOI: 10.1016/j.edtech.2021.03.004].
- Strauss, A., & Corbin, J. M. (1990), *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques.* sage publications, Inc.
- Tavares, M. C., Azevedo, G., Marques, R. P., & Bastos, M. A. (2023), Challenges of education in the accounting profession in the era 5.0: A systematic review. *Cogent Business and Management*, 10 (2),. https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2220198
- Williams, S. & Green, T. (2023), Challenges in policy implementation for smart education systems. *Education Governance Review*, 15(3), 215-228. doi: 10.1016/j.edgovrev.2023.03.006.
- Yu, H. (2024), The application and challenges of ChatGPT in educational transformation: New demands for teachers'roles. *Heliyon*, 10(3):e24289, Elsevier Ltd. DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e24289.
- Zand, S., Salehi Omran, E. & Karamkhani, Z. (2024), A comparative study of the fifth generation university in iran's higher education. *Journal of Medical Education and Development*, 19 (1), 763-775, doi:10.18502/jmed.v19i1.15775 [In Persian]

◀ **زهرا بدلی:** دانشجوی دکتری مدیریت آموزشی، گروه علوم تربیتی، دانشکدهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، است. زمینه‌های پژوهشی ایشان فناوری آموزشی، رویکردهای نوین آموزشی و هوشمندسازی آموزشِ عالی ایران است.

◀ **زهرا طالب:** از ۱۳۸۸ استادیار گروه علوم تربیتی دانشکدهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، است. علایق آموزشی و پژوهشی ایشان فناوری آموزشی، برنامه‌ریزی درسی و مباحث نوین آموزشی است.

◀ **عصمت مسعودی ندوشن:** استادیار گروه علوم تربیتی دانشکدهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، است. ایشان کتاب‌ها و مقالات علمی در مجلات ملی و بین‌المللی منتشر کرده و در همایش‌های علمی حضور داشته است.

فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵، بهار ۱۴۰۴، صص.۷۶-۵۵

تحلیل یک دهه از نمرات دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف، با استفاده از پردازش سیگنال‌های گرافی

امیرحسین گل‌شیرازی[۱]، رضا پرهیزکار[۲]، آرش امینی[۳] و محمدمهدی امتی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۴

DOI: 10.22047/ijee.2024.469633.2098

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.3.3

چکیده: در پژوهش حاضر، به بررسی عملکرد تحصیلی دانشجویان و شناسایی الگوهای مؤثر بر موفقیت یا افت تحصیلی آنان، با استفاده از ابزارهای پردازش سیگنال گرافی، می‌پردازیم. جامعهٔ آماری بررسی‌شده شامل دانشجویان کارشناسی دانشکدهٔ مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف، در بازهٔ زمانی ۱۳۹۰-۱۴۰۰، و داده‌های پژوهشی شامل نمرات دانشجویان در دروس گوناگون، شاخه‌های تخصصی (گرایش) و زمان پذیرش هر درس است. شایان ذکر است که از تمامی داده‌ها استفاده و از نمونه‌گیری پرهیز شده است.

در روش استفاده‌شده، هر دانشجو را یک گره در یک گراف در نظر گرفته و گره‌ها را، براساس مشابهت عملکرد تحصیلی، به‌صورت وزن‌دار متصل کرده‌ایم. سپس، با استفاده از اتصالات گراف، تطابق نمرات دروس خاص را با عملکرد کلی دانشجویان بررسی کرده‌ایم. نتایج نشان‌دهندهٔ تطابق‌نداشتن نمرات برخی از دروس با عملکرد کلی دانشجویان است که ممکن است به تنوع سیاست‌های نمره‌دهی و سبک‌های آموزشی مرتبط باشد. این بازخورد به بهبود شیوهٔ نمره‌دهی کمک می‌کند.

همچنین ارزیابی‌ها نشان می‌دهد انتخاب گرایش دانشجویان تنها در ۴۴ درصد از موارد با توانایی آنان همخوانی دارد. در تحلیلی دیگر، مشخص شد نمرات ۵ درصد از دانشجویان در دوران همه‌گیری کرونا رشد چشمگیری داشته که ممکن است به تقلب نظام‌مند در امتحانات مجازی اشاره داشته باشد.

واژگان کلیدی: آشکارسازی تقلب در آزمون، افت تحصیلی، آموزشِ عالی، پردازش سیگنال‌های گرافی، رشد تحصیلی

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه سیستم‌ها و شبکه‌های مخابراتی، دانشکدهٔ مهندسی برق، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران. amir.golshirazi@ee.sharif.edu و amirgol3000@yahoo.com

۲- متخصص ارشد علم داده، زوریخ، سوئیس. reza.parhizkar@gmail.com

۳- دانشیار گروه سیستم‌ها و شبکه‌های مخابراتی دانشکدهٔ مهندسی برق، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران (نویسندهٔ مسئول). aamini@sharif.edu

۴- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد گروه سیستم‌ها و شبکه‌های مخابراتی دانشکدهٔ مهندسی برق، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران. mohammad_omati@yahoo.com

۱. مقدمه

رقابت بین دانشگاه‌ها، تغییرات ملی و جهانی، و تحولات سیاسی و اجتماعی در آموزشِ عالی روزافزون است. موفقیت در این وضعیت، نیازمند پویایی، برآورده‌ساختن نیازهای دانشجویان، به‌عنوان مشارکت‌کننده، و بهبود کارایی مالی و عملیاتی خود در برابر آنان است (van Barneveld et al., 2012). به‌همین‌دلیل، در سال‌های اخیر، بسیاری از دانشگاه‌ها به روش‌های تحلیل یادگیری، به‌منظور دستیابی به یافته‌های مربوط به پیشرفت تحصیلی دانشجویان، پیش‌بینی رفتارهای آینده و شناسایی مشکلات احتمالی در مراحل اولیه، روی آورده‌اند. تحلیل یادگیری در آموزشِ عالی رفتار یادگیری دانشجویان را بازتاب می‌دهد و کمکی خوب از سوی استادان یا مشاوران است. این پشتیبانی فردی/گروهی روش‌های جدید آموزش را نشان می‌دهد و امکان بازتاب رفتار یادگیری دانشجویان را فراهم می‌کند. همچنین تحلیل یادگیری همکاری‌های بین‌مؤسسه‌ای و توسعهٔ دستورکار جامعهٔ بزرگ دانشجویان و استادان را تسهیل می‌کند (Atif et al., 2013).

در سال‌های اخیر، با استفاده از اطلاعات تحصیلی دانشجویان و به‌منظور تحلیل و تخمین عملکرد آنان، تحقیقات بسیاری شده است. میگوئیس و همکاران در ۲۰۱۸ (Miguéis et al., 2018) داده‌های آموزشی ۲۴۵۹ دانشجو را جمع‌آوری کردند تا مدل‌های پیش‌بینی عملکرد تحصیلی دانشجویان را، با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین[1]، مانند ماشین‌های بُردار پشتیبان[2] (Guido et al., 2024؛ Hearst et al., 1998)، درخت تصمیم‌گیری[3] (Song & Lu, 2015؛ Hastie et al., 2009)، جنگل تصادفی[4] (Sarker, 2021؛ Breiman, 2001) و دسته‌بندی‌کنندهٔ بیز ساده[5] (Rish, 2001) طراحی کنند. مدل پیشنهادی جنگل تصادفی با دقتِ بیش از ۹۵ درصد نشان داد نمرات ترم‌های قبلی نقشی مهم در ساخت مدل دارند.

در ۲۰۲۱، مینگیو و همکاران (Mingyu et al., 2021) از گروه‌بندی ویژگی‌های مربوط به تحصیل، زندگی، فعالیت‌های اینترنتی و اطلاعات پایهٔ دانشجویان برای حل مسئلهٔ پیش‌بینی عملکرد تحصیلی استفاده کردند. مدل‌های پیش‌بینی از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، مانند رگرسیون لجستیک[6] (Sperandei, 2014)، درخت تصمیم‌گیری، ماشین بُردار پشتیبان، جنگل تصادفی، درخت تصمیم‌گیری تقویت‌شدهٔ گرادیان[7] (Chen & Guestrin, 2016؛ Friedman, 2001 و Ke et al., 2017)، XGBoost، LightGBM)، ساخته شدند. بهترین نتیجه متعلق به روش Catboost-SHAP (Prokhorenkova et al., 2018؛ Lundberg & Lee, 2017)، با بهترین درصد دقت برحسب متریک‌های ضریب تعیین[8]، خطای میانگین مربعات[9] و میانگین قدرمطلق خطا[10]، بود.

1- Machine learning
2- Support vector machine (SVM)
3- Decision tree
4- Random forest
5- Naive Bayes classifier
6- Logistic regression
7- Gradient boosting decision tree
8- R-Squared (R2)
9- Mean squared error (MSE)
10- Mean absolute error (MAE)

در ۲۰۲۲، حامیم و همکاران (Hamim et al., 2022) نتایج یادگیری دانشجویان را براساس جنبه‌هایی، مانند رفتار شخصی، رفتار اجتماعی، عادات تحصیلی، خانواده‌ها، رشته‌های تحصیلی و نمرات، طبقه‌بندی کردند. این پژوهش بر آزمایش و مقایسهٔ الگوریتم‌های تقویتی، مانند تقویت سازگار[1]، تقویت گرادیان[2]، تقویت گرادیان شدید[3]، LightGBM و CatBoost ، برای یافتن مؤثرترین الگوریتم، تمرکز داشت. آنان در نتایج خود نشان دادند کهLightGBM ، با بهره‌گیری از ۱۴ ویژگی[4] انتخاب‌شده مبتنی‌بر روش انتخاب ویژگی[5]، بیشترین دقت را، در مقایسه با سایر روش‌ها، از خود نشان می‌دهد. این ویژگی‌ها عمدتاً مربوط به رفتار یادگیری و نمرات دانشجویان است.

علاوه‌بر پژوهش‌های یادشده، شاخه‌ای وسیع به‌نام «تحلیل یادگیری»، در دانشگاه‌های ایالات متحد آمریکا، بر زمینه‌هایی تمرکز دارد که به استادان و تصمیم‌گیران دانشگاه‌ها امکان می‌دهند عملکرد کلی دانشجویان را بررسی و از آن در بازبینی دروس دانشگاهی یا بهبود عملکرد کلی دانشجویان استفاده کنند (Dietz-Uhler & Hurn, 2013؛ Campbell et al., 2007؛ Dyckhoff et al., 2012). برای مثال، استفاده از داده‌هایی که بیشتر سامانه‌های مدیریت یادگیری[6] به‌صورت خودکار جمع‌آوری می‌کنند به استادان اجازه می‌دهد نحوهٔ پیشرفت دانشجویان را در یک دورهٔ تحصیلی بررسی کنند. اسمیت و همکاران (Smith et al., 2012) نشان دادند که تعداد دفعات ورود دانشجویان به سامانه‌های مدیریت یادگیری، میزان تعامل آنان با مباحث آموزشی، سرعت پیشرفت و نمرات تکالیفشان عملکرد آنان را در دورهٔ تحصیلی به‌طور موفقیت‌آمیزی پیش‌بینی می‌کند. همان‌گونه‌که وبگاه‌های خرید برخط، مثل آمازون و دیجی‌کالا، از داده‌های تاریخچهٔ خرید ما برای پیشنهاد خریدهای آینده استفاده می‌کنند، تحلیل یادگیری نیز به ما کمک می‌کند فرصت‌های یادگیری جدید یا اقدامات مربوط را به دانشجویان خود پیشنهاد دهیم (Campbell et al., 2007).

هدف اصلی ما در مقالهٔ حاضر ارائهٔ روش‌های مبتنی‌بر پردازش سیگنال گرافی (Sandryhaila & Shuman et al., 2013؛ Moura, 2013, 2014) به‌منظور بررسی سه رویکرد ذیل است:

۱. **مقایسهٔ عملکرد دانشجویان، به‌صورت عمومی و در دروس خاص:** بررسی تطابق توزیع نمرات دانشجویان در دروس با توزیع سطح علمی آنان، همراه با شناسایی دروسی که بیشترین و کمترین تطابق‌پذیری را با عملکرد عمومی دانشجویان دارند.

۲. **تحلیل صحت انتخاب شاخهٔ (گرایش) دانشجویان، با توجه به عملکردشان:** بررسی صحت انتخاب شاخهٔ دانشجویان و تحلیل اینکه آیا شاخهٔ مناسب‌تری برای برخی از دانشجویان وجود دارد یا خیر. بدین‌منظور، ابزاری برای پیش‌بینی معدل نمرات تخصصی هر دانشجو در شاخه‌های انتخاب‌نشده معرفی شده است که موفقیت دانشجو را در شاخه‌های گوناگون ارزیابی می‌کند.

1- Adaptive boosting
2- Gradient boosting
3- Extreme gradient boosting
4- Feature
5- Feature selection technique
6- Learning management systems (LMS)

۳. **بررسی عملکرد تحصیلی دانشجویان طی زمان و تحلیل تأثیر همه‌گیری کرونا بر عملکرد افراد:** ارزیابی روند رشد/افت تحصیلی دانشجویان در طول زمان و بررسی تأثیر همه‌گیری کرونا بر این روند. برای هر دانشجو در هر ترم شاخصی تعریف می‌کنیم که نشان‌دهندهٔ عملکرد تحصیلی وی در آن ترم است و در طول تحصیل هر دانشجو رصد می‌شود. نتایج نشان می‌دهد ورودی‌هایی که نیمهٔ ابتدایی تحصیلی آنان قبل از همه‌گیری کرونا و نیمهٔ دوم تحصیلی‌شان در دوران همه‌گیری بوده است تفاوت‌های درخورتوجهی با سایر ورودی‌ها دارند.

در پژوهش حاضر، به‌منظور کارآمدی روش‌های مطرح‌شده، از مجموعهٔ داده‌ای جامع، متعلق به دانشکدهٔ مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف، استفاده کرده‌ایم که طی ده سال تحصیلی، از ۱۳۹۰-۱۳۹۱ تا ۱۳۹۹-۱۴۰۰، به‌صورت سری زمانی، گردآوری شده است. این داده‌ها شامل شمارهٔ ترم، شمارهٔ دانشجویی کدگذاری‌شده (منحصر به هر دانشجو)، دروس اخذشده و نمرات دانشجویان در هر نیمسال تحصیلی است. بخش ۲ مقاله به معرفی گراف، نحوهٔ تعریف رئوس و یال‌ها در آن، سیگنال گرافی در حوزهٔ گره و حوزهٔ فوریه و درنهایت مفهوم یادگیری گراف می‌پردازد. در بخش ۳، داده‌های جمع‌آوری‌شده و روش پیشنهادی مبتنی‌بر پردازش گرافی معرفی می‌شود. در بخش پایانی، ۴، نتایج مبتنی‌بر سه رویکرد اشاره‌شده تحلیل می‌شود.

۲. مقدمات پردازش سیگنال‌های گرافی

در بیشتر مسائل مربوط به پردازش سیگنال، با سیگنال‌هایی مواجهیم که متغیر مستقل آنها از جنس زمان/مکان است. برای مثال، سیگنال اندازه‌گیری‌شدهٔ حسگر دما در اتاق چگونگی تغییر دما را در طول زمان نشان می‌دهد. چنین متغیرهایی دارای نوعی توالی و ترتیب ذاتی هستند، یعنی ابتدا لحظهٔ ۰٫۹ ثانیه، سپس لحظهٔ ۱ ثانیه و پس‌ازآن لحظهٔ ۱٫۱ ثانیه محقق شده و هر لحظهٔ میانی (مثل ثانیهٔ ۱ در مثال یادشده) رابط لحظه‌های قبل و بعد خودش است. به‌علاوه، همبستگی هر لحظه به لحظه‌های مجاورش بیش از زمان‌های دیگر است. برای مثال، در سیگنال تصویری، متغیر مستقل مکان دوبُعدی است و دارای توالی معنادار.

فرض کنید می‌خواهیم دمای هوای امروز را در ایستگاه‌های هواشناسی تهران بزرگ به‌صورت سیگنال نمایش دهیم به‌طوری‌که متغیر مستقل معرف ایستگاه‌های هواشناسی و متغیر وابسته معرف دمای اندازه‌گیری‌شده در هر ایستگاه باشد. چنانچه بخواهیم این داده را به‌عنوان سیگنال مشابه سیگنال زمانی (یا مکانی) پردازش کنیم باید نوعی توالی معنادار میان ایستگاه‌های هواشناسی برقرار باشد به‌صورتی‌که به‌همان ترتیب ایستگاه‌ها را روی محوری افقی قرار و دمای اندازه‌گیری‌شدهٔ هر ایستگاه را روی محوری عمودی نمایش دهیم. انتخاب توالی معنادار از مهم‌ترین مراحل تحلیل و پردازش سیگنال به‌شمار می‌آید. فرض کنید ایستگاه‌های اندازه‌گیری دما را به‌ترتیب الفبای نام

محلِ قرارگیری آنها مرتب کنیم. چنین توالی‌ای معیار مناسبی برای نشان‌دادن همبستگی و مشابهت ایستگاه‌های مجاور روی محور متغیر مستقل نیست چراکه ممکن است دمای اندازه‌گیری‌شده در دو ایستگاهِ بسیار دور که صرفاً به‌دلیل نزدیکی نام خود در مجاورتِ هم و روی محور متغیر مستقل قرار گرفته‌اند بسیار متفاوت باشد. در مورد مطالعه‌شده، می‌توان بررسی کرد که تعیین متغیر مستقل تک‌بُعدی، چنان‌که هر ایستگاه تنها دو همسایه داشته باشد، انتخاب بهینه‌ای نیست.

تعدد داده‌های مشابه مثال بالا و اهمیت تحلیل چنین سیگنال‌هایی منجر به ابداع پردازش سیگنال گرافی[1] در دنیای امروز شده است (Ortega, 2022). در این شاخه از پردازش سیگنال، هر متغیر مستقل به‌مثابهٔ یک گره از گراف انتخاب می‌شود و یال‌های وزن‌دار/بی‌وزن گره‌ها را به گره‌های دیگر متصل می‌کنند. وزن یال بین دو گره نشان‌دهندهٔ میزان همبستگی دو گره است. حال، می‌توان سیگنال موردنظر را روی این گراف نشان داد و متناظر با هر گره مقداری عددی را (برای مثال، دمای هوای امروز تهران در گره متناظر با آن ایستگاه) تعریف کرد.

در ادامهٔ فصل پیش رو، به معرفی کوتاه مفاهیم پایه‌ای گراف، سیگنال گرافی و پردازش سیگنال گرافی می‌پردازیم و تئوری گراف و نشانه‌گذاری‌های[2] این حوزه را مرور می‌کنیم.

۲-۱. اجزای گراف

هر گراف متشکل از تعدادی گره و یال است. در بیشتر مسائل کاربردی، یال‌ها وزن‌دار هستند و مقدار وزن یال بین دو گره معرف میزان همبستگی آنها با یکدیگر است. گراف‌ها شامل انواعی، ازجمله جهت‌دار و طوقه‌دار، هستند اما، به‌دلیل اهمیت گراف‌های سادهٔ وزن‌دار در تحلیل نمرات دانشجویان، در مقالهٔ حاضر درخصوص این نوع از گراف‌ها بحث می‌کنیم.

۲-۱-۱. ماتریس وزن، درجه و لاپلاسین گراف

فرض کنید گراف وزن‌دار $\boldsymbol{G}$ دارای $\boldsymbol{n}$ گره است؛ دراین‌صورت: $\boldsymbol{w}_{n\times n}$ ماتریس وزن گراف $\boldsymbol{G}$ در نظر گرفته می‌شود به‌طوری‌که $\boldsymbol{W}_{(i,i)}$ برابر با وزن بین دو رأس با شمارهٔ $\boldsymbol{i}$ و $\boldsymbol{j}$ است؛ $\boldsymbol{D}_{n\times n}$ ماتریس درجهٔ گراف یک ماتریس قطری است که درایهٔ $\boldsymbol{i}$اُم قطر اصلی آن برابر با مجموع وزن یال‌های متصل به گره $\boldsymbol{i}$اُم است.

$$\boldsymbol{D}_{i,i} = \sum_j \boldsymbol{W}_{i,j} \qquad (۱)$$

$\boldsymbol{L}_{n\times n}$ نیز ماتریس لاپلاسین گراف نامیده و به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\boldsymbol{L} = \boldsymbol{D} - \boldsymbol{W} \qquad (۲)$$

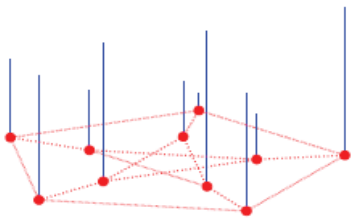
با توجه به تعاریف مذکور، جمع اعداد هر سطر ماتریس لاپلاسین برابر صفر است و، به‌عبارتی، بُردار

1- Graph signal processing (GSP)
2- Notation

$[1,1,\ldots,1]^T$ بُردار ویژهٔ متناظر با مقدار ویژهٔ صفر برای ماتریس لاپلاسین. داشتن مقدار ویژهٔ صفر نتیجه می‌دهد که ماتریس لاپلاسین رتبه‌کامل[1] نیست و همواره وارون‌ناپذیر است.

۲-۲. سیگنال‌های گرافی

با اختصاص‌دادن یک مقدار عددی به هر گره گراف وزن‌دار G می‌توان یک سیگنال گرافی (شکل ۱) را مشابه سیگنال‌های کلاسیک در حوزهٔ زمان/مکان تعریف کرد.



شکل ۱. سیگنال گرافی

به‌منظور نمایش سادهٔ سیگنال‌های گرافی، ابتدا گره‌های گراف را از 1 تا n شماره‌گذاری می‌کنیم و سپس سیگنال گرافی را با بُردار $x_{n\times 1}$ نمایش می‌دهیم به‌طوری‌که مؤلفهٔ x_i نشان‌دهندهٔ مقدار سیگنال گرافی در گره i اُم باشد.

سیگنال‌های بُرداری (در مقابل سیگنال‌های عددی) سیگنال‌هایی هستند که در آنها به هر گره، به‌جای یک مقدار عددی، یک بُردار نسبت داده می‌شود و هر مشخصهٔ بُرداری مربوط به گره i مقدار عددی یک ویژگی از این گره را نشان می‌دهد. در چنین سیگنال‌هایی، بردارهای نظیر گره‌های متفاوت هم‌بُعد هستند.

۲-۳. سیگنال گرافی هموار

در گراف G، با ماتریس لاپلاسین L و سیگنال بُرداری $x_{n\times 1}$ ، انرژی سیگنال به‌صورت

$$E = x^T.L.x \qquad (۳)$$

تعریف می‌شود. این مقدار برابر است با

$$E=\frac{1}{2}\sum_{i,j} W_{ij}\left|x_i - x_j\right|^2 \qquad (۴)$$

درخصوص سیگنال‌های بُرداری، این رابطه به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$E=\frac{1}{2} i,j\, W_{ij} \;=\frac{1}{2}\sum_{i,j} W_{ij} Z_{ij} \qquad (۵)$$

1- Full rank

که z_{ij} فاصلهٔ بُرداری دو بُردار x_i و x_j است. در ادامه، خواهیم دید که فاصله تعریف‌های دیگری نیز دارد.

هرچه انرژی گراف G کمتر باشد سیگنال گرافی هموارتر است؛ به‌عبارتی دیگر، گره‌های همبسته‌ای که بین خود یال‌هایی با وزن زیاد دارند مقادیر بُرداری تقریباً یکسانی دارند.

شایان ذکر است که اگر وزن تمامی یال‌ها مقداری نامنفی باشد، با توجه به مفاهیم جبر خطی و معادلات ریاضی مذکور، نتیجه می‌گیریم که ماتریس لاپلاسین مثبت نیمه‌معیّن است و تمامی مقادیر ویژهٔ آن مثبت هستند. حال، فرض کنید مقادیر ویژهٔ ماتریس لاپلاسین به‌ترتیب $\lambda_n \geq \lambda_{n-1} \geq \ldots \geq \lambda_1 = 0$ و بُردارهای ویژهٔ یکهٔ آن‌ها به‌طور متناظر $U_1, U_2, \ldots, U_n$ باشد. دراین‌صورت، انرژی دیریکلهٔ بُردار ویژهٔ اُم i به‌شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$U_i^T . L . U_i = \lambda_i \qquad (۶)$$

رابطهٔ بالا نشان می‌دهد که بُردارهای ویژهٔ متناظر با مقدارهای ویژهٔ کوچک‌تر همواری بیشتری روی گراف دارند.

۲-۴. تبدیل فوریهٔ گرافی

برای تعریف تبدیل فوریهٔ سیگنال x که با $\hat{x}$ نمایش داده می‌شود به تعدادی بُردار پایهٔ متعامد در فضای سیگنال‌های گرافی نیاز داریم. ماتریس متعامد $U_{n\times n}$ را از کنار هم قراردادن بُردارهای ویژهٔ ماتریس لاپلاسین تشکیل می‌دهیم:

$$U_{n\times n} = [U_1, \ldots, U_i, \ldots, U_n] \Rightarrow L = U^T . \Lambda . U \qquad (۷)$$

به‌صورتی‌که Λ نشان‌دهندهٔ یک ماتریس قطری با مؤلفهٔ قطری iاُم برابر λ_i است. درنتیجه، ضرایب فوریهٔ x از مقادیر ضرب داخلی سیگنال با بُردارهای پایه به دست می‌آید.

$$\hat{x} = U^T . x \quad , \quad x = U . \hat{x} \qquad (۸)$$

تبدیل فوریهٔ $\hat{x}$ بُرداری است که مؤلفه‌های ابتدایی آن مقدار فرکانس‌های هموار (پایین‌گذر) و مؤلفه‌های انتهایی آن مقدار فرکانس‌های ناهموار (بالاگذر) در سیگنال را نشان می‌دهند.

۲-۵. درون‌یابی[1] سیگنال گرافی

فرض کنید مقدار سیگنال گرافی x تنها در گره‌های $i_1, i_2, \ldots, i_m$ مشخص باشد و هدفْ پیداکردن مقادیر نامعلوم سیگنال روی گره‌های دیگر (درون‌یابی سیگنال). اگر بدانیم که تنها k مؤلفهٔ اول تبدیل فوریه $\hat{x}$ می‌توانند ناصفر باشند می‌توانیم این مسئله را به مسئلهٔ معکوس خطی تبدیل کنیم؛

1- Interpolation

کافی است تبدیل فوریهٔ سیگنال $\boldsymbol{x}$ را به دست آوریم:

$$\left[\boldsymbol{x}_1\ \boldsymbol{x}_2 \ldots \boldsymbol{x}_n\right]^T = \left[\boldsymbol{U}_1,\ldots,\boldsymbol{U}_k,\ldots,\boldsymbol{U}_n\right].\left[\hat{\boldsymbol{x}}_1 \ldots \hat{\boldsymbol{x}}_k\ \vec{0}^T\right]^T \Rightarrow$$

$$\left[\boldsymbol{x}_1\ \boldsymbol{x}_2 \ldots \boldsymbol{x}_n\right]^T = \left[\boldsymbol{U}_1,\ldots,\boldsymbol{U}_k\right].\left[\hat{\boldsymbol{x}}_1 \ldots \hat{\boldsymbol{x}}_k\right]^T \Rightarrow$$

$$\left[\boldsymbol{x}_{i_1}\ \boldsymbol{x}_{i_2} \ldots \boldsymbol{x}_{i_m}\right]^T = \left[\boldsymbol{U}_{i,j}\right]_{i\in\{i_1,\ldots,i_m\},\, j\in\{1,\ldots,k\}}.\left[\hat{\boldsymbol{x}}_1 \ldots \hat{\boldsymbol{x}}_k\right]^T \Rightarrow$$

$$\left[\hat{\boldsymbol{x}}_1 \ldots \hat{\boldsymbol{x}}_k\right]^T = \left[\boldsymbol{U}_{i,j}\right]^{\dagger}_{i\in\{i_1,\ldots,i_m\},\, j\in\{1,\ldots,k\}}.\left[\boldsymbol{x}_{i_1}\ \boldsymbol{x}_{i_2} \ldots \boldsymbol{x}_{i_m}\right]^T$$

(۹)

با داشتن شرط $\boldsymbol{k}\geq \boldsymbol{m}$ و با جای‌گذاری $\boldsymbol{k}$ مؤلفهٔ اول تبدیل فوریه، می‌توان سیگنال اولیهٔ $\boldsymbol{x}$ را به‌صورت زیر به دست آورد:

$$\left[\boldsymbol{x}_1\ \boldsymbol{x}_2 \ldots \boldsymbol{x}_n\right]^T = \left[\boldsymbol{U}_{i,j}\right]_{i\in\{1,\ldots,n\},\, j\in\{1,\ldots,k\}}.\left[\boldsymbol{U}_{i,j}\right]^{\dagger}_{i\in\{i_1,\ldots,i_m\},\, j\in\{1,\ldots,k\}}.\left[\boldsymbol{x}_{i_1}\ \boldsymbol{x}_{i_2} \ldots \boldsymbol{x}_{i_m}\right]^T \qquad (۱۰)$$

۲-۶. یادگیری گراف

تاکنون فرض بر این بوده است که، از قبل، از شکل گراف مطلعیم اما در بسیاری از مسائل، همچون موضوع پژوهش حاضر، گراف اولیه مشخص نیست و شکل و ارتباطات گراف بخشی از مجهول‌های مسئله است. در چنین وضعیتی، گراف را می‌توان با توجه به شباهت اجزا ساخت.

فرض کنید سیگنال نظیر گره $\boldsymbol{i}$اُم گراف یک بُردار $\boldsymbol{k}$ تایی $\boldsymbol{x}_i \in \boldsymbol{R}^{\boldsymbol{k}}$ باشد (برای مثال، نمرات دانشجوی $\boldsymbol{i}$اُم در $\boldsymbol{k}$ درس مشترک بین دانشجویان). فرض رایج برای حل مسئلهٔ یادگیری گراف این است که سیگنال گرافی روی گراف هموار است. قبلاً دیدیم که هرچه انرژی دیریکله کمتر باشد سیگنال روی گراف هموارتر است. پس، می‌توان با حل یک مسئله بهینه‌سازی شکل گرافی را (که معادل با ماتریس $\boldsymbol{W}$ است.) طوری پیدا کرد که انرژی دیریکله کمترین مقدار خود را بگیرد. از سوی دیگر، به‌منظور جلوگیری از جواب‌های بدیهی ناخواسته، ازجمله $\boldsymbol{W=0}$، می‌بایست عبارت‌های دیگری نیز به مسئلهٔ بهینه‌سازی اضافه شود. کالوفولیاس (Kalofolias & Perraudin, 2019؛ Kalofolias, 2016) با طرح مسئلهٔ زیر و با ازبین‌بردن امکان جواب‌های بدیهی میزان تُنُک‌بودن رأس‌های گراف را کنترل می‌کند.

$$W^* = \min_{W} \left\|W \circ Z\right\|_1 - a1^T \log(W1) + \frac{\beta}{2}\left|\left|W\right|\right|_F \qquad (۱۱)$$

در عبارت بالا، مؤلفهٔ دوم اجازه نمی‌دهد مقادیر $\boldsymbol{W}$ خیلی کوچک شوند و، از سوی دیگر، مؤلفهٔ سوم اجازه نمی‌دهد مقادیر $\boldsymbol{W}$ خیلی بزرگ شوند و گراف را تُنُک نگه می‌دارد. کالوفولیاس نشان می‌دهد که حل این مسئله به جواب‌هایی بهتر از روش‌های دیگر یادگیری گراف منتهی می‌شود.

در مقالهٔ پیش رو، از روش بالا برای یادگیری شکل گراف از روی نمرات دانشجویان استفاده می‌کنیم. پس از تخمین ماتریس وزن گراف، برای اینکه گراف بیشتر تُنُک باشد، می‌توان یک آستانهٔ[1] تجربی $\boldsymbol{D}$ تعیین کرد و وزن یال‌هایی را که از این مقدار کمتر شده‌اند صفر کرد:

$$\boldsymbol{w}_{i,j} = \{\boldsymbol{w}^*_{i,j} \ \boldsymbol{if}\ \boldsymbol{w}^*_{i,j} \geq \boldsymbol{D}, \quad 0 \ \boldsymbol{if}\ \boldsymbol{w}^*_{i,j} < \boldsymbol{D}\} \tag{۱۲}$$

۳. معرفی داده‌ها و روش پیشنهادی

در پژوهش حاضر، به‌منظور تحلیل نمرات و عملکرد دانشجویان، گرافی را برای هر دورهٔ دانشجویان هم‌ورودی دانشکدهٔ مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف در نظر می‌گیریم. در این گراف، گرهی متناظر با هر دانشجو وجود دارد. درصورتی‌که دو دانشجو به‌لحاظ عملکرد تحصیلی وضعیتی نسبتاً مشابه داشته باشند میان گره‌های متناظر آنان یک یال در نظر می‌گیریم که وزن آن نشان‌دهندهٔ میزان شباهت وضعیت تحصیلی دو دانشجوست. در مرحلهٔ اول پژوهش، گرافی برای دانشجویان هر ورودی تشکیل می‌دهیم و سپس روی آن تحلیل‌های سه‌گانه می‌کنیم. در ادامه، به شرح مراحل و بررسی نتایج می‌پردازیم.

۳-۱. معرفی داده‌ها و سبک ارائهٔ دروس در دانشکدهٔ مهندسی برق

در پژوهش حاضر، از یک مجموعه دادهٔ جامع مربوط به دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی برق دانشگاه شریف استفاده کرده‌ایم که شامل ۵ مشخصه است: مشخصهٔ اول شمارهٔ ترم تحصیلی است. برای مثال، ترم پاییز (ترم اول) سال تحصیلی ۱۳۹۲-۱۳۹۳ را با عدد ۱۳۹۲۱ نمایش داده‌ایم. مشخصهٔ دوم شمارهٔ درس، مشخصهٔ سوم شمارهٔ دانشجویی رمزشده (برای حفظ حریم شخصی دانشجو)، مشخصهٔ چهارم سال ورود دانشجو به دانشگاه، و مشخصهٔ نهایی نمرهٔ اکتسابی است. این مجموعهٔ داده تمامی نمرات دانشجویان کارشناسی مهندسی برق را در همهٔ دروسی که در سال‌های تحصیلی ۱۳۹۰-۱۳۹۱ تا ۱۳۹۹-۱۴۰۰ گذرانده‌اند در بر می‌گیرد. بدیهی است که تعدادی از نمرات مربوط به دانشجویان ورودی نیمهٔ دوم دههٔ ۸۰ خورشیدی است که از آنها استفاده نکرده‌ایم.

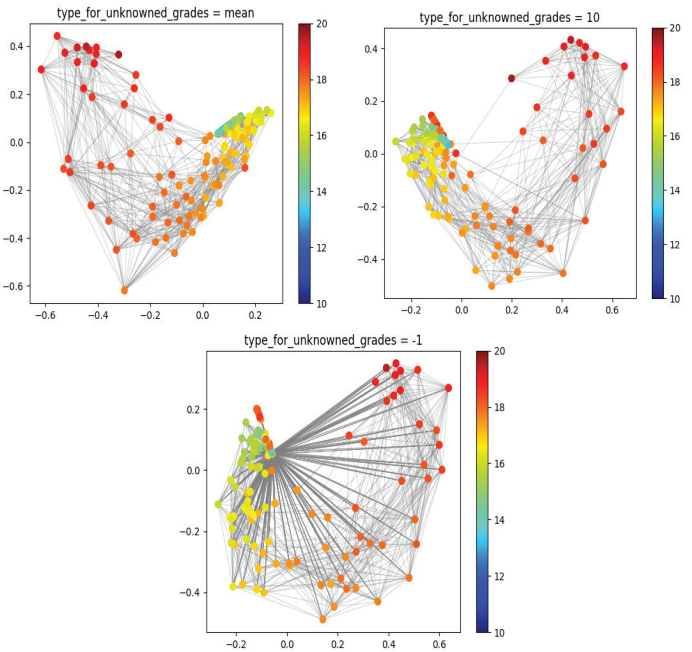
شایان ذکر است که در دانشکدهٔ مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف دانشجویانْ دورهٔ کارشناسی را بدون شاخه‌ای مشخص شروع می‌کنند و این وضعیت تا پنج ترم ادامه دارد و در طول این پنج ترم دروس پایهٔ مهندسی برق را (از تمامی شاخه‌ها) فرامی‌گیرند. در پایان‌ترم پنجم، بیشتر دانشجویان اولویت‌های تحصیلی خود را از شاخه‌های شش‌گانهٔ مهندسی برق اعلام می‌کنند. سپس، معاونت آموزشی، با توجه به ظرفیت محدود شاخه‌ها، با در اولویت قراردادن دانشجویانی که عملکرد تحصیلی

1- Threshold

بهتری در پنج ترم ابتدایی داشته‌اند، دانشجویان را در شش شاخه تقسیم‌بندی می‌کند. در طی پژوهش حاضر، شاخه‌ها به‌صورت A تا F نام‌گذاری شده‌اند.

۳-۲. روش تحلیل داده‌ها

راهبرد کلی پژوهش پیش رو این است که برای هر دوره از ورودی‌های دانشگاه یک گراف یاد گرفته شود. بدین‌منظور، برای هر دوره ماتریسی تشکیل داده‌ایم که یکی از ابعاد آن مربوط به دانشجویان دوره و بُعد دیگر مربوط به دروس ایشان است. سپس، دروسی را که کمتر از ۸۵ درصد از دانشجویان در آن مشارکت داشته‌اند حذف کرده‌ایم زیرا این دروس معیار مناسب ساخت گراف نیستند. در دروس باقی‌مانده، همچنان دانشجویانی هستند که یک/چند درس از این دسته را هیچ‌گاه نگذرانده‌اند. برای این افراد چه نمره‌ای در نظر گرفته شود؟ چند حالت را بررسی کرده‌ایم: نمرهٔ ۱-، نمرهٔ ۱۰، میانگین سایر دانشجویان در درس مذکور، و میانگین نسبی نمرات. درنهایت، روش چهارم را برگزیده‌ایم که دربارهٔ آن توضیح می‌دهیم. قبل از توضیح روش چهارم، در شکل ۲ به بررسی نتایج سه روش اول برای دانشجویان ورودی ۱۳۹۵ می‌پردازیم. (رنگ هر دانشجو نشانهٔ معدل کل آن دانشجوست.)



شکل ۲. گراف دانشجویان ورودی ۱۳۹۵ با سه فرض متفاوت برای نمرات نامعلوم: نمرهٔ ۱-، نمرهٔ ۱۰، میانگین [سایر دانشجویان در آن درس]، به‌ترتیب از چپ به راست.

توجه کنید که پس از تشکیل گراف، برای رسم، می‌بایست به هر فرد (گره) یک مشخصهٔ دوبُعدی نسبت دهیم. بدین‌منظور، از الگوریتم MDS[1] استفاده کرده‌ایم (Parhizkar, 2013) که گره نظیر دانشجویانی را که در بُردار نمرات خود مشابه هستند در نزدیکی یکدیگر قرار می‌دهد. به‌عبارتی، اگر برای هر دانشجو یک بُردار از نمرات با بُعد تعداد دروس مشترک دانشجویان (دست‌کم ۸۵ درصد مشارکت) در نظر بگیریم فاصلهٔ گره‌ها در نمایش به‌نوعی فاصلهٔ اقلیدسی بُردارها را ازطریقِ وزن یال بین گره‌ها نمایان می‌کند.

همان‌طورکه در شکل ۳ می‌بینید، در وضعیتی که نمرات نامعلوم را برابر ۱- قرار دهیم رئوس پُردرجه تشکیل می‌شوند که نامطلوب است و با تصورات ما از مسئلهٔ اصلی همخوانی ندارد. در آزمایش‌های ما، بهترین روش بدین شرح به دست آمد که نمرات نامعلوم با روش میانگین نسبی (به‌منظور کاهش اثر بزرگیِ مطلق داده‌ها و تبدیل آنها به مقیاسی یکسان) محاسبه شوند:

a= نمرهٔ نامعلوم دانشجوی iاُم در درس x (مجهول)

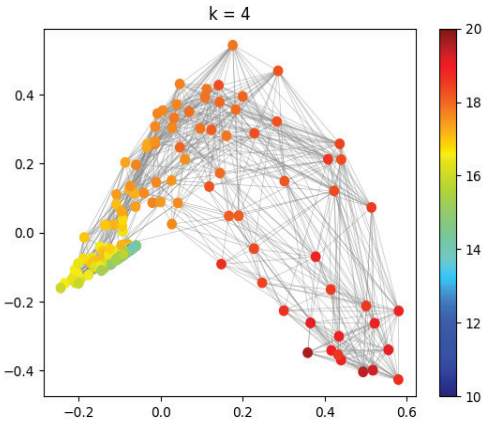
b= متوسط نمرهٔ دانشجویانی که درس x را داشته‌اند در درس x

c= متوسط معدل کل همهٔ دانشجویان

d= معدل کل دانشجوی iاُم

$$\mathbf{a} = \mathbf{b} \times \frac{\mathbf{d}}{\mathbf{c}} \qquad (۱۳)$$

حاصل یادگیری گراف بدین نحو را در شکل ۳ مشاهده می‌کنید. این گراف مشکلات روش‌های سابق را، از جمله «رئوس پُردرجه» و «وجود یال بین دانشجویان با معدل‌کل‌های بسیار متفاوت»، ندارد.



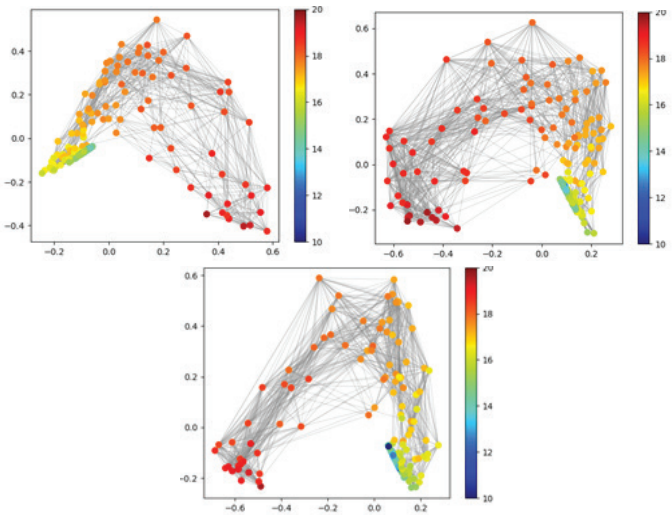
شکل ۳. گراف یادگرفته‌شده برای دانشجویان ورودی ۱۳۹۵، با استفاده از روش میانگین نسبی برای تخمین نمرات نامعلوم.

1- Multidimensional scaling

۴. نتایج تحلیل

۴-۱. نمایش گراف و تعبیر آن

در تصاویر زیر، گراف آموخته‌شده برای سه دوره از دانشجویان هم‌ورودی دانشکدهٔ مهندسی برق را نمایش داده‌ایم.



شکل ۴. گراف یادگرفته‌شدهٔ دانشجویان ورودی ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۷ (به‌ترتیب از راست به چپ).

شایان ذکر است که گراف‌ها با استفاده از الگوریتم MDS رسم شده‌اند که در بخش تحلیل داده‌ها به مزیت استفاده از آن اشاره کردیم. از شکل ۴ دو نتیجه حاصل می‌شود: اول آنکه، همان‌طورکه می‌بینید، دانشجویان با معدل پایین در همهٔ دوره‌ها فاصلهٔ بسیار نزدیکی به یکدیگر دارند اما فواصل دانشجویان با معدل بالا نسبتاً دورتر است. توجه کنید که اگر دو دانشجوی هم‌معدل از هم فاصلهٔ زیادی داشته باشند بدین معناست که هرچند این دو فرد به‌صورت متوسط عملکرد مشابهی دارند در دروس متفاوت نمرات بسیار متفاوتی کسب کرده‌اند؛ به‌بیان دیگر، دروسی که نقطهٔ قوّت یکی است نقطهٔ ضعف دیگری است و برعکس. به‌علاوه، تمایز با افراد هم‌معدل را می‌توان تفسیر به شکوفایی تحصیلی کرد. نتیجهٔ موارد یادشده این است که متأسفانه، در نظام آموزشی فعلی، افراد با متوسط عملکرد ضعیف هیچ‌گونه شکوفایی‌ای در برابر همنوعان خود ندارند و در بیشتر دروس مشابه یکدیگر عمل می‌کنند.

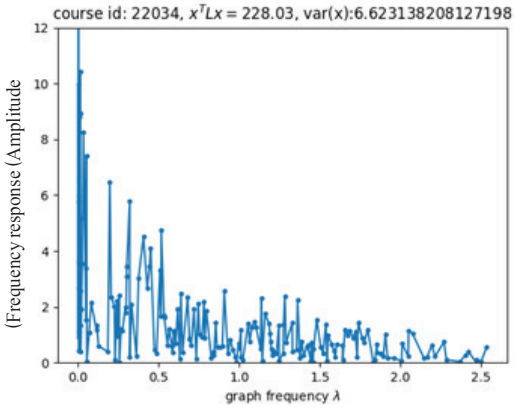
دومین نکته این است که افراد با معدل بالا در ورودی‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ فواصل اقلیدسی نسبتاً زیادی با یکدیگر دارند اما این فاصله برای دانشجویان ورودی ۱۳۹۷ (که بیش از نیمی از تحصیل ایشان در دورهٔ همه‌گیری ویروس کرونا گذشت.) به‌وضوح کاهش یافته است بدین‌معنی‌که افراد با معدل

بالا مشابهت زیادی در عملکرد تحصیلی خود با ورودی‌های قبل پیدا کرده‌اند. این افراد به‌صورت هماهنگ در تعدادی از دروس عملکرد خوبی دارند و در تعدادی دیگر عملکرد بد. تفاوت مذکور در شکل گراف متناظرِ این ورودی را می‌توان ناشی از تقلب در آزمون‌های مجازی دانست.

۴-۲. عملکرد دانشجویان در دروس و توجیه آن

یکی از تحلیل‌های داده‌ها بررسی هموار/ناهمواری نمرات دروس روی گراف یادگیری‌شده است. در این تحلیل، مشخص می‌شود که نمرات کدام دروس روی گراف بسیار هموار و نمرات کدام دروس بسیار ناهموار است. به‌عبارتی، این تحلیل بازخوردی برای استادان دانشکده است که نمره‌دهی و ارزش‌یابی ایشان (بدین‌شرط‌که عملکرد کلی دانشجویان در آن درس تغییر چشمگیری نکرده باشد.) تا چه حد با عملکرد کلی دانشجویان منطبق است. برای مثال، برای دانشجویان ورودی ۱۳۹۲ این ارزیابی صورت گرفته و انرژی سیگنال دروس مشترک روی گراف دانشجویان محاسبه شده است. سپس، دروس بسیار هموار و دروس بسیار ناهموار استخراج شده‌اند.

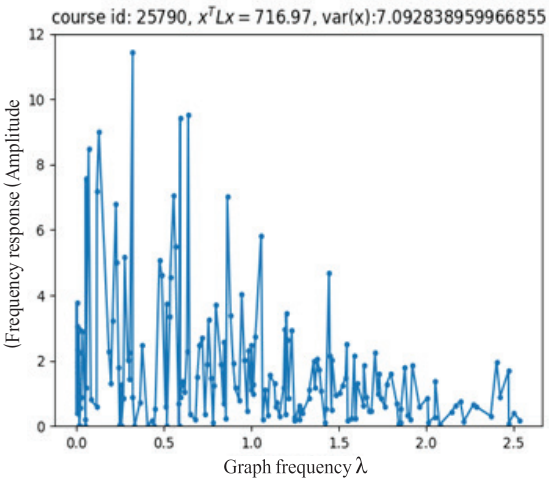
دروس با نمرات هموار بر گراف دانشجویان ورودی ۱۳۹۲ عبارت‌اند از: معادلات دیفرانسیل، آزمایشگاه فیزیک ۱، اصول مهندسی برق و کارگاه عمومی. برای نمونه، تبدیل فوریهٔ سیگنال درس معادلات دیفرانسیل را در تصویر ۵ مشاهده می‌کنید. همان‌طورکه می‌بینید، این خروجی بسیار پایین‌گذر است و در فرکانس‌های پایین مقادیر بزرگ دارد.



شکل ۵. تبدیل فوریهٔ درس معادلات دانشجویان ورودی ۱۳۹۲.

دروس با نمرات بسیار ناهموار روی گراف دانشجویان ورودی ۹۲ عبارت‌اند از: مدارهای آنالوگ و آزمایشگاه، تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱ و پروژهٔ کارشناسیِ ۲. برای نمونه، تبدیل فوریهٔ سیگنال درس پروژهٔ کارشناسیِ ۲ را در شکل ۶ مشاهده می‌کنید. همان‌طورکه می‌بینید، در فرکانس‌های بالا نیز

مقادیر بزرگ مشهود است.



شکل ۶. تبدیل فوریهٔ درس پروژهٔ کارشناسیِ ۲ دانشجویان ورودی ۱۳۹۲.

ازجملهٔ حدسیات درخصوص ناهمواری دروس یادشده این است که همهٔ این دروس در چندین گروه با استادان متفاوت گذرانده می‌شوند و احتمالاً سیاست نمره‌دهی یکسانی استفاده نمی‌شود. البته، در درس پروژهٔ کارشناسیِ ۲ که در پایان دورهٔ کارشناسی گذرانده می‌شود تعداد درخورتوجهی از دانشجویان درگیر مسائل گرفتن پذیرش تحصیلی از خارج کشور یا آماده‌شدن برای شرکت در کنکور کارشناسی‌ارشد هستند و درنتیجه تعداد زیادی از هر دو دستهٔ دانشجویان قوی/ضعیف این درس را جدی نمی‌گیرند و در آن عملکرد مطلوبی ندارند. درعوض، درس معادلات دیفرانسیل وضعیتی بسیار متفاوت با درس پروژهٔ کارشناسیِ ۲ دارد؛ در این درس که در ترم‌های ابتدایی گذارنده می‌شود، همهٔ دانشجویان به‌طور جدی مشغول تحصیل‌اند و نظام ارزش‌یابی و نمره‌دهی آن به سلیقهٔ آموزگار درس ارتباطی ندارد و دانشجویان در وضعیتی مشابه ارزیابی می‌شوند.

۴-۳. بررسی میزان موفقیت دانشجویان در انتخاب شاخه

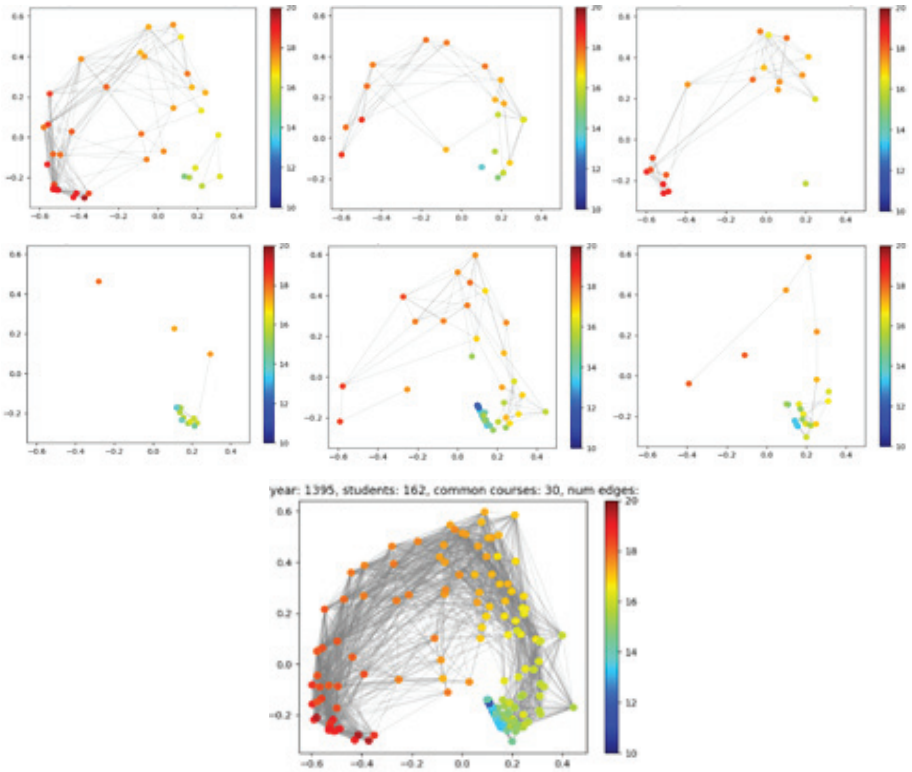
همان‌طورکه اشاره کردیم، در رشتهٔ مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف، شاخه پس از ترم پنجم انتخاب می‌شود. در تحلیل حاضر، اولین گامْ مشخص‌کردن شاخه‌های دانشجویان است. در برنامهٔ آموزشی دانشکده، هر شاخه شامل ۳ درس اجباری و ۵ درس اختیاری می‌شود که دانشجو می‌بایست از میان آنها دو درس انتخاب کند. برای تعیین شاخهٔ دانشجویان، به هر دانشجو در هر شاخه عددی نسبت می‌دهیم که این عدد برابر است با:

تعداد دروس اجباریِ گذرانده‌شدهٔ دانشجو از شاخهٔ مذکور + ۰٫۵ × تعداد دروس انتخابیِ گذرانده‌شدهٔ دانشجو از شاخهٔ مذکور).

در اصل، در این روش وزن دروس اجباری دوبرابر دروس انتخابی است.

حال، برای هر دانشجو ۶ عدد محاسبه می‌شود و شاخهٔ هر دانشجو همان شاخه‌ای است که در آن بیشترین مقدار را کسب کرده است.

ممکن است سؤال مطرح شود که چرا صرفاً به دروس اجباریِ گذرانده‌شدهٔ دانشجویان توجه نمی‌کنیم. شایان ذکر است که هر دانشجو می‌تواند برخی از دروس تخصصی سایر شاخه‌ها را زیر عنوان «واحد اختیاری» اخذ کند. بنابراین، مجبور به استفاده از روش مذکور شده‌ایم. نتیجهٔ گرایش‌بندی دانشجویان ورودی ۹۵ برای شش شاخه از A تا F و تعداد دانشجویان به‌ترتیب ۳۷، ۲۱، ۱۹، ۱۴، ۴۵ و ۲۳ به‌شرح زیر است:



شکل ۷. نتیجهٔ شاخه‌بندی برمبنای تعداد دروسی که دانشجویان از شاخه‌های گوناگون گذرانده‌اند، برای ورودی‌های ۱۳۹۵. تصویر سمت پایین گراف جامع دانشجویان ورودی ۱۳۹۵ است. سطر بالا، از چپ به راست، به‌ترتیب زیرگراف نظیر دانشجویان گرایش A، B و C را نمایش می‌دهد. سطر پایین، از چپ به راست، به‌ترتیب زیرگراف نظیر دانشجویان D، E و F را نمایش می‌دهد.

تحلیل بدین شرح است که معدل دانشجویان از شاخه‌های گوناگون دروس تخصصی محاسبه شده است. حال، معدل دانشجویان شاخهٔ B را در دروس تخصصی‌شان در نظر بگیرید. این اعداد در اصل سیگنال‌هایی ناقص روی گراف دانشجویان هستند که مقدار آن فقط برای دانشجویان شاخهٔ B مشخص است و برای سایر دانشجویان مشخص نیست؛ یعنی نمی‌دانیم دانشجویان سایر شاخه‌ها اگر دروس تخصصی شاخهٔ B را می‌گذراندند چه معدلی کسب می‌کردند. برای حل این مسئله، می‌توان از درون‌یابی سیگنال‌های گرافی استفاده کرد تا معدل دانشجویان سایر شاخه‌ها را در دروس شاخهٔ B به دست آورد. به‌همین‌ترتیب، می‌توان معدل هر دانشجو را در دروس تخصصی شاخه‌های دیگر محاسبه کرد .درحقیقت، براساس نمرات تخصصی هر دانشجو در شاخهٔ خودش، مقایسهٔ آن با سایر دانشجویان آن شاخه و همچنین نمرات همهٔ دانشجویان در دروس اصلی مشترک، پیش‌بینی می‌کنیم که او در پنج شاخهٔ دیگر چه معدلی در دروس تخصصی کسب می‌کرد. اکنون می‌توان این شش عدد را مقایسه و تعیین کرد که بهترین انتخاب برای این دانشجو کدام شاخه بوده و آیا شاخهٔ خود را به‌درستی انتخاب کرده است یا خیر. بدین‌ترتیب، ماتریسی به دست می‌آید که در جدول ۱ مشاهده می‌کنید.

هر سطر متناظر با دانشجویان یکی از شاخه‌هاست. بنابراین، در هر سطر در سمت چپ، ابتدا اسم شاخهٔ دانشجویان متناظر آن سطر را مشاهده می‌کنید. اعداد هر سطر نشان‌دهندهٔ درصد دانشجویانی از این شاخه است که بهترین وضعیت تحصیلی را در شاخهٔ متناظر با هر ستون می‌داشتند. بدیهی است که جمع اعداد هر سطر برابر ۱۰۰ درصد است.

جدول ۱. تحلیل انتخاب شاخهٔ دانشجویان ورودی ۱۳۹۵

شاخهٔ مناسب شاخهٔ فعلی	A	B	C	D	E	F
A	۵۷ درصد	۳۲ درصد	۰ درصد	۰ درصد	۰ درصد	۱۱ درصد
B	۱۹ درصد	۷۱ درصد	۰ درصد	۰ درصد	۰ درصد	۱۰ درصد
C	۳۲ درصد	۱۰ درصد	۴۷ درصد	۰ درصد	۰ درصد	۱۱ درصد
D	۶۴ درصد	۷ درصد	۰ درصد	۲۲ درصد	۰ درصد	۷ درصد
E	۴۹ درصد	۱۸ درصد	۰ درصد	۰ درصد	۲۷ درصد	۶ درصد
F	۳۵ درصد	۹ درصد	۰ درصد	۰ درصد	۴ درصد	۵۲ درصد

* نتایج محاسبه‌ها نشان می‌دهد در بین دانشجویان این دوره ۴۴٫۴۴ درصد از دانشجویان شاخهٔ صحیح انتخاب کرده‌اند.
* * اعداد بدون‌اعشار ثبت شده‌اند. (گرد شده‌اند.)

برای راهنمایی استفاده از جدول، فرض کنید می‌خواهیم ببینیم چند درصد از دانشجویان گرایش B شاخهٔ مناسبشان (که متأسفانه آن را انتخاب نکرده‌اند.) A بوده است. بدین‌منظور، می‌بایست اعداد سطر دوم را که متناظر با گرایش انتخابی B هستند در نظر بگیریم. اکنون، شاخهٔ A، به‌عنوان شاخهٔ مطلوب، متناظرِ اولین عدد از سمت چپ در این سطر است که حدود ۱۹ درصد است. بدیهی است اگر

همهٔ دانشجویان انتخاب واحد درستی داشتند انتظار حصول ماتریس همانی را داشتیم. همان‌طورکه می‌بینید، حدود ۴۴ درصد از دانشجویان انتخاب‌های مناسبی داشته‌اند. این داده‌ها در برنامه‌ریزی برای برنامهٔ درسی دانشکده و تمهیدات انتخاب شاخه بسیار مؤثر و کاربردی هستند.

درنهایت، محاسبه کرده‌ایم که اگر همهٔ دانشجویان شاخهٔ صحیح انتخاب می‌کردند (با فرض نبودِ محدودیت بر تعداد دانشجویان شاخه‌ها) هر شاخه میزبانِ چند درصد از کل دانشجویان ورودی می‌شد. نتیجه را در جدول ۲ مشاهده می‌کنید که تا حدی نشان‌دهندهٔ وضعیت شاخه‌ها در دانشکده است.

جدول ۲. درصد صندلی‌های هر شاخه در صورتِ انتخاب شاخهٔ صحیح توسط همهٔ دانشجویان (ورودی ۱۳۹۵)

شاخه	درصد صندلی‌های دانشکده
A	۴۴
B	۲۵
C	۶
D	۲
E	۸
F	۱۵

* اعداد بدون‌اعشار ثبت شده‌اند. (گرد شده‌اند.)

۴-۴. ارزیابی عملکرد در دورهٔ کرونا

یکی از اهداف پژوهش پیش رو بررسی عملکرد دانشجویان در بازه‌های زمانی متفاوت بوده است. بدین‌منظور، معدل دانشجویان را در هر نیمسال آموزشی یک سیگنال گرافی در نظر می‌گیریم. برای مقایسهٔ عملکرد تحصیلی هر دانشجو در هر نیمسال در مقایسه با دانشجویان همسایه در گراف (که در دروس مشترک عملکرد مشابه داشته‌اند.) پارامتر q را مطابق زیر تعریف می‌کنیم. (چنانچه رابطهٔ انرژی سیگنال را به یاد آورید متوجه خواهید شد که در حال محاسبهٔ انرژی مدنظر به‌صورت محلی[1] هستیم.)

$$q_{\text{student } i,\ \text{term } j} = \frac{1}{\#\ \text{neighbors of } i} \times \sum_{k \in \text{ neighbors of } i} \left(\left(GPA_{i,j} - GPA_{k,j} \right)^2 \times weight_{i,k} \right) \qquad (۱۴)$$

دقت کنید که این متغیر مقداری نامنفی است و میزان بزرگی آن نشان‌دهندهٔ میزان تفاوت عملکرد دانشجو با همسایگان خود است اما مشخص نیست که این عملکرد با هدف بهبود و جهش تحصیلی

1- Local

بوده است یا افت تحصیلی. برای مشخص‌شدن هدف، صرفاً می‌بایست برای متغیر q یک علامت تعیین شود. برای تعیین علامت، از مقدار زیر استفاده می‌کنیم:

$$flag_{student\ i,\ \ term\ j} = sign\left(\frac{1}{\#\ neighbors\ of\ i} \times \sum_{k \in neighbors\ of\ i} \left(\left(GPA_{i,j} - GPA_{k,j}\right) \times weight_{i,k}\right)\right) \qquad (۱۵)$$

بنابراین، متغیر نهایی ς برای نمایش عملکرد علامت‌دار دانشجو، در مقایسه با همسایگانش، به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\varsigma_{student\ i,\ \ term\ j} = q_{student\ i,\ \ term\ j} \times flag_{student\ i,\ \ term\ j} \qquad (۱۶)$$

برای هر دانشجو و در هر نیمسال، پارامتر ς را محاسبه و سپس متوسط عملکرد وی را در نیمهٔ اول مدت‌زمان تحلیل از متوسط عملکرد وی در نیمهٔ دوم مدت‌زمان تحلیل کم می‌کنیم. اگر این مقدار مثبت باشد بدین معناست که دانشجو در مدت‌زمان تحلیل رشد تحصیلی داشته یا، به‌عبارتی، در نیمهٔ دوم زمان تحلیل عملکردی بهتر از نیمهٔ اول داشته است. هرچه این عدد بزرگ‌تر باشد یعنی رشد تحصیلی دانشجو بیشتر بوده است. اگر این مقدار منفی باشد بدین معناست که دانشجو در مدت‌زمان تحلیل افت تحصیلی داشته یا، به‌عبارتی، در نیمهٔ دوم زمان تحلیل عملکردی بدتر از نیمهٔ اول داشته است. به‌علاوه، هرچه این عدد کمتر باشد (اندازهٔ آن بزرگ‌تر باشد.) دانشجو افت تحصیلی بیشتری داشته است.

با تعیین تجربی دو آستانه می‌توان دانشجویان را به سه دسته تقسیم کرد: دانشجویانی که در نیمهٔ دوم زمان تحلیل رشدی درخورتوجه‌تر از نیمهٔ اول داشته‌اند؛ دانشجویانی که در نیمهٔ دوم زمان تحلیل افت درخورتوجه‌تر از نیمهٔ اول داشته‌اند، و دانشجویانی که افت/رشد درخورتوجهی نداشته‌اند.

این تحلیل برای دانشجویان دوره‌های متفاوت در شش نیمسال ابتدایی انجام گرفته است که نتیجهٔ آن را در جدول ۳ مشاهده می‌کنید. یادآوری می‌کنیم که سه نیمسال تحصیلی دانشجویان ورودی ۱۳۹۷ قبل از همه‌گیری کرونا بوده است و سه نیمسال تحصیل مجازی داشته‌اند. بنابراین، نتایج این دوره درخورتوجه است. (علت بررسی‌نکردن نیمسال هفتم و هشتم این دانشجویان اعتبار کافی نداشتن نمرات این دو نیمسال، به‌دلیل گرفتاری آنان به شرکت در کنکور کارشناسی‌ارشد یا مقدماتِ گرفتن پذیرش تحصیلی خارج از کشور است.)

همان‌طورکه مشاهده می‌کنید، به‌طور عمومی در هر ورودی حدود ۶ درصد از دانشجویان رشد درخورتوجه و ۶ درصد افت درخورتوجه دارند و حدود ۹۰ درصد نه افت و نه رشد درخورتوجهی دارند. در دورهٔ ۹۷ که در میانهٔ مسیرْ همه‌گیری کرونا آغاز شده است درصد افرادی که رشد چشمگیر داشته‌اند به ۱۱ رسیده است که می‌توان بخشی از آن را به تقلب در آزمون‌های مجازی نسبت داد. همچنین درصد افرادی که افت درخورِتوجه تحصیلی داشته‌اند به ۱۴ رسیده است که می‌توان آن را ناشی از افت کیفیت آموزش یا افسردگی دانست.

جدول ۳. تحلیل‌ترمی زمانی دانشجویان دوره‌های متفاوت

سال ورودی	درصد رشد تحصیلی	درصد افت تحصیلی
۱۳۹۳	۴ درصد	۵ درصد
۱۳۹۴	۵ درصد	۶ درصد
۱۳۹۵	۷ درصد	۹ درصد
۱۳۹۶	۷ درصد	۶ درصد
۱۳۹۷	۱۱ درصد	۱۴ درصد

۵. جمع‌بندی و پیشنهادها

در پژوهش حاضر، نمرات چندین سال اخیر دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف را بررسی و بدین‌منظور از روش‌های پردازش سیگنال گرافی استفاده کرده‌ایم. در این بخش، صرفاً نتایج و تحلیل‌ها را مرور خواهیم کرد.

۱. تحلیل‌ها نشان می‌دهند نمرات تعدادی از دروس با وضعیت تحصیلی کلی دانشجویات تطابق ندارد. احتمالاً دلیل این امر ارائهٔ دروس در گروه‌های متعدد و مشابهت‌نداشتن سیاست نمره‌دهی استادان است. بدیهی است که برای اصلاح این رویّه می‌توان به آموزش و استادان مراجعه کرد.

۲. تحلیل‌ها نشان دادند که تنها ۴۰ تا ۵۰ درصد از دانشجویان شاخهٔ تحصیلی خود را درست انتخاب می‌کنند. برای رفع این مشکل، ضروری است پیش از زمان انتخاب شاخه جلسات تخصصی معرفی شاخه‌ها برای دانشجویان برگزار شود. به‌طور تخصصی‌تر، نتایج نشان داد که دانشجویان برخی شاخه‌ها را نادیده می‌گیرند درحالی‌که بسیاری از دانشجویان، درصورت انتخاب این شاخه‌ها، عملکرد بسیار بهتری خواهند داشت. این تحلیل آموزش دانشکده را مجاب می‌کند که دروس بیشتری را از شاخه‌های مذکور در برنامهٔ پنج نیمسال ابتدایی قرار دهد تا این احتمال که دانشجویان شاخهٔ مناسبی انتخاب کنند افزایش یابد.

۳. در پژوهش حاضر، با استفاده از روش‌های پردازش سیگنال‌های گرافی نشان دادیم که درصورتی‌که همهٔ دانشجویان شاخهٔ درستی انتخاب کنند چه درصدی از صندلی‌های دانشکده می‌بایست به هر شاخه اختصاص یابد.

۴. درنهایت، آماری از درصد رشد/افت چشمگیر تحصیلی دانشجویان را در ورودی‌های متفاوت محاسبه کردیم که به‌خودی‌خود درخور توجه و تحلیل است و البته اثر بحران همه‌گیری کرونا را نیز بر این متغیرها مشاهده کردیم. همه‌گیری کرونا باعث هر دو پدیدهٔ رشد و افت چشمگیر تحصیلیِ بیش از دو برابر دانشجویان شده است. بدیهی است بخش آموزش‌کل دانشگاه می‌تواند درستیِ نمرات دانشجویانی را که در دورهٔ همه‌گیری کرونا رشد تحصیلی درخورتوجهی داشته‌اند بسنجد.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر حمید ضرابی‌زاده، مدیر آموزش وقت دانشگاه صنعتی شریف، بابت اعتماد ایشان به دراختیار قراردادن دادگان موردنیاز نویسندگان پژوهش، صمیمانه سپاسگزاریم.

References

- Atif, A., Richards, D., Bilgin, A., & Marrone, M. (2013). Learning analytics in higher education: A summary of tools and approaches. *30th Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education Conference*, Sydney.
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning, 45*(1), 5-32. https://doi.org/10.1023/A:1010933404324.
- Campbell, J., DeBlois, P., & Oblinger, D. (2007). Academic analytics: A new tool for a new era. *EDUCAUSE Review, 42*(4), 40-57.
- Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. In *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 785-794). ACM. https://doi.org/10.1145/2939672.2939785.
- Dietz-Uhler, B., & Hurn, J. E. (2013). Using learning analytics to predict (and improve) student success: A faculty perspective. *Journal of Interactive Online Learning, 12*(1), 17-26.
- Dyckhoff, A. L., Zielke, D., Bültmann, M., Chatti, M. A., & Schroeder, U. (2012). Design and implementation of a learning analytics toolkit for teachers. *Educational Technology & Society, 15*(3), 58-76.
- Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: A gradient boosting machine. *Annals of Statistics, 29*(5), 1189-1232. https://doi.org/10.1214/aos/1013203451.
- Guido, R., Ferrisi, S., Lofaro, D., & Conforti, D. (2024). An overview on the advancements of support vector machine models in healthcare applications: A review. *Information, 15*(4), 235. https://doi.org/10.3390/info1504023.
- Hamim, T., Benabbou, F., & Sael, N. (2022). Student profile modeling using boosting algorithms. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies, 17*(5), 1-13. https://doi.org/10.4018/IJWLTT.293281.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. H. (2009). *The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction* (2nd ed.). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7.
- Hearst, M. A., Dumais, S. T., Osuna, E., Platt, J., & Scholkopf, B. (1998). Support vector machines. *IEEE Intelligent Systems and Their Applications, 13*(4), 18-28. https://doi.org/10.1109/5254.708428.
- Kalofolias, V. (2016). How to learn a graph from smooth signals. *Journal of Machine Learning Research, 17*(1), 1-21.
- Kalofolias, V., & Perraudin, N. (2019). Large scale graph learning from smooth signals. *International Conference on Learning Representations*.
- Ke, G., Meng, Q., Finley, T., Wang, T., Chen, W., Ma, W., Ye, Q., & Liu, T.-Y. (2017). LightGBM: A highly efficient gradient boosting decision tree. In I. Guyon, U. von Luxburg, S. Bengio, H. Wallach, R. Fergus, S. Vishwanathan, & R. Garnett (Eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems* (Vol. 30) .
- Lundberg, S. M., & Lee, S. I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. *Advances in Neural Information Processing Systems* (Vol. 30) .
- Miguéis, V. L., Freitas, A., Garcia, P. J. V., & Silva, A. (2018). Early segmentation of students according to their academic performance: A predictive modelling approach. *Decision Support Systems, 115*, 36-51. https://doi.org/10.1016/j.dss.2018.09.001.
- Mingyu, Z., Sutong, W., Yanzhang, W., & Dujuan, W. (2021). An interpretable prediction method for university student academic crisis warning. *Complex & Intelligent Systems, 8*(1), 323-336. https://doi.org/10.1007/s40747-

021-00566-7.
- Ortega, A. (2022). *Introduction to graph signal processing*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108889862.
- Parhizkar, R. (2013). *Euclidean distance matrices: Properties, algorithms, and applications* (PhD thesis). EPFL, Lausanne.
- Prokhorenkova, L., Gusev, G., Vorobev, A., Dorogush, A. V., & Gulin, A. (2018). CatBoost: Unbiased boosting with categorical features. In *Advances in Neural Information Processing Systems* (Vol. 31) .
- Rish, I. (2001). Empirical study of the naive Bayes classifier. In *IJCAI 2001 Workshop on Empirical Methods in Artificial Intelligence* (Vol. 3, No. 22, pp. 41-46) .
- Sandryhaila, A., & Moura, J. M. F. (2013). Discrete signal processing on graphs. *IEEE Transactions on Signal Processing, 61*(7), 1644-1656. https://doi.org/10.1109/TSP.2013.2238935.
- Sandryhaila, A., & Moura, J. M. F. (2014). Big data analysis with signal processing on graphs: Representation and processing of massive data sets with irregular structure. *IEEE Signal Processing Magazine, 31*(5), 80-90. https://doi.org/10.1109/MSP.2014.2329213.
- Sarker, I. H. (2021). Machine learning: Algorithms, real-world applications, and research directions. *SN Computer Science, 2*(3), 160. https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x.
- Shuman, D. I., Narang, S. K., Frossard, P., Ortega, A., & Vandergheynst, P. (2013). The emerging field of signal processing on graphs: Extending high-dimensional data analysis to networks and other irregular domains. *IEEE Signal Processing Magazine, 30*(3), 83-98. https://doi.org/10.1109/MSP.2012.2235192.
- Smith, V. C., Lange, A., & Huston, D. R. (2012). Predictive modeling to forecast student outcomes and drive effective interventions in online community college courses. *Journal of Asynchronous Learning Networks, 16*(3), 51-61.
- Song, Y. Y., & Lu, Y. (2015). Decision tree methods: Applications for classification and prediction. *Shanghai Archives of Psychiatry, 27*(2), 130-135. https://doi.org/10.11919/j.issn.1002-0829.215044.
- Sperandei, S. (2014). Understanding logistic regression analysis. *Biochemia Medica (Zagreb), 24*(1), 12-18. https://doi.org/10.11613/BM.2014.003.
- van Barneveld, A., Arnold, K. E., & Campbell, J. P. (2012). Analytics in higher education: Establishing a common language. *EDUCAUSE Learning Initiative, 1*, 1-11.

امیرحسین گل‌شیرازی: در ۱۴۰۲ مدرک کارشناسی مهندسی برق را در شاخهٔ سیستم‌ها و شبکه‌های مخابراتی از دانشگاه صنعتی شریف دریافت کرد. سپس، بلافاصله تحصیل در مقطع کارشناسی‌ارشد مهندسی برق را در همان شاخه و دانشگاه شروع کرد و هم‌اکنون در حال سپری‌کردن این دورهٔ تحصیلی است. حیطه‌های پژوهشی موردعلاقهٔ او شامل دو گروه می‌شود: گروه اول، تلاقی تئوری اطلاعات، آمار و یادگیری ماشین و، گروه دوم، مباحث تئوری بازی، تصمیم‌گیری بهینه و یادگیری تقویتی.

آرش امینی: مدرک کارشناسی خود را در رشتهٔ مهندسی برق (سیستم‌های مخابراتی و پردازش سیگنال) و همچنین مهندسی

نفت (مخازن) و مدارک کارشناسی‌ارشد و دکترای خود را در مهندسی برق (سیستم‌های مخابراتی و پردازش سیگنال) از دانشگاه صنعتی شریف (تهران، ایران)، به‌ترتیب در ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۹، دریافت کرده است. وی از ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲، در مدرسهٔ پلی‌تکنیک فدرال لوزان (EPFL) سوئیس، در مقام پژوهشگر فعالیت داشته است. در ۱۳۹۲، استادیار دانشگاه صنعتی شریف شد و از ۱۳۹۷ تاکنون دانشیار دانشگاه مذکور است.

- **رضا پرهیزکار:** مدرک کارشناسی خود را در مهندسی برق از دانشگاه صنعتی شریف تهران در ۱۳۸۶ و مدرک کارشناسی‌ارشد خود را در سیستم‌های مخابراتی از مؤسسهٔ فدرال فناوری سوئیس (EPFL)، لوزان، در ۱۳۸۸ دریافت کرده است. در مقام کارآموز، شش ماه در مرکز تحقیقاتی نوکیا، لوزان، در ۱۳۸۸ و سه ماه در شرکت کوالکام (Qualcomm Inc.)، سن‌دیگو، در ۱۳۹۲ فعالیت داشته است. از ۱۳۸۸، در مقام دانشجوی دکتری در آزمایشگاه ارتباطات صوتی و تصویری (LCAV) در EPFL فعالیت می‌کند. پژوهش او درزمینهٔ کالیبراسیون حسگرها برای دستگاه‌های توموگرافی اولتراسونیک جایزهٔ بهترین مقالهٔ دانشجویی را از کنفرانس ICASSP ۲۰۱۱ دریافت کرده است. علاقه‌مندی‌های پژوهشی وی شامل پردازش سیگنال ریاضی، مکان‌یابی حسگرها و مسائل معکوس است.

- **محمدمهدی امتی:** مدرک کارشناسی خود را در مهندسی برق (سیستم‌های مخابراتی و پردازش سیگنال) از دانشگاه علم‌وصنعت ایران، تهران، در ۱۳۹۹ و مدرک کارشناسی‌ارشد خود را در مهندسی برق (سیستم‌های مخابراتی و پردازش سیگنال) از دانشگاه صنعتی شریف، تهران، در ۱۴۰۱ دریافت کرده است. در حال حاضر، دستیار پژوهشی آزمایشگاه چندرسانه‌ای و پردازش سیگنال دانشگاه صنعتی شریف است. علاقه‌مندی‌های پژوهشی او شامل بهینه‌سازی (غیر)محدب، پردازش سیگنال‌های آماری و پردازش سیگنال روی گراف است.

الگوی بهینهٔ توسعهٔ فضاهای آموزشِ عالی از منظر ارگونومی

فاطمه قوام[۱]، ابراهیم صالحی عمران[۲] و مصطفی عزیزی شمامی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۰

DOI: 10.22047/ijee.2024.472103.2102

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.4.4

چکیده: امروزه، توجه به مباحث ارگونومی در نظام‌های آموزشی به اولویتی مهم تبدیل شده است چراکه اعتقاد بر این است که این حوزه بر کیفیت نظام آموزشی تأثیر می‌گذارد. پژوهش حاضر با هدف طراحی الگوی بهینهٔ توسعهٔ فضاهای آموزشِ عالی از منظر ارگونومی تدوین شده است. روش پژوهش کیفی است و از نظریهٔ داده‌بنیاد برای طرح یک چارچوب تحلیلی انتزاعی استفاده می‌کند. نمونهٔ آماری پژوهش شامل ۲۵ استاد باسابقه می‌شود که، براساس نمونه‌گیری غیراحتمالی و نمونه‌گیری هدفمند (نظری)، دو نوع آن را با نام‌های حداکثر تنوع (ناهمگون) و گلولهٔ برفی انتخاب کرده‌ایم. شایان ذکر است که نمونهٔ آماری هم در دانشگاه حضور دارد و هم درخصوص موضوع پژوهش از اطلاعاتی نسبتاً جامع برخوردار است. همچنین اطلاعات جمع‌آوری‌شده را به‌وسیلهٔ نرم‌افزار ATLAS.tiTM تحلیل کرده‌ایم. براساس نتایج، آموزشِ عالی نیازمند بازنگری کلی در حوزهٔ ارگونومی، به‌مثابهٔ عاملی مهم و تأثیرگذار بر کیفیت آموزشی، است.

واژگان کلیدی: ارگونومی، فضای آموزشی، آموزش عالی

۱- دانشجوی دکتری آموزش عالی، گرایش برنامه‌ریزی توسعه.(نویسنده مسئول) Ghavam.designer@gmail.com
۲- استاد گروه علوم تربیتی دانشگاه مازندران، ایران. Edpes60@hotmail.com
۳- دانشیار گروه علوم تربیتی دانشگاه مازندران.ایران. Mazizi@umz.ac.ir

۱. مقدمه

آموزش نقشی مهم در توسعهٔ اقتصادی-اجتماعی کشورها دارد. ازاین‌رو، دولت‌ها در سراسر جهان میلیون‌ها دلار سرمایه‌گذاری می‌کنند تا اطمینان یابند که محیط آموزش و یادگیری مناسب است (Azzahra et al; 2024). در پی جهانی‌شدن، همهٔ جنبه‌های زندگی بشر، ازجمله علم و فناوری، فرهنگ، اقتصاد، محیط‌زیست، محیط اجتماعی و سیاسی، دستخوش تحولاتی عظیم شده و آموزش‌وپرورش و مؤسسات آموزشِ عالی به وسایل نقلیه بدل شده‌اند. جهان به‌سرعت در حال تغییر است و ایده‌ها و خواسته‌های جدید آن را به حرکت درمی‌آورند. بنابراین، برنامهٔ درسی و محیط یادگیری نیز می‌بایست پیوسته تغییر کند و بهبود یابد. درواقع، با انفجار اطلاعات و رقابت جهانی، ماهیت آموزش و یادگیری به‌سرعت در حال تغییر است تا مرتبط و رقابتی باقی بماند و با اوضاع فعلی جهان مطابقت داشته باشد. بسیار ضروری است که محیط‌های آموزشی و یادگیری به‌گونه‌ای طراحی شوند که متناسب با کاربران آن، یعنی فراگیران و استادان، باشند زیرا آموزش بدون محیط توانمند و ایمن صورت نمی‌پذیرد (Ahmad et al., 2023). در چنین محیطی، کیفیت آموزشی تأمین خواهد شد و اهداف نظام آموزشی تحقق خواهند یافت (Imanov, 2023). امروزه، آموزش ابزار روشنگری و توانمندسازی شهروندان است تا شایسته و ازنظرِ اقتصادی کارآمد شوند و بتوانند به توسعهٔ ملی کمک کنند. اگر محیط آموزشی سطح مقبولی از ایمنی و آسایش را نداشته باشد توانمندسازی فراگیران ممکن نیست چراکه کیفیت آموزش تابعی از کیفیت محیط و فضای آموزشی است (Cerier et al., 2023). در حوزهٔ سازمانی نیز ایمنی و کیفیت محیط کار در، برای مثال، نور، دما، رنگ، کیفیت میز و صندلی، مهم است و هر سهل‌انگاری دراین‌زمینه موجب مشکلات فردی، سازمانی و اجتماعی می‌شود (Mazaheri et al., 2024). در ایالات متحد، ۱۰ درصد از حوادث محل کار محصول موقعیت‌ها و رویّه‌های ناامن، ازجمله مسائل مربوط به امکانات رفاهی، ۱۵ درصد دیگر ناشی از خطای انسانی است و نادیده‌گرفتن سیاست‌ها و رویّه‌ها ۷۵ درصد باقی‌مانده را تشکیل می‌دهد (Reiman et al., 2024). درواقع، آناتومی بدن انسان به‌گونه‌ای است که برای حفظ تندرستی در حالت‌هایی، نظیر ایستادن، نشستن، درازکشیدن، نیاز به وضعیت‌هایی خاص دارد چنان‌که الگوهای نادرست رفتاری و استفاده از ابزارها و وسایل غیراستاندارد بر تندرستی انسان تأثیر منفی می‌گذارد و موجب عوارض جسمی و روحی می‌شود (Gou et al., 2023). تأثیر فضای کار بر عملکرد کارکنان در آموزش و یادگیری نیز مطرح شده و تحقیقات گسترده‌ای در این حوزه صورت پذیرفته است (Epstein et al., 2017 Pourmokhtar et al., 2024;). این در حالی است که اغلب فضاهای آموزشیِ طراحی و ساخته‌شده در گذشته رویکردی به تأمین نیازهای فیزیکی فراگیران در دستورکار خود ندارند (Cerier et al., 2023).

متخصصان تعلیم‌وتربیت می‌بایست در تحلیل محیط آموزشی به سؤالاتی پاسخ دهند: آیا فضای یادگیری مناسبِ راهبردهای آموزشی است؟ آیا صندلی‌ها فعالیت‌های یادگیری را در محیط یادگیری

آسان می‌کنند؟ آیا محیط‌های آموزشی و منابعْ در دسترس فراگیران است؟ آیا دمای محیط حین فعالیت‌های آموزشی متعادل است؟ آیا نور محیط اجازهٔ تمرکز و توجه را به فراگیران می‌دهد؟ آیا صدای مزاحمْ شنیدن پیام‌های شنیداری را ممکن/محدود می‌کند؟ (Indriyani et al., 2024). مسائل یادشده به‌مرور توجه بسیاری از صاحب‌نظران حوزهٔ آموزش‌وپرورش عمومی و آموزشِ عالی را به موضوع ارگونومی جلب کرد تا فعالیت‌های فراگیران در فرایند آموزش و یادگیری براساس ویژگی‌ها و توانایی‌های اجتماعی، روانی، انسان‌شناختی و فیزیولوژیکی صورت پذیرد. به‌همین‌دلیل، وضعیت ارگونومیک مبنای انتخاب محتوای آموزشی، تجهیزات آموزشی، وسایل کمک‌آموزشی، مبلمان، ابزار و لوازم اداری شد (Kyrönlahti et al., 2022). درواقع، ارگونومی حوزه‌ای چندرشته‌ای است که دانش را از زمینه‌هایی، نظیر آنتروپولوژی، پزشکی، مهندسی و روان‌شناسی، جمع و سعی می‌کند با به‌کارگیری آن در محیط آموزشی به بهبود کیفیت آموزشی کمک کند.

واژهٔ «ارگونومی»، در دههٔ ۱۹۴۰، از ترکیب واژگان یونانی Ergon (کار) و Nomos (قوانین) ساخته شد. انجمن بین‌المللی ارگونومی در ۱۹۶۱ تأسیس شد و در حال حاضر بیش از ۴۰ کشور عضو آن هستند (Therisa & Sony, 2016). وضعیت ارگونومیک محیط آموزشی مجموعه‌ای از عوامل مرتبط به یکدیگر در نظر گرفته می‌شود که موفقیت، یادگیری و رشد فردی را تضمین می‌کند و حفظ تندرستی و ایمنی فراگیران را در نظر دارد (Safin et al., 2020). درواقع، زمانی که محیط‌های آموزشی به‌گونه‌ای ارگونومیک طراحی شوند بهره‌وری آموزش افزایش می‌یابد (Pierce et al., 2023). اگر سلامت استادان و دانشجویان بر اثر ارگونومی نامناسب امکانات محیط کار و یادگیری دچار مشکل شود (Septiawati et al., 2022) انتظار آموزش باکیفیت نابجاست (Nirmal et al., 2020). این در حالی است که، در دههٔ گذشته، توجه زیادی به تأثیر فضاهای آموزشی بر فعالیت‌های شناختی و آموزشی شده است. درحقیقت، برخی از ویژگی‌های فضایی آموزش را، حتی بدون دخالت مدرّس، به سمت نتایج مثبت یا منفی سوق می‌دهند. افزایش کارایی (Suresh et al., 2024) و انگیزه (Abdul Latip et al., 2024)، بهبود کیفیت زندگی کاری (Afroz & Haque, 2021)، افزایش کیفیت آموزشی (Žunjić et al., 2015) و کاهش استرس (Li-Wang et al., 2023) ازجملهٔ نتایج مثبت و مشکلات جسمی و روانی (Alostaz et al., 2024)، کاهش عملکرد (Cahyani & Ramadhani, 2024) و فرسودگی شغلی (Pankhania, 2020) از نتایج منفی هستند. محیط آموزشی می‌بایست پشتیبان انعطاف‌پذیری، راحتی، تحریک حسی، فناوری، همکاری و فضاهای زندهٔ یادگیری باشد (Safin et al., 2020). به‌علاوه، فضاهای یادگیری جدید می‌بایست با بهره‌گیری از ارگونومیْ تغییرات فضایی، آزادی جغرافیایی و دسترسی به منابع را بیش از کلاس‌های سنتی برای دانشجویان و استادان فراهم کنند (Stüdeli & Erg, 2018).

ارگونومی، در مقایسه با سایر علوم، دانشی بسیار جدید است که پس از پایان جنگ جهانی دوم توسعه یافته و کاربردهای آن دارای طیفی گسترده است و محدود به حوزه‌ای مشخص نیست

(Malshani et al., 2023). طراحی مؤسسات آموزشِ عالی می‌بایست مطابق قابلیت‌ها، محدودیت‌ها و نیازهای کاربران باشد. اتاق سخنرانیِ بدون صندلی‌های راحت، بدون تختهٔ مناسب که مدرس مجبور است پیوسته برای نوشتن روی آن فشار بیاورد، با سقف‌های شکسته و فرسوده، بدون نور ناکافی، با کف صیقل‌نشده و سطوح ناهموار و تَرک‌خورده، کلاس‌های درس بدون تهویهٔ مطلوب، بدون سرویس‌بهداشتی مطابق با استانداردهای ارگونومیک و ناایمن برای استفادهٔ کاربران بر وضعیت سلامت فیزیکی فراگیران تأثیرات منفی می‌گذارد. این در حالی است که زمانی که محیط‌های کاری به‌گونه‌ای ارگونومیک طراحی شوند و به ایمنی و سلامت کارکنان/کاربران توجه شود کاربرپسند می‌شوند و بهره‌وری کار و آموزش افزایش می‌یابد (Fatima et al., 2023). صاحب‌نظران فضای آموزشی را معلّم سوم می‌نامند که شامل عناصری، مانند آزمایشگاه، راهرو، مواد ساختمانی، رنگ دیوار، نور و مبلمان، می‌شود. درحقیقت، مواد آموزشی و فیزیکیِ محیط آموزشی بستری منحصربه‌فرد برای فراگیران است تا یاد بگیرند، تجربه کنند و با دیگران ارتباط برقرار کنند (Nikolić et al., 2013).

با توجه به مباحث مطرح‌شده، هدف پژوهش حاضر طراحی الگوی بهینهٔ توسعهٔ ارگونومیک فضاهای آموزشِ عالی بوده و از دیدگاه ارگونومی به مسائل حوزهٔ آموزشی نگریسته است. امیدواریم تکیه به این مفهوم مهم زمینهٔ کیفیت‌بخشی به نظام آموزشِ عالی را فراهم آورد.

۲. روش‌شناسی

پژوهش حاضر کیفی و داده‌بنیاد و هدف آن طراحی چارچوبی تحلیلی‌انتزاعی از یک فرایند است. براین‌اساس، پژوهشگر نوعی تبیین کلی (یا نظریه) را از یک فرایند، اقدام یا تعامل ارائه می‌کند که حاصل دیدگاه‌های مشارکت‌کنندگان بسیاری است. در طی فرایند، کدگذاریِ باز، محوری و گزینشی در قالب الگویی متشکل از شرایط زمینه‌ای، علّی و میانجی، پدیده‌محوری، پیامدها و راهبردها انجام می‌گیرد. جامعهٔ آماری پژوهش شامل افراد و گروه‌های مطلع می‌شود که عبارت‌اند از: استادان باسابقهٔ حاضر در دانشگاه و دارای اطلاعات نسبتاً جامع از موضوع پژوهش.

در نمونه‌گیری در بخش کیفی پژوهش، ازآنجاکه هدف اصلیِ بخش کیفی پژوهش اکتشاف و طراحی الگوی مناسبِ اهداف پژوهش است، به منطق تکرار، به‌عنوان راهکاری مهم، توجه کرده‌ایم. در این مفهوم، تعمیم از یک مورد به موارد مشابه یا به نظریه صورت می‌پذیرد نه جامعه. درحقیقت، به‌صورت غیراحتمالی نمونه‌گیری کرده‌ایم زیرا ویژگی خاص افراد منتخب ایجاب می‌کرد در حوزهٔ پژوهش صاحب‌نظر باشند. بنابراین، استفاده از روش‌های تصادفی و مبتنی‌بر احتمال امکان‌پذیر نبود. در نمونه‌گیری همگن، تمرکز بر افراد ویژه است. در راهبرد زنجیره‌ای، با استفاده از آشنایی افراد با سایر مطلعان کلیدی و معرفی آنان، دامنهٔ نمونه‌ها گسترش می‌یابد. نمونهٔ آماری پژوهش حاضر در بخش کیفی شامل ۲۵ استاد متخصص در مبانی نظری موضوع پژوهش است.

ابزار پژوهش حاضر مصاحبهٔ نیمه‌ساختاریافته با هدف طراحی الگوی بهینهٔ توسعهٔ فضاهای آموزشِ عالی از منظر ارگونومی بود. برای اطمینان از روایی بخش کیفی پژوهش و دقیق‌بودن یافته‌ها، اقداماتی صورت گرفت: ۱. بازبینی توسط اعضا[1]: مصاحبه‌شوندگان مقوله‌های به‌دست‌آمده را بازبینی و نظر خود را درخصوص آن‌ها بیان کردند؛ ۲. پایایی کدگذاران (ارزیاب‌ها)[2]: پایایی کدگذاران برای تحلیل محتوای مصاحبه‌های تحقیق، با استفاده از فرمول مصاحبهٔ پایایی کدگذاری‌ها (تعداد کل توافقات ضربدر ۲تقسیم بر تعداد کل کدها ضرب در ۱۰۰)، برابر با ۰/۸۱ است. با توجه به اینکه این میزان پایایی بیش از ۶۰ درصد است درصد پایایی کدگذاران تأیید می‌شود.

۳. یافته‌ها

همان‌طورکه گفتیم، براساس رویکرد نظام‌مند نظریهٔ داده‌بنیاد، متن منابع اطلاعاتی پژوهش را، شامل متن مصاحبه‌ها، با استفاده نرم‌افزار Atlas Ti و کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی تحلیل کردیم و براساس مقوله‌ها و مفاهیم استخراج‌شده الگوی بهینهٔ توسعهٔ فضاهای آموزشِ عالی را از منظر ارگونومی تدوین کردیم.

همان‌طورکه در شکل ۱ مشخص است، پس از تحلیل داده‌های کیفی، نهایتاً مقوله‌های آشکارشده در قالب ابعاد شش‌گانهٔ الگو با روابطی که بین آنها وجود دارد به‌صورت شرایط علّی (۶ مقوله)، مقولهٔ اصلی، شرایط زمینه‌ای (۴ مقوله)، شرایط مداخله‌گر (۱۴ مقوله)، راهبردها (۲۱ مقوله) و پیامد (۳ مقوله) جای گرفتند. تجربهٔ مشارکت‌کنندگان پژوهش نشان داد محور اصلیِ الگوی بهینهٔ توسعهٔ فضاهای آموزشِ عالی از منظر ارگونومی است. عوامل توسعهٔ بهینهٔ فضاهای آموزشِ عالی از منظر ارگونومی مقوله‌های علّیِ الگو را تشکیل می‌دهند. درحقیقت، شرایط علّی مجموعهٔ رویدادها و حوادثی است که موقعیت‌ها و مسائل مربوط به پدیده را خلق می‌کنند و چگونگی و چراییِ پاسخ افراد و گروه‌ها را به آن شرایط توضیح می‌دهند. در ادامه، پاسخ برخی از مصاحبه‌شوندگان را نقل می‌کنیم.

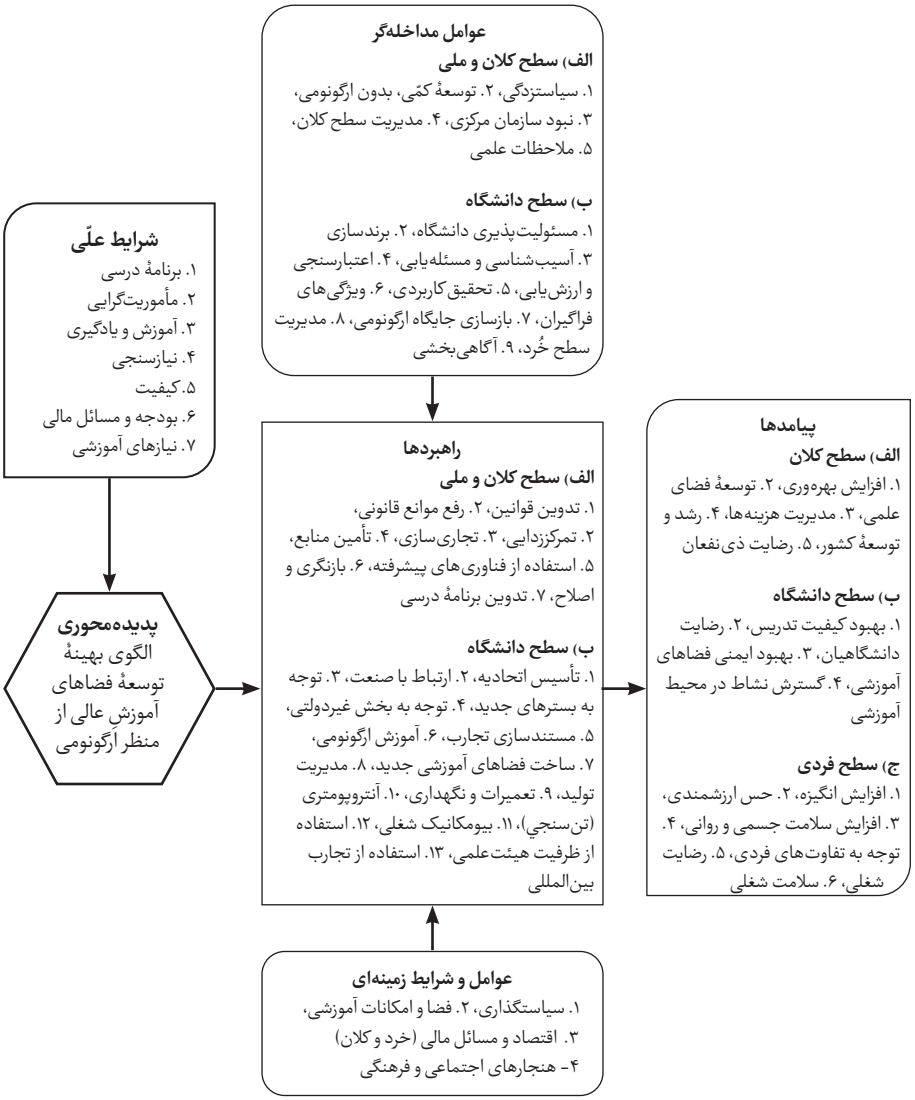
مصاحبه‌شوندهٔ ۱

> به‌طور حتم، یکی از مسائلی که می‌بایست در نظام آموزشی، چه در سطح پایه و چه در سطح عالی، به اون توجه بشه مسائل مالیه که عامل مهمی در حوزهٔ ارگونومیه.

مصاحبه‌شوندهٔ ۱۲

> باگنجاندن ارگونومی در برنامهٔ درسی، فراگیران به درکی جامع از نحوهٔ طراحی محصولات، محیط‌ها و سیستم‌هایی می‌رسند که عملکرد، ایمنی و رفاه انسان را افزایش می‌دهند. علاوه‌براین، مهارت‌های ارزشمندی به دست خواهند آورد که در طیف گسترده‌ای از رشته‌ها و صنایع قابل‌استفاده است و آنان را در نیروی کار رقابتی‌تر و سازگارتر می‌کند.

1- Member Checking
2- Inter-rater reliability



شکل ۱. الگوی بهینهٔ توسعهٔ فضاهای آموزشِ عالی از منظر ارگونومی

مصاحبه‌شوندهٔ ۱۸

دانشگاه اگر مأموریت‌گرا باشه و هدفی رو به‌درستی دنبال کنه بسیاری از چالش‌هایی که با اون روبه‌رو هستیم کاهش پیدا می‌کنه. یکی از چالش‌ها همین مسئلهٔ ارگونومیِ فضای آموزشیه. درحقیقت، دانشگاه می‌بایست براساس ساختار درست و منطقی شکل بگیره و کوچک‌ترین مسائل، ازجمله همین مسئله، در اون حل بشه.

درخصوص عوامل شناسایی‌شده در حوزهٔ شرایط علّی، طراحی برنامهٔ درسی مرتبط با این حوزه درکی دقیق از اصول ارگونومی و کاربردهای آن در طراحی فضاهای آموزشی به دانشجویان و استادان می‌دهد، با تکیه بر دروس نظری و عملی دانشجویان را با مفهوم ارگونومی در محیط‌های آموزشی آشنا می‌کند و توانایی ارزیابی و بهبود این فضا را به آنان می‌آموزد. بدین‌منظور، تدوین مأموریت‌ها و اهدافی که تمرکز آنها بر ایجاد محیط آموزشی سالم، ایمن و کارآمد باشد بسیار مهم است. این اهداف می‌بایست به‌گونه‌ای طراحی شوند که به ارتقای کیفیت یادگیری و رفاه دانشجویان و کارکنان کمک کنند.

بهره‌گیری از روش‌های نوین آموزش و یادگیری که در آن اصول ارگونومی رعایت شده باشد مقوله‌ای دیگر است که شامل طراحی کلاس، آزمایشگاه و کتابخانه‌ها می‌شود به‌گونه‌ای‌که موجب راحتی و کاهش فشار جسمانی و روانی بر کاربران شود. به‌علاوه، می‌بایست به‌طور مکرر بر ارزیابی دقیق نیازهای آموزشی و فیزیکی دانشجویان و کارکنان ازطریقِ مطالعات و تحقیقات میدانی که شامل ارزیابی وضعیت فعلی فضاهای آموزشی و شناسایی نقاط ضعف و قوّت آنها می‌شود تأکید شود تا نظام آموزشی مبتنی‌بر ارگونومی به‌خوبی کیفیت یابد. در این حوزه، بهبود کیفیت فضاهای آموزشی ازطریقِ اجرای استانداردهای ارگونومی، شامل استفاده از تجهیزات و مبلمان راحت و کارآمد، تهویهٔ مطلوب، نورپردازی صحیح و کاهش عوامل مزاحم، موردنظر است. برای اطمینان از حفظ کیفیت، می‌بایست پیوسته فرایند ارزیابی و بازخورد اجرا شود.

در حوزهٔ مالی، تخصیص بودجهٔ کافی به طراحی و اجرای فضاهای آموزشی ارگونومیک، شامل هزینه‌های مرتبط با بازسازی فضاهای موجود، خرید تجهیزات ارگونومیک، آموزش کارکنان و اجرای طرح‌های پژوهشی می‌شود که می‌بایست برنامه‌ریزی مالی دقیقی صورت پذیرد تا منابع به‌طور بهینه تخصیص یابند. این در حالی است که شناسایی نیازهای خاص آموزشی برای طراحی و توسعهٔ بهینهٔ فضاهای آموزشی ارگونومیک راه‌گشاست و شامل دوره‌های تخصصی برای مدیران و طراحان فضاهای آموزشی، کارگاه‌های عملی برای کارکنان و دانشجویان، و آموزش مداومِ به‌روزترین اصول و فناوری‌های حوزهٔ ارگونومی می‌شود.

در ادامه، عوامل زمینه‌ای مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند تا راهبردها و اقدامات تحت شرایط آن‌ها از نظر پاسخگویان بررسی شود:

مصاحبه‌شوندهٔ ۳

متأسفانه، نتونستیم به جمع‌بندی‌ای برسیم که براساس اون سیاست مدوّن رو در نظر بگیریم و بسیاری از سیاست‌های نظام آموزشی رو در همهٔ رده‌ها اجرا کنیم. درحقیقت، نتیجه نگرفتیم چه حوزه‌ای در سیاست‌گذاری نظام آموزشِ عالی مهمه یا مهم نیست. به‌همین‌دلیل، سیاست‌گذاری حوزهٔ بسیار مهم و حساسیه و می‌بایست حتماً دیدگاه درستی دراین‌زمینه تدوین بشه.

مصاحبه‌شوندهٔ ۹

فضاهای آموزشی و امکانات ما در این حوزه اصلاً مناسب نیستن و حتی تأسف‌بارن. این موضوع هرچه بغرنج‌تر و پُرایرادتر باشه کار ما رو در ایجاد تغییر و تحول سخت‌تر می‌کنه چراکه می‌تونه نیازمند تغییرات بیشتری باشه.

مصاحبه‌شوندهٔ ۱۰

ما نیازمند ایجاد فرهنگ ارگونومی در جامعهٔ دانشگاهی هستیم و برای این حوزه می‌بایست از آگاه‌سازی و ابزارهای موجود استفاده کنیم. درحقیقت، گام اول فرهنگ‌سازی آگاه‌سازی افراد در این حوزه است.

در حوزهٔ ارگونومی، سیاست‌گذاران با تدوین مقررات مناسب می‌توانند فضاهای آموزشِ عالی مبتنی‌بر اصول ارگونومی را توسعه بخشند. این قوانین باید شامل استانداردهای ارگونومیک طراحی و تجهیز فضاهای آموزشی باشند، نیازهای آینده را پیش‌بینی کنند و با توجه به تغییرات فناوری و جمعیتی به‌روزرسانی شوند. همچنین طراحی ارگونومیک فضاهای آموزشی تأثیر زیادی بر کارایی و راحتی دانشجویان و کارکنان خواهد داشت و کیفیت آموزش را بهبود خواهد بخشید. درخصوص مسائل مالی، تأمین مالی مناسب برای توسعه و نگهداری فضاهای آموزشی ضروری است. دولت‌ها و نهادهای آموزشی می‌بایست منابع مالی کافی را به این هدف اختصاص دهند و مدیریت هزینهٔ ساخت و تجهیز فضاهای آموزشی به‌گونه‌ای باشد که، علاوه‌بر حفظ کیفیت، منابع به‌صورت بهینه استفاده شوند. فرهنگ و هنجارهای اجتماعی هر جامعه بر طراحی و استفاده از فضاهای آموزشی تأثیرگذار است؛ توجه به نیازهای خاص دانشجویان دختر و پسر یا توجه به دسترسی افراد معلول مثال‌هایی از تأثیر فرهنگ است. به‌علاوه، افزایش آگاهی عمومی از اهمیت ارگونومی در فضاهای آموزشی و تأثیر آن بر سلامت و کارایی افراد بهبود این فضاها را سرعت می‌بخشد.

عوامل مداخله‌گر عواملی هستند که به‌صورت غیرمستقیم بر الگوی نظری پژوهش تأثیر می‌گذارند. برخی از دیدگاه‌های مصاحبه‌شوندگان به شرح زیر است:

مصاحبه‌شوندهٔ ۳

متأسفانه، بسیاری از اسناد بالادستی حوزهٔ آموزشِ عالی هنوز هم متأثر از دیدگاه‌های

قدیم هستند. این موضوع، به‌نظر من، یک عامل مداخله‌گره. درنتیجه، در این حوزه نیازمند تحولات گسترده هستیم.

مصاحبه‌شوندهٔ ۵

ما در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشِ عالی توسعهٔ کمّی ایجاد کردیم و نگاه کارشناسانه به این حوزه نداشتیم. این یک عامل مخل و مضرر در حوزهٔ ارگونومیه. به نیازهای دانشجویان توجه نکردیم. البته، به‌نظرم، این رویکرد به‌مرور زمان خیلی بهتر شده.

مصاحبه‌شوندهٔ ۱۴

دانشگاه می‌بایست در برابر جامعهٔ خود مسئولیت‌پذیر باشه و این نکته رو به خودش یادآوری کنه که می‌بایست محیطی رو فراهم کنه که به همهٔ جوانب جسمی و روحی فراگیران توجه داشته باشه. به‌نظر من، ارگونومیِ فضای آموزشی می‌تونه در همین مسیر قرار بگیره.

سیاست‌زدگی باعث می‌شود تصمیم‌گیری‌ها بیشتر براساس ملاحظات سیاسی، نه علمی، صورت پذیرد. این موضوع به استفادهٔ نادرست از منابع و توسعهٔ ناپایدار منجر می‌شود. تغییرات مکرر مدیران نهادهای آموزشی به‌دلیل سیاست‌زدگی باعث بی‌ثباتی برنامه‌ریزی و اجرای امور می‌شود. همچنین توسعهٔ کمّی فضاهای آموزشی، بدون درنظرگرفتن استانداردهای ارگونومی، موجب مشکلات سلامت خواهد شد و کاراییِ دانشجویان و کارکنان را خواهد کاست. ساخت بی‌ضابطه و بدون توجه به نیازهای واقعی کاربران فضاهایی ناکارآمد و نامطلوب ایجاد می‌کند. چنین فرایندی از نبودِ سازمان مرکزیِ نظارت بر اجرای استانداردهای ارگونومی ناشی می‌شود که به ناکارآمدی و هدررفتن منابع و بهره‌وری ناکافی از توسعهٔ فضاهای آموزشی می‌انجامد. براین‌اساس، مدیریت کلان می‌تواند با تدوین راهبردهای مناسب و تعیین اولویت‌ها به بهبود فضاهای آموزشی کمک کند و با تخصیص منابع مالی کافی بهبود فضای آموزشی را سرعت بخشد. استفاده از نتایج پژوهش‌های علمیِ مرتبط با ارگونومی آگاهی مدیران، تصمیم‌گیران و تصمیم‌سازان را از اهمیت ارگونومی و تأثیر آن بر سلامت و کارایی کاربران می‌افزاید. دانشگاه‌ها می‌بایست مسئولیت‌پذیری بیشتری در برابر کیفیت فضاهای آموزشی داشته باشند و به سلامت جسمی و روانی دانشجویان و کارکنان توجه کنند و این امر را در اولویت قرار دهند. بدین‌ترتیب، تصویر عمومی بهتری از خود ارائه و درنتیجه در جذب دانشجویان و استادان موفق‌تر عمل خواهند کرد. دانشگاه با برندسازی مرتبط با محیط‌های ارگونومیک رقابت‌پذیری خود را در سطح ملی و بین‌المللی خواهد افزود. این امر با شناسایی مشکلات این حوزه و طرح راه‌حل‌های عملی و اجراپذیر میسّر می‌شود.

ارزیابی مستمر فضاهای آموزشی ازنظرِ ارگونومی عامل مهم حفظ و بهبود کیفیت فضای آموزشی

است. بدین‌منظور، گزارش‌های شفاف و جامع از وضعیت ارگونومی فضاهای آموزشی به افزایش آگاهی و تعهد به بهبود وضعیت کمک می‌کند.

تحقیق کاربردی برای بهبود ارگونومی فضاهای آموزشی حوزه‌ای دیگر است که می‌بایست بر آن تأکید کرد. دانشگاه‌ها می‌بایست از نتایج تحقیقات کاربردی برای بهبود فضاهای خود استفاده کنند و آن را با دیگر نهادها به‌اشتراک بگذارند. در طراحی فضاهای آموزشی، می‌بایست به مسائلی، مانند نیازهای دانشجویان و تنوع فرهنگی و اجتماعی آنان، توجه شود و جایگاه ارگونومی در برنامه‌ریزی و توسعهٔ فضاهای آموزشی از اولویت‌های اصلی باشد. در کنار مدیریت سطح کلان، توجه به مدیریت خُرد، شامل توجه به جزئیات روزمره و حفظ فضاهای آموزشی، بررسی نیازها و مشکلات فوری کاربران و...، ضروری است. همچنین برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی مرتبط با ارگونومی به افزایش آگاهی کاربران و بهبود وضعیت کمک می‌کند.

در ادامه، راهبردها، رفتارها، اعمال، تعاملات و کنش‌هایی مورد بررسی قرار می‌گیرند که برای مدیریت موقعیت‌ها و در مواجهه با مسائل برای راه حل آنها به‌کار می‌روند و با تحقق آنها پدیده خاصی شکل می‌گیرد، دیدگاه برخی از پاسخ‌گویان حاوی نکات زیر است:

مصاحبه‌شوندهٔ ۱

می‌بایست قوانینی تدوین بشه که براساس اونها به فضاهای آموزشی توجه بشه. هر تحولی در فضای آموزشی می‌بایست براساس اصول ارگونومی فضای آموزشی باشه. وقتی چنین قوانینی وجود داشته باشه دیگه هر مجموعه‌ای براساس خواستهٔ‌خودش تغییری در فضای آموزشی ایجاد نمی‌کنه که تناسبی با ارگونومی نداشته باشه.

مصاحبه‌شوندهٔ ۳

می‌بایست قوانین دست‌وپاگیری که این حوزه رو با چالش روبه‌رو می‌کنن تصحیح بشن یا تغییر کنن تا دانشگاه دراین‌زمینه آزادی عمل داشته باشه و زمینهٔ توسعهٔ باکیفیت فضای آموزشی فراهم بشه.

مصاحبه‌شوندهٔ ۱۳

می‌بایست در فلسفهٔ ارگونومی و اینکه چگونه از اون در محیط آموزشی استفاده کنیم بازنگری کنیم چون نبودِ چنین رویکردی ما رو به سمت ظواهر ارگونومی هدایت می‌کنه و از جنبه‌های دیگه‌ای از ارگونومی غافل می‌شیم.

مصاحبه‌شوندهٔ ۱۶

یکی از مهم‌ترین راهکارها، به‌نظر من، آینه که از تجارب و دیدگاه‌های دیگران و حتی خودمون، چه موفق و چه ناموفق، استفاده کنیم. ما نیازمند مستندسازی تجارب در حوزهٔ ارگونومی هستیم که نباید به‌راحتی از کنارش بگذریم. این موضوع نباید فقط

دیدگاه دانشگاهی باشه بلکه باید از همهٔ ظرفیت‌های موجود در این زمینه استفاده کنیم.

تدوین و تصویب قوانین و استانداردهای ارگونومیک برای طراحی و تجهیز فضاهای آموزشی ضروری به نظر می‌رسد و همهٔ دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشِ عالی می‌بایست موظف به رعایت آن باشند. شناسایی و رفع موانع قانونیِ اجرای استانداردهای ارگونومیک حوزه‌ای دیگر است که شامل تسهیل فرایندها و کاهش دیوان‌سالاری می‌شود. حمایت قانونی از دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشِ عالی در حوزهٔ ارگونومی نیز انگیزهٔ اجرای بهتر استانداردها را فراهم می‌کند. دادن استقلال بیشتر به دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشِ عالی در طراحی و تجهیز فضاهای آموزشی موجب تمرکززدایی در توسعهٔ فضاهای آموزشی می‌شود و آموزش باکیفیت را فراهم می‌کند. به‌علاوه، تجاری‌سازی تحقیقات و فناوری‌های مرتبط با ارگونومی ازطریقِ همکاری با صنایع بخش خصوصی را به سرمایه‌گذاری در بهبود فضاهای آموزشی تشویق می‌کند. دانشگاه‌ها می‌بایست از منابع مالی متنوع، شامل بودجهٔ دولتی، سرمایه‌گذاری‌های خصوصی و کمک‌های بین‌المللی، برای توسعهٔ فضاهای آموزشی استفاده کنند. بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، مانند هوش مصنوعی، واقعیت مجازی و اینترنت اشیا، به بهبود کیفیت ارگونومیک فضاهای آموزشی کمک می‌کند. این امر می‌بایست با ارزیابی مستمر فضاهای آموزشی برای شناسایی نقاط ضعف و بهبود آنها پشتیبانی شود و قوانین و مقررات براساس نتایج ارزیابی‌ها به‌روزرسانی و اصلاح شوند تا همواره با بهترین استانداردهای ارگونومیک همگام باشند. مفاهیم و اصول ارگونومی می‌بایست در برنامه‌های درسی دوره‌های آموزشی گنجانده شود تا دانشجویان با اهمیت این موضوع آشنا شوند. ایجاد اتحادیه‌های تخصصی در حوزهٔ ارگونومی، به‌منظور تبادل دانش، تجارب و بهبود استانداردهای محیط‌های آموزشی، مقولهٔ مهم دیگری است. به‌علاوه، همکاری با صنعت و استفاده از تجربیات و فناوری‌های پیشرفته در این حوزه برای بهبود محیط‌های آموزشی و ایجاد ارتباط دوسویه بین دانشگاه‌ها و صنایع مرتبط با ارگونومی بسیار مفید خواهد بود و زمینهٔ شناسایی بسترهای نوین و پیشرفته را در طراحی و اجرای فضاهای آموزشی ارگونومیک و بهره‌برداری از آنها فراهم می‌کند. همچنین می‌توان از ظرفیت ثبت و مستندسازی تجربیات و دستاوردهای پروژه‌ها و فعالیت‌ها درزمینهٔ ارگونومی به‌منظور بهبود و انتقال دانش در این حوزه استفاده کرد. بدین‌منظور، بر برگزاری دوره‌های آموزشی و کارگاه‌های تخصصی برای افزایش آگاهی و مهارت‌های ارگونومیک دانشجویان، استادان و کارکنان دانشگاه‌ها تأکید می‌شود. فضاهای آموزشی می‌بایست با درنظرگرفتن نیازهای فیزیکی و روانی دانشجویان و استادان، استفاده از فناوری‌های جدید در ساخت و تجهیز فضاهای آموزشی و برخورداری از امکان تعامل و کار گروهی طراحی شوند. بهینه‌سازی فرایندهای طراحی آموزشی برای افزایش بهره‌وری، استفاده از سیستم‌های مدیریت تولید برای پیگیری و ارزیابی پیشرفت و هماهنگی بین بخش‌های تولید آموزشی برای به‌کمینه‌رساندن تأخیرها و بهبود کیفیت ارگونومی موردتأکید است.

اجرای برنامه‌های منظم برای نگهداری و تعمیر تجهیزات آموزشی و اداری، استفاده از سیستم‌های مانیتورینگ برای پیش‌بینی نیازهای تعمیر و نگهداری، و آموزش کارکنان نیز می‌بایست به‌خوبی مورد توجه قرار گیرد. با طراحی تجهیزات و فضاهای کاری براساس اندازه‌ها و قابلیت‌های فیزیکی کاربران و استفاده از داده‌های تن‌سنجی برای بهبود ارگونومی محیط‌های آموزشی می‌توان به تفاوت‌های فردی و تنظیم فضا براساس نیازهای متفاوت کاربران توجه کرد. تحلیل حرکات و وضعیت‌های بدنی برای کاهش خستگی و افزایش راحتی در محیط کار و طراحی ابزارها و تجهیزات به‌گونه‌ای‌که از آسیب‌های شغلی جلوگیری کند فشارهای جسمی و روحی را خواهد کاست. همچنین بهره‌گیری از تخصص و تجربیات اعضای هیئت‌علمی در بهبود فرایندهای آموزشی و تحقیقاتی، تشویق آنان به مشارکت در طرح‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای و ایجاد فرصت آموزش و توسعهٔ حرفه‌ای بسیار حیاتی تلقی می‌شود. با بهره‌گیری از تجربیات و استانداردهای بین‌المللی در طراحی فضاهای آموزشی، همکاری با مؤسسات و دانشگاه‌های بین‌المللی برای تبادل دانش و تجربیات و اجرای بهترین شیوه‌ها از سایر کشورها برای بهبود کیفیت فضاهای آموزشی می‌توان بر کیفیت ارگونومی در آموزشِ عالی تأثیراتی مثبت گذاشت.

پیامدها شامل پیامدهای مشهود و نامشهود بر اثر اجرای الگوی بهینهٔ توسعهٔ فضاهای آموزشِ عالی از منظر ارگونومی می‌شود. برخی از دیدگاه‌های مصاحبه‌شوندگان به‌شرح زیر است:

مصاحبه‌شوندهٔ ۳

به‌طور حتم، اگر ارگونومی در فضای دانشگاه به‌خوبی طراحی و رعایت بشه روی کیفیت و بهره‌وری آموزشی تأثیر خوبی می‌گذاره. این نکته بسیار مهم و کلیدیه چون هدف اصلی نظام آموزشی، چه در سطوح پایه و چه در سطوح عالی، افزایش بهره‌وریه.

مصاحبه‌شوندهٔ ۹

اگر به تبعات توجه به این حوزه بپردازیم موارد زیادی هست که زمینهٔ توسعهٔ فضای علمی کشور رو فراهم می‌کنه. سیاست‌گذاری درست در توسعهٔ فضای آموزشی ساختار آموزش و یادگیری رو در همهٔ رده‌ها متحول می‌کنه.

مصاحبه‌شوندهٔ ۱۶

ارگونومی در کاهش هزینه‌های آموزشی نقش مهمی داره. این رویکرد با بهینه‌سازی فرایندها و تجهیزات و منابع آموزشی بهبود قابل‌ملاحظه‌ای در کارایی و کاهش هزینه‌های آموزشی ایجاد می‌کنه.

مصاحبه‌شوندهٔ ۲۴

رضایت همیشه برای سازمان‌ها چالش بوده. سازمان‌ها سعی می‌کنن بستری فراهم کنن تا رضایت کارکنان و ذی‌نفعان رو به‌بهترین‌نحو فراهم کنه. به‌نظر من، این حوزه هم می‌تونه بر رضایت ذی‌نفعان تأثیرگذار باشه.

طراحی صحیح فضاهای آموزشی و تجهیزات، با توجه به اصول ارگونومی، به کاهش خستگی و افزایش تمرکز و عملکرد دانشجویان و استادان کمک می‌کند. استفاده از مبلمان و تجهیزات ارگونومیک موجب افزایش کارایی و کاهش زمان جابه‌جایی و تنظیمات جدید می‌شود و نیازهای جسمی و ذهنی کاربران را برآورده می‌سازد. این حوزه کیفیت یادگیری و بهره‌وری آموزشی را ارتقا می‌بخشد و به ایجاد محیط علمی و تحقیقاتی انگیزشی برای پژوهشگران و دانشجویان کمک می‌کند به‌گونه‌ای‌که همکاری‌های علمی را آسان می‌سازد و منجر به پیشرفت علمی می‌شود. بهبود طراحی و تجهیز فضاهای آموزشی براساس اصول ارگونومی از بروز مشکلات جسمی و بیماری‌های مرتبط با محیط کار جلوگیری می‌کند و به‌تبع آن هزینه‌های درمان و مراقبت‌های پزشکی را کاهش می‌دهد. محیط‌های آموزشی بهینه و ارگونومیک کیفیت آموزش و پژوهش و درنتیجه تربیت منابع انسانی متخصص و توانمند را بهبود می‌بخشند و نوآوری و خلاقیت را در جامعهٔ علمی می‌افزایند که به توسعهٔ کشور در زمینه‌های علمی و فناوری منجر خواهد شد. طراحی ارگونومیکِ فضای آموزشی به تسهیل تعاملات استاد و دانشجویان و بهبود توانایی دانشجویان در درک مطالب کمک می‌کند. چنین محیطی موجب افزایش نشاط و انگیزهٔ دانشجویان و دانشگاهیان در محیط‌های آموزشی می‌شود. درمجموع، توجه به نقش کلیدی ارگونومی در طراحی و مدیریت فضاهای آموزشِ عالی تأثیرات مثبت گسترده‌ای بر کیفیت تدریس (Mahdieh et al., 2023)، رضایت دانشگاهیان، ایمنی و نشاط در محیط‌های آموزشی خواهد داشت.

۴. بحث

توجه به مباحث ارگونومی، به‌ویژه در حوزهٔ آموزشِ عالی، نیازمند مجموعه‌ای قدرتمند از داده‌ها و تحلیل‌های علمی است تا نظر همهٔ متخصصان و صاحب‌نظران این حوزه جلب و تغییری چشمگیر و مثبت در نظام آموزشِ عالی ایجاد شود. برنامهٔ درسی و ارگونومی ارتباطی تنگاتنگ با هم دارند و می‌بایست شامل مباحثی باشند که به طراحی صحیح محیط‌های آموزشی کمک کند، اصول ارگونومی را در نظر بگیرد و با نیازهای روز ارگونومی در آموزشِ عالی سازگار باشد تا کارایی، سلامت و رفاه دانشجویان و استادان بهبود یابد (Gala et al., 2023). این امر زمانی مؤثر خواهد بود که رسیدن به اهداف ارگونومی مأموریتی مهم در آموزشِ عالی تلقی شود که بر محوریت دانش، یادگیری مداوم، تحقیق و تحلیل، و به‌کارگیری اصول ارگونومی در موقعیت‌های واقعی متمرکز باشد (Wilkinson & Cowen, 2019). چنین رویکردی می‌بایست بر پایهٔ آموزش و یادگیری بنا شود چراکه به‌مثابهٔ چهارچوب جامع توسعهٔ ارگونومی در آموزشِ عالی عمل می‌کند (Botta-Maltese et al., 2023). این رویکرد مستلزم نیازسنجی پیوسته و مبتنی‌بر بسترهای متعدد و روش‌های متنوع در حوزهٔ سخت‌افزاری و نرم‌افزاری است تا شکاف‌های موجودترمیم و کیفیت، نه‌تنها در حوزهٔ فیزیکی محیط آموزشی بلکه در جنبه‌های روانی، اجتماعی و شناختی، تضمین شود (Ryabova et al., 2020). چنین فرایندی نیازمند منابع مالی کافی و توجه

به مسائل اقتصادی، به‌منظور بهبود زیرساخت، خرید تجهیزات، به‌سازی محیط‌های آموزشی و اجرای دوره‌های آموزشی مرتبط با ارگونومی، است تا نیازهای ارگونومیک نظام آموزشِ عالی رفع شود (Gumasing et al., 2023). همهٔ موارد مطرح‌شده در بستر سیاست‌گذاری‌ای مشخص و مدوّن صورت خواهد پذیرفت که به‌عنوان راهنمای طراحی، مدیریت و بهبود محیط‌های آموزشی عمل می‌کند. آموزشِ عالی می‌بایست با تعامل با نهادهای تصمیم‌گیر و استفاده از ظرفیت‌های سیاسی، شامل جلب حمایت نمایندگان مجلس، مسئولان دولتی و نهادهای ذی‌ربط، به تصویب قوانین و تخصیص بودجهٔ کافی به ارگونومی کمک کند (Khayal, 2020) تا مشکلات حوزهٔ فضا و امکانات آموزشی را رفع و زمینهٔ درک تفاوت‌های فیزیکی، روانی و فرهنگی فضاهای آموزشی را که انگیزه، عملکرد و رضایت کلی از فرایند یادگیری را می‌کاهد فراهم کند (Niciejewska, 2023). چنین فرایندی نیازمند تأمین مالی پایدار (Ghozali, 2022)، ایجاد فرهنگ ارگونومی و تبدیل آن به اولویت مهم در جامعه است (Sutjana, 2010).

فرایند توسعهٔ ارگونومی در آموزش نباید متأثر از دیدگاه‌های سیاسی باشد چراکه تغییرات مکرر سیاست‌گذاری‌ها و بی‌ثباتی در تصمیم‌گیری‌های کلان باعث سردرگمی و بی‌اطمینان در برنامه‌ریزی و اجرای طرح‌های ارگونومیک می‌شود (García-Tudela et al., 2020). ما نیازمند توجه به تغییرات ساختاری، به‌جای تمرکز بر تغییرات ظاهری و سطحی، هستیم که ایجاد سازمانی متولی که وظیفهٔ نظارت، هماهنگی و اجرا و همچنین تدوین استانداردها، راهبردها و سیاست‌های مرتبط با ارگونومی را دارد آن را تسهیل می‌کند. این امر دیدگاهی کلان و راهبردی به ارگونومی در آموزشِ عالی است (Taveira & Smith, 2012). چنین سازمانی، با تأکید بر استفاده از نتایج مطالعات علمی و یافته‌های جدید تحقیقاتی، به بهبود وضعیت محیطی و فرایندهای آموزشی کمک و دانشگاه را در اجرای اصول ارگونومیک مسئول و پاسخ‌گو می‌کند (Ryabova et al., 2020). در چنین رویکردی، مفاهیمی، مانند رتبه‌بندی دانشگاه‌ها، مطرح می‌شود چراکه به دانشگاه کمک می‌کند نقاط ضعف و نیازهای اصلاحی را شناسایی کند و با رویکرد خودانتقادی به ارزیابی و نقد عملکرد ارگونومیک خود و اصلاحات بپردازد. پایهٔ چنین رتبه‌بندی‌ای بر نظام ارزیابی ارگونومی، شامل طراحی و ارزیابی وضعیت ارگونومیک محیط‌های آموزشی، قرار دارد (Caputo et al., 2019). چنین نظامی می‌بایست مبتنی‌بر تحقیقات‌کاربردی (Gualtie-ri, Rauch, & Vidoni, 2021)، مسئولیت‌پذیری اعضای هیئت‌علمی، کارکنان و دانشجویان (Al-Hinai et al., 2018)، و پیشنهادها و انتقادات باشد تا به افزایش آگاهی همهٔ ارکان نظام آموزشِ عالی منجر شود.

با توجه به مباحث مطرح‌شده، مقررات آموزشی می‌بایست حامی توسعهٔ ارگونومیک فضای آموزشی باشد و بر رویکرد نامتمرکز آموزشِ عالی به ارزش‌ها و نیازهای محلی و جهانی تأکید ورزد (Žunjić et al., 2015؛ Ghazanfarian, 2024). همچنین، با تمرکز بر فناوری‌های مدرن (Kim & Joines, 2020)، ارزیابی مجدد ارگونومی و کاربرد آن در محیط‌های آموزشی، برقراری ارتباط میان دانشگاه‌ها و مراکز صنعتی، و توجه به بخش غیردولتی (Reagan & Saleh, 2024) زمینهٔ استفاده از تجربیات گذشته را فراهم کند

و براساس اصول آنتروپومتری (تن‌سنجی) و تجارب بین‌المللی به نیازهای خاص آموزشی و پژوهشی پاسخ دهد.

۵. نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد طراحی ارگونومیک فضاهای آموزشی تأثیری بسزا بر افزایش کیفیت آموزشی، بهبود سلامت جسمانی و روانی دانشجویان و کارکنان و کاهش عوامل استرس‌زای شغلی دارد. اجرای چنین الگویی به بهبود تمرکز و رضایت کاربران و افزایش کارایی کلی نظام آموزشِ عالی کمک می‌کند. بنابراین، توصیه می‌کنیم مدیران و طراحان دانشگاهی به اهمیت ارگونومی در توسعهٔ فضاهای آموزشی توجه ویژه داشته باشند و از ارگونومی به‌عنوان ابزار بهینه‌سازی محیط‌های آموزشی بهره ببرند. ارگونومی به بهینه‌سازی محیط و افزایش راحتی و کاهش خستگی می‌پردازد. دانشجویان و استادان زمان زیادی را در محیط دانشگاه سپری می‌کنند. به‌همین‌خاطر، طراحی محیط‌های آموزشی می‌بایست به‌گونه‌ای باشد که ازنظرِ بصری و محیطی به افراد آرامش و احساس راحتی بدهد. نتیجهٔ چنین توجهی به ارگونومی در آموزشِ عالی افزایش بهره‌وری، مدیریت هزینه‌ها، توسعهٔ کشور، رضایت ذی‌نفعان، بهبود کیفیت تدریس، رضایت جامعهٔ دانشگاهی، بهبود ایمنی فضاهای آموزشی، افزایش انگیزه، افزایش سلامت جسمی و روانی، توجه به تفاوت‌های فردی و رضایت شغلی خواهد بود.

سپاسگزاری

نویسندگان از همهٔ شرکت‌کنندگان در پژوهش صمیمانه سپاسگزارند.

References

- Abdul Latip, M. S., Abdul Latip, S. N. N., Tamrin, M., & Rahim, F. A. (2024). Modelling physical ergonomics and student performance in higher education: the mediating effect of student motivation. *Journal of Applied Research in Higher Education*.
- Afroz, S., & Haque, M. I. (2021). Ergonomics in the workplace for a better quality of work life. *Ergonomics for Improved Productivity: Proceedings of HWWE 2017*(pp. 503-511). Springer Singapore.
- Ahmad, M. I. S., Idrus, M. I., & Rijal, S. (2023). The role of education in fostering entrepreneurial spirit in the young generation. *Journal of Contemporary Administration and Management (ADMAN)*, *1*(2), 93-100.
- Alostaz, M., Bansal, A., Gyawali, P., & Louie, P. K. (2024). Ergonomics in spine surgery: A systematic review. *Spine*, 10-1097.
- Azzahra, A., Rahayu, R., Marlina, N. S., Saebah, N., & Saputro, W. E. (2024). The role of education in economic growth and breaking the chain of poverty in indonesia. *Journal of Management, Economic, and Financial*, *2*(2), 55-63.
- Botta-Maltese, A. C., Wajngarten, D., Neves, T. D. C., Pazos, J. M., & Garcia, P. P. N. S. (2023). Importance of teaching ergonomics in dental school education. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*, *35*(15), 71-78.

- Cahyani, A. P., & Ramadhani, S. H. (2024). Optimizing workplace and employee safety through ergonomics: scoping review. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 189, p. 01007). EDP Sciences.
- Caputo, F., Greco, A., Fera, M., & Macchiaroli, R. (2019). Workplace design ergonomic validation based on multiple human factors assessment methods and simulation. *Production & Manufacturing Research*, *7*(1), 195-222.
- Cerier, E., Hu, A., Riddle, R., Hallet, J., Shao, J., & Society of Surgical Ergonomics Working Group. (2023). Survey of surgical ergonomics interventions: how to move the needle in surgical ergonomics. *Global Surgical Education-Journal of the Association for Surgical Education*, *2*(1), 91.
- Epstein, S., Tran, B. N. N., Ruan, Q. Z., Lee, B. T., & Singhal, D. (2017). The current state of surgical ergonomics education in surgical training in the united states. *Journal of the American College of Surgeons*, *225*(4), e161.
- Fatima, B., Mumtaz, U., Zulfiqar, S., Mushtaq, S., Imtiaz, R., Khan, M. A., ... & Aslam, I. (2023). Knowledge and practice of laptop ergonomics in office employees. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*, *17*(05), 584-584.
- Gala, K., Ghusn, W., Coelho-Prabhu, N., & Wang, X. J. (2023). Implementation and evaluation of a curriculum for ergonomics training during gi fellowship. *Digestive Diseases and Sciences*, *68*(12), 4301-4305.
- García-Tudela, P., Prendes-Espinosa, M., & Solano-Fernández, I. (2020). Smart learning environments and ergonomics: an approach to the state of the question. *Journal of New Approaches in Educational Research (NAER Journal)*, *9*(2), 245-25.
- Ghazanfarian, J. (2024). Improving the effectiveness of the mechanical engineering curriculum by combining global, local and future-oriented perspectives. *Iranian Journal of Engineering Education*, *26*(102), 1-19.
- Ghozali, M. (2022). Ergonomic of school facilities and infrastructure to support effective schools. *Proceeding International Conference on Religion, Science and Education* (Vol. 1, pp. 67-70).
- Gou, Z., Gou, B., Liao, W., Bao, Y., & Deng, Y. (2023). Integrated lighting ergonomics: a review on the association between non-visual effects of light and ergonomics in the enclosed cabins. *Building and Environment*, 110616.
- Gualtieri, L., Rauch, E., & Vidoni, R. (2021). Emerging research fields in safety and ergonomics in industrial collaborative robotics: a systematic literature review. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, *67*, 101998.
- Gualtieri, L., Rauch, E., & Vidoni, R. (2021). Emerging research fields in safety and ergonomics in industrial collaborative robotics: A systematic literature review. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, *67*, 101998..
- Gumasing, M. J. J., Cruz, I. S. V. D., Piñon, D. A. A., Rebong, H. N. M., & Sahagun, D. L. P. (2023). Ergonomic factors affecting the learning motivation and academic attention of shs students in distance learning. *Sustainability*, *15*(12), 9202.
- Imanov, B. (2023). Negative factors affecting the quality of education and ways to eliminate them. *Science and innovation*, *2*(B3), 355-358.
- Indriyani, I., Oktariza, R. T., Noviyanti, N., Alfath, M. N. A., & Azahra, A. F. (2024). Ergonomic education to reduce the risk of musculoskeletal disorders. *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, *6*(1), 53-59.
- Khayal, O. M. E. S. (2020). Relation between human factors and ergonomics. *Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering*, *13*(2), 33-40.
- Kim, B., & Joines, S. (2020). The role of design in technology driven ergonomics product development. In *Advances in Ergonomics in Design: Proceedings of the AHFE 2019 International Conference on Ergonomics in Design, July 24-28, 2019, Washington DC, USA 10* (pp. 3-14). Springer International Publishing.
- Kyrönlahti, S., Nygård, C. H., Neupane, S., Juutinen, S., Oakman, J., & Mäkikangas, A. (2022). Work-from-home physical ergonomics and trajectories of perceived work capacity among higher education employees due to the covid-19 pandemic. *Safety and Health at Work*, *13*, S184.
- Li-Wang, J., Townsley, A., & Katta, R. (2023). Cognitive Ergonomics: A review of interventions for outpatient

practice. *Cureus*, *15*(8).

- Mahdieh, O., Abbasi, D., & Salmani, M. (2023). Investigating the relationship between teaching methods, student's motivation and learning. *Iranian Journal of Engineering Education*, *25*(99), 91-109.
- Malshani, W., Weerakoon, H., & Weerakoon, K. (2023). Ergonomics in online education of medical undergraduates: a challenge to post-covid transformation in educational activities. *Work*, *76*(1), 21-31.
- Mazaheri, A., Neumann, W. P., & Trask, C. M. (2024). An assembly organization's approach to conducting ergonomics assessments of nutrunners in the absence of standards. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *101*, 103592.
- Niciejewska, M. (2023). Ergonomics of organizational and technical space in the educational process of children in kindergarten. *Materials Research Proceedings*, *34*.
- Nikolić, V., Keković, A., Stanković, D., & Tanić, M. (2013). Remodeling of the interior of preschool institutions in the context of improvement of ambient value and quality of space. *Facta universitatis-series: Architecture and Civil Engineering*, *11*(3), 211-220.
- Nirmal, K., Adalarasu, K., & Krishna, T. A. (2020, December). Analysis of ergonomic issues faced by students and teachers in online education. *International Conference of the Indian Society of Ergonomics* (pp. 57-64). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Pankhania, M. (2020). Ergonomics in radiology: preventing radiologist burnout. *Int J Radiol Diagn Imaging*, *3*, 9-14.
- Pierce, S. M., Heiman, A. J., & Ricci, J. A. (2023). Evaluating the current state of ergonomics education offered to students in us medical students. *The American Surgeon™*, *89*(5), 1798-1806.
- Pourmokhtar, A., Ayatollahi, S. M., & Nadimi, H. (2024). Recognizing the meaning and stairs of sustainable education of architecture relying on the understanding of traditional education of architectural. *Iranian Journal of Engineering Education*, *26*(102), 73-101 .
- Reagan, R., & Saleh, S. (2024). Contemporary work design & ergonomics education theory and practice. In *IISE Annual Conference. Proceedings* (pp. 1-6). Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE).
- Reiman, A., Lindholm, M., Parviainen, E., & Šilenskytė, A. (2024). Human factors and ergonomics in business education. *The Palgrave Handbook of Social Sustainability in Business Education* (pp. 47-64). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Ryabova, E. V., Dzhangazieva, A. S., & Gorina, I. V. (2020). Ergonomic conditions of improving educational process quality. *ARPHA Proceedings*, 2121-2134.
- Safin, S., Pintus, P., & Elsen, C. (2020). Ergonomics in design and design in ergonomics: issues and experience in education. *Work*, *66*(4), 917-931.
- Septiawati, V., Hidayat, N. P. A., & Septiani, A. (2022). Evaluation of ergonomics and mental workload: a case study in education personnel. *KnE Social Sciences*, 112-120.
- Stüdeli, T., & Erg, E. (2018) Common education concept for ergonomics/human factors education in switzerland.
- Suresh, S., Arumadi, A., Ravindranath, S., Hrishi, A. P., Praveen, R., & Sethuraman, M. (2024). Optimizing comfort and efficiency: the crucial role of ergonomics for neuroanesthesiologists in the operating room. *Journal of Neuroanaesthesiology and Critical Care*.
- Sutjana, I. D. P. (2010). The role of culture for successful ergonomics implementation. *Ergonomic Trends from the East: Proceedings of Ergonomic Trends from the East, Japan, 12-14 November 2008*, 145.
- Taveira, A. D., & Smith, M. J. (2012). Social and organizational foundations of ergonomics. *Handbook of human factors and ergonomics*, 274-297.
- Therisa, K. K., & Sony, M. (2016). Enhancing impact of ergonomics in educational institutions: theoretical foundations and practical viewpoints. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, *6*(2), 133-146.
- Wilkinson, B., & Cowen, B. (2019). Collaborative curriculum-advancing ergonomics education by incorporating the expertise of a certified hand therapist. *Journal of Hand Therapy*, *32*(4), 558.

- Žunjić, A., Papić, G., Bojović, B., Matija, L., Slavković, G., & Lukić, P. (2015). The role of ergonomics in the improvement of quality of education. *FME transactions*, *43*(1), 82-87.

فاطمه قوام: دانشجوی دکتری آموزشِ عالی، گرایش برنامه‌ریزی توسعه، در دانشگاه سراسری مازندران است. علایق پژوهشی وی مهندسی عوامل انسانی ارگونومی و آموزش و برنامه‌ریزی است.

ابراهیم صالحی عمران: استاد گروه علوم تربیتی دانشگاه مازندران است. زمینه‌های پژوهشی ایشان آموزشِ عالی، آموزش‌های مهارتی و آموزش فنی‌وحرفه‌ای است. ایشان پژوهشگر پُراستناد علوم انسانی در مؤسسهٔ استنادی و پایش علم و فناوری جهان اسلام (ISC) در بازهٔ زمانی ده‌ساله هستند.

مصطفی عزیزی شمامی: دانشیار گروه علوم تربیتی دانشگاه مازندران است. زمینه‌های پژوهشی ایشان مدیریت آموزشی، اقتصاد آموزش و فناوری اطلاعات در آموزش است.

فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵، بهار ۱۴۰۴، صص.۱۱۵-۹۵

بررسی و شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن

سیدعلی مسیّبی[۱]، محمود خانی الموتی[۲]، علی سمرقندی[۳] و زینب حجتی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۶

DOI: 10.22047/ijee.2024.475400.2109

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.5.5

چکیده: با توجه به اهمیت بهره‌گیری از نیروهای متخصص در صنعت ریلی، لزوم توجه به کیفیت یادگیری و عوامل مؤثر بر آن در تربیت کارکنان آیندهٔ این صنعت انکارناشدنی است. هدف پژوهش حاضر شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت یادگیری و آموزش و طرح راهکارهایی به‌منظور افزایش و بهبود آن در دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن است. جامعهٔ آماریِ دانشجویان درحال‌تحصیلِ دانشکدهٔ راه‌آهن دانشگاه علم‌وصنعت ایران بودند که درنهایت ۱۳۲ نفر از آنان به‌عنوان حجم نمونهٔ به‌دست‌آمده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده بررسی شدند. روایی محتواییِ پرسش‌نامه را تعدادی از استادان و متخصصان این حوزه انجام دادند. پایاییِ گویه‌های پرسش‌نامه نیز با ضریب آلفای کرونباخ و پایایی مرکّب بررسی شد و ضریب آلفای کرونباخ برابر با ۰/۷۴ به دست آمد. برای بررسی درستیِ روابط درنظرگرفته‌شده در مدل پژوهش، از تحلیل عاملی تأییدی (CFA) استفاده کردیم. مهم‌ترین نتایج نشان داد که هر پنج عامل «آشنایی و رضایت از رشته»، «یادگیری عملی»، «امکانات و فضای آموزشی»، «کیفیت آموزش» و «عادات مطالعه» در مدل مفهومی درنظرگرفته‌شده دارای رابطه‌ای معنادار با سازهٔ اصلی، یعنی کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان، بودند. درعین‌حال، عامل «آشنایی و رضایت از رشته» بیشترین و، در مقابل، «عامل امکانات و فضای آموزشی» کمترین سهم را در کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان داشتند. در پایان، راهکارهای افزایش کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان را، به‌ویژه دانشجویان دانشکدهٔ راه‌آهن که به‌عنوان مطالعهٔ موردی در تحقیق حاضر بررسی شدند، مطرح کرده‌ایم.

کلیدواژگان: دانشکدهٔ راه‌آهن، کیفیت یادگیری، آموزشِ عالی، تحلیل عاملی تأییدی

۱- استادیار دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم‌وصنعت ایران، تهران، ایران. (نویسندهٔ مسئول). mosayebi@iust.ac.ir
۲- دانشجوی دکتری مهندسی حمل‌ونقل دانشگاه امیرکبیر، تهران، ایران. mahmoudkhani1378@aut.ac.ir
۳- دانشجوی کارشناسی مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم‌وصنعت ایران، تهران، ایران. ali_samarghandi@rail.iust.ac.ir
۴- دانشجوی کارشناسی مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم‌وصنعت ایران، تهران، ایران. Hojati_z@rail.iust.ac.ir

۱. مقدمه

امروزه، دانشگاه‌ها نقشی مهم و انکارنشدنی در رشد جامعه و تربیت نیروهای متخصص ازطریقِ آموزش دانشجویان دارند. این اهمیت به‌گونه‌ای است که حتی بسیاری بر این باورند که بین پیشرفت کشور و کیفیت آموزش و یادگیری در دانشگاه‌ها ارتباطی تنگانگ وجود دارد. کیفیت پایین آموزش و یادگیری در دانشگاه‌ها سطح دانش و مهارت نیروی انسانی آیندهٔ کشور را پایین می‌آورد و فرایند توسعهٔ کشور را دچار اختلال می‌کند. ازاین‌رو، شناخت عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش و یادگیری در دانشگاه‌ها و بررسی و طراحی راهکارهای بهبود آن ضروری به‌شمار می‌رود.

در همهٔ کشورهای دنیا و ازجمله کشور ما، صنعت ریلی صنعتی شناخته‌شده و تأثیرگذار است که از موضوع یادشده مستثنا نیست. پس از تشخیص ضرورتِ تقویت بنیهٔ علمی صنعت ریلی کشور، به‌منظور پیشرفت این صنعت و تزریق نیروی انسانی کارآمد، دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن با حمایت مالی راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران در دانشگاه علم‌وصنعت ایران تأسیس شد و از ۱۳۷۶، ازطریقِ آزمون سراسری، دانشجویان علاقه‌مند به این رشته را جذب کرد. دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن در مقطع کارشناسی در سه رشتهٔ مهندسی حمل‌ونقل ریلی، مهندسی خط و سازه‌های ریلی، و مهندسی ماشین‌های ریلی دانشجو می‌پذیرد. طبق آخرین گزارش‌های بخش آموزش دانشکدهٔ مذکور، هم‌اکنون ۶۷۰ دانشجو مشغول به تدریس در این دانشکده هستند.

یکی از عوامل نرسیدن به نتیجهٔ مطلوب در حوزهٔ افزایش کیفیت مطالعه و یادگیری دانشجویان بی‌انگیزگی آنان است. پژوهشی با عنوان «بررسی علل بی‌انگیزگی دانشجویان مهندسی» (Memari-an et al., 2020)، پس از بررسی مشکل بی‌انگیزگی دانشجویان با استفاده از تحلیلِ داده‌های روش توزیعِ پرسش‌نامه بین دانشجویان دو دانشگاه تهران و خواجه نصیرالدین طوسی، نتیجه یافت که نظری‌بودن دروس، کمبود فعالیت‌های عملی و مهارتی، و حجم زیاد برنامهٔ درسی دانشگاه سه عامل ایجاد بی‌انگیزگی در دانشجویان هستند.

«بررسی عوامل مؤثر بر رضایت تحصیلی دانشجویان در رشتهٔ مهندسی راه‌آهن» (KhademSameni & HeydariAbhari, 2018) عنوان پژوهشی دیگر است که، ضمن بررسی مطالعات مرتبط به این زمینه و شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رضایت تحصیلی دانشجویان، پرسش‌نامه‌ای را طراحی و با روش نمونه‌گیری تصادفیِ ساده عوامل مؤثر بر رضایت تحصیلی ۱۵۸ نفر از جامعهٔ آماری ۷۰۱ نفری دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن را در ابعاد وجههٔ رشته، سطح آموزش و پژوهش، و دورنمای شغلی بررسی کرده است. از مهم‌ترین نتایج پژوهش یادشده این است که رضایت تحصیلی دانشجویان ارتباط زیادی به رشتهٔ تحصیلی و میزان افتخار آنان به رشته در بین آشنایان و نیز آیندهٔ شغلی‌شان دارد.

از دیگر پژوهش‌های مرتبط در این حوزه «استانداردهای تضمین کیفیت آموزش مهندسی: با رویکرد جهانی» (Motaharinejad et al., 2012) است که با استفاده از مدل‌های مبتنی‌بر نتایج، شامل سه مدل

جهانیِ «اعتباربخشی مهندسی و فناوری آمریکا[1]»، تصور، طراحی، اجرا و بهره‌برداری[2]» و «مهندسی اعتباریافتهٔ اروپا[3]»، استانداردهای تضمین کیفیت آموزش مهندسی را بررسی و درنهایت آنها را در هشت دستهٔ هدف‌ها و نتایج، برنامهٔ درسی، اعضای هئیت‌علمی، منابع مالی و خدمات پشتیبانی، فضا و امکانات آموزشی، فرایند تدریس و یادگیری، دانشجویان و سنجش و ارزش‌یابی طبقه‌بندی کرده است.

از دیگر مطالعات دراین‌زمینه، «کیفیت تدریس و انتخاب دروس در دورهٔ دکتری مهندسی» (Eslami et al., 2001) است که حاصل تلاش کارگروه ارزیابی تحصیلات‌تکمیلی گروه علوم مهندسی در ۱۳۸۰ است. در این پژوهش، دو پرسش‌نامه میان استادان و دانشجویان دورهٔ دکتری توزیع و از آنان نظرسنجی شده است و پژوهشگران به بررسی دلایل نتایج نظرسنجی پرداخته‌اند. نتیجه این بوده است که تأکید بر اصول بنیانی در دروس، هرچند تکراری باشد، از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت یادگیری است و همچنین توجه به وضعیت معیشتی دانشجویان تأثیری بسزا بر کیفیت یادگیری آنان دارد.

«ارتقای کیفیت تدریس در آموزشِ عالی فنی‌وحرفه‌ای، با تأکید بر رویکرد اشتغال‌زایی و مهارت‌محوری» (Mohammadshafie et al., 2021) عنوان پژوهش مرتبط دیگری با پژوهش حاضر است که با هدف بررسی راهکارهای ارتقای کیفیت تدریس به جمع‌آوری داده‌های پژوهش ازطریقِ مصاحبهٔ نیمه‌ساختاریافته و پرسش‌نامه پرداخته است. نتایج تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد عواملی، همچون استفاده از روش‌های تدریس مبتنی‌بر فعالیت تجربی، کاربست دانش نظری در عمل، تدریس در محیط واقعی کار، استفاده از آموزش مبتنی‌بر کارِ گروهی و نیز تعاملی‌بودن ارتباط استادکاران و دانشجویان، بر کیفیت آموزش تأثیرگذارند. همچنین شیوهٔ تدریس در آموزشِ عالی فنی‌وحرفه ای می‌بایست با سایر زیرنظام‌های آموزشِ عالی متفاوت و بر مهارت‌محوری و اشتغال‌زایی متمرکز باشد.

پژوهش مشابه دیگری با عنوان «شناسایی، تحلیل و اولویت بندی عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش در آموزشِ عالی» (Zamani, 2017) به بررسی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش در آموزشِ عالی پرداخته است. ابزار گردآوری اطلاعات این پژوهش در بخش کیفی مصاحبهٔ نیمه‌ساختاریافته و در بخش کمّی پرسش‌نامه بوده که به‌صورت تصادفی بین ۱۹۶ استاد دانشگاه یزد توزیع شده است. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای ای‌اچ‌پی و پی‌ال‌اس و آزمون ضریب بار عاملی نشان داده است که مواردی، همچون صلاحیت حرفه‌ای استاد، سازماندهی محتوای آموزشی، امکانات و تجهیزات دانشکده، وضعیت دانشجو، صلاحیت فردی استاد و فناوری‌های نوین، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش به‌شمار می‌روند.

مطالعهٔ مشابه دیگری نیز با عنوان «بررسی عوامل مؤثر بر بهبود کیفیت آموزشِ عالی در دورهٔ تحصیلات‌تکمیلی از دیدگاه دانشجویان» (Barimani et al., 2011) به بررسی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر

1- Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)
2- Conceive Design Implement Operate (CDIO)
3- European Accredited Engineer (EUR_ACE)

بر کیفیت آموزشِ عالی در دورهٔ تحصیلات‌تکمیلی، این بار در سطح واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی مازندران، پرداخته است. در این پژوهش نیز ابزار گردآوری اطلاعات پرسش‌نامه بوده و از نرم‌افزار SPSS به‌منظور تحلیل داده‌ها استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد روش تدریس هیئت‌علمی، سازماندهی محتوای آموزشی، تجهیزات و امکانات دانشگاه، وضعیت دانشجو و وضعیت هیئت‌علمی از بااهمیت‌ترین عوامل مؤثر بر بهبود کیفیت آموزشِ عالی به‌شمار می‌روند.

عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش و تدریس در دانشگاه فرهنگیان از دید دانشجو‌معلمان در قالب مطالعه‌ای موردی روی پردیس‌های استان خوزستان در تحقیق مشابه دیگری بررسی شده است (Makvandi, 2020). در این تحقیق، ۳۰ دانشجو از یک جامعهٔ آماری ۲۲۰۰نفری با روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شده و داده‌ها با استفاده از روش مصاحبهٔ نیمه‌ساختاریافته جمع‌آوری شده‌اند. تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد درمجموع، از دید دانشجو‌معلمان، هفت عاملِ ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای استادان، مدیریت کلاس درس، برنامه‌ریزی درسی، فضای فیزیکی، ارزش‌یابی آموزشی توسط استادان، نقش آموزش‌وپرورش و دانشگاه فرهنگیان بیشترین نقش را در کیفیت آموزش دارا هستند.

تحقیقی با عنوان «افزایش کیفیت مطالعه ازطریقِ تغییر در انگیزه» (Figueira & Duarte, 2011)، با هدف آزمایش روشی افزایش کیفیت یادگیری با تغییر انگیزهٔ یادگیری و بازسازی شناختی و با استفاده از پرسش‌نامه و مصاحبه با جامعهٔ آماری دانشجویان و تحلیل داده‌ها، نتیجه یافته است که کسب آگاهی جدید از فرایندهای انگیزشی یادگیری و نحوهٔ هماهنگ‌سازی فرایندها با یکدیگر انگیزه و درنتیجه کیفیت یادگیری دانشجویان را افزایش می‌دهد.

از دیگر پژوهش‌های مشابه «افزایش مهارت‌ها و کیفیت خودآموزی ازطریقِ اقدامات سازنده و بازخورد در کلاس‌های آزمایشگاه شیمی: یک مدل مفید» است که هدف آن تقویت مهارت‌ها و کیفیت خودآموز در کلاس‌های آزمایشگاه بوده است. پژوهش یادشده، ازطریقِ روش مقایسه‌ای، چند مدل و ایدهٔ متفاوت برای دانشجویان مهندسی شیمی، نتایج خوبی یافته‌ا است بدین‌صورت‌که چندین ایده را در کلاس درس اجرا کرده، در هر بار آزمایش بازخوردها و نتایج را ثبت کرده و در پایان به بررسی و مقایسهٔ نتایج پرداخته است. درنهایت، نتیجه گرفته است که برگزاری کلاس درس در آزمایشگاه باعث می‌شود دانشجویان دروس پایه‌ای شیمی را، مانند حل معادلات شیمیایی، بهتر درک کنند و یادگیری‌شان بسیار بیشتر می‌شود (van der Eijk et al., 2024). جدول ۱ برخی دیگر از مهم‌ترین پژوهش‌ها در این حوزه را خلاصه‌وار نشان می‌دهد.

جدول ۱. برخی دیگر از مهم‌ترین مطالعات درزمینهٔ عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان

ردیف	عنوان	نویسندگان	خلاصه	سال انتشار	مرجع
۱	ارزیابی کیفیت برنامهٔ آموزش مهندسی، برمبنای سنجش پیامدهای استاندارد با مطالعهٔ موردی	حیدری و همکاران	خودارزیابی به‌منظور اعتباربخشی به دورهٔ آموزش مهندسی گروه خط و سازه‌های ریلیِ دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهنِ دانشگاه علم‌وصنعت ایران، براساس استانداردهای مشابه و پیامدهای استاندارد آموزشی ABET	۲۰۲۲	(Heydari et al., 2022)
۲	بهبود کیفیت و بهره‌وری بخش آموزشِ عالی: سیاست و استراتژی برای استقرار تحلیل‌های یادگیری در سطح سیستم	زیمنس[1] و همکاران	بررسی راهبردها و سیاست‌های مؤثر بر بهبود کیفیت و بهره‌وری آموزشِ عالی ازطریق به‌کارگیری تحلیل‌های یادگیری[2] در سطح سیستم‌ها	۲۰۱۳	(Siemens et al., 2013)
۳	یادگیری درس ما: بررسی کیفیت تدریس در آموزشِ عالی	فابریس[3]	بررسی چالش‌های کیفیت آموزش در آموزشِ عالی و طرح راهکارهای ارتقای کیفیت تدریس در دانشگاه‌ها	۲۰۱۰	(Fabrice, 2010)
۴	تدریس برای یادگیریِ باکیفیت در دانشگاه	بیگز[4] و همکاران	پرداختن به موضوع طراحی آموزشی و روش‌های تدریس مؤثر بر آموزشِ عالی	۲۰۲۲	(Biggs et al., 2022)
۵	ارتقای کیفیت آموزش دانشگاه	کوچارچیکووا[5]	بررسی راهکارهای بهبود کیفیت آموزش دانشگاهی	۲۰۱۳	(Kucharčíková, 2013)
۶	روش تدریس و تأثیر آن بر کیفیت یادگیری	الراوی[6] و همکاران	بررسی تأثیر روش‌های تدریس بر کیفیت یادگیری دانشجویان با مرور تحقیقات گسترده دراین‌زمینه	۲۰۱۳	(Al-Rawi et al., 2013)
۷	نحوهٔ بهبود کیفیت تدریس	فلدر[7] و همکاران	بررسی راهکارهای بهبود کیفیت تدریس در آموزشِ عالی و طرح پیشنهادهایی دراین‌زمینه	۱۹۹۹	(Felder & Brent, 1999)

1- Siemens
2- Learning Analytics
3- Fabrice
4- Biggs
5- Kucharčíková
6- Al-Rawi
7- Felder

ادامه جدول ۱

ردیف	عنوان	نویسندگان	خلاصه	سال انتشار	مرجع
۸	آموزش الکترونیکی مؤثر برای متخصصان سلامت و دانش آموزان: موانع و راه‌حل‌های آنها	چایلدز[1] و همکاران	بررسی موانع آموزش الکترونیکی (e-learning) برای حرفه‌های سلامت و دانشجویان این رشته‌ها و نیز دادن راه‌حل‌های رفع موانع	۲۰۰۵	(Childs et al., 2005)
۹	همکاری بیشتر برای درک بهتر تدریس و کیفیت آن: چالش‌های پیشِ رو و راه‌حل‌های ممکن	چارالامبوس[2] و همکاران	بررسی اهمیت همکاری‌های بیشتر بین استادان، دانشجویان و مدیران دانشگاهی، برای بهبود درک فرایند آموزش و شناسایی چالش‌های آن و درنهایت طرح راهکارهای غلبه بر چالش‌ها	۲۰۲۱	(Charalambous et al., 2021)
۱۰	دستیابی به یادگیری باکیفیت در آموزشِ عالی	نایتینگل و اونیل[3]	تعریف کیفیت در آموزشِ عالی، نحوهٔ اندازه‌گیری آن، چگونگی تعامل عناصر مؤثر دراین‌زمینه و طراحی راهکار بهبود مستمر کیفیت در آموزشِ عالی	۲۰۱۲	(Nightingale & O'neil, 2012)
۱۱	نقش معلم در افزایش کیفیت یادگیری دانش‌آموزان	ارلیا[4]	بررسی نقش معلمان در ارتقای کیفیت یادگیری دانش‌آموزان، به‌ویژه در آموزش الکترونیک، و چالش‌های آن	۲۰۲۱	(Erlia, 2021)

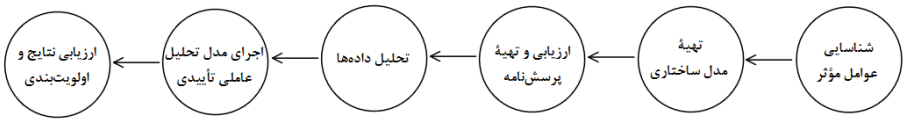
سابقهٔ تحقیقات مرتبط در این حوزه نشان می‌دهد، به‌رغم مطالعات مشابه درخصوص کیفیت یادگیری و آموزش و عوامل مؤثر بر آن در داخل و خارج از کشور که نشان از اهمیت موضوع تحقیق ما دارد، همچنان این موضوع از دید دانشجویان، به‌طور خاص در دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن به‌عنوان مطالعهٔ موردی، بررسی نشده است. ازاین‌رو، در پژوهش حاضر، ابتدا مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان دانشکدهٔ راه‌آهن را ازطریقِ مطالعه و بررسی تحقیقات مرتبط پیشین شناسایی کردیم. سپس، به‌منظور جمع‌آوری داده‌های تحقیق و ارزیابی نظر دانشجویان، پرسش‌نامه‌ای طراحی و پس از بررسی ابعاد آن بین دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن به‌عنوان جامعهٔ آماری این تحقیق،

1- Childs
2- Charalambous
3- Nightingale & O'neil
4- Erlia

به دو صورت برخط و حضوری، توزیع کردیم. در گام بعدی، داده‌های پرسش‌نامه را ازطریقِ نرم‌افزار SPSS[1] بررسی و، ضمن ایجاد مدل معادلات ساختاری[2]، با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل عاملی تأییدی[3]، مدل درنظرگرفته‌شده را برآورد کردیم. در پایان نیز، با توجه به نتایج، پیشنهادهایی را به‌منظور ارتقای سطح کیفیت آموزش و یادگیری در دانشکدهٔ راه‌آهن مطرح کردیم.

۲. روش تحقیق

همان‌طورکه پیش‌تر اشاره کردیم، هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی و شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش و یادگیری، و اولویت‌بندی آنها از دید دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن، به‌عنوان تنها دانشکدهٔ تخصصی فعال درزمینهٔ صنعت ریلی در ایران و حتی خاورمیانه، و درنهایت طرح راهکارهای بهبود و افزایش کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان با توجه به نتایج تحقیق بوده است. شکل ۱ مراحل اجرای روش پژوهش حاضر را به‌ترتیب نشان می‌دهد.



شکل ۱. مراحل اجرای روش تحقیق.

ابتدا، برخی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت مطالعه و یادگیری دانشجویان را ازطریقِ بررسی مطالعات مرتبط و نظر برخی از استادان فعال دراین‌زمینه شناسایی و شکل کلیِ مدل معادلات ساختاری را تهیه کردیم. سپس، به‌منظور جمع‌آوری داده، پرسش‌نامه‌ای ترکیبی (حضوری و برخط) را در اختیار دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن قرار دادیم. جامعهٔ آماری تحقیق شامل همهٔ دانشجویان مشغول‌به‌تحصیلِ دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهنِ دانشگاه علم‌وصنعت ایران در سه رشتهٔ مهندسی حمل‌ونقل ریلی، مهندسی ماشین‌های ریلی و مهندسی خط و سازه‌های ریلی در هر سه مقطع کارشناسی، کارشناسی‌ارشد و دکتری می‌شود که در زمان پژوهش، مطابق آمار بخش آموزش دانشکده، ۶۷۰ دانشجو بودند. برای دستیابیِ تقریبی به تعداد حجم نمونهٔ این جامعه، از فرمول جدید لوی و لمشو[4] (Levy & Lemeshow, 2013) به‌صورت زیر استفاده کردیم:

$$n \geq \frac{z^2 v_x^2}{\varepsilon^2} \qquad v_x = \frac{s_x}{\overline{x}}$$

1- Statistical package for social science
2- Structural equation modeling
3- Confirmatory factor analysis
4- Levy & Lemeshow

- n : حجم نمونه
- z : آماده
- v^x : ضریب تغییرات نمونه
- ε : ضریب تغییرات نمونه
- sx : ضریب تغییرات نمونه
- $\overline{x}$: ضریب تغییرات نمونه

که در آن $Z=$ ۱/۹۶، $\varepsilon=$ ۰/۰۵ است. ابتدا، برای یک نمونهٔ ۳۰تایی میزان انحراف معیار و میانگین را به‌ترتیب $sx=$ ۱/۲۲۲ و $\overline{X}=$ ۴/۲ محاسبه کردیم. نتایج نشان داد که حجم نمونهٔ کمینه تقریباً ۱۲۹ است که درنهایت تعداد ۱۳۲ پرسش‌نامه تکمیل و جمع‌آوری شد. با توجه به عوامل مؤثر به‌دست‌آمده، پرسش‌نامه را در دو بخش کلیِ سؤالات عمومی و سؤالات اختصاصی طراحی کردیم. در بخش سؤالات عمومی، اطلاعات کلی و جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان را جمع کردیم. در طراحی سؤالات تخصصی نیز، درمجموع ۲۰ پرسش (گویه) را در نظر گرفتیم که به‌تفکیک در قالب ۵ عامل (متغیر پنهان) دسته‌بندی شدند و سعی کردیم تا حد ممکن فهمیدنی و ساده باشند. برای طراحی این بخش، از طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت استفاده کردیم که از رایج‌ترین مقیاس‌های اندازه‌گیری به‌شمار می‌رود. جدول ۲ هریک از ۲۰ گویهٔ تحقیق حاضر و عوامل (متغیرهای پنهان) مربوط را جداگانه نشان می‌دهد.

جدول ۲. عوامل و گویه‌های مربوطه

ردیف	عامل مؤثر	شمارهٔ پرسش‌ها	پرسش‌ها (گویه‌ها)
۱	آشنایی با رشته و رضایت از آن	۱، ۲، ۳، ۴، ۵	ـ پیش از ورود به این رشته، از آن شناخت کافی داشتم. ـ از انتخاب این رشته رضایت دارم و اگر به عقب برگردم دوباره همین را انتخاب می‌کنم. ـ فرصت‌های شغلی خوبی در صنعت حمل‌ونقل ریلی، در مقایسه با سایر رشته‌ها، وجود دارد. ـ درصورتِ وجود شرایط مناسب، انگیزهٔ کافیِ ادامهٔ تحصیل در گرایش‌های مقطع تحصیلات‌تکمیلی دانشکدهٔ راه‌آهن را دارم. ـ با توجه به نیاز صنعت ریلی و علاقهٔ خودم، تمایل دارم در همین صنعت مشغول به کار شوم.
۲	یادگیری عملی	۶، ۱۹	ـ الزام به گذراندن واحدهای کارآموزی در بخش‌های مرتبط با رشته به آشنایی بیشتر با صنعت ریلی و حتی ایجاد فرصت‌های کاری کمک می‌کند. ـ بازدیدهای علمی مرتبط و تجربهٔ مفاهیم درسی به‌صورت عملی و در آزمایشگاه‌ها کیفیت یادگیری دروس را افزایش می‌دهد.

ادامه جدول ۲

ردیف	عامل مؤثر	شمارهٔ پرسش‌ها	پرسش‌ها (گویه‌ها)
۳	امکانات و فضای آموزشی	۸، ۹، ۱۲، ۱۳	ـ ارتباط خوبی بین دانشجویان دانشکده و فارغ‌التحصیلان فعال در صنعت ریلی وجود دارد. ـ دانشکده از امکانات و فضای آموزشی خوبی برای درک بهتر مفاهیم درسی برخوردار است. ـ برای یادگیری مفاهیم راه‌آهن، دسترسی کافی به منابع علمی و کمک‌آموزشی وجود دارد. ـ دروس هر ترم (تعداد دروس/ زمان‌بندی آموزش دروس و...) نیاز دانشجویان را برآورده می‌کنند.
۴	کیفیت آموزش	۷، ۱۰، ۱۱، ۱۸، ۲۰	ـ کیفیت آموزش دروس خوب است. ـ شیوه‌های ارزش‌یابی دروس و سنجش توان علمی دانشجویان درست است. ـ استفاده از دستیاران آموزشی (TA[1]) به درک بهتر مفاهیم درسی کمک می‌کند. ـ معرفی منابع کمک‌آموزشی و استفاده از آن در کنار تدریس به یادگیری بیشتر دانشجویان کمک می‌کند. ـ کیفیت یادگیری دروس در آموزش حضوری بیشتر از آموزش مجازی است.
۵	عادات مطالعه	۱۴،۱۵،۱۶،۱۷	ـ اجرای گروهیِ پروژه‌های درسی کیفیت کار را، در مقایسه با حالت انفرادی، افزایش می‌دهد. ـ نگارش جزوه حین تدریس به یادگیری بیشتر درس کمک می‌کند. ـ مطالعهٔ انفرادی دروس را به مطالعه در کنار دوستان یا در کتابخانه ترجیح می‌دهم. ـ از مطالعهٔ دروس حفظی بیشتر از دروس محاسباتی و عملی لذت می‌برم.

در مطالعهٔ حاضر، به‌منظور ارزیابی روایی صوریِ پرسش‌نامه، آن را در اختیار ۱۰ استاد و متخصص این حوزه قرار دادیم و از آنان خواستیم دیدگاه‌هایشان را درخصوص میزان فهمیدنی‌بودن و ارتباط گویه‌ها با اهداف پژوهش بیان کنند. پس از دریافت دیدگاه‌ها، با هدف اطمینان از اینکه پرسش‌نامه به‌بهترین نحو به‌منظور اندازه‌گیری محتوا طراحی شده است، از شاخص روایی محتوای والتز و باسل[2] استفاده کردیم که در آن از استادان و متخصصان خواسته می‌شود میزان سادگی، ارتباط و واضح‌بودن هریک از سؤالات را در قالب طیف لیکرت چهارگزینه‌ای مشخص کنند که به‌ترتیب از ۱ (بی‌ارتباط و ناواضح) تا ۴ (کاملاً مرتبط و واضح) را در بر می‌گیرد. مطابق این روش، شاخص CVI به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

1- Teaching assistant

2- Waltz and Basel

$$\mathbf{CVI} = \frac{\text{تعداد متخصصانی که به گویه نمرهٔ ۳ و ۴ دادند}}{\text{تعداد کل متخصصان}}$$

که در آن کمترین مقدارِ پذیرفته برای شاخص ۰/۷۹ است؛ درغیراین‌صورت، می‌بایست آن گویه حذف شود. پس از محاسبهٔ این شاخص برای تمام گویه‌های پرسش‌نامه، مقدار به‌دست‌آمده برای تمام گویه‌ها بیش از ۰/۷۹ شد که روایی محتوایی پرسش‌نامه را تأیید می‌کند.

همچنین، به‌منظور بررسی پایایی پرسش‌نامه از روش ضریب آلفای کرونباخ[1] استفاده کردیم. روش پایایی آلفای کرونباخ از معمول‌ترین روش‌های سنجش ضریب پایایی است که در بیشتر مطالعات از آن استفاده می‌شود و میزان تناسب گروهی از گویه‌هایی را نشان می‌دهد که یک عامل را اندازه‌گیری می‌کنند. در این روش، برای محاسبهٔ آلفای کرونباخ، ابتدا می‌بایست واریانس نمرات هر سؤال پرسش‌نامه و واریانس کل آزمون محاسبه شود و سپس مقدار ضریب آن مطابق فرمول زیر به دست آید (Brown, 2002).

$$\alpha = \left(\frac{K}{K-1}\right)\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{k} S_i^2}{S^2}\right)$$

- α: ضریب آلفای کرونباخ
- K: تعداد سؤال‌های پرسش‌نامه
- S_i^2: واریانس مربوط به سؤال iاُم
- S^2: واریانس کل آزمون

بررسی پایایی پرسش‌نامه با روش ضریب آلفای کرونباخ مقدار آن را ۰/۷۴ نشان داد که بیان‌کنندهٔ پایایی خوب پرسش‌نامه است.

پس از جمع‌آوری داده‌ها ازطریقِ پرسش‌نامه، با استفاده از نرم‌افزار SPSS 26 به بررسی کلی و تحلیل داده‌ها پرداختیم که نتایج آن را در بخش ۳ به‌طور کامل آورده‌ایم. سپس، با بهره‌گیری از روش تحلیل عاملیِ تأییدی و اجرای آن در نرم‌افزار SmartPLS3، هریک از عوامل درنظرگرفته‌شده در پژوهش را بررسی و اولویت‌بندی کردیم.

محققان علوم رفتاری اغلب به مطالعهٔ سازه‌های نظری می‌پردازند که به‌طور مستقیم مشاهده‌پذیر نیستند. به این پدیده‌های انتزاعی «متغیرهای پنهان» یا «عامل» گفته می‌شود. ازاین‌رو و به‌دلیل ناممکن‌بودن اندازه‌گیری مستقیم متغیرهای پنهان، این متغیرها به متغیری ارتباط داده می‌شوند که مشاهده‌پذیر باشد و اندازه‌گیری را ممکن کند. به این نوع متغیر «متغیر آشکار» یا گویه گفته می‌شود

1- Cronbach's alpha

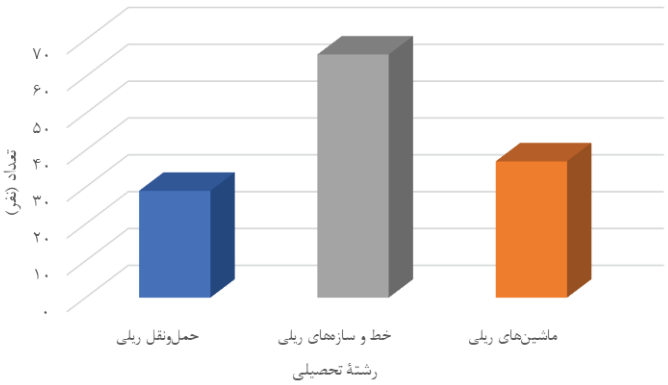
که درحقیقت سؤال پرسش‌نامه یا مصاحبه است. قدیم‌ترین و شناخته‌شده‌ترین روش آماریِ بررسی روابط متغیرهای پنهان و مشاهده‌پذیر مدل تحلیل عاملی است که در آن پژوهشگر کوواریانس میان مجموعه‌ای از متغیرهای مشاهده‌پذیر را درخصوص یک متغیر پنهان (عامل) بررسی می‌کند. به‌عبارتی دیگر، تحلیل عاملی روش آماریِ عمومی‌ای است که با هدف دستیابی به مجموعه‌ای کوچک از متغیرهای مشاهده‌ناپذیر (متغیرهای پنهان یا عامل)، ازطریقِ کوواریانس بین مجموعه‌ای وسیع‌تر از متغیرهای مشاهده‌پذیر (متغیرهای آشکار)، به‌کار می‌رود (Farbod, 2018).

به‌طورِکلی، روش‌های تحلیل عاملی به دو دستهٔ اکتشافی و تأییدی تقسیم می‌شوند. در تحلیل عاملی اکتشافی[1]، محقق از قبل مفروضاتی خاص را دنبال نمی‌کند بلکه در صدد تلخیص داده‌های موردنظر در مجموعه‌ای کوچک‌تر از عامل‌هاست. درمقابل، در تحلیل عاملی تأییدی[2] که در پژوهش ما استفاده شده است، پژوهشگر از ساختار متغیر پنهان آگاهی دارد و براساس دانش نظری روابطی بین متغیرهای مشاهده‌پذیر و پنهان برقرار می‌کند و آنها را به‌صورت آماری می‌آزماید. درحقیقت، در تحلیل عاملی تأییدی، پژوهشگر ابتدا عامل‌های اصلی را انتخاب و براساس مبانی نظری موجود گویه‌هایی را برای هر عامل شناسایی می‌کند و با استفاده از این تحلیل مشخص می‌شود گویه‌های هر عامل به‌درستی انتخاب شده‌اند یا خیر (Farbod, 2018).

۳. نتایج تحقیق

در پژوهش حاضر، درمجموع ۱۳۲ پرسش‌نامهٔ صحیح جمع‌آوری شد که از این تعداد ۴۲ پرسش‌نامه به‌صورت برخط و ازطریق پیوند مجازی در اختیار دانشجویان قرار گرفت و ۹۰ پرسش‌نامهٔ دیگر به‌صورت حضوری، در روزهای امتحانات پایان ترم، بین دانشجویان دانشکدهٔ راه‌آهن توزیع شد بدین‌صورت‌که، با هماهنگی با استادان و پس از پایان برگزاری امتحان، از آنان خواستیم در تکمیل پرسش‌نامه‌ها همکاری کنند. در پایان، مجموعاً ۱۳۲ پرسش‌نامهٔ صحیح جمع‌آوری شد که از این تعداد ۹۲ نفر دانشجوی کارشناسی، ۳۲ نفر دانشجوی کارشناسی‌ارشد و ۸ نفر دانشجوی دکتری بودند. همان‌گونه که اشاره کردیم، دانشجویان از هر سه رشتهٔ دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن در این پژوهش مشارکت داشتند. نمودار ۱ تعداد افراد شرکت‌کننده در پژوهش را براساس رشتهٔ تحصیلی‌شان نشان می‌دهد. همان‌گونه‌که مشاهده می‌کنید، سهم خط و سازه‌های ریلی، با ۶۶ نفر، بیش از بقیه بوده است و پس از آن رشته‌های ماشین‌های ریلی و حمل‌ونقل ریلی، به‌ترتیب با ۳۷ و ۲۹ شرکت‌کننده، در جایگاه‌های دوم و سوم قرار دارند.

1- Exploratory factor analysis
2- Confirmatory factor analysis



نمودار ۱. تعداد دانشجویان نمونهٔ آماری از نظرِ رشتهٔ تحصیلی.

نتایج نشان می‌دهد بیشتر دانشجویان حاضر ازطریقِ کنکور سراسری و حدود ۵/۳ درصد از دانشجویان با سهمیهٔ استعدادهای درخشان و بدون‌کنکور در این رشته‌ها پذیرفته شده‌اند. درعین‌حال، دانشجویانی که با کنکور سراسری در دانشگاه پذیرفته شده‌اند رتبهٔ ۱۰۰۰ تا ۴۰۰۰ را در منطقهٔ تحصیلی خود کسب کرده‌اند. مسئلهٔ نگران‌کننده و درخورِبررسی میانگین معدل دانشجویان دانشکدهٔ راه‌آهن مشارکت‌کننده در تحقیق است: معدل حدود ۵۱/۵ درصد از آنان تا نیمسال تحصیلی فعلی خود کمتر از ۱۶ بوده است. البته این موضوع دلایلی دارد که از مهم‌ترین آنها مطالعهٔ نادرست دروس، و کیفیت پایین یادگیری دانشجویان و کیفیت پایین آموزش، به‌دلایل گوناگون، است. این مشکل لزوم پژوهش درخصوص عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان را بیش از پیش نمایان می‌کند همچنان‌که تحقیق حاضر سعی در شناسایی آن عوامل و طرح راهکارهایی دراین‌زمینه دارد. شاغل‌بودن دانشجویان یکی از دلایل این مشکل است چراکه، طبق نتایج پژوهش حاضر، حدود ۴۳/۹ درصد از شرکت‌کنندگان هم‌زمان مشغول به کارند که ممکن است دلیل پایین‌بودن معدل‌ها باشد. نکتهٔ جالب‌توجه این است که از بین دانشجویان شاغل تنها حدود ۱۰ درصد شغل مرتبط با حوزهٔ ریلی دارند که این موضوع نیز منجر به نداشتن انگیزهٔ مطالعهٔ مؤثر در این حوزه می‌شود.

در بخش بعدی پرسش‌نامه که به پرسش‌های اصلی اختصاص داشت، درمجموع ۲۰ پرسش (گویه) در قالب طیف لیکرت مطرح شد بدین‌صورت‌که برای هر گویه پنج گزینه به‌منظور پاسخ‌دهی در نظر گرفته شد. گزینه‌ها به‌ترتیب شامل گزینهٔ ۱ به‌معنای مخالفت کامل با موضوع پرسش، گزینهٔ ۲ به‌معنای مخالفت جزئی، گزینهٔ ۳ به‌معنای نداشتن نظر، گزینهٔ ۴ به‌معنای ابراز موافقت محدود و درنهایت گزینهٔ ۵ به‌معنای موافقت کامل دانشجویان با هریک از موارد مطرح‌شده بود. جدول ۳ میانگین نمرات و انحراف معیار پاسخ‌های دانشجویان را به هریک از گویه‌های پرسش‌نامه نشان می‌دهد.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار پاسخ‌های دانشجویان به سؤالات پرسش‌نامه

شمارهٔ پرسش	پرسش	میانگین نمرات پاسخ‌ها	انحراف معیار استاندارد
۱	پیش از ورود به این رشته از آن شناخت کافی داشتم.	۲/۸۹	۱/۲
۲	از انتخاب این رشته رضایت دارم و اگر به عقب برگردم دوباره همین را انتخاب می‌کنم.	۳/۲۷	۱/۲
۳	فرصت‌های شغلی خوبی در صنعت حمل‌ونقل ریلی، در مقایسه با سایر رشته‌ها، وجود دارد.	۳/۳	۱/۰۴
۴	درصورتِ وجود شرایط مناسب، انگیزهٔ ادامهٔ تحصیل در گرایش‌های مقطع تحصیلات‌تکمیلی دانشکدهٔ راه‌آهن را دارم.	۲/۹۵	۱/۳۱
۵	با توجه به نیاز صنعت ریلی و علاقهٔ خودم، تمایل دارم در همین صنعت مشغول به کار شوم.	۳/۱۹	۱/۳۱
۶	الزام به گذراندن واحدهای کارآموزی در بخش‌های مرتبط با رشته به آشنایی بیشتر با صنعت ریلی و حتی ایجاد فرصت‌های کاری کمک می‌کند..	۳/۷۷	۱/۱۶
۷	کیفیت آموزشی دروس خوب است.	۲/۹۵	۱/۱۹
۸	ارتباطی خوب بین دانشجویان دانشکده و فارغ‌التحصیلان فعال در صنعت ریلی وجود دارد.	۲/۶۴	۱/۲۳
۹	دانشکده از امکانات و فضای آموزشی خوبی برای درک بهتر مفاهیم درسی برخوردار است.	۲/۶۱	۱/۲۷
۱۰	شیوه‌های ارزش‌یابی دروس و سنجش توان علمی دانشجویان درست است.	۲/۶۷	۱/۱۲
۱۱	استفاده از دستیاران آموزشی (TA) به درک بهتر مفاهیم درسی کمک می‌کند.	۳/۶۳	۱/۲۱
۱۲	برای یادگیری مفاهیم راه‌آهن، دسترسی کافی به منابع علمی و کمک‌آموزشی مناسب وجود دارد.	۲/۹۵	۱/۱۸
۱۳	دروس هر ترم (تعداد دروس/ زمان‌بندی آموزش دروس و...) نیاز دانشجویان را برآورده می‌کند.	۲/۸۱	۱/۱۹
۱۴	اجرای گروهیِ پروژه‌های درسی کیفیت کار را، در مقایسه با حالت انفرادی، افزایش می‌دهد.	۳/۸۳	۱/۲۵
۱۵	نگارش جزوه حین تدریس به یادگیری بیشتر درس کمک می‌کند.	۳/۴۵	۱/۳۸
۱۶	مطالعهٔ انفرادیِ دروس را به مطالعه در کنار دوستان یا در کتابخانه ترجیح می‌دهم.	۳/۴۱	۱/۳۹
۱۷	از مطالعهٔ دروس حفظی بیش از دروس محاسباتی و عملی لذت می‌برم.	۲/۴۴	۱/۳۸
۱۸	معرفی منابع کمک‌آموزشی و استفاده از آن در کنار تدریس به یادگیری بیشتر دانشجویان کمک می‌کند.	۳/۴۷	۱/۱۱
۱۹	بازدیدهای علمی مرتبط و تجربهٔ مفاهیم درسی به‌صورت عملی و در آزمایشگاه‌ها کیفیت یادگیری دروس را می‌افزاید.	۴/۱۷	۱/۰۹
۲۰	کیفیت یادگیری دروس در آموزش حضوری بیشتر از آموزش مجازی است.	۳/۸۹	۱/۲۳

همان‌گونه‌که در جدول ۳ مشاهده می‌کنید، میانگین پاسخ‌های دانشجویان به پرسش‌نامه نشان می‌دهد که از دید بیشتر آنان بازدیدهای علمی و تجربهٔ عملیِ مفاهیم درسی منجر به افزایش کیفیت یادگیری می‌شود چراکه گویهٔ مربوط به آن بیشترین مقدار میانگین (۴/۱۷) را در میان سایر گویه‌ها کسب کرده است. همچنین اغلب آنان کیفیت یادگیری دروس را در آموزش حضوری بیش از مجازی می‌دانند و این گویه نیز با مقدار ۳/۸۹ یکی از بالاترین میانگین‌ها را کسب کرده است. از سوی دیگر، بیشتر دانشجویان شرکت‌کننده در پژوهش مطالعهٔ دروس محاسباتی و عملی را بر دروس حفظی ترجیح می‌دهند چراکه دانشجویان کمترین مقدار میانگین، یعنی ۲/۴۴، را به گویهٔ مربوط به آن اختصاص داده‌اند. میانگین نمرات نشان می‌دهد بیشتر دانشجویان پیش از ورود به گرایش‌های دانشکدهٔ راه‌آهن آشنایی چندانی با آنها ندارند که این موضوع نقطهٔ ضعفی جدی در جذب دانشجویان مستعد و باانگیزه‌تر به دانشکده به‌شمار می‌رود که می‌بایست برای رفع آن تلاش کرد.

رویکرد پژوهش حاضر ـ همان‌گونه‌که اشاره کردیم ـ به‌کارگیری تحلیل حداقل مربعات جزئی (PLS[1]) بوده است که یک روش مدل‌سازی واریانس‌محور به‌شمار می‌رود که، پس از کدگذاری و ورود متغیرها به محیط نرم‌افزار توسط نرم‌افزار SmartPLS3، اجرا شد که امکان بررسی فرضیه‌ها و وجود/نبودِ روابط میان متغیرهای پنهان (عوامل) و آشکار (گویه‌ها) را فراهم می‌کند.

برای تعیین پایایی هریک از گویه‌های پرسش‌نامه، از شاخص‌های ضریب آلفای کرونباخ و نیز پایایی مرکّب استفاده کردیم. برای محاسبهٔ پایایی، معیار دیگری نیز وجود دارد که برتری‌هایی بر روش سنتی محاسبه (آلفای کرونباخ) دارد که آن را ورتس[2] و همکاران پیشنهاد کرده‌اند و «پایایی ترکیبی[3] (CR)» نام دارد. برتری پایایی ترکیبی بر آلفای کرونباخ در این است که پایایی سازه‌ها را نه به‌صورت مطلق بلکه با توجه به همبستگی سازه‌هایشان محاسبه می‌کند. نتایج بررسی شبیه‌سازی هنسلر[4] و همکاران نیز میزان بالای ۰/۷ را برای پایایی مرکّب مناسب در نظر می‌گیرد. درعین‌حال، آلفای کرونباخ شاخصی کلاسیک برای تحلیل پایایی و نشان‌دهندهٔ سنتی قوی در معادلات ساختاری است که برآوردی را برای پایایی، براساس همبستگی درونی گویه‌ها، نشان می‌دهد و ـ همان‌طورکه گفتیم ـ مقدار مناسب آن بزرگ‌تر از ۰/۷ است. همچنین ابزار رایج سنجش روایی همگرا در سطح سازه میانگین واریانس استخراج‌شده[5] (AVE) است که فرنل و لارکر[6] پیشنهاد کرده‌اند و در آن کمینهٔ مقدار پذیرفته برای اعتبار همگراییِ کافی برابر با ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود (Fornell & Larcker, 1981). این معیار مقدار میانگین کل توانِ دومِ بارهای معرفِ متناظر با هر سازه تعریف می‌شود. مقدار میانگین واریانس استخراجیِ برابر ۰/۵ یا بالاتر نشان می‌دهد که به‌طور متوسط سازه بیش از نیمی از واریانس معرف‌های متناظر را تشریح می‌کند.

1- Partial least squares
2- Werts
3- Composite reliability
4- Henseler
5- Average variance extracted
6- Fornell and Larcker

جدول ۴ شاخص‌های کلی نیکویی برازش مدل را نشان می‌دهد. همان‌گونه‌که مشاهده می‌کنید، مقدار همهٔ شاخص‌های مدل در محدودهٔ مطلوب قرار دارد چراکه، مطابق نتایج همهٔ متغیرهای پنهان (عوامل)، مقدار میانگین واریانس استخراج‌شده بیش از ۰/۵ (کمترین مقدار پذیرفته)، شاخص‌های پایایی مرکّب و آلفای کرونباخ بیش از ۰/۷ (کمترین مقدار پذیرفته) به دست آمده است و بنابراین مدل برازش خوبی داشته و نتایج آن درخورِاعتماد است.

جدول ۴. شاخص‌های نیکویی برازش مدل

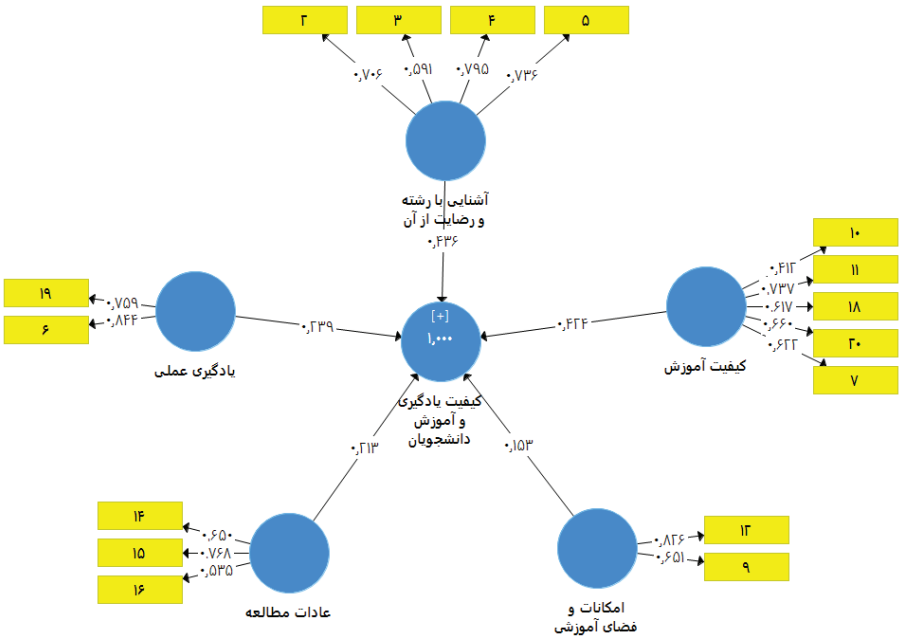
متغیرهای مکنون	پایایی		روایی هم‌گرا (AVE)
	آلفای کرونباخ	پایایی مرکّب (CR)	
آشنایی با رشته و رضایت از آن	۰/۷۴	۰/۸۰	۰/۶۲
یادگیری عملی	۰/۸۵	۰/۷۸	۰/۶۴
امکانات و فضای آموزشی	۰/۶۵	۰/۷۴	۰/۵۰
کیفیت آموزش	۰/۷۹	۰/۷۵	۰/۵۸
عادات مطالعه	۰/۶۶	۰/۷۸	۰/۶۳

برای سنجش روایی واگرای پرسش‌نامه و تهیه و اجرای مدل، از آزمون بار متقاطع استفاده کردیم. روایی واگرا یا افتراقی به‌منظور اثبات یگانگی ابزار اندازه‌گیری استفاده می‌شود. به‌عبارتی، در روایی واگرا می‌بایست نشان دهیم شاخص‌ها یا گویه‌هایی سنجش یک عامل که نباید با سایر عامل‌ها ارتباط داشته باشند در واقعیت و مدل تهیه‌شده نیز با هم رابطه ندارند. بدین‌منظور، معمولاً از آزمون بار متقاطع استفاده می‌شود. با توجه به این آزمون، می‌بایست گویه‌ای خاص در ارتباط با متغیر پنهان (عامل) خود بارگذاری‌ای بیشتر از دیگر عوامل تحقیق داشته باشد؛ به‌عبارت دیگر، بارعاملی‌اش بیش از بارعاملی همان گویه بر عوامل دیگر باشد. نتایج پژوهش ما تأییدکنندهٔ روایی واگرای ابزار اندازه‌گیری مدل بود که در اینجا، به‌منظور طولانی‌نشدن مقاله، از آوردن نتایج آن خودداری کرده‌ایم.

برای سنجش درستیِ روابط متغیرها، از تحلیل عاملی تأییدی مرتبهٔ اول و دوم استفاده کردیم. به‌طورِکلی، در تحلیل عاملی تأییدی مرتبهٔ اول، بارهای عاملی محاسبه می‌شوند که اگر مقدارشان برابر یا بیش از ۰/۴ شود نشان‌دهندهٔ دقت بالای شاخص در اندازه‌گیری سازه است (Gefen & Straub, 2005). براساس خروجی اجرای مدل در نرم‌افزار، به‌استثنای گویهٔ ۱ (داشتن شناخت کافی پیش از ورود به رشته با بارعاملی ۰/۳۴) مربوط به متغیر مکنون آشنایی با رشته و رضایت از آن، گویهٔ ۸ (وجود ارتباط خوب بین دانشجویان دانشکده و فارغ‌التحصیلان فعال در صنعت ریلی با بارعاملی ۰/۳۷)، گویهٔ ۱۳ (برآورده‌شدن نیاز دانشجویان از دروس هر ترم با بارعاملیِ ۰/۰۰۷) مربوط به متغیر مکنون امکانات و فضای آموزشی و گویهٔ ۱۷ (لذت‌بردن از مطالعهٔ دروس حفظی، در مقایسه با دروس محاسباتی و عملی، با بارعاملی ۰/۳۲) مربوط به متغیر مکنون عادات مطالعه، که به‌سبب داشتن بارعاملی کمتر از ۰/۴ از

مدل اندازه‌گیری کنار گذاشته شدند، سایر گویه‌ها بارعاملی بیش از این مقدار داشتند.

شکل ۲ مدل پنج‌عاملی کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان را به‌همراه برآورد ضرایب بارهای عاملی پس از حذف گویه‌های یادشده نشان می‌دهد. همچنین، به‌منظور بررسی معناداریِ بارهای عاملی، از آمارهٔ t استفاده کردیم که در آن، مطابق نتایج جدول ۵، مقدار آماره برای همهٔ بارهای عاملی بزرگ‌تر از ۲/۵۸ بود و بنابراین در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است.



شکل ۳. مدل اندازه‌گیری برازش‌یافته به‌همراه ضرایب مسیر برآوردشده.

جدول ۵. ضرایب بارهای عاملی و آمارهٔ t در تحلیل عاملی مرتبهٔ اول

متغیر مکنون	گویه‌ها	بارعاملی	آمارهٔ t	متغیر مکنون	گویه‌ها	بارعاملی	آمارهٔ t
آشنایی با رشته و رضایت از آن	۲	۰/۷۰۶	۱۰/۳۳۶	کیفیت آموزش	۷	۰/۶۲۲	۶/۰۰۵
	۳	۰/۵۹۱	۶/۰۷۹		۱۰	۰/۴۱۲	۱۲/۸۰۹
	۴	۰/۷۹۵	۱۶/۴۳۸		۱۱	۰/۷۳۷	۱۲/۷۵۴
	۵	۰/۷۳۶	۱۲/۷۰۹		۱۸	۰/۶۱۷	۶/۳۰۸
امکانات و فضای آموزشی	۹	۰/۶۵۱	۲/۸۵۳		۲۰	۰/۶۲۲	۶/۰۰۵
	۱۲	۰/۸۲۶	۵/۷۶۱	عادات مطالعه	۱۴	۰/۶۵۰	۱۴/۷۷۳
یادگیری عملی	۶	۰/۸۴۴	۱۴/۹۲۶		۱۵	۰/۷۶۸	۷/۴۴۴
	۱۹	۰/۷۵۹	۱۲/۲۳۲		۱۶	۰/۵۳۵	۳/۳۱۱

همان‌طورکه اشاره کردیم، کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان در پنج متغیر مکنون مدل مفهومی پژوهش حاضر رقم می‌خورد. برای بررسی معناداریِ آثار متغیرهای مکنون، از تحلیل عاملی تأییدیِ مرتبهٔ دوم استفاده می‌شود. درحقیقت، در تحلیل عاملی مرتبهٔ دوم، برخلاف مدل اندازه‌گیری، در بخش درونی مدل به گویه‌ها کاری نداریم و تنها متغیرهای مکنون همراه با روابط میان آنها بررسی می‌شوند. یکی از شاخص‌های اصلی بررسی و تأیید روابط مدل ساختاری بررسی معناداربودن ضرایب مسیر با استفاده از مقدار آمارهٔ t است. به‌منظور آزمودن معناداری مسیرها، مقادیر آمارهٔ t هر مسیر مطابق جدول ۶ به دست آمده است. همان‌طوری‌که مشاهده می‌کنید، نتایج نشان می‌دهد، با توجه به بیشتربودن مقادیر آماره از مقدار ۱/۹۶، همهٔ ضرایب در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار هستند.

جدول ۶ معناداری ضرایب مسیر متغیرهای بررسی‌شده در پژوهش حاضر (تحلیل عاملی مرتبهٔ دوم)

جهت مسیر	ضریب مسیر	آمارهٔ t
آشنایی با رشته و رضایت از آن ← کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان	۰/۴۳۶	۷/۸۱۱
کیفیت آموزش ← کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان	۰/۴۲۴	۸/۳۱۴
امکانات و فضای آموزشی ← کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان	۰/۱۵۳	۴/۳۵۰
عادات مطالعه ← کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان	۰/۲۱۳	۵/۱۰۳
یادگیری عملی ← کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان	۰/۲۳۹	۷/۱۴۲

بنابراین، نتایج اجرای تحلیل عاملیِ تأییدی در نرم‌افزار نشان می‌دهد هر پنج متغیر مکنون اثری معنادار بر شکل‌گیری و تبیین سازهٔ اصلی کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان دارند. از سوی دیگر، براساس اندازهٔ مقادیر ضرایب می‌توان گفت از بین این پنج عامل، به‌ترتیب، متغیرهای آشنایی با رشته و رضایت از آن (۰/۴۵۳)، کیفیت آموزش (۰/۴۲۴)، یادگیری عملی (۰/۲۳۹)، عادات مطالعه (۰/۲۱۳) و امکانات و فضای آموزشی (۰/۱۵۳) بیشترین تأثیر را بر شکل‌گیری سازهٔ اصلی پژوهش حاضر دارند. البته، با توجه به ضرایب و نزدیک‌بودن برخی ضرایب به یکدیگر، هرکدام از پنج عامل سهمی در کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن دارد و توجه به همهٔ آنها در افزایش کیفیت مطالعه و یادگیری ضروری است به‌طوری‌که هرچه بیشتر این پنج عامل را تقویت کنیم کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان بالاتر می‌رود و برعکس.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

دربارهٔ اهمیت کیفیت آموزشِ عالی و ضرورت تقویت نیروی کار و واردکردن متخصصان به صنعت ریلی کشور مطالب بسیاری بیان کردیم. با بررسی و تحلیل مقالات مرتبط، در بخش پیشینهٔ پژوهش، پژوهشی درخصوص شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن نیافتیم. بنابراین، مطالعهٔ حاضر براساس نیازها و دغدغه‌های دانشجویان دانشکدهٔ مهندسی

راه‌آهنِ دانشگاه علم‌وصنعت ایران و با هدف شناسایی عوامل مرتبط با کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان و نیز طرح راهکارهای افزایش و بهبود آن انجام گرفت. بدین‌منظور، با استفاده از رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری، کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان را سازهٔ اصلی در نظر گرفتیم و ارتباطش را با پنج متغیر مکنونِ آشنایی با رشته و رضایت از آن، کیفیت آموزش، امکانات و فضای آموزشی، عادات مطالعه، و یادگیری عملی، برگرفته از نظر استادان و مطالعات مرتبط، بررسی کردیم. پس از جمع‌آوری ۱۳۲ پرسش‌نامهٔ معتبر ازطریقِ توزیع برخط و حضوری بین اعضای جامعهٔ آماری، یعنی دانشجویان مشغول‌به‌تحصیل دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن در زمان پژوهش حاضر، و تحلیل آنها با رویکرد معادلات ساختاری، نتایج را مورد تحلیل عاملی مرتبهٔ اول و دوم قرار دادیم. براساس نتایج تحلیل، مقادیر آمارهٔ t برای ضرایب مسیر هر پنج متغیر مکنون بررسی‌شده از مقدار ۱/۹۶ بزرگ‌تر بود و متغیرها رابطه‌ای معنادار با کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان داشتند. درمجموع، نتایج مقادیر ضرایب مسیر استاندارد نشان داد:

- متغیر مکنون آشنایی با رشته و رضایت از آن (۰/۴۳۶) بیشترین تأثیر را بر شکل‌گیری سازهٔ اصلی پژوهش، یعنی کیفیت یادگیری و آموزش، داشته است. این مسئله نشان می‌دهد یکی از عوامل بسیار مؤثر بر کیفیت یادگیری دانشجویان میزان آشنایی آنان با رشتهٔ تحصیلی‌شان و رضایت از آن است که طبیعتاً هرچه بیشتر باشد انگیزهٔ مطالعه و یادگیری‌شان نیز بیشتر خواهد بود و برعکس. اهمیت رضایت از رشته تا حدی است که نتایج برخی از مطالعات از وجود ارتباط بین این عامل و میزان افتخار دانشجویان به رشته و آیندهٔ شغلی‌شان حکایت دارد (KhademSameni & HeydariAbhari, 2018).
- متغیر مکنون کیفیت آموزش (۰/۴۲۴) در جایگاه دوم ازنظرِ میزان تأثیر بر سازهٔ کیفیت یادگیری و آموزش قرار می‌گیرد و اختلافی کم با عامل اول، یعنی آشنایی با رشته و رضایت از آن، دارد. این امر نشان می‌دهد که ـ همان‌گونه‌که انتظار می‌رفت ـ کیفیت آموزش از عواملی است که از دید دانشجویان تأثیر زیادی بر یادگیری‌شان دارد و بنابراین می‌بایست آموزش و استادان دانشکده بیشتر به آن توجه و برای افزایش و بهبود آن تلاش کنند. بهره‌گیری از روش‌هایی، همچون تدریس مبتنی‌بر فعالیت تجربی، استفاده از فناوری‌های نوین در آموزش، بهره‌گیری از آموزش مبتنی‌بر کار گروهی، و تقویت ارتباط متقابل استادان و دانشجویان، نیز دراین‌زمینه مؤثر خواهد بود (Mohammadshafie et al., 2021؛ Zamani, 2017).
- تجربهٔ عملیِ مفاهیم آموخته‌شده در دروس و به‌کارگیری آنها در قالب فضای آزمایشگاهی و کارگاهی نیز، با توجه به مقدار ضریب مسیرش (۰/۲۳۹)، از دید دانشجویان نقشی مهم در یادگیری و آموزش ایفا می‌کند. اهمیت این امر از دید دانشجویان نیز، با توجه به پژوهش‌های مرتبط، دور از انتظار نبود تاجایی‌که نتایج برخی مطالعات به‌کارگیری دانش نظری و مفاهیم آموخته‌شده را در عمل از

مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش معرفی می‌کنند (Mohammadshafie et al., 2021). بنابراین، یکی از اقدامات دانشکدهٔ راه‌آهن که بر افزایش و بهبود کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان مؤثر خواهد بود افزایش واحدهای عملی در کنار دروس نظری و بهبود تجهیزات آزمایشگاهی و امکانات موردنیاز است.

- یکی از مواردی که همواره نقشی بسزا در ارتقای یادگیری و آموزش ایفا می‌کند عادات مطالعه است (Zerafat angiz et al., 2024) که بیشتر جنبهٔ فردی دارد اما، با توجه به نتایج پاسخ‌های دانشجویان به پرسش‌نامه و میزان تأثیر آن بر سازهٔ کیفیت یادگیری و آموزش (۰/۲۱۳)، شاید اقداماتی، همچون افزایش الزام به اجرای گروهیِ پروژه‌های درسی، ترغیب دانشجویان به نوشتن جزوات درسی ازطریق درنظرگرفتن نمرات تشویقی، افزایش واحدهای عملی در کنار واحدهای نظری (که در بخش قبل به آن اشاره کردیم.)، به ارتقا و بهبود آن کمک کند.
- مطالعات متعددی بر وجود رابطه میان تجهیزات و امکانات دانشگاه و دانشکده و کیفیت آموزشِ عالی تأکید کرده‌اند (Barimani et al., 2011؛ Zamani, 2017). مطابق نتایج تحقیق حاضر، متغیر امکانات و فضای آموزشی نیز، با میزان ضریب مسیرش (۰/۱۵۳)، بر کیفیت یادگیری و آموزش دانشجویان مؤثر است و ارتباطی معنادار با آن دارد، هرچندکه، برخلاف انتظار، این عامل از دید دانشجویان دانشکده در جایگاه آخر میزان تأثیر بر سازهٔ اصلی، در بین پنج عامل درنظرگرفته‌شدهٔ پژوهش، قرار گرفته است. بااین‌حال، انتظار می‌رود دانشکده، با توجه به اهمیت عامل ذکرشده در پژوهش‌های مشابه، به بهبود فضای آموزش و ارتقای امکانات مؤثر با هدف افزایش یادگیری دانشجویان اهتمام ورزد.

در پایان، پیشنهاد می‌کنیم پژوهش‌هایی درزمینهٔ ارزیابی نظر استادان و دانش‌آموختگان گرایش‌های رشتهٔ مهندسی راه‌آهن دربارهٔ چگونگی افزایش کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان این دانشکده و همین‌طور پژوهش‌هایی مشابه در سایر رشته‌های مهندسی صورت گیرد. با تشکر و قدردانی از واحد آموزش دانشکده مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم و صنعت ایران بابت در اختیار قرار دادن برخی اطلاعات مورد نیاز و همکاری‌ای که در راستای انجام این پژوهش داشتند.

References

- Al-Rawi, I. (2013). Teaching methodology and its effects on quality learning. *Journal of Education and Practice*, *4*(6), 100-105.
- Barimani, A., Salehi, M., & Sadeghi, M. (2011). Investigating the factors affecting the improvement of the quality of higher education in the graduate education period from the students' point of view [in Persian].
- Biggs, J., Tang, C., & Kennedy, G. (2022). *Teaching for quality learning at university 5e*. McGraw-hill education (UK).

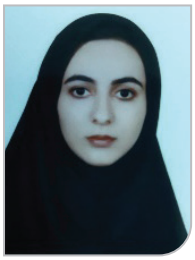
- Brown, J. D. (2002). The Cronbach alpha reliability estimate. *JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter*, *6*(1).
- Charalambous, C. Y., Praetorius, A.-K., Sammons, P., Walkowiak, T., Jentsch, A., & Kyriakides, L. (2021). Working more collaboratively to better understand teaching and its quality: Challenges faced and possible solutions. *Studies in Educational Evaluation*, *71*, 101092.
- Childs, S., Blenkinsopp, E., Hall, A., & Walton, G. (2005). Effective e-learning for health professionals and students–barriers and their solutions. A systematic review of the literature-findings from the HeXL project. *Health Information & Libraries Journal*, *22*, 20-32.
- Erlia, W. (2021). Roles of the teacher for increasing learning quality of students. *ETUDE: Journal of Educational Research*, 1(3), 77-86.
- Eslami, M., Tohidi, N., Jobehdar, P., Hejazi, J., Daneshi, G., Sohrabpor, S., Sohrabpor, M., Shayegan, J., Taherianaraki, M., Karami, G., Godarznia, I., & Yaghobi, M. (2001). Teaching quality and course selection in engineering PhD course. *Iranian Journal of Engineering Education,* 3. 95-104 (10) [in Persian].
- Fabrice, H. (2010). Learning our lesson review of quality teaching in higher education: *Review of Quality Teaching in Higher Education*.
- Farbod, I. (2018). *Structural equation modeling in questionnaire data using Amos24 software*. Mehregan Ghalam [in Persian].
- Felder, R. M., & Brent, R. (1999). How to improve teaching quality. *Quality Management Journal*, *6*(2), 9-21.
- Figueira, A. I., & Duarte, A. M. (2011). Increasing the quality of learning through changes in motivation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 29, 1373-1379.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Gefen, D., & Straub, D. (2005). A practical guide to factorial validity using PLS-Graph: Tutorial and annotated example. *Communications of the Association for Information systems*, 16(1), 5.
- Heydari , H., Ataei, S., & Mirzazadeh, A. (2022). Evaluation of the quality of the engineering education program based on measuring the standard outcomes by conducting a case study. *Iranian Journal of Engineering Education*, *24*(95), 109-130 [in Persian].
- KhademSameni, M., & HeydariAbhari, M. (2018). Investigating factors affecting the academic satisfaction of students in the field of railway engineering. *Iranian Jornal of Engineering Education*, *19*(76), 61-77 [in Persian].
- Kucharčíková, A. (2013). The quality improvement of the university education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 106, 2993-3001.
- Levy, P. S., & Lemeshow, S. (2013). *Sampling of populations: methods and applications*. John Wiley & Sons.
- Makvandi, M. (2020). Investigating the factors affecting the quality of education and teaching in Farhangian University from the perspective of student-teachers (case study: Khuzestan province campuses). *Research in Educational Sciences and Counseling*, 1399(12), 2-21 [in Persian].
- Memarian, H., Memarian, A., & Mohaselafshar, E. (2020). Investigating the causes of demotivation of engineering students [in Persian].
- Mohammadshafie, M., Neyestani, M., Mirshahjafari, E., & Taghvaei, V. (2021). Improving the quality of teaching in technical and professional higher education with an emphasis on employment creation and skill-oriented approach. *Journal of Education and Learning Studies*, *12*(2), 23-46 [in Persian].
- Motaharinejad, G., Jafari, N., & Yaghobi, M. (2012). Engineering education quality assurance standards in Iran: a global approach. *Iranian Jornal of Engineering Education*, 14(54), 21-42 [in Persian].
- Nightingale, P., & O'neil, M. (2012). *Achieving quality learning in higher education*. Routledge.
- Siemens, G., Dawson, S., & Lynch, G. (2013). Improving the quality and productivity of the higher education sector. *Policy and Strategy for Systems-Level Deployment of Learning Analytics. Canberra, Australia: Society for Learning Analytics Research for the Australian Office for Learning and Teaching*, 31.
- van der Eijk, M., Jacobs, U., & Tempelman, C. (2024). Enhancing self-learning skills and quality through formative actions and feedback within chemistry classes in the laboratory–A useful model. *Education for Chemical*

Engineers, 48, 22-30.
- Zamani, A. (2017). Identifying, analyzing and prioritizing factors affecting the quality of education in higher education. *Innovation and Value Creation*, 23-35, Article 11 [in Persian].
- Zerafat angiz, F., Mosavifar, M., Kuhshori, M., & Kuhshori, S. (2024). Developing effective study habits: Examining strategies for different learning styles [in Persian].

سیدعلی مسیّبی: عضو هیئت‌علمی دانشگاه علم‌وصنعت ایران، استادیار گروه خط و سازه‌های ریلی دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن

محمود خانی الموتی: دانش‌آموختهٔ مقطع کارشناسی و کارشناسی‌ارشد مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم‌وصنعت ایران دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی حمل‌ونقل دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک)

علی سمرقندی: دانشجوی مقطع کارشناسی دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم‌وصنعت ایران، فعال در نشریهٔ دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم‌وصنعت



زینب حجتی: دانشجوی مقطع کارشناسی دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم‌وصنعت ایران، فعال در نشریهٔ دانشکدهٔ مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم‌وصنعت

پیش‌بینی رفتار اقتصادی، براساس آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه، با میانجیگری سواد اقتصادی

فریده نصیری[۱] و سکینه جعفری[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۶

DOI: 10.22047/ijee.2024.475711.2111

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.6.6

چکیده: سواد اقتصادی و درک مفاهیم آن برای دانشجویان اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا تصمیمات رفتاری و مالی آنان تأثیری بسزا بر وضعیت مالی و شغلی آینده‌شان خواهد داشت. هدف پژوهش حاضر بررسی رابطهٔ علّی آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه با میانجیگری سواد اقتصادی در رفتار اقتصادی دانشجویان مهندسی بوده است. پژوهش، با توجه به هدف، کاربردی و، با توجه به نحوهٔ گردآوری داده‌ها، از نوع پژوهش‌های توصیفی-همبستگی مبتنی‌بر مدل‌یابی ساختاری است. جامعهٔ آماری پژوهش شامل همهٔ دانشجویان مهندسی دانشگاه سمنان (۱۷۰۰ نفر) در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ بود که با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای ۲۲۰ نفر به‌عنوان نمونهٔ پژوهش انتخاب شدند. ابزار پژوهش پرسش‌نامه‌های رفتار اقتصادی، سواد اقتصادی، آموزش اقتصاد در خانواده و آموزش اقتصاد در دانشگاه بود. داده‌ها به‌وسیلهٔ آمار توصیفی (فراوانی، میانگین و انحراف معیار) و آمار استنباطی (پیرسون و تحلیل مسیر) تحلیل شدند. نتایج داده‌ها نشان می‌دهد آموزش اقتصاد در خانواده تأثیری معنادار بر سواد اقتصادی و رفتار اقتصادی دانشجویان مهندسی و نیز آموزش اقتصاد در دانشگاه تأثیری معنادار بر سواد و رفتار اقتصادی دانشجویان مهندسی دارد. همچنین تأثیر سواد اقتصادی بر رفتار اقتصادی دانشجویان مهندسی معنادار است. آموزش اقتصاد در خانواده با میانجیگری سواد اقتصادی نقشی غیرمستقیم، مثبت و معنادار در رفتار اقتصادی دانشجویان مهندسی ایفا می‌کند و آموزش اقتصاد در دانشگاه نیز با میانجیگری سواد اقتصادی تأثیر غیرمستقیم، مثبت و معنادار بر رفتار اقتصادی دانشجویان مهندسی دارد. نتایج پژوهش، اهمیت آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه را در ایجاد سواد اقتصادی و به‌تبع آن رفتار اقتصادی دانشجویان مهندسی نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: آموزش اقتصاد، آموزش خانواده، سواد اقتصادی، رفتار اقتصادی

۱- دانشجوی دکتری مدیریت آموزشی، دانشکدهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. faride_nasiri@semnan.ac.ir

۲- دانشیار مدیریت آموزشی، دانشکدهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران (نویسندهٔ مسئول). sjafari.105@semnan.ac.ir

۱. مقدمه

بهبود، رشد و توسعهٔ اقتصادی پایدار کشورها به عوامل بسیاری بستگی دارد که یکی از آنها گسترش کمّی و کیفی سرمایهٔ انسانی است (Ilugbusi & Adisa, 2024). داشتن سرمایهٔ انسانی توانمند در گرو سیاست‌های آموزشی مؤثر و کارآمد است (Nwodoh, 2024) که مهارت فکری را فراهم می‌آورد که زمینه‌ساز توسعهٔ اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فناورانهٔ هر ملت است (Taiwo & Olanipekun, 2023). افراد، با توجه به محدودبودن منابع، محتاطانه تصمیم می‌گیرند، منابع را سازمان‌دهی می‌کنند و رفتار اقتصادی مناسبی را بروز دهند (Godwin et al., 2019; Mughal et al., 2024). اقتصاد از راه‌هایی، مانند مصرف، پس‌انداز، سرمایه‌گذاری و تولید، بر تصمیم‌گیری تأثیر می‌گذارد (Mankiw, 2020). رفتار اقتصادی به نحوهٔ انتخاب‌های مالی افراد، ازجمله برنامه‌ریزی مالی، پس‌انداز، بودجه، سرمایه‌گذاری و بازپرداخت بدهی، مربوط می‌شود (Cera et al., 2021; Greenberg & Hershfield, 2019) و ازآنجایی‌که نسل جوان راه زیادی برای برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و مدیریت مالی زندگی در پیش دارد (Yıldırım et al., 2024) درک رفتار اقتصادی، به‌منظور مدیریت اقتصادشان، مفید خواهد بود (Zahra & Anoraga, 2021).

رفتار اقتصادی، به‌عنوان موضوعی ضروری برای رشد اقتصادی (Patma et al., 2021)، متأثر از سواد اقتصادی است (Piscitelli & Duggento, 2022). سواد اقتصادی ترکیبی از آگاهی، دانش، مهارت، نگرش و رفتار برای تصمیم‌گیری‌های درست و دستیابی به رفاه مالی فردی است (Mohaghegh Kia et al., 2021). سواد اقتصادی درک مفهوم اساسی اقتصاد و اجرای آن در نحوهٔ رفتار افراد و تصمیم‌گیری اقتصادی تعریف می‌شود (Harsoyo et al., 2017; Thind & Ray, 2023). تصمیم‌گیری اقتصادی سبب ارتقای فرهنگ مصرف، سرمایه‌گذاری و رفتارهای اقتصادی منطقی و پایدار می‌شود و ابزاری مفید در امور زندگی اقتصادی افراد به‌شمار می‌رود (Wahyudi et al., 2024; Chernov, 2023; Ilugbusi & Adisa, 2024). براین‌اساس، سواد اقتصادی و مالی و درک مفاهیم آن برای دانشجویان اهمیتی ویژه دارد زیرا تصمیمات رفتاری و مالی آنان تأثیری بسزا بر وضعیت آینده‌شان خواهد داشت (Pashaei et al., 2022). دانشجویانی که سواد اقتصادی (توانایی قضاوت آگاهانه و تصمیم‌گیری مؤثر دربارهٔ مدیریت پول) خوبی دارند در رفع نیازهای خود، به‌ویژه رفتار مصرف و سرمایه‌گذاری برای آینده، مؤثرتر رفتار می‌کنند (Mora & Bawono, 2021) و رفتار اقتصادی درستی (مدیریت کارآمد منابع مالی برای امنیت مالی در طول عمر) نشان می‌دهند (Mireku et al., 2023).

با توجه به نقش سواد اقتصادی در رفتار اقتصادی افراد، آموزش مفاهیم اقتصادی، به‌مثابهٔ ابزار حیاتیِ توسعهٔ مالی (Nicolaescu & Toderascu, 2023)، نقش محوری در تجهیز نسل‌های آینده به مهارت‌های موردنیاز برای رویارویی با چالش‌های اقتصاد جهانی دارد (Thao, 2023) چراکه با سرمایه‌گذاری‌های آموزشی مؤثر (Ozhand & Mahmoudpour, 2023) و افزایش سواد اقتصادی که دانش

ضروریِ مواجهه با دنیای پیچیده است (Liu & Zhang, 2021; Mawardi & Sahputri, 2022; Wee & Goy, 2022) می‌توان تصمیمات مالی بهتری گرفت، نتایج مالی را بهبود بخشید و به توسعهٔ زندگی اقتصادی نسل‌های آینده و درنتیجه توسعهٔ کشور کمک کرد (Nicolaescu & Toderascu, 2023). آموزش اقتصادی فقط درمورد انتقال دانش نیست بلکه درمورد شکل‌دادن به ذهنیت‌ها و نگرش‌های مالی نیز هست (Maman & Rosenhek, 2023).

با توجه به این امر مهم که خانواده اولین مکان آموزش است (Suratno et al., 2021) و سهمی درخورتوجه در آماده‌سازی فرد برای رفتار فردی و اجتماعی دارد (Dilek et al., 2018) و بینش‌های ارزشمندی برای فعالیت‌های روزانه (Wee & Goy., 2022)، ازجمله رفتار مصرفی، می‌دهد (Erwinsyah, 2022)، آموزش اقتصاد در خانواده برای تضمین رفتار اقتصادی اهمیتی فزاینده دارد (Kim & lee, 2021). توجه به نقش خانواده و تأثیر آن بر شکل‌دهی رفتار اقتصادی ضروری است (Mankiw, 2020) زیرا اساس نسل هماهنگ است (Karimov, 2023). سواد اقتصادی، مانند آموزش رسمی، فرزندان را پرورش می‌دهد و با ارتقای سواد مالی رفتار مولد اقتصادی را هدایت می‌کند (Santos et al., 2021; Khalisharani et al., 2022). بدین‌ترتیب، تأثیری مثبت بر افراد برای برخورد با انتخاب‌های خود (Yao et al., 2022)، ازجمله رفتار مصرفی و مولد، می‌گذارد (Suratno et al., 2021). آرچینن[1] (۲۰۲۴) بر این باور است که نظام آموزشی نقشی مهم در توسعهٔ کشور دارد و آموزش ابزاری بسیار مهم رشد سیاسی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی است (Nwodoh, 2024)؛ لذا، کیفیت آموزش و اثربخشی آن از مهم‌ترین دغدغه‌های مسئولان و تصمیم‌سازان امر توسعه در هر کشور است (Mokhtari & Rizvani, 2022). با توجه به اینکه آموزش تأثیری مثبت بر رشد اقتصادی دارد (Van Le & Tran, 2024)، آموزش سواد اقتصادی می‌بایست از موضوعات داغ آموزش رسمی باشد (Cangır et al., 2024) که برای انطباق با پیشرفت‌های فناوری و چشم‌اندازهای اقتصادیِ درحال‌تحول ضروری است (Ilugbusi & Adisa, 2024). دراین‌میان، نظام آموزشِ عالی نقشی بسیار مهم در پیشرفت و توسعهٔ اقتصادی جامعه دارد (Nwodoh, 2024). آموزشِ عالی زنجیره‌ای تولیدی است که خروجی آن منابع انسانی واجدشرایط است که زیربنای شکل‌گیری و توسعهٔ ظرفیت‌های نوآورانهٔ در خدمت توسعهٔ کشور و کمک به دانش انسانی هستند (Trinh, 2023) و فرد را قادر می‌سازند ظرفیت‌های خود را توسعه دهد تا به خود و جامعه خدمت کند (Nzerem, 2021). بنابراین، ضروری است سیاست‌گذاران دانشگاه به آموزش رفتار اقتصادی به دانشجویان توجه کنند (Narmaditya & Sahid, 2023b) و با گنجاندن آموزش اقتصادی در برنامهٔ درسی آموزشِ عالی به دانشجویان فرصت دهند که با افزایش سطح سواد اقتصادی خود به عوامل تغییر تبدیل و آمادهٔ مواجهه با موقعیت‌های اقتصادی پیچیده شوند (Bonal & Gonzalez, 2020) و رفتار اقتصادی نشان

1- Archunan

دهند (Pimdee, 2020; Kusumojanto et al., 2021). با اوصاف ذکرشده، درگیرکردن جوانان در سواد اقتصادی و مالی از راه آموزش غیررسمی توسط خانواده تا آموزش رسمی توسط دانشگاه و آموزشِ عالی ضروری ابه نظر می‌رسد (Fitri et al., 2022; Lyn & Sahid., 2021) زیرا با ارتقای سواد مالی نگرش اقتصادی آنان تغییر می‌یابد و رفتار مولد و مصرف‌کنندهٔ اقتصادی آینده‌شان شکل می‌گیرد (Santos et al., 2021; Khalisharani et al., 2022).

با توجه به اهمیت روزافزون سواد اقتصادی در زندگی فردی و بازارهای اقتصادی و نیز دانشجویان به‌عنوان آینده‌سازان کشور و نقش پُررنگ خانواده و دانشگاه در آموزش هر فرد، پژوهش حاضر به‌دنبال پیش‌بینی رفتار اقتصادی دانشجویان براساس آموزش اقتصادی دانشگاه و خانواده با میانجیگری سواد اقتصادی است.

پژوهش‌های داخلی و خارجی با توجه به رفتار اقتصادی دانشجویان انجام گرفته‌اند و نقش متغیرهای گوناگون در این رفتار ارزیابی شده است که به برخی از نتایج آنها اشاره می‌شود.

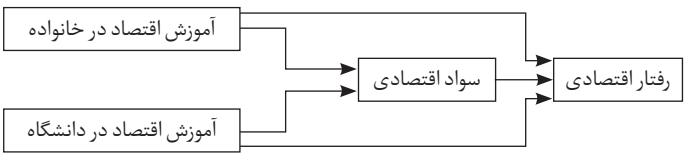
محقق کیا و همکاران (Mohaghegh Kia et al., 2021) در پژوهش خود نشان داده‌اند که دانشجویان مؤسسهٔ آموزش عالی پرند از سطح سواد مالی نسبتاً بالایی برخوردارند و ارتباطی معنادار بین سواد مالی آنان با رفتار و نگرش مالی‌شان وجود دارد. اوژند و محمودپور (Ozhand & Mahmoudpour, 2023) دریافته‌اند که میان دانش اقتصادی و سواد مالی با میانجیگری آموزش ارتباط وجود دارد. نتایج پژوهش سالسابیلا و همکاران (Salsabilla et al., 2022) نشان می‌دهد آموزش مالی در خانواده تأثیر درخورتوجهی بر مدیریت مالی شخص ندارد اما سواد مالی، همسالان و سبک زندگی بر آن تأثیرگذار است. مطالعهٔ جونز و همکاران (Jones et al., 2019) اهمیت مناسب‌سازی آموزش مالی را با نیازهای فردی نشان می‌دهد. فیلیپس و کیراکوف (Phillips & Kiracofe, 2023) چشم‌انداز برنامه‌ریزی سواد مالی را در آموزشِ عالی بررسی کرده و نشان داده‌اند که وجود برنامه‌های سواد مالی در دانشگاه‌های دولتی بزرگ ضروری است و مؤسسات آموزشِ عالی به رویکردی استانداردتر و قوی‌تر برای آموزش سواد مالی نیاز دارند. هان (Han, 2023) تأثیر سطوح پایه و الزامات دورهٔ اقتصاد را در دبیرستان بر سطح سواد مالی دانش‌آموزان بررسی کرده و دریافته‌اند که دانش‌آموزان سطح‌بالای دبیرستان از سطوح سواد مالیِ عینی و ذهنیِ مثبت و قوی‌تری، در مقایسه با دانش‌آموزان سطح‌پایین، برخوردارند. همچنین بهبود کیفیت و دردسترس‌بودن برنامه‌های درسی آموزش مالی، مانند دوره‌های اقتصادی، دانش دانش‌آموزان را از موضوعات مالی افزایش می‌دهد. براساس نتایج پژوهش بوهم و همکاران (Bohm et al., 2023)، عواملی، مانند جنسیت، تحصیلات پدر، پیشینهٔ مالی خانواده و تجربهٔ کاری، بر سطح سواد مالی دانشجویان مقطع کارشناسی تأثیر دارد. پارک و همکاران (Park et al., 2022) در مطالعهٔ خود بر اهمیت سواد مالی و آموزش آن به دختران تأکید می‌کنند. «تأثیر سواد مالی بر رفتار پس‌انداز دانش‌آموزان» عنوان پژوهش عیرفان و همکاران (Irfan et al., 2023) است که نشان می‌دهد

سواد مالی به‌طور درخورتوجهی بر رفتار پس‌انداز تأثیر دارد. بوآنا و پاتریشیا (Buana & Patrisia, 2021) تأثیر سواد مالی، خودکارآمدی مالی و وضعیت اقتصادی جامعه را بر رفتار مدیریت مالی دانشجویان دانشکدهٔ اقتصاد دانشگاه ایالتی پادانگ[1] بررسی کرده و نشان داده‌اند که سواد مالی و خودکارآمدی مالی بر رفتار مدیریت مالی تأثیری مثبت و معنادار دارد اما وضعیت اقتصادی جامعه چنین تأثیری ندارد. این مطالعه اهمیتِ گنجاندن ملاحظات اقتصادی و اجتماعی را در برنامه‌های سواد مالی در محیط‌های آموزشی نشان می‌دهد. تیند و ری (Thind & Ray, 2023) اثربخشی برنامه‌های سواد مالی را بر شکل‌دهی رفتار سرمایه‌گذاری محتاطانه نشان می‌دهند و بر حمایت از ادغام آنها در برنامه‌های درسی آموزشی تأکید می‌کنند. سهروات و همکاران (Sehrawat et al., 2021) با تأکید بر نقش سواد مالی، رفتار مالی و ویژگی‌های شخصیتی مسیر رفاه مالی را در هند بررسی کرده و نشان داده‌اند که درک جامع سواد مالی با ترکیب جنبه‌های روان‌شناختی سیاست‌گذاری مؤثر و طراحی برنامهٔ درسی را آسان می‌کند. این تحقیق از ادغام راهبردهای روان‌شناسی در برنامه‌های سواد مالی برای افزایش رفاه مالی افراد و رفتارهای مالی مسئولانه حمایت می‌کند. میرکو و همکاران (Mireku et al., 2023) در پژوهش خود با عنوان «آیا بین سواد مالی و رفتار مالی ارتباطی وجود دارد؟» نتیجه گرفته‌اند که دانشجویانی که سواد اقتصادی دارند به‌احتمال زیاد رفتار اقتصادی درستی از خود نشان می‌دهند. لئو و ژانگ (Liu & Zhang, 2021)، نیآوردی و سحپوتری (Mawardi & Sahputri, 2022) و وی و گوی (Wee & Goy, 2022) نیز در پژوهش خود نشان داده‌اند که آموزش اقتصادی سواد اقتصادی را شکل می‌دهد و برای دانش‌آموزان در مواجهه با دنیای پیچیده ضروری است. مطالعات جوهان و همکاران (Johan et al., 2021) و سوراتنو و همکاران (Suratno et al., 2021) از ارتباط قوی سواد مالی در خانواده و رفتار اقتصادی دانش‌آموزان حمایت کرده‌اند. باربوزا[2] و همکاران (Barboza et al., 2021) ارتباط بین سواد اقتصادی و رفتار فردی را بین دانشجویان بررسی‌کرده و پیچیدگی تصمیم‌گیری مالی و نیاز به برنامه‌های آموزش مالی را که هم به دانش و هم به رفتار توجه دارند ضروری دانسته‌اند. نارمادیتیا و همکاران (Narmaditya et al., 2023a) در پژوهشی با هدف بررسی تأثیر آموزش اقتصاد در خانواده بر رفتار اقتصادی دانشجویان و نقش سواد اقتصادی و کارآفرینی نشان داده‌اند که بین آموزش اقتصادی خانواده و رفتار اقتصادی دانش‌آموزان ارتباطی قوی وجود دارد و آموزش اقتصاد در خانواده سواد اقتصادی و کارآفرینی دانشجویان را ارتقا می‌دهد. دیوی و همکاران (Dewi et al., 2024) نیز پژوهشی با هدف توسعه، امکان‌سنجی و ارزیابی اثربخشی مواد یادگیری بر رفتار اقتصادی برای آموزشِ عالی انجام داده‌اند تا به دانشجویان در تصمیم‌گیری‌های پیچیده کمک کنند. پژوهش آنان نشان می‌دهد که محتوای آموزشی باعث رشد رفتار اقتصادی دانشجویان می‌شود.

1- Padang State University
2- Barboza

با توجه به پژوهش‌های یادشده، دانش اقتصادی دیگر محدود به دانشجویان رشته‌های اقتصاد نیست بلکه جزء جدایی‌ناپذیر همهٔ دانش‌هاست و همهٔ افراد، به‌ویژه دانشجویان دانشگاه‌ها، نیازمند به‌کارگیری آن در حرفه و زندگی خود هستند.

پژوهش حاضر این پرسش را بررسی کرده است که آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه با میانجیگری سواد اقتصادی چه تأثیری بر رفتار اقتصادی دانشجویان مهندسی دارد. براین‌اساس و با استفاده از مدلی مفهومی، تأثیر آموزش اقتصاد را در خانواده و دانشگاه بر سواد و رفتار اقتصادی دانشجویان بررسی کرده‌ایم. ابتدا، در بخش ۱، به پیشینهٔ پژوهش پرداخته‌ایم. در بخش ۲، روش پژوهش و، در بخش ۳، یافته‌های پژوهش را بررسی کرده و، درنهایت در بخش ۴، به بحث و نتیجه‌گیری، بیان محدودیت‌ها و طرح پیشنهادها پرداخته‌ایم.



شکل ۱. مدل مفهومی پیش‌بینی رفتار اقتصادی دانشجویان، براساس آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه، با میانجیگری سواد اقتصادی.

با توجه به هدف و مدل مفهومی پژوهش، فرضیه‌های زیر را آزمون شدند:

۱. آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه پیش‌بینی‌کنندهٔ مستقیم سواد اقتصادی دانشجویان است.
۲. آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه پیش‌بینی‌کنندهٔ مستقیم رفتار اقتصادی دانشجویان است.
۳. آموزش اقتصاد در دانشگاه با میانجیگری سواد اقتصادی پیش‌بینی‌کنندهٔ غیرمستقیم رفتار اقتصادی دانشجویان است.
۴. آموزش اقتصاد در دانشگاه با میانجیگری سواد اقتصادی پیش‌بینی‌کنندهٔ غیرمستقیم رفتار اقتصادی دانشجویان است.

۲. روش پژوهش

پژوهش حاضر رفتار اقتصادی دانشجویان مهندسی را، براساس آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه با میانجیگری سواد اقتصادی، در دانشگاه سمنان پیش‌بینی کرده است. روش پژوهش، ازنظرِ هدفْ کاربردی و با توجه به نحوهٔ گردآوری داده‌ها توصیفی-همبستگی، مبتنی‌بر مدل‌یابی ساختاری، است. در مدل تحلیل، آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه متغیرهای مستقل، سواد اقتصادی متغیر میانجی و رفتار اقتصادی متغیر وابسته است. جامعهٔ آماری پژوهش شامل همهٔ دانشجویان مهندسی مقطع کارشناسی، ارشد و دکتری دانشگاه سمنان (۱۷۰۰ نفر) در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ می‌شود. با

توجه به مسیرهای فرض‌شده، ۱۰ پارامتر (۴ پارامتر در ماتریس گاما، ۱ پارامتر در ماتریس بتا، ۲ پارامتر در ماتریس فای و ۳ پارامتر در ماتریس سای) را برآورد کردیم. بدین‌ترتیب، حجم نمونه دست‌کم ۵ تا ۵۰ برابر پارامترهای موردنظر بود (Muller, 1996). براساس تعداد پارامترهای مدل، نمونه‌ای را با حجم ۲۲۰ نفر در نظر گرفتیم. شرکت‌کنندگان ۲۲۰ دانشجوی مهندسی کارشناسی، کارشناسی‌ارشد و دکتری دانشگاه سمنان (۱۳۵ دانشجوی پسر و ۸۵ دانشجوی دختر؛ ۱۱۰ دانشجوی کارشناسی، ۸۰ دانشجوی کارشناسی‌ارشد و ۳۰ دانشجوی دکتری) بودند که با استفاده از نمونه‌گیری تصادفیِ طبقه‌ای انتخاب شدند. برای پژوهش از چهار ابزار استفاده کردیم:

۱. **پرسش‌نامهٔ رفتار اقتصادی:** به‌منظور سنجش میزان بروز رفتار اقتصادی بین دانشجویان مهندسی دانشگاه، از پرسش‌نامهٔ رفتار اقتصادی هودک و کوبلوفسکی (Houdek & Koblovsky, 2017)، مشتمل بر ۷ گویه، استفاده کردیم. پرسش‌نامه به‌صورت طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت از «بسیار مخالفم (۱)» تا «بسیار موافقم (۵)» درجه‌بندی شده است که میان دانشجویان توزیع شد. نارمادیتیا و همکاران (Narmaditya et al., 2023b) اعتبار پرسش‌نامه را به‌روش پایایی ترکیبی (۰/۸۱) گزارش کرده‌اند.

۲. **پرسش‌نامهٔ سواد اقتصادی:** به‌منظور سنجش میزان سواد اقتصادی دانشجویان از پرسش‌نامهٔ بروکنر (Bruckner et al., 2015) استفاده کردیم که مشتمل بر ۸ گویه است و به‌صورت طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت از «بسیار مخالفم (۱)» تا «بسیار موافقم (۵)» درجه‌بندی شده است که میان دانشجویان مهندسی توزیع شد. نارمادیتیا و همکاران (Narmaditya et al., 2023b) اعتبار این پرسش‌نامه را به‌روش پایایی ترکیبی (۰/۸۵) گزارش کرده‌اند.

۳. **پرسش‌نامهٔ آموزش اقتصاد در خانواده:** به‌منظور سنجش میزان آموزش اقتصاد در خانواده، از پرسش‌نامهٔ دینانات و همکاران (Deenanath et al., 2019) استفاده کردیم که مشتمل بر ۶ گویه است که به‌صورت طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت از «کاملاً مخالفم (۱)» تا «کاملاً موافقم (۵)» درجه‌بندی شده است. نارمادیتیا و همکاران (Narmaditya et al., 2023a) اعتبار پرسش‌نامه را به‌روش پایایی ترکیبی (۰/۸۲) گزارش کرده‌اند.

۴. **پرسش‌نامهٔ آموزش اقتصاد در دانشگاه:** با توجه به هدف پژوهش و به‌منظور سنجش میزان آموزش اقتصاد در دانشگاه، از پرسش‌نامهٔ ۵گوی‌های کخ و همکاران (Koch et al., 2015) استفاده کردیم که به‌صورت طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت از «کاملاً مخالفم (۱)» تا «کاملاً موافقم (۵)» درجه‌بندی شده است که میان دانشجویان مهندسی توزیع کردیم. سوراتنو و همکاران (Suratno et al., 2021) اعتبار این پرسش‌نامه را به‌روش پایایی ترکیبی (۰/۹۳) گزارش کرده‌اند.

پرسش‌نامه‌های پژوهش حاضر، همگی، استاندارد هستند و روایی و پایایی آنها آزموده است. بااین‌حال و با توجه به تغییرات برخی از پرسش‌نامه‌ها و بومی‌سازی آنها متناسب با وضعیت موجود،

روایی و پایایی آنها را دوباره بررسی کردیم. برای بررسی روایی پرسش‌نامه‌ها، از شاخص[1] استفاده و پرسش‌نامهٔ اولیه را بین چند متخصص رشتهٔ مدیریت آموزشی توزیع کردیم. براساس ارزیابی متخصصان، شاخص روایی محتوایی برای همهٔ سؤالات بالاتر از ۰/۶۲ بود. همچنین، برای ارزیابی پایایی ابزارهای پژوهش، از آلفای کرونباخ استفاده کردیم که ضرایب به‌ترتیب رفتار اقتصادی (۰/۷۷)، سواد اقتصادی (۰/۷۴)، آموزش اقتصاد در خانواده (۰/۸۹) و آموزش اقتصاد در دانشگاه (۰/۹۳) محاسبه شد. کل پرسش‌نامه‌های توزیع و جمع‌آوری‌شده ۲۳۰ پرسش‌نامه بود که پس از بازبینی پژوهشگران ۲۲۲ مورد قابل‌استفاده بود. برای تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزارهای آماری SPSS.23 و LISREL 8.8 استفاده کردیم. شاخص‌های توصیفی، شامل میانگین، انحراف استاندارد و ضرایب همبستگی، را محاسبه کردیم. روابط فرضی ساختاری را نیز با مدل تحلیل مسیر آزمودیم و شاخص‌های برازندگی مدل نهایی را گزارش کردیم.

۳. یافته‌ها

برای تعیین میانگین متغیرهای آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه، سواد اقتصادی و رفتار اقتصادی دانشجویان مهندسی، از آمار توصیفی میانگین، انحراف معیار و ماتریس همبستگی بین متغیرهای پژوهش استفاده کردیم (جدول ۱). در نمونهٔ مطالعه‌شده، میانگین رفتار اقتصادی دانشجویان (M = ۳/۵۳) در یک بازهٔ ۵درجه‌ای نشان می‌دهد دانشجویان رفتار اقتصادی خود را بالاتر از سطح متوسط ارزیابی کرده‌اند. همچنین میانگین سواد اقتصادی (M = ۳/۷۳) بالاتر از سطح متوسط و میانگین آموزش اقتصاد در خانواده (M = ۲/۹۷) و میانگین آموزش اقتصاد در دانشگاه (M = ۲/۹۳) پایین‌تر از سطح متوسط ارزیابی شد. رفتار اقتصادی دانشجویان با آموزش اقتصاد در خانواده، آموزش اقتصاد در دانشگاه و سواد اقتصادی رابطه‌ای معنادار و نظری دارد. شدت رابطهٔ رفتار اقتصادی دانشجویان با سواد اقتصادی بیش از سایر متغیرهاست (p≤۰/۰۵، r=۰/۴۶). رفتار اقتصادی دانشجویان ارتباطی معنادار با آموزش اقتصاد در خانواده دارد (p≤۰/۰۵، r=۰/۳۶). رفتار اقتصادی دانشجویان ارتباطی معنادار با آموزش اقتصاد در دانشگاه دارد (p≤۰/۰۵، r =۰/۲۵). رفتار اقتصادی دانشجویان بیشتر با سواد اقتصادی مرتبط است تا آموزش اقتصاد در خانواده و آموزش اقتصاد در دانشگاه.

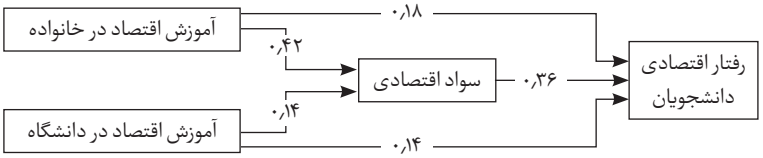
جدول ۱. میانگین، انحراف معیار و ضرایب همبستگی پیرسون متغیرها

متغیرها	میانگین	انحراف معیار	۱	۲	۳	۴	
۱. آموزش اقتصاد در خانواده	۲/۹۷	۰/۸۴	-				
۲. آموزش اقتصاد در دانشگاه	۲/۹۳	۰/۸۸	۰/۱۹**	-			
۳. سواد اقتصادی	۳/۷۳	۰/۵۲	۰/۴۴**	۰/۲۲**	-		
۴. رفتار اقتصادی دانشجویان	۳/۵۳۴۵	۰/۶۲	۰/۳۶**	۰/۲۵**	۰/۴۶**	-	

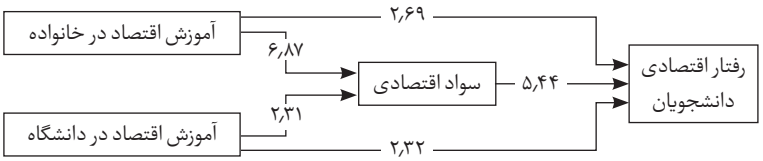
**P < ۰/۰۰۱ *P<۰/۰۵

1- Content Validity Ratio (CVR)

برای بررسی برازندگی، مدل فرضی ضرایب مسیر و معناداری آنها و نیز برازندگی داده-مدل را بررسی کردیم. مدل نهایی را در شکل ۲ گزارش کرده‌ایم. بررسی شاخص‌های برازش مدل حاکی است که مدل نهایی برازشی نسبتاً مطلوب با داده‌ها دارد (جدول ۲). تأثیرات مستقیم، غیرمستقیم و کل را در جدول ۳ مشاهده می‌کنید. در مدل نهایی، آموزش اقتصاد در خانواده تأثیری معنادار بر سواد اقتصادی دانشجویان $(\gamma_{11} = .42,\ t = 6.87,\ p \leq .05)$. و نیز بر رفتار اقتصادی آنان دارد $(\gamma_{12} = .18,\ t = 2.69,\ p \leq .05)$. آموزش اقتصاد در دانشگاه تأثیری معنادار بر سواد اقتصادی دانشجویان $(\gamma_{21} = .14,\ t = 2.31,\ p \leq .05)$ و نیز بر رفتار اقتصادی آنان دارد $(\gamma_{22} = .14,\ t = 2.32,\ p \leq .05)$. سواد اقتصادی بر رفتار اقتصادی دانشجویان $(\beta_{11} = .36,\ t = 5.44,\ p \leq .05)$ تأثیر معنادار دارد. براساس نتایج، آموزش اقتصاد در خانواده با میانجیگری سواد اقتصادی تأثیر غیرمستقیم، مثبت و معنادار، برابر با ۰/۱۱، بر رفتار اقتصادی دانشجویان دارد. همچنین آموزش اقتصاد در دانشگاه با میانجیگری سواد اقتصادی تأثیر غیرمستقیم، مثبت و معنادار، برابر با ۰/۰۴، بر رفتار اقتصادی دانشجویان دارد. درنهایت، آموزش اقتصاد در خانواده و در دانشگاه با میانجیگری سواد اقتصادی تأثیر غیرمستقیم، مثبت و معنادار، برابر با ۰/۴۷، بر رفتار اقتصادی دانشجویان دارد.



شکل ۲. مدل نهایی تأثیر آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه بر رفتار اقتصادی دانشجویان با میانجیگری سواد اقتصادی.
*** ضریب استاندارد گزارش شده‌اند**



شکل ۳. مدل نهایی تأثیر آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه بر رفتار اقتصادی دانشجویان با میانجیگری سواد اقتصادی.
*** ضریب t گزارش شده‌اند**

جدول ۲. شاخص‌های برازندگی مدل نهایی اصلاح‌شده

شاخص	دامنهٔ پذیرفته	مقدار	نتیجه
X^2	P> ۰/۰۵	۳/۸۸	تأیید
Df	-	۳	-
X^2/df	۳ -۵	۰/۸۸	تأیید
RMSEA	≤ RMSEA ۰/۰۸	۰/۰۴۴	تأیید
GFI	≥ GFI ۰/۹۰	۰/۹۱	تأیید
NFI	≥ NFI ۰/۹۰	۰/۹۲	تأیید
CFI	≥ CFI ۰/۹۰	۰/۹۳	تأیید
IFI	≥ IFI ۰/۹۰	۰/۹۳	تأیید

جدول ۲ نشان می‌دهد که مدل نهایی برازش نسبتاً مطلوبی با داده‌ها دارد.

جدول ۳. تأثیر مستقیم، غیرمستقیم و کل آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه و سواد اقتصادی بر رفتار اقتصادی دانشجویان

تأثیر	مسیر	تأثیر مستقیم	تأثیر غیرمستقیم	تأثیر کل
برون‌زاد بر درون‌زاد	آموزش اقتصاد در خانواده بر رفتار اقتصادی دانشجویان	۰/۱۸**	۰/۱۱**	۰/۲۹**
	آموزش اقتصاد در دانشگاه بر رفتار اقتصادی دانشجویان	۰/۱۴*	۰/۰۴*	۰/۱۸*
	آموزش اقتصاد در خانواده بر سواد اقتصادی دانشجویان	۰/۴۲**	-	۰/۴۲**
	آموزش اقتصاد در دانشگاه بر سواد اقتصادی دانشجویان	۰/۱۴**	-	۰/۱۴**
درون‌زاد بر درون‌زاد	سواد اقتصادی بر رفتار اقتصادی دانشجویان	۰/۳۶**	-	۰/۳۶**
تأثیر کل	آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه با میانجیگری سواد اقتصادی بر رفتار اقتصادی دانشجویان	۰/۴۷**		

۴. بحث

هدف پژوهش حاضر بررسی رابطهٔ علّی آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه با میانجیگری سواد اقتصادی بر رفتار اقتصادی دانشجویان مهندسی بود. داده‌ها حاکی است که هدف پژوهش برآورده شده و همهٔ فرضیه‌ها تحقق یافته‌اند.

نخستین یافتهٔ پژوهش حاکی است که میانگین سواد و رفتار اقتصادی دانشجویان بالاتر از متوسط است. این یافته با برخی یافته‌های پاشایی و همکاران (Pashaei et al., 2022)، پارک و همکاران (Park et al., 2022) و تیند و ری (Thind & Ray, 2023) همخوانی دارد و بدین معناست که دانشجویان، برای تصمیم‌گیری‌های پیچیدهٔ زندگی شخصی و حرفه‌ای خود، به آموزه‌های اقتصادی نیاز دارند که خانواده و دانشگاه سهم زیادی در هدایت تصمیم‌گیری آنان دارند. همچنین میانگین آموزش اقتصاد در خانواده و آموزش اقتصاد در دانشگاه پایین‌تر از سطح متوسط ارزیابی شد که این یافته با برخی از

یافته‌های فیلیپس و کیراکوف (Phillips & Kiracofe, 2023) و باربوزا (Barboza et al., 2021) هماهنگ است و بدین معناست که به آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه توجه کافی نشده است. ازآنجایی‌که ترویج اقتصاد رفتاری دانشجویان را به تصمیم‌گیری بهتر اقتصادی تشویق می‌کند و آموزش ابزار بسیار مهم ارتقای سواد اقتصادی است، ضروری است خانواده‌ها و سیاست‌گذاران دانشگاه به کمّیت و به‌ویژه کیفیت آموزش اقتصادی به دانشجویان توجه ویژه کنند.

در فرضیهٔ اول که آموزش اقتصاد در خانواده پیش‌بینی‌کنندهٔ مستقیم سواد اقتصادی دانشجویان است، با توجه به مقدار آمارهٔt (t= ۶/۸۷)، با اطمینان ۹۵ درصد تأیید شد. نتیجهٔ این پژوهش با نتایج پژوهش‌های اوژند و محمودپور (Ozhand & Mahmoudpour, 2023)، بوهم و همکاران (Bohm et al., 2023)، یلدریم و همکاران (Yıldırım et al., 2024)، سوراتنو و همکاران (Suratno et al., 2021)، جوهان و همکاران (Johan et al., 2021) و نارمادیتیا و همکاران (Narmaditya et al., 2023a) همخوانی دارد. سواد اقتصادی از مهارت‌های زندگی است (Cangır et al., 2024) که به‌عنوان مادهٔ اولیهٔ رفتار اقتصادی در فعالیت‌های اقتصادی روزانه کاربرد دارد (Nurjanah et al., 2018). نقش خانواده در همهٔ ابعاد زندگی فرزندان انکارناپذیر است (Montazer-Atai et al., 2021) و اولین مکان دانش‌آموختن به افراد برای تسلط بیشتر بر موضوعات گوناگون به‌شمار می‌رود. پس، می‌بایست به‌عنوان آموزگار غیررسمی اقتصاد و مدیریت مالی صحیح ایفای نقش کند (Lyn & Sahid, 2021) تا سواد اقتصادی فرزندان افزایش یابد.

یافتهٔ دیگر پژوهش این است که آموزش اقتصاد در دانشگاه تأثیر معنادار بر سواد اقتصادی دانشجویان دارد. این یافته، با توجه به مقدار آمارهٔt (t=۲/۳۱)، فرضیهٔ دوم پژوهش را با اطمینان ۹۵ درصد تأیید کرد که همسو با نتایج برخی از پژوهش‌ها، ازجمله اوژند و محمودپور (Ozhand & Mahmoudpour, 2023)، پارک و همکاران (Park et al., 2022) و هان (Han, 2023)، است. براساس این نتیجه، سواد اقتصادی برای زندگی ضروری است زیرا درک فرد از اوضاع اقتصادی و تصمیم‌گیری او را قدرت می‌بخشد. شکل‌گیری آیندهٔ روشن اقتصادی و اجتماعی در کشور نیازمند توجه ویژه به سواد اقتصادی، به‌ویژه در دانشجویان آینده‌ساز، است و ضروری است دانشگاه‌ها آموزه‌های اقتصادی را در برنامه‌های آموزشی خود بگنجانند (Pashaei et al., 2022). این یافته آگاهی سیاست‌گذاران دانشگاه‌ها را از پرورش سواد اقتصادی بالا می‌برد (Dewi et al., 2020).

فرضیهٔ سوم پژوهش، با توجه به مقدار آمارهٔt (t= ۲/۶۹)، با اطمینانِ ۹۵ درصد تأیید شد. آموزش اقتصاد در دانشگاه پیش‌بینی‌کنندهٔ مستقیم رفتار اقتصادی دانشجویان است که با نتایج پژوهش نارمادیتیا و همکاران (Narmaditya et al., 2023b) همخوانی و با برخی از نتایج پژوهش سالسابیلا و همکاران (Salsabilla et al., 2022) مغایرت دارد. نتایج این یافته نشان می‌دهد آموزش اقتصاد در خانواده توسعهٔ رفتار اقتصادیِ منطقی دانشجویان را تشویق می‌کند. خانواده اولین و مهم‌ترین پایگاهی است که به افراد کمک می‌کند انتخاب‌های خود، ازجمله رفتار مصرفی و مولد، را تعیین کنند

(Suratno et al., 2021) و ازطریقِ آموزش‌های مستقیم یا غیرمستقیم الگوی رفتار سایر اعضای خانواده است. آموزش اقتصاد در خانواده ازطریقِ عملی و عادت‌سازی مستقیم رفتار اقتصادی دانشجویان را با موفقیت هدایت می‌کند (Rangga et al., 2022)؛ به‌عبارت دیگر، آموزش توسعهٔ رفتار اقتصادی منطقی دانشجویان را تشویق می‌کند (Narmaditya et al., 2023b).

آموزش اقتصاد در دانشگاه تأثیری معنادار بر رفتار اقتصادی دانشجویان دارد. این یافتهٔ پژوهش نیز با اطمینانِ ۹۵ درصد، با توجه به مقدار t (۲/۳۲ =t)، فرضیهٔ چهارم پژوهش را تأیید کرد که همسو با یافتهٔ پژوهش دیوی و همکاران (Dewi et al., 2024) است. در عصر جهانی‌شدن، زندگی پُر از چالش است و امور اقتصادی تقریباً همهٔ امور زندگی انسان را شامل می‌شود چنان‌که دانشجویان برای تصمیم‌گیری‌های اقتصادی پیچیدهٔ زندگی شخصی و حرفه‌ای خود نیاز به تلقین و تقویت آموزه‌های اقتصادی دارند. آموزش اقتصادی نسل‌های آینده را، با درک مفاهیم اساسی اقتصادی و مهارت‌های مواجهه با چالش‌های اقتصادیِ جهانی تجهیز می‌کند (Thao, 2023) و باعث می‌شود فرد به‌درستی برنامه‌ریزی و مدیریت مالی کند و موقعیت مالی فعلی و آیندهٔ خود را بشناسد. رفتار اقتصادی ازطریقِ تمرین و آموزش تقویت می‌شود (Montazer-Atai et al., 2021). با آموزش اقتصادی دانشگاهی به جوانان فرصت می‌دهیم در مقام عوامل تحول فکر کنند و با موقعیت‌های پیچیدهٔ اقتصادی سازگار شوند (Bonal & Gonzalez, 2020). برای اطمینان از اینکه دانشجویان جامع‌ترین آموزش ممکن را دریافت می‌کنند، ضروری است دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشِ عالی دوره‌های رفتار اقتصادی را برگزار کنند و توسعه دهند (Williamson, 2021). سیاست‌های تقویت آموزش اقتصادی نسل بعدی را آمادهٔ مواجهه با پیچیدگی‌ها و چالش‌های اقتصاد جهانی می‌کنند (Thao, 2023). مدیران دانشگاه‌ها با برنامه‌ریزی و آموزش‌های اقتصادی درست در رشته‌های مهندسی و برگزاری واحدهای درسی مرتبط با اقتصاد بر رفتار اقتصادی دانشجویان تأثیر خواهند داشت.

فرضیه پنجم پژوهش با اطمینان ۹۵ درصد و با توجه به مقدار t (t=۵/۴۴) تأیید شد و نشان داد که سواد اقتصادی دانشجویان پیش‌بینی‌کنندهٔ مستقیم رفتار اقتصادی دانشجویان است. این یافته با یافته‌های باربوزا و همکاران (Barboza et al., 2021)، بوآنا و پاتریشیا (Buana & Patrisia, 2021)، تیند و ری (Thind & Ray, 2023)، سهروات و همکاران (Sehrawat et al., 2021)، لئو و ژانگ (Liu & Zhang, 2021)، سالسابیلا و همکاران (Salsabilla et al., 2022)، نیآوردی و سهپوتری (Mawardi & Sahputri, 2022)، عیرفان و همکاران (Irfan et al., 2023) و مورا و بائونو (Mora & Bawono, 2021) همخوانی دارد. به‌طورکلی، رفتار اقتصادی دانشجویان از موضوعات مهم عرصهٔ آموزش است چراکه، از سویی، تصمیمات آنان در دورهٔ دانشجویی تأثیر زیادی بر وضعیت اقتصادی و شغلی‌شان پس از اتمام دوران تحصیل دارد و، از سوی دیگر، همهٔ فعالیت‌های آنان در طول دورهٔ دانشجویی و حتی زندگی آینده به‌نوعی با دانش و رفتار اقتصادی مرتبط است. بااین‌حال، بسیاری از افراد از درک اصول اولیهٔ مالی ناتوان‌اند که این

موضوع مدیریت مؤثر امور اقتصادی‌شان را مختل می‌کند. سواد مالی تأثیر درخورتوجهی بر رفتار مالی، برای مثال بر رفتار سرمایه‌گذاری، دارد (Hastings & Mitchels, 2020). داشتن سواد اقتصادی کافی تصمیم‌گیری درست اقتصادی را در موقعیت‌های اقتصادی ممکن می‌سازد، راهِ رفتارهای اقتصادی آگاهانه‌تر، مسئولانه‌تر و سازگارتر را هموار می‌کند و وسیلهٔ ارتقای فرهنگ تولید و مصرف است که منجر به مدیریت مالی شخصیِ بهتر و انعطاف‌پذیری اقتصادی می‌شود. لذا، سواد اقتصادی منبع مهمِ ایجاد رفتار اقتصادی مطلوب، پایداری اقتصادی و پیشرفت جوامع به‌شمار می‌رود. به‌همین‌دلیل، نقش مؤسسات آموزشِ عالی در ارتقای سواد اقتصادی بین دانشجویان اهمیت دارد (Lyn & Sahid, 2021).

از دیگر نتایج پژوهش این بود که آموزش اقتصاد در خانواده با میانجیگری سواد اقتصادی تأثیری غیرمستقیم، مثبت و معنادار، برابر با ۰/۱۱، بر رفتار اقتصادی دانشجویان دارد. این یافته فرضیهٔ ششم پژوهش را تأیید کرد و با برخی پژوهش‌ها، ازجمله سوراتنو و همکاران (Suratno et al., 2021)، جوهان و همکاران (Johan et al., 2021) و نارمادیتیا و همکاران (Narmaditya et al., 2023a)، هم‌سوست. برای اطمینان از رفاه آینده، کشور نیاز به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان آگاه و توانمند برای زندگی آینده دارد. فرد بدون سواد کافی اقتصادی نمی‌تواند به‌درستی برنامه‌ریزی مالی کند و رفتار اقتصادی درستی بروز دهد. سواد اقتصادی لازمهٔ مدیریت منابع موجود برای زندگی بهتر دانشجویان است و خانواده نقشی اساسی در ارتقای آن و بروز رفتار اقتصادی مطلوب در فرزندان دارد. آموزش‌های اقتصادی مستقیم یا غیرمستقیم در خانواده با ارتقای سواد اقتصادی موجب بروز رفتار منطقی اقتصادی می‌شود. به‌بیان دیگر، آموزش اقتصاد در خانواده، علاوه‌بر ایجاد سواد اقتصادی، رفتار اقتصادی دانشجویان را تقویت می‌کند.

فرضیهٔ هفتم پژوهش این بود که آموزش اقتصاد در دانشگاه با میانجیگری سواد اقتصادی پیش‌بینی‌کنندهٔ غیرمستقیم رفتار اقتصادی دانشجویان است که، با توجه به یافته‌ها، تأثیر غیرمستقیم، مثبت و معنادارِ برابر با ۰/۰۴ تأیید شد. نتایج پژوهش‌های جونز و همکاران (Jones et al., 2019) و بوآنا و پاتریشیا (Buana & Patrisia, 2021) با نتایج پژوهش حاضر همسوست. ازآنجاکه دانشگاه نقشی بی‌بدیل در جهت‌گیری افراد به امور اقتصادی دارد و بخش اعظمی از سطح سواد و رفتار اقتصادی دانشجویان در آن شکل می‌گیرد، آموزش دروس مرتبط با اقتصاد در برنامهٔ درسی رشته‌های مهندسی سواد اقتصادی آنان را افزایش می‌دهد و از آن طریق دانشجویان رفتار اقتصادی درستی از خود بروز خواهند داد. این نتیجه نشان می‌دهد برنامه‌های آموزشی دانشگاه و ارتباط با استادان خبره سواد اقتصادی دانشجویان را ارتقا می‌بخشد و منجر به رفتار مطلوب اقتصادی می‌شود.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

هدف مطالعهٔ حاضر بررسی نقش میانجیگر سواد اقتصادی در پیش‌بینی رفتار اقتصادی دانشجویان مهندسی براساس آموزش اقتصاد در خانواده و دانشگاه بوده است و بر نقش دانشگاه و خانواده در

ایجاد سواد اقتصادی و شکل‌گیری رفتار اقتصادی دانشجویان تأکید می‌کند. شایان توجه است که خانواده اولین پایگاه اجتماعی‌کنندهٔ انسان و مهم‌ترین پایگاه انتقال عوامل اقتصادی، فرهنگی و سیاسی است که نقشی اساسی در شکل‌گیری رفتار فرزندان دارد. دانشگاه نیز از نهادهای مهم است که فرد خود را در اجتماع می‌یابد و نقشی اثربخش در یادگیری سواد اقتصادی دانشجویان ایفا می‌کند. سواد اقتصادی عنصری مهم در پیشرفت و ثبات اقتصادی است که سبب می‌شود فرد در موقعیت‌های مهم تصمیمات اقتصادی بگیرد. درصورتی‌که دانشجو سواد اقتصادی بالایی داشته باشد آن را در رفتار خود بروز می‌دهد و ساختمان اقتصاد زندگی‌اش را استوار خواهد ساخت. با توجه به نقش بی‌بدیل خانواده در شکل‌دهی رفتار و نقش دانشگاه در ادامهٔ اجرای مأموریت‌های سنتی خود، مانند آموزش و پژوهش، می‌بایست این دو مسئولیت‌های جدیدی را در آموزش اقتصاد بر عهده گیرند تا با آموزش‌های اقتصادی منجر به ارتقای سواد اقتصادی و رفتار اقتصادی دانشجویان شوند.

به‌طورِکلی، در کشور ما، آموزش غیررسمی در خانواده و آموزش رسمی دانشگاه‌ها افراد را به‌صورت شایسته آمادهٔ رویارویی با دنیای پس از تحصیل نمی‌کند. سواد اندک مالی بر زندگی افراد، خانواده، دوستان و شرکای تجاری آنان، به‌سبب تصمیم‌گیری‌های نادرست، تأثیر منفی می‌گذارد و حتی ثروت ملی و سطح رفاه مالی را در جامعه کاهش می‌دهد. براین‌اساس و با استناد به نتایج پژوهش و تأیید فرضیه‌ها، آموزش اقتصاد در خانواده و در دانشگاه با میانجیگری سواد اقتصادی تأثیر غیرمستقیم، مثبت و معنادار بر رفتار اقتصادی دانشجویان دارد. تشویق به درک بهتر مفاهیم اقتصادی و آموزش اقتصادی مؤثر در خانواده و دانشگاه سواد اقتصادی دانشجویان را بالا می‌برد و درنتیجه تصمیمات اقتصادی عاقلانه‌تری می‌گیرند و ثبات مالی بهتری برای آیندهٔ خود ایجاد می‌کنند. بنابراین، ارتقای سواد اقتصادی و آموزش اقتصادی در بین دانشجویان سرمایه‌گذاری‌ای ارزشمند در آماده‌سازی نسل‌های آینده برای چالش‌های پیچیدهٔ اقتصادی است.

درنهایت و با توجه به تأثیر مثبت و معنادار آموزه‌های اقتصادی خانواده و دانشگاه بر سواد اقتصادی و تأثیر مثبت و معنادار سواد اقتصادی بر رفتار اقتصادی، پیشنهاد می‌کنیم:

- عناصر مهم سواد و رفتار اقتصادی به خانواده‌ها آموزش داده شود تا به فراهم‌کردن این عناصر ترغیب شوند.
- مدیران دانشگاه‌ها و سیاست‌گذاران رویکردی استانداردتر و قوی‌تر به آموزش‌های اقتصادی باکیفیت‌تر به دانشجویان داشته باشند و رفتار اقتصادی آنان را توسعه دهند.
- محتوای آموزشی دانشجویان مهندسی از منظر پرداختن به اقتصاد بازبینی و تقویت شود.
- چگونگی آموزش سواد اقتصادی در کشورهای دیگر به‌طور تطبیقی بررسی شود تا چشم‌انداز ارزشمندی به برنامه‌های آموزش اقتصادی با زمینه‌های فرهنگی خاص ارائه دهد.
- به‌منظور ارزیابی تأثیر بلندمدت برنامه‌های آموزش اقتصادی بر نتایج اقتصادی دانشجویان پس

از فارغ‌التحصیلی، مطالعات طولی صورت پذیرد که شامل ردیابی رفتارهای مالی، عادات پس‌انداز، سطح بدهی و رفاه مالی کلی در یک دورهٔ طولانی باشد.

پژوهش حاضر نیز، مانند هر پژوهشی، محدودیت‌هایی دارد؛ برای مثال، محدود به دانشجویان یک دانشگاه دولتی است. همچنین سواد و رفتار اقتصادی دانشجویان را در یک مقطع زمانی بررسی کرده است. با توجه به تغییرات روزافزون جامعه، سواد و رفتار اقتصادی پیوسته در حال تغییر است و می‌بایست پژوهش حاضر مطابق با تغییرات بررسی و به‌روز شود. از سوی دیگر، متغیرهای پژوهش با استفاده از پرسش‌نامه‌های خودگزارشی بررسی و سنجش شده‌اند که، با توجه به پیچیدگی رفتار، احتمالاً با مقدار واقعی فاصله دارند. براین‌اساس، در تفسیر نتایج پژوهش حاضر می‌بایست احتیاط کرد. در پژوهش‌های آینده، ازطریقِ پژوهش‌های تجربی با مداخله و آموزه‌های اقتصادی خانواده و دانشگاه، می‌توان تأثیر آنها را بر سواد و رفتار اقتصادی بررسی کرد.

سپاسگزاری

این طرح تحقیقاتی با استفاده از اعتبار ویژه پژوهشی (پژوهانه) دانشگاه سمنان با شماره طرح ۱۴۰۳۹۶ط/۲۲۶/۱۴۰۳ انجام شده است.

References

- Archunan, K., (2024) New education policy and its impact on higher education in india. *Shanlax International Journal of Management*, 11(1), 84-89. https://doi:10.34293/management. v11iiS1-Jan.7144.
- Barboza, G., Bongini, P., & Rossolini, M. (2021). Financial (il)literacy vs. individual's behavior. Evidence on credit card repayment patterns. *Financial Services Review*, 29(4), 247-276. https: //doi.org/10.61190/fsr. v29i4.3462.
- Bohm, P., Bohmova, G., Gazdíkova, J., & Simkova, V. (2023). Determinants of financial literacy: Analysis of the impact of family and socioeconomic variables on undergraduate students in the slovak republic. *Journal of Risk and Financial Management*, *16*(4), 252.
- Bonal, X., & González, S. (2020). The impact of lockdown on the learning gap: family and school divisions in times of crisis. *International Review of Education*, 66(5), 635-655. https://doi.org /10.1007/s11159-020-09860-z.
- Bruckner, S., F€orster, M., Zlatkin-Troitschanskaia, O., Happ, R., Walstad, W.B.,Yamaoka, M., Asano, T., (2015). Gender effects in assessment of economic knowledge and understanding: differences among undergraduate business and economics students in Germany, Japan, and the United States. *Peabody Journal of Education*, 90(4), 503-518. https://doi.org/10.1080/0161956X.2015. 1068079.
- Buana, S., & Patrisia, D. (2021). The influence of financial literacy, financial self efficacy, and social economic status on financial management behavior on students of the faculty of economics, padang state University. *Financial Management Studies*, 1(2), 367-378. https://doi.org/10. 24036/JKMK.V1I2.14 .
- Çangır, M., Sarıyıldız, A., Budak, C., Kamak, Z., Ayyıldız, F., Bozer, I., & Sayar, B. (2024). Investigation of teachers' financial literacy levels. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(103), 142-148. doi: https://10.1080/1331677X.20 20.1820362.
- Cera, G., Ajaz Khan, K., Mlouk, A., & Brabenec, T. (2021). Improving financial capability: the mediating role of financial behaviour. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, *34*(1), 1265-1282. doi: https://doi.org/10.1080

/1331677X.2020.1820362.

- Chernov, V. A. (2023). Financial literacy and consumer culture in behavioral economics as a condition for sustainable development. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 84(3). 472–484. (In Russ). doi: https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-3-472-484.
- Deenanath, V., Danes, S. M., & Jang, J. (2019). Purposive and unintentional family financial socialization, subjective financial knowledge, and financial behavior of high school students. *Journal of Financial Counseling and Planning*, *30*(1), 83–96. doi: 10.1891/1052-3073.30.1.83.
- Dewi, R. M. (2024). Development of learning material in behavioral economics for higher education. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 14(3), 192–199. doi: 10.1080/19496591.2022 .2074796. .
- Dewi, V. I., Febrian, E., Effendi, N., Anwar, M., & Nidar, S. R. (2020). Financial literacy and its variables: The evidence from Indonesia. *Economics and Sociology*, 13(3), 133–154. doi:10.14254/2071-789X.2020/13-3/9.
- Dilek, S., Kesgingoz, H., Konak, A., Halicioglu, S., (2018). Factors affecting economic literacy. *Afro Eurasian Stud*, 7(1), 7–47 .doi: https://doi.org/10.33722/afes.475575.
- Erwinsyah, E. (2022). Environmental knowledge, attitudes, and practices for behavior change of university students: The case of Indonesia. *Journal of STEAM Education*, 5(2), 177–188. doi: http://www.doi.org/10.55290/steam.1075516.
- Fitri, N., Herawan, E., & Febianti, Y. N. (2022). The effects of consumer behavior and digital literacy on consumption patterns in students. *Journal of Inovasi Pendidikan Ekonomi (JIPE)*, 12(1), 85–93. doi: https://doi.org/10.24036/011166480.
- Godwin Gey, Dan'Asabe, Yahaya Yusuf, Masha S. Menhat, Tijjani Abubakar, Nnamdi J. Ogbuke, (2019), Agile capabilities as necessary conditions for maximizing sustainable supply chain performance: an empirical investigation. *International Journal of Production Economics. 222*, 107501. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.09.022.
- Greenberg, A. E., & Hershfield, H. E. (2019). On shifting consumers from high-interest to low-interest debt. *Financial Planning Review*, 2(1), e1035. doi: https://doi.org/10.1002/CFP2.103 5 .
- Han, S. (2023). To what extent do grade levels and the requirement of an economics course in high school impact the financial literacy levels of students in the United States? *Journal of Student Research*, 11(3), 1–13. doi: 10.47611/jsr.v11i3.1671 .
- Harsoyo, Y., Saptono, L., Purwanta, H., (2017). The level of economic literacy toward economics teacher candidates in Yogyakarta, Indonesia. *International Journal of Social Sciences & Educational Studies,* 3(4), 73. DOI: https://doi.org/10.1007/s10834-021-09792-2.
- Hastings, J & Mitchels, Os. (2020). How financial literacy and impatience shape retirement wealth and investment behaviors. *Journal of Pension Economics and Finance*, 19(1), 1–20. doi:10.10 17/S1474747218000227.
- Houdek, P. Koblovsky, P. (2017). Behavioural economics of organization: employees and managers, E M Ekon. *Manag.* 20(1), 4–15. doi: 10.15240/tul/001/2017-1-001.
- Ilugbusi, B. S., & Adisa, O. (2024). Behavioral economics in US financial literacy programs: A comprehensive review-Evaluating the role of psychology-driven strategies in enhancing understanding and responsible financial behaviors among citizens. *International Journal of Economics and Management, 16*(3), 351–364. doi: http://doi.org/10.47836/ijeam.16.3.06.
- Irfan, I., Nasyalia, C., Muhyarsyah, M., Hani, S., & Sari, M. (2023). The impact of financial literacy and financial inclusion towards the saving behavior of the students. *Management Scientific Journal*, 13(2), 439–453. doi: 10.22441/jurnal_mix. 2023. v13i2.012 .
- Johan, I., Rowlingson, K., & Appleyard, L. (2021). The effect of personal finance education on the financial knowledge, attitudes and behaviour of university students in Indonesia. *Journal of Family and Economic Issues*, 42(2), 351–367. https://doi.org/10.1007/s10834-020-09721-9.
- Jones, C., Fouty, J. R., Lucas, R. B., & Frye, M. A. (2019). Integrating individual student advising into financial education to optimize financial literacy in veterinary students. *Journal of Veterinary Medical Education*, 46(4),

562-572. doi: 10.3138/jvme.1117-156r1 .
- Karimov, U. U. (2023). The importance of family education and education in the development of civil society. *Gospodarka i Innowacje.*, *41*, 580-588.
- Khalisharani, H., Sabri, M. F., Johan, I. R., Burhan, N. A. S., & Yusof, A. N. M. (2022). The influence of parental financial socialisation and financial literacy on university student's financial behaviour. *International Journal of Economics & Management*, *16*(3), 351-364. doi: http://doi.org/10.47836/ijeam.16.3.06.
- Kim, K. T., & Lee, J. M. (2021). A review of a decade of financial behavior research in the journal of family and economic issues. *Journal of Family and Economic Issues*, 42, 131-141. doi: https://doi.org/10.1007/s10834-020-09711-x.
- Koch, A., Nafziger, J., & Nielsen, H. S. (2015). Behavioral economics of education. *Journal of Economic Behavior & Organization*, *115*, 3-17. https://doi.org/10.1016/j.jebo.2014.09.005.
- Kusumojanto, D. D., Wibowo, A., Kustiandi, J., & Narmaditya, B. S. (2021). Do entrepreneurship education and environment promote students' entrepreneurial intention? the role of entrepreneurial attitude. *Cogent Education*, 8(1), 1948660. doi:https://doi.org/10. 1080/2331186X.2021.1948660.
- Liu, L., & Zhang, H. (2021). Financial literacy, self-efficacy and risky credit behavior among college students: Evidence from online consumer credit. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 32, 100569. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbef.2021.100569.
- Lyn, S. H. M., & Sahid, S. (2021). Economic literacy and its effects on students' financial behavior at Malaysian Public University. *Sciences*, 11(8), 736-750. doi:10.6007/IJARBSS/v11-i8/10551 .
- Maman, D., & Rosenhek, Z. (2023). Governing individuals' imaginaries and conduct in personal finance: The mobilization of emotions in financial education. *Journal of Consumer Culture*, 23(1), 188-208. doi: 10.1177/14695405211069952.
- Mankiw, N. G. (2020). *Principles of Economics*. Cengage Learning. Boston, MA, USA.
- Mawardi, M. K. (2022). Do entrepreneurship education and family entrepreneurial orientation are matter for student's entrepreneurial intention. *Journal Aplikasi Manajemen*, 20(2). doi: https://doi.org/10.21776/ub.profit.2022.-16.01.4.
- Mireku, K., Appiah, F., & Agana, J. A. (2023). Is there a link between financial literacy and financial behaviour?. *Cogent Economics & Finance*, 11(1), 2188712. https://doi.org/10.1080/ 23322039.2023.2188712.
- Mohaghegh Kia, N., Barmaki, N., & Akram, A. (2021). Determining the level of financial literacy and its relationship with financial behavior and financial attitude (case study of Parandak Higher Education Institute students). *Accounting and Auditing Research (Accounting Research)*, 13(51), 187-198. [In Persian] doi:10.22034/iaar.2021.141684.
- Mokhtari, S. A. M., & Rizvani, R. (2022). Application of artificial intelligence in history education. *Research in History Education*, 3(4), 53-65 [In Persian]. doi: 20.1001.1.28211014.1401.3.4.5.9.
- Montazer-Atai, Shamshadi, S., & Shamshadi, M. (2021). The role of teachers in improving the economic behavior of students with an action research approach. *Transcendent Education Quarterly*, 1(1), 60-70 [In Persian].
- Mora, A. G. O., & Bawono, S. (2021). Science development of psychology and economics in business-a: english. *Journal Manajemen Jayanegara*, 3(1), 25-29.
- Mughal, N., Wen, J., Zhang, Q., Pekergin, Z. B., Ramos-Meza, C. S., & Pelaez-Diaz, G. (2024). Economic, social, and political determinants of environmental sustainability: Panel data evidence from next eleven economies. *Energy & Environment*, 35(1), 64-87. https://doi.org/10.1177/0958305X221124224.
- Mueller, R. O. (1997). Structural equation modeling: Back to basics. Structural Equation Modeling: *A Multidisciplinary Journal*, 4(4), 353-369. https://doi.org/10.1080/10705519709540081.
- Narmaditya, B. S., & Sahid, S. (2023a). Financial literacy in family and economic behavior of university students: a systematic literature review. *The Journal of Behavioral Science*, 18(1), 114-128.
- Narmaditya, B. S., Sahid, S., & Hussin, M. (2023b). How does family economic education foster students' economic behavior? The mediating role of economic and entrepreneurial literacy. *Heliyon*, *9*(5). https://doi.

org/10.1016/j.heliyon.2023.e15608.

- Nicolaescu, V. G., & Toderascu, C. (2023). Financial education as a tool for financial development. *Journal of Public Administration, Finance and Law*, 27, 323-331. doi: 10.47743/ jopafl-2023-27-24 .
- Nurjanah, S., Ilma, R. Z., & Suparno, S. (2018). Effect of economic literacy and conformity on student consumptive behaviour. *Dinamika Pendidikan*, 13(2), 198-207.
- Nwodoh, E. O. (2024). Revamping tertiary eduvation to meet global needs and challenges in post- pandemic era for economic growth and development. *The Nigerian Journal Research and Production*, 26(1), 1-10. https://acjol.org.
- Nzerem, T. A. N. (2021). Nigerian education and functionality in the 21st century. *Journal of Knowledge review* 2(3). 641-647. doi: 10.30918/AERJ.93.19.049.
- Ozhand, I., & Mahmoudpour, K. (2023). Cognitive ability, economic knowledge and financial literacy. *Scientific Journal of Modern Research Approaches in Management and Accounting*, 7(24), 119-130 [In Persian].
- Park, C. M., Kraus, A. D., Dai, Y., Fantry, C., Block, T., Kelder, B., Howard, K. A. S., & Solberg, V. S. (2021). Empowering women in finance through developing girls' financial literacy skills in the united states. *Behavioral Sciences*, 11(12), 176. doi: 10.3390/bs11120176 .
- Pashaei, A., Hosni, M., Mohajeran. B., & Shahbazi, K. (2022). Investigating the causal relationship of economics education with financial literacy, decision-making skills and entrepreneurial intention of students. Iranian Engineering Education Quarterly, 25(97), 1-23 [In Persian]. https://doi. rg/10.22047/ijee.2023.361381.1938.
- Patma, T. S., Wardana, L. W., Wibowo, A., Narmaditya, B. S., & Akbarina, F. (2021). The impact of social media marketing for Indonesian SMEs sustainability: Lesson from Covid-19 pandemic. *Cogent Business & Management*, 8(1), 1-16. https://doi.org/10.1080/23311975.202 1.1953679.
- Phillips, T., & Kiracofe, C. (2023). Financial literacy programming in higher education: What's there and what's missing. *Journal of Student Affairs Research and Practice*, 60(5), 702-715. https://doi.org/10.1080/19496591.20 22.2074796.
- Pimdee, P. (2020). Antecedents of Thai student teacher sustainable consumption behavior. *Heliyon*, 6(8), 1-16. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04676.
- Piscitelli, A., & Duggento, A. M. (2022). Do young people really engage in sustainable behaviors in their lifestyles? *Social Indicators Research*, 163(3), 1467-1485. https://doi.org/10. 1007/s11205-022-02955-0.
- Rangga, A. E. D., Haryono, A., & Utomo, S. H. (2022). The influence of family of family economic, self-contol, and individual modernity on consumptive behavior through financial litracy in bachelor students of the faculity of economics and business, universitas Negeri Malang Calass of 2020. litracy: *International Scientific Journals of Social, Education, Humanities*, 1(3), 65-79. doi: https://doi.org/10.56910/literacy.v1i3.319.
- Salsabilla, S. I., Tubastuvi, N., Purnadi, P., & Innayah, M. (2022). Factors affecting personal financial management. factors affecting personal financial management. *Jurnal Manajemen Bisnis*, 13(1), 168-184. doi: 10.18196/mb. V 13i1.13489. .
- Santos, D. B., Mendes-Da-Silva, W., Norvilitis, J. M., Protin, P., & Onusic, L. (2021). Parents influence responsible credit use in young adults: Empirical evidence from the United States, France, and Brazil. *Journal of Family and Economic Issues, 43*(2), 368-383. https://doi.org/10.1 007/s10834-021-09792-2.
- Sehrawat, K., Vij, M., & Talan, G. (2021). Understanding the path toward financial well-being: evidence from India. *Frontiers in Psychology*, 12, 638408. doi: 10.3389/fpsyg.2021.638408 .
- Suratno, S., Narmaditya, B. S., & Wibowo, A. (2021). Family economic education, peer groups and students' entrepreneurial intention: The mediating role of economic literacy. *Heliyon, 7*(4), 1-9. https://doi.org/10.1016/j. heliyon.2021.e06692.
- Taiwo, T. E., & Olanipekun, L. O. P (2023). Eduvational enhancement as a veritable tool for socio-cultural political and economic effectiveness in remo north area of Ogune State. *Journal of Mathematics and Computer Science*, 1(1), 79-103.
- Thao, N. T. P. (2023). The importance of economic education: preparing future generations for global economic challenges. *Journal of Asian Multicultural Research for Economy and Management Study*, 4(4), 31-35. https://doi.

org/10.47616/jamrems.v4i4.464.
- Thind, S. K., & Ray, A. (2023). Evaluating the impact of financial literacy programs on investment behaviours: A survey study. *European Economic Letters* (EEL), 13(5), 1592- 1607. https://doi.org/10.52783/eel.v13i5.941.
- Trinh, N. T. H. (2023). Higher education and its role for national development. A research agenda with bibliometric analysis. *Interchange*, 54(2), 125-143. https://doi.org/10.1007/s10 780-023-09493-9.
- Van Le, D., & Tran, T. Q. (2024). Economic growth and quality of education: Evidence from the national high school exam in Vietnam. *International Journal of Educational Development*, 104, 102947. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2023.102947.
- Wahyudi, A., Juniarsa, N., Anggoro, Y., & Waluyo, S. A. (2024). The influence of economic literacy, self-control and lifestyle on student consumption behavior (case study of stie indocakti malang students): English. *Tamansiswa Accounting Journal International*, 2(1), 113-124. doi:10.18860/jpips.v8i2.15260.
- Wee, L. L. M., & Goy, S. C. (2022). The effects of ethnicity, gender and parental financial socialization on financial knowledge among Gen Z: The case of Sarawak, Malaysia. *International Journal of Social Economics*, 49(9), 1349-1367. https://doi.org/10.1108/IJSE-02-2021-0114.
- Williamson, B. (2021). Psychodata: disassembling the psychological, economic, and statistical infrastructure of social-emotional learning. *Journal of Education Policy*, 36(1),129-154. https://doi.org/10.1080/02680939.2019.1672895.
- Yao, W., Zhen, Y., & Zhang, Y. (2022). Construction of cognitive model of family education decision-making based on neural network. *Occupational Therapy International*, 1-14. https://doi.org/10.1155/2022/4082381.
- Yıldırım, S., Yıldırım, M. M., & Vardari, L. (2024). The effect of undergraduate programs on financial literacy level: the case of kosovo. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 14(3), 170-182. https://doi.org/10.47750/pegegog.14.03.16.
- Zahra, D. R., & Anoraga, P. (2021). The influence of lifestyle, financial literacy, and social demographics on consumptive behavior. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(2), 1033-1041. https://doi.org/10.13106/jafeb.2021.vol8.no2.1033.

فریده نصیری: دانشجوی دکتری رشته مدیریت آموزشی در دانشکدهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه سمنان می‌باشد. فعالیت‌های پژوهشی و مطالعاتی ایشان در زمینه چالش‌های نظام آموزش و پرورش می‌باشد.

سکینه جعفری: دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته مدیریت آموزشی از دانشگاه سمنان است. ایشان هم اکنون عضو هیئت علمی و دانشیار گروه مدیریت آموزشی دانشگاه سمنان می‌باشد. فعالیت‌های پژوهشی و مطالعاتی ایشان در زمینه چالش‌های نظام آموزش و پرورش و آموزش عالی می‌باشد.

دنیای نوین یادگیری با سرفصل‌های خلاقانه: راهکارها و نتایج

رقیه گوگ‌ساز قوچانی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۲

DOI: 10.22047/ijee.2024.477105.2114

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.7.7

چکیده: در دنیای پُرشتاب آموزش مهندسی مدرن، نیاز به روش‌های نوآورانه برای جلب توجه و ارتقای یادگیری دانشجویان بیش از همیشه احساس می‌شود. مقالهٔ حاضر به معرفی سرفصل‌های خلاقانه‌ای می‌پردازد که با هدف ایجاد تجربهٔ تعاملی و جذاب برای دانشجویان طراحی شده‌اند. به‌کمک روش‌هایی، مانند داستان‌سرایی، فعالیت‌های تعاملی و ابزارهای دیجیتال، نمونه‌هایی از سرفصل‌های جذاب ارائه و راهکارهای اجرای موفق و مقابله با چالش‌های احتمالی بررسی شده است. تجربه‌های حاصل از اجرای این سرفصل‌ها طی چندین سال در دانشگاه شهیدبهشتی، در رشته‌های مهندسی، تحلیل و جمع‌آوری شده است. دیدگاه‌های دانشجویان با تحلیل مضمون دسته‌بندی و بازخوردهای کمّی آنان ارزیابی شده است. نتایج نشان می‌دهد روش‌های خلاقانه به افزایش تعامل دانشجویان، بهبود درک مطالب و انگیزهٔ بیشتر در یادگیری کمک می‌کنند. همچنین فضای دوستانه و کاهش نگرانی دیگر دستاوردهای این سرفصل‌ها هستند. مطالعهٔ حاضر برای مدرسان و طراحان دوره‌هایی که به‌دنبال نوآوری در آموزش هستند مفید خواهد بود. روش‌های خلاقانهٔ معرفی‌شده در سرفصل‌ها در رشته‌ها و مقاطع آموزشی قابل اجرا و بهره‌برداری خواهند بود.

واژگان کلیدی: سرفصل، خلاقیت، نسل جدید، آموزش مهندسی

۱- دانشیار گروه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر، دانشکدهٔ مهندسی مکانیک و انرژی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران (نویسندهٔ مسئول).
r_gavagsaz@sbu.ac.ir

۱. مقدمه

با پیشرفت‌های فناوری‌های نوین، انتظارات و ویژگی‌های دانشجویان نسل جدید نیز تغییر کرده است. ویژگی‌هایی، مانند «برون‌گرایی، ابراز وجود، تعامل‌گرایی، پرسش‌گری، خودراهبری، هیجان‌طلبی، نوآفرینی و زیباشناسی»، از خصوصیات بارز آنان است (Gavagsaz, 2024). با درنظرگرفتن این ویژگی‌ها، ضروری است در روش‌های سنتی یادگیری در مدارس و دانشگاه‌ها بازنگری شود. از میان ۲۷ عامل اثرگذار بر بی‌انگیزگی دانشجویان، خشک‌بودن دروس و کم‌بودن فعالیت‌های مهارتی اثرگذارترین عوامل شمرده شده‌اند (Memarian, 2020). در دنیای آموزشی امروز، خلاقیت عاملی کلیدی در ارتقای کیفیت و جذابیت یادگیری شناخته می‌شود. طراحی در جامعهٔ مهندسی جایگاهی ویژه دارد. تفکر خلاق نقشی مهم در طراحی مهندسی داراست (Memarian, 2014). خلاقیت محدود به نحوهٔ آموزش مطالب درسی نیست بلکه به‌شکل‌های گوناگون در جنبه‌های آموزشی به‌کار گرفته می‌شود. به‌ویژه در محیط‌های آموزشی دانشگاهی، به‌کارگیری روش‌های نوآورانه تأثیرات درخورتوجهی بر یادگیری دانشجویان و تعاملات آموزشی دارد و درنتیجه نیروهای متخصص جذب بازار کار می‌شوند.

در جدول ۱، نمونه‌هایی از اهمیت خلاقیت را در جنبه‌های آموزشی بیان کرده‌ایم. مراجع به‌ترتیبِ سال انتشار چیده شده‌اند. می‌توان در جنبه‌های آموزشی از روش‌های نوآورانه بهره گرفت. ازجملهٔ این موارد است: بیان مطالب و تدریس (Moghaddas et al., 2019; Hamedinasab et al., 2021)، ارزیابی دانشجویان (Gavagsaz-Ghoachani, 2022)، مباحث گروهی و بحث‌های کلاسی (Gavagsaz-Gho-achani, 2024)، به‌کارگیری فناوری و ابزارهای نوین (Mohammad Hasany et al., 2024)، طرح‌های کاربردی (Tamizi et al., 2019)، بازخورد به دانشجویان، ارتباط بین‌رشته‌ای (Halimi et al., 2024)، کاربردهای عملی و تجاری‌سازی پروژه‌ها (Khalili Khezrabadi et al., 2023; Mohammadi et al., 2022; Yazdanpanah et al., 2022; Merrikhpour et al., 2021). پروژه‌های مشترک دانشگاهی با صنایع، یادگیری ازطریقِ شبیه‌سازی یا بازی‌ها نیز از دیگر جنبه‌هایی است که در آنها می‌توان نوآوری را تجربه کرد.

جدول ۱. مروری بر پیشینهٔ پژوهش در اهمیت خلاقیت

موضوع	نکته	مرجع
متاورس درزمینهٔ آموزشِ عالی	دادن فرصت‌های جدید به ارتباطات اجتماعی	Mohammad Hasany et al., 2024
مفهوم خلاقیت در هنر قدیم و توجه به شاخهٔ جدید مشترک بین ریاضیات، هندسه و هنر (هندسهٔ فرکتال)	کشف رمز پنهان مشترک و هماهنگ عالم	Halimi et al., 2024
بازی ذهنی در فعالیت کلاسی	ارتقای کیفیت آموزش مهندسی	Gavagsaz-Ghoachani, 2024
تأثیر کیفیت برنامهٔ درسی بر قصد کارآفرینی دانشجویان	توسعهٔ مهارت‌های کارآفرینی	Khalili Khezrabadi et al., 2023
معناسازی صنعت‌محور دانشجویان مهندسی	معناسازی شایسته برای موفقیت در بسیاری از مشاغل	Mohammadi et al., 2022
آموزش و ارزیابی دانشجویان	تصویرسازی ابزاری برای پشتیبانی هدف‌های یادگیری و تقویت نوآوری	Gavagsaz-Ghoachani, 2022
شناسایی و اولویت‌بندی مهارت‌های غیرفنی موردنیاز رشته‌های مهندسی از دیدگاه کارفرمایان و فارغ‌التحصیلان	پرورش مهارت‌های هوش هیجانی و خلاقیت	Yazdanpanah et al., 2022
بررسی نقش واسطه‌ای تفکر انتقادی و خلاقیت	خلاقیت بر تفکر انتقادی و عملکرد تحصیلی تأثیر مستقیم و معنی‌دار دارد.	Hamedinasab et al., 2021
- به‌کارگیری روش تریز در آموزش - بازطراحی محصول توسط دانشجویان طراحی صنعتی	درک کامل‌تر مسئله، طرح راه‌حل‌های جدیدتر و افزایش خلاقیت در ایده‌پردازی	Merrikhpour et al., 2021
الگوی استمرار خلاقیت در طراحی معماری	مقدمه‌ای بر پژوهش‌های گسترده‌تر و طراحی الگوهای جامع‌تر	Tamizi et al., 2019
بررسی و مقایسهٔ برنامهٔ درسی و شیوهٔ آموزش رشتهٔ مهندسی شیمی	نیاز به جایگزینی روش‌های سنتی با روش‌های نوین‌تر، برای یادگیری مؤثرتر دانشجویان	Moghaddas et al., 2019

در مروری بر پیشینهٔ پژوهش دربارهٔ روش‌های خلاقانهٔ آموزش مفاهیم مهندسی، به جنبه‌هایی گوناگون، ازجمله آموزش نرم‌افزار (Mansouri et al., 2024a؛ Gavagsaz-Ghoachani et al., 2013) یا آموزش خلاقانهٔ روابط مهندسی (Karimi et al., 2023) می‌توان اشاره کرد. به‌کارگیری حس‌ها، ازجمله حس شنیداری (Alenabi et al., 2023)، حس بویایی (Mansouri et al., 2024b) و تصویری (Afkar et al., 2023a)، از روش‌های خلاقانهٔ آموزش نوین مهندسی به‌شمار می‌رود. به‌کارگیری فناوری‌های جدید، ازجمله هوش مصنوعی، از دیگر رویکردهای خلاقانه است (Arefian et al., 2024؛ Yaghoubi et al., 2023). داستان‌سرایی (Gholami et al., 2022؛ Sadat Sakkak et al., 2021) و چکیدهٔ تصویری (Nemati et al., 2022) دنیایی نوین را به روی آموزش مهندسی می‌گشاید. بازی‌وارسازی (Afkar et al., 2023b) و

به‌کارگیری میم (Ghazanfari et al., 2023) از رویکردهای خلاقانه‌ای است که در سال‌های اخیر توجه و پیشرفت زیادی داشته است.

سیلابس یا همان سرفصل دروس از اجزای مهم فرایند یادگیری است (Bahram Beigi, 2012) که چگونگی آموزش آن به دانشجویان اهمیت زیادی دارد (Thompson et al., 2007). خلاقیت در معرفی سرفصل‌های دروس نقشی مهم ایفا می‌کند. اعضای هیئت‌علمی در بهبود کیفیت آموزش نقش کلیدی دارند (Safari, 2011). به‌جای آموزش ساده و خشک سرفصل، به‌کارگیری روش‌های تعاملی و جذاب، مانند داستان‌سرایی، طراحی سناریوهای عملی، و ارائهٔ محتوای بصری و تعاملی تأثیری مثبت بر درک و پذیرش دانشجویان خواهد داشت. این رویکردها به معرفی بهتر ساختار دروس و اهداف آموزشی کمک می‌کنند و تعامل و مشارکت دانشجویان را افزایش می‌دهند.

در مقالهٔ حاضر، سرفصل‌های خلاقانه که «سرفصل مهر» نیز نامیده می‌شوند به معرفی موضوعات درسی به‌شیوه‌های جذاب و هیجان‌انگیز اختصاص دارند. هدف این است که علاقهٔ اولیهٔ دانشجویان جلب شود تا با شوق و انگیزه‌ای بیشتر وارد فرایند یادگیری شوند. نمونه‌هایی از روش‌های به‌کاررفته را مطرح خواهیم کرد تا مفاهیم ملموس‌تر بیان شوند. برای معرفی سرفصل، روش‌های نوین و جذابی را پیشنهاد می‌کنیم تا تعامل بیشتری با دانشجویان برقرار شود. این روش‌ها شامل داستان‌سرایی، معماها، فایل‌های صوتی و سایر فعالیت‌های تعاملی هستند تا جذابیت معرفی محتوای درس افزایش یابد و مشارکت دانشجویان تقویت شود. این روش‌ها به‌ویژه برای نسل جدید که به روش‌های خلاقانه و فناوری‌محور علاقه دارد بسیار مناسب‌اند.

در پژوهش حاضر، دو روش درس‌پژوهی و اقدام‌پژوهی را به‌کار برده‌ایم. این روش‌ها که ریشه در کشور ژاپن دارند کاربردی شناخته می‌شوند. در این رویکرد مشارکتی، مدرسان به‌صورت گروهی، با همکاری یکدیگر و فراگیران، به‌منظور بهبود آموزش و یادگیری فعالیت می‌کنند. براساس روش‌های معرفی‌شده در پژوهش، طی چند سال، دیدگاه‌های دانشجویان کلاس‌ها را به‌صورت کیفی جمع‌آوری و با بهره‌گیری از تحلیل مضمون دسته‌بندی کرده‌ایم. همچنین، با توجه به یافته‌ها، از دانشجویان نظرسنجی کمّی کرده‌ایم. در نتیجه‌گیری، به بررسی دستاوردهای سرفصل‌های پیشنهادی، براساس نظریهٔ بلوم، در سه حوزهٔ شناختی، عاطفی، و روانی‌حرکتی پرداخته‌ایم.

ساختار مقاله بدین شرح است: پس از مقدمه، در بخش دوم، در نگاهی اجمالی، محتوای استاندارد سرفصل دانشگاهی معرفی شده است. به‌کمک روش‌های کاربردی، چند نمونه سرفصل‌های خلاقانه شرح داده شده است. در بخش سوم، نقاط قوّت روش پیشنهادی و نحوهٔ اجرای آن بررسی شده است. بخش چهارم به تحلیل نتایج نظرسنجی‌های کیفی و کمّی اختصاص دارد. در پایان، نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی برای پژوهش‌ها و اقدامات آینده شده است.

۲. مواد و روش‌ها

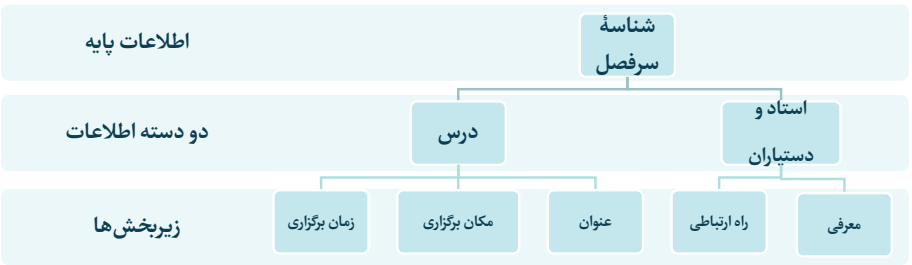
در این بخش، ابتدا نگاهی کلی به محتوای سرفصل می‌اندازیم. سپس، سرفصل‌های خلاقانه را در دو بخش اهداف و روش‌های ارائه معرفی می‌کنیم. در پایان، چند نمونه سرفصل را به‌عنوان مطالعه‌های موردی، به‌کمک روش‌های گوناگون، ارائه می‌کنیم.

۲-۱. محتوای سرفصل

در معرفی سرفصل درس دانشگاهی، می‌توان چارچوبی کلی را که شامل چندین بخش است به‌کار گرفت. شناسه، چشم‌انداز، فتح قله‌ها، محتوای کشف‌شده، ماجراجویی‌های عملی، مسیر ارزیابی، منابع همراه، قوانین حرفه‌ای و چشم‌انداز آینده نُه چارچوب را تشکیل می‌دهند. در ادامه، آن‌ها را شرح می‌دهیم.

۲-۱-۱. شناسه

سفر با اطلاعات پایه‌ای شروع می‌شود. این بخش شامل داده‌هایی است که دانشجویان برای آغاز سفر خود به درس نیاز دارند و به کلاس و استاد مرتبط است. با توجه به شکل ۱، برای درس عنوان، زمان و مکان برگزاری درس معرفی می‌شود. داده‌های مربوط به استاد و دیگر افراد مرتبط، ازجمله همکاران، دستیاران آموزشی یا پژوهشی، در دسته‌ای دیگر قابل‌معرفی است. دفتر کار و روش‌های ارتباطی با استاد، به‌منظور دلگرمی دانشجویان و تعامل مناسب، مشخص می‌شود.

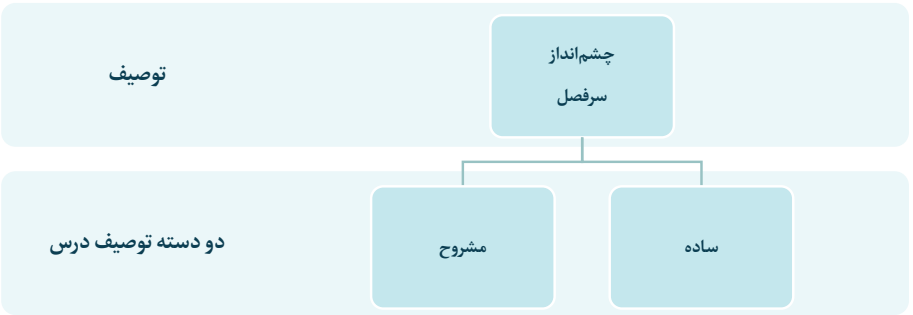


شکل ۱. شناسهٔ سرفصل: بخش اول برای چارچوب کلی معرفی سرفصل

۲-۱-۲. چشم‌انداز

در چشم‌انداز ماجراجویی، اهمیت درس بیان می‌شود (شکل ۲). توصیف سرفصل به دو گونه است: ساده و مشروح. در این بخش، توضیح داده می‌شود که درس به چه هدفی پاسخ می‌دهد و چه کسانی مخاطب درس هستند. نوع درس، ازقبیل نظری یا عملی، پیش‌نیازبودن/داشتن و نیز اجباری یا

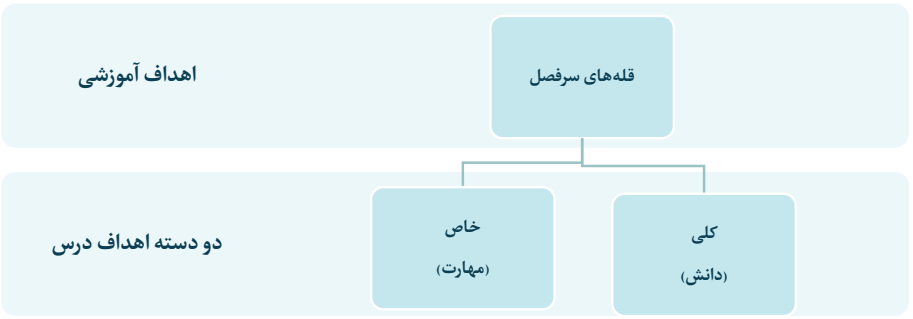
اختیاری‌بودن، بیان می‌شود. این بخش می‌بایست انگیزه و اهمیت درس را به دانشجویان منتقل کند.



شکل ۲. چشم‌انداز سرفصل: بخش دوم برای چارچوب کلی معرفی سرفصل

۲-۱-۳. فتح قله‌ها

در قله‌های سرفصل، یادگیری و مهارت فتح می‌شود (شکل ۳). این بخش به‌وضوح اهداف کلی و خاص درس را بیان می‌کند و هدف آن روشن‌سازی این است که دانشجویان پس از پایان درس چه دانش و مهارت‌هایی به دست خواهند آورد. اهداف یادگیری باید شفاف باشند. در اهداف عام، یادگیری در بُعد آموزشی درس بیان می‌شود. در اهداف مهارتی، آنچه که دانشجویان می‌بایست به دست آورند بیان می‌شود.

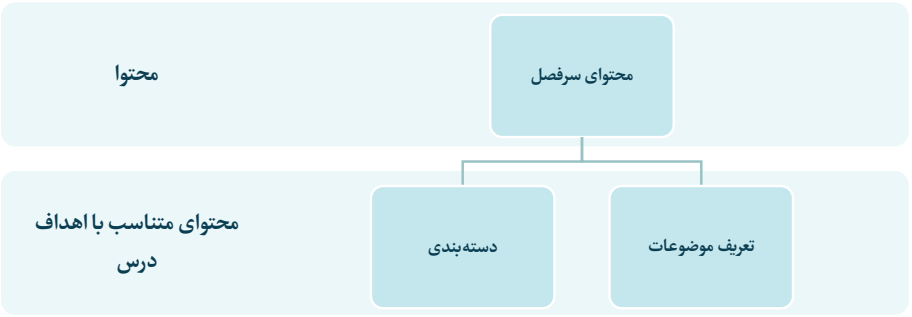


شکل ۳. قله‌های سرفصل، بخش سوم برای چارچوب کلی معرفی سرفصل

۲-۱-۴. محتوای کشف‌شده

در اینجا، نقشه‌ای برای یادگیری گسترده می‌شود. این بخش محتوای درس را دقیق و سازمان‌یافته ارائه می‌دهد (شکل ۴). موضوعات به‌ترتیب توضیح داده می‌شوند که هرکدام چگونه به اهداف کلی درس

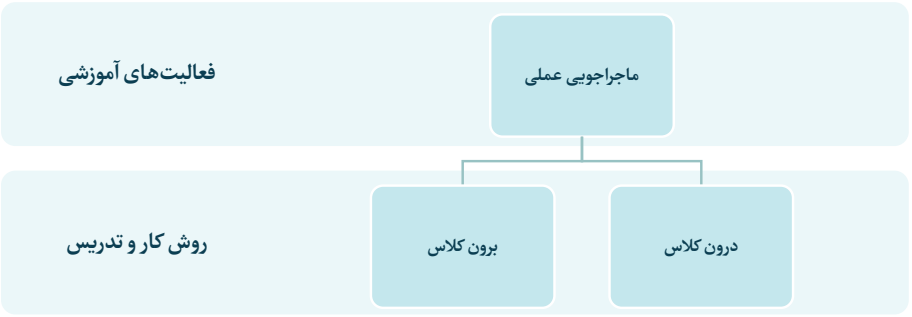
مرتبط است. محتوا بر تعریف موضوعات و دسته‌بندی آنها تأکید دارد. مدت‌زمان موردنیاز برای هر موضوع نیز بهتر است مشخص شود.



شکل ۴. محتوای کشف‌شدهٔ سرفصل؛ بخش چهارم برای چارچوب کلی معرفی سرفصل

۲-۱-۵. ماجراجویی‌های عملی

تمرین و یادگیری در دنیای واقعی انجام می‌گیرد (شکل ۵). این بخش فعالیت‌های آموزشی‌ای را شرح می‌دهد که دانشجویان در طول دوره با آنها مواجه می‌شوند. فعالیت‌ها شامل سخنرانی، آزمایشگاه، پروژه، بحث‌های گروهی و تمرین‌های گوناگون تئوری یا عملی هستند. همچنین فعالیت‌های داخل و خارج از کلاس به‌همراه به‌کارگیری روش‌ها و فناوری‌های آموزشی گوناگون یا وبگاه‌ها توضیح داده می‌شوند.

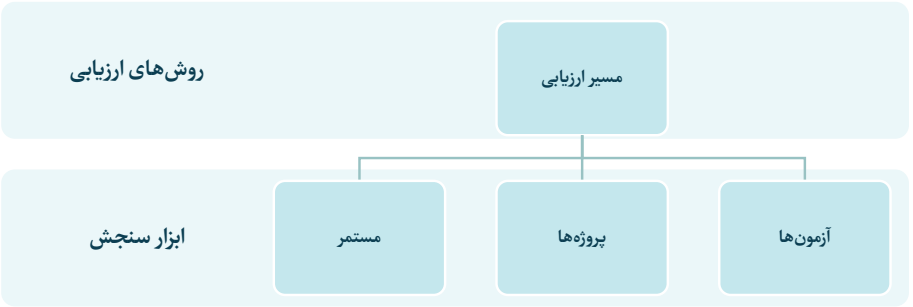


شکل ۵. ماجراجویی‌های عملی، بخش پنجم برای چارچوب کلی معرفی سرفصل

۲-۱-۶. مسیر ارزیابی

در اینجا، دربارهٔ چگونگی سنجیدن پیشرفت بحث می‌شود (شکل ۶). در این بخش، روش‌های ارزیابی،

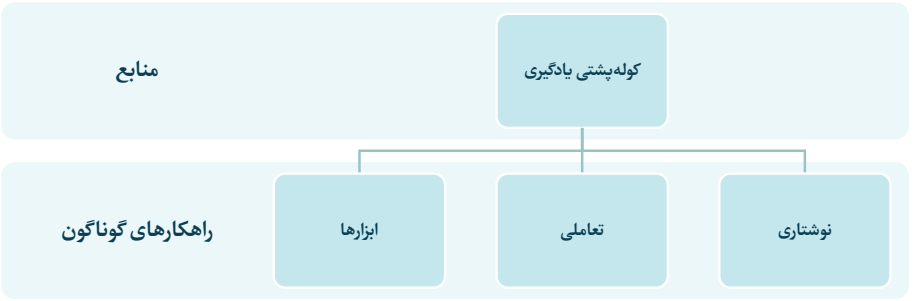
شامل امتحانات، پروژه‌ها، ارزش‌یابی‌های پیوسته و نحوهٔ محاسبهٔ نمرات نهایی، به‌وضوح شرح داده می‌شود. همچنین توضیح داده می‌شود که ارزش‌یابی‌ها چگونه با اهداف یادگیری هماهنگ هستند.



شکل ۶. مسیر ارزیابی سرفصل؛ بخش ششم برای چارچوب کلی معرفی سرفصل

۲-۱-۷. منابع همراه

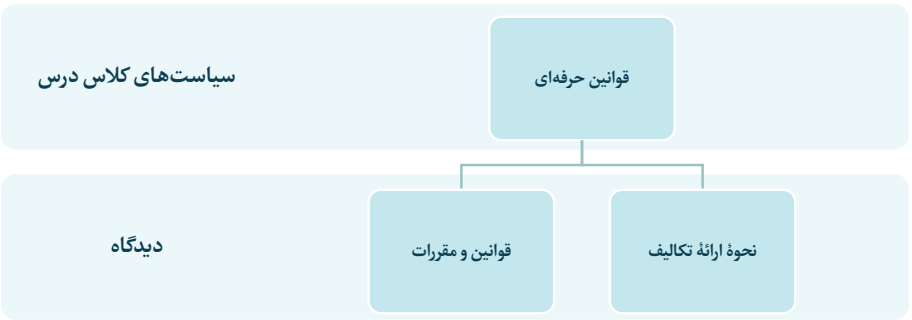
کوله‌پشتی یادگیری در اینجا شامل منابع و ابزارهای گوناگون می‌شود (شکل ۷). منابع اجباری و اختیاری درس کتاب‌ها، مقالات، فیلم‌ها، پادکست‌های علمی و مصاحبه‌ها، جزوات، وبگاه‌ها و سایر ابزارهای یادگیری هستند. همچنین هرگونه ابزار یا نرم‌افزار خاصِ موردنیاز برای موفقیت در درس معرفی می‌شود.



شکل ۷. منابع همراه سرفصل؛ بخش هفتم برای چارچوب کلی معرفی سرفصل

۲-۱-۸. قوانین حرفه‌ای

در این بخش، قوانین و مقررات بازی حرفه‌ای بیان می‌شود (شکل ۸). نحوهٔ ارائهٔ تکالیف و فعالیت‌ها و قوانین و مقررات کلاسی، ازجمله حضور و غیاب، تأخیر، تحویل تکالیف و زمان‌بندی‌ها، شرح داده می‌شود.

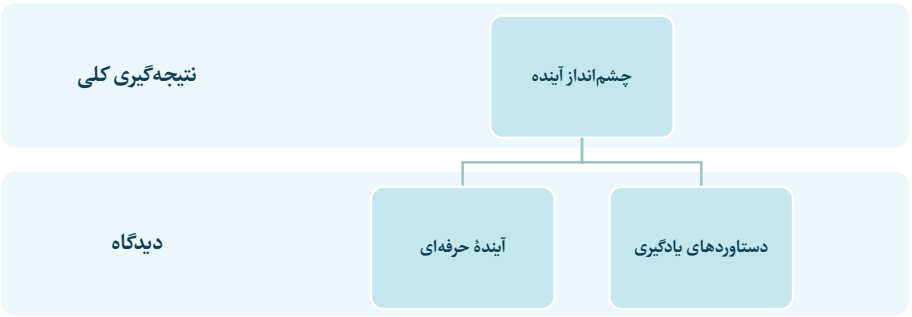


شکل ۸. قوانین حرفه‌ای؛ بخش هشتم برای چارچوب کلی معرفی سرفصل

۲-۱-۹. چشم‌انداز آینده

در پایان سفر، درخصوص دستاوردها بحث می‌شود (شکل ۹). این بخش نتیجه‌گیری کلی از درس و مروری بر دستاوردهای یادگیری است. همچنین به دانشجویان توضیح داده می‌شود چگونه این درس به برنامه‌های آینده تحصیلی یا حرفه‌ای آنان مرتبط است.

نکته: برای زیربخش‌های سرفصل درس، می‌توان عناوینی خلاقانه به‌کار گرفت که دانشجویان را از همان ابتدا جذب کند. این عناوین حس کنجکاوی، تعامل و یادگیری را تقویت و کمک می‌کنند سرفصل درس به برنامه‌ای هیجان‌انگیز و پویاتر تبدیل شود و دانشجویان از همان ابتدا مشتاق یادگیری باشند.



شکل ۹. چشم‌انداز آیندهٔ سرفصل؛ بخش نهم برای چارچوب کلی معرفی سرفصل

۲-۲. روش‌شناسی و گام‌های پژوهش

معرفی خلاقانهٔ سرفصل‌های درسی انگیزهٔ یادگیری را تقویت می‌کند. به‌کارگیری تصاویر جذاب و ارائهٔ تصویری داستان‌ها و معماها از روش‌های اثربخشی هستند که علاوه‌بر جذابیت به یادگیری عمیق‌تر و ماندگاری بیشتر مطالب کمک می‌کنند. «سرفصل مهر» بر معرفی سرفصل‌های درسی به‌شیوه‌ای خلاقانه و انگیزشی تأکید دارد. هدف این بخش بیان مطالب به‌شیوه‌ای است که دانشجویان را جذب

و آنان را آمادهٔ یادگیری کند. اهداف عمدهٔ سرفصل مهر عبارت‌اند از:

- **آشنایی با برنامه‌های آموزشی:** هدف اصلی این بخش آشنایی دانشجویان با سرفصل‌های درسی و اهداف آموزشی سال تحصیلی است. این راهکار به آنان کمک می‌کند بدانند چه انتظاراتی از آنان می‌رود و چه مطالبی را می‌بایست یاد بگیرند.
- **ایجاد انگیزه و علاقه:** با ارائهٔ سرفصل‌های درسی به‌شیوه‌ای جذاب و مشوق می‌توان انگیزه و علاقهٔ دانشجویان را به یادگیری افزایش داد.
- **ساده‌سازی درک و پیگیری مطالب:** برنامه‌ریزی منظم و شفاف سرفصل‌ها به دانشجویان کمک می‌کند به‌راحتی پیشرفت خود را پیگیری و مطالب درسی را بهتر درک کنند.
- **حفظ انگیزه و نظم ذهنی در طول سال تحصیلی:** اگر سرفصل‌ها با روش‌های جذاب، تعاملی و نوین ارائه شوند، در طول سال تحصیلی و شروع هر مبحث جدید، با اشاره به اسلاید، تصویر یا قطعه فیلم موردنظر سرفصل می‌توان انگیزه و شوق یادگیری را در دانشجویان حفظ کرد.

در روش‌شناسی، بررسی موردی را برای مطالعهٔ تأثیر سرفصل‌های خلاقانه در کلاس‌ها و رشته‌ها، مانند مهندسی برق، مکانیک و انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌ویژه در دانشگاه شهیدبهشتی، در نظر گرفته‌ایم. رویکرد مقالهٔ حاضر ترکیبی است که هم به تحلیل کیفی بازخوردهای دانشجویان و هم به ارزیابی کمّی نتایج توجه دارد. گام‌های پژوهش عبارت‌اند از:

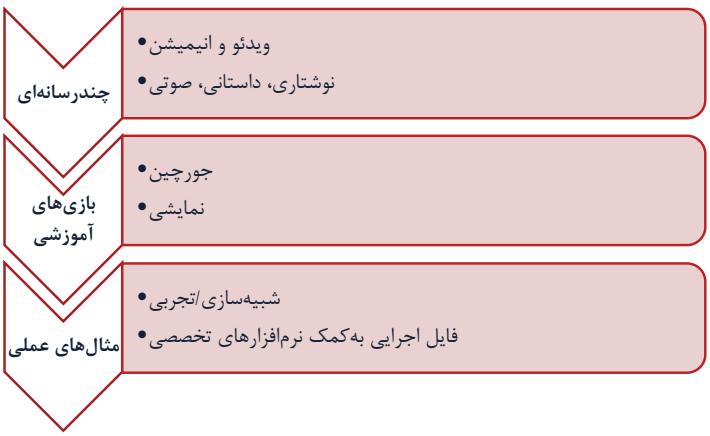
۱. **طراحی مطالعه و جمع‌آوری داده‌ها:** داده‌ها از چند دورهٔ تحصیلی و در درس‌های گوناگون (مانند مبانی برق، سیستم‌های هیبرید انرژی، کنترل و مبدل‌ها) جمع‌آوری شده‌اند.
۲. **تحلیل مضمون:** تحلیل مضمون روش تحلیل کیفی برای دسته‌بندی بازخوردها و دیدگاه‌های دانشجویان است. این روش براساس کدگذاری پاسخ‌ها و شناسایی مقوله‌های اصلی و فرعی به دسته‌بندی دیدگاه‌ها می‌پردازد و درک عمیق‌تری از تأثیر سرفصل‌های خلاقانه فراهم می‌آورد.
۳. **تحلیل آماری داده‌های کمّی:** نتایج نظرسنجی‌های کمّی ازطریقِ روش‌های آماری تحلیل شده‌اند. هدف تحلیل‌ها ارزیابیِ میزان تعامل، انگیزش و درک دانشجویان از مفاهیم، پس از اجرای سرفصل‌های خلاقانه، بوده است.

۲-۳. چند نمونه

روش‌های نوینی در معرفی سرفصل مهر به‌کار می‌رود که ازجملهٔ آن‌ها عبارت‌اند از (شکل ۱۰):

- **معرفی چندرسانه‌ایِ سرفصل‌ها:** به‌کارگیری ویدئوها، انیمیشن‌ها و ارائه‌های چندرسانه‌ای برای معرفی سرفصل‌های درسی به‌شیوه‌ای جذاب از راهکارهایی است که دانشجویان از آن به‌خوبی استقبال می‌کنند.

- **بازی‌های آموزشی:** طراحی بازی‌های آموزشی که به مرور و تقویت مفاهیم درسی نیز کمک می‌کند از راهکارهای جذاب و ماندگار در معرفی سرفصل‌های دروس است.
- **معرفی با مثال‌های عملی:** ارائهٔ مدل‌های عملی و مثال‌های کاربردی برای توضیح مفاهیم مرتبط با سرفصل‌های درسی به دانشجویان کمک می‌کند مفاهیم را به‌طور عملی و کاربردی بیاموزند. در این راهکار، به‌طور ویژه می‌توان از دستاوردهای دانشجویان سال‌های قبل بهره جُست.



شکل ۱۰. راهکارهای معرفی متفاوت سرفصل

در ادامه، چند نمونه سرفصل خلاقانه را معرفی می‌کنیم.

۲-۳-۱. داستان محمد و کوه

در این بخش، روشی جذاب برای منابع انرژی‌های تجدیدپذیر معرفی می‌کنیم که در درس انرژی‌های تجدیدپذیرِ مقطع کارشناسی مهندسی مکانیک و همچنین در آزمایشگاه فیزیک ۲ دانشگاه شهیدبهشتی اجرا شده است. در این روش، از داستانی مصور برای آشنایی با انواع انرژی‌های تجدیدپذیر بهره گرفته می‌شود. شخصیت اصلی داستان، محمد، به‌دنبال راهی در کوه برای شارژ گوشی همسرش می‌گردد (Afkar et al., 2024). او به‌کمک تصاویر کوهنوردی خود ماجرا را مصور کرده است. یک نمونه از این تصاویر را در شکل ۱۱ (راست) مشاهده می‌کنید. در کلاس، دانشجویان به‌صورت نوبتی گفت‌وگوهای شخصیت‌های داستان را می‌خوانند و این روش در همان ابتدا فضایی شاد و تعاملی برای آشنایی با منابع انرژی ایجاد می‌کند. ابتدا، بازخورد اولیه به طراح داستان (محمد) داده می‌شود و دانشجویان با به‌کارگیری ادبیات علمی جملاتی را به‌عنوان یادگاری برای او می‌نویسند. نمونه‌ای از این یادداشت‌ها را در شکل ۱۱ (چپ) می‌بینید. در مرحلهٔ بعد، نقاط قوّت داستان در کلاس بررسی و سپس پیشنهادهایی

برای بهبود داده می‌شود. دانشجویان، با راهنمایی استاد، منابع دیگری برای تولید برق پیشنهاد می‌کنند. آنان برخی از راهکارهای پیشنهادیِ بهبود کار را به‌صورت فردی یا گروهی به اجرا درمی‌آورند؛ برای مثال، فیلمی براساس داستان تهیه می‌کنند که در آن دانشجویان گفت‌وگوهای داستان را به دو زبان فارسی و انگلیسی دوبله کرده‌اند. علاوه‌بر دوبله، کارهای هنری مرتبط با تهیهٔ فیلم نیز انجام داده و ابزارهای نوین، مانند هوش مصنوعی، برای خلق تصاویر به‌کار گرفته‌اند. با توجه به شخصیت‌های داستان، چند دانشجو داوطلبانه فایل‌های صوتی هر شخصیت را ضبط کرده‌اند. دو نفر از آنان نیز مسئولیت تهیهٔ انیمیشن و تدوین فیلم را بر عهده گرفته‌اند. علاوه‌بر صدای هر دانشجو، جلوه‌های صوتی مرتبط با فضای پس‌زمینهٔ اسلایدها را اضافه کرده‌اند. عکس‌های دانشجویان به‌صورت انیمیشن در قالب شخصیت‌های داستان جایگزین شدند. بخشی از فیلم را در شکل ۱۲ نمایش داده‌ایم. در سمت راست، تصویری از کوه در بخش انیمیشن‌های کوتاه دیده می‌شود و، در سمت چپ، تصویر یکی از دانشجویان در فضای داستان با حالتی انیمیشنی. همچنین تصویری مرتبط با موضوع علمی موردنظر به‌کمک هوش مصنوعی طراحی شده است. نمایش این فیلم در ترم‌های بعد انگیزهٔ دانشجویان خواهد بود تا پروژه‌های بیشتری را، با توجه به توانمندی‌هایشان، اجرا کنند.

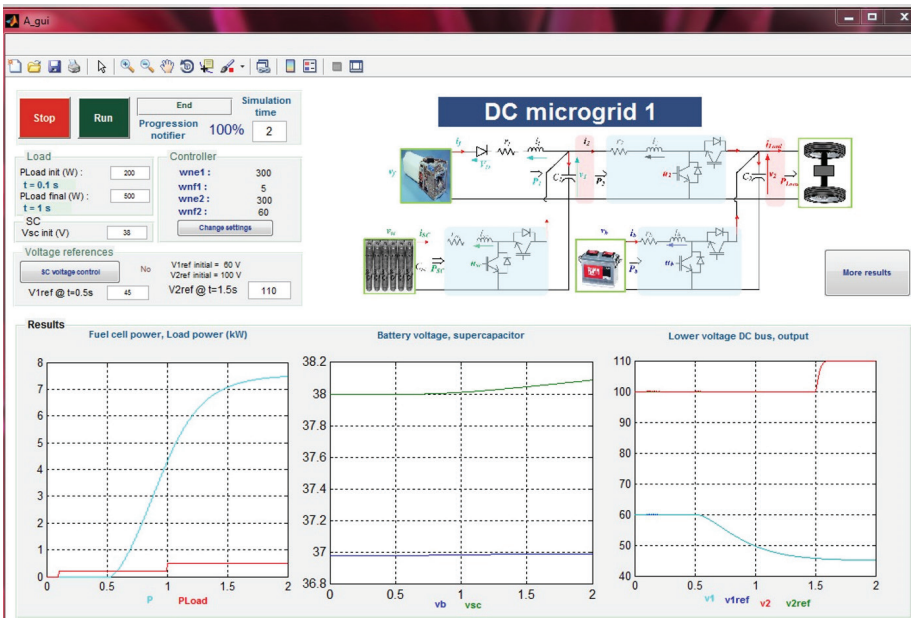
شکل ۱۱. سمت راست: تصویری از داستان محمد و کوه؛ سمت چپ: نمونهٔ بازخورد دانشجویان در قالب یادگاری

شکل ۱۲. نمونهٔ تصاویری از فیلم تهیه‌شدهٔ دانشجویان، با هدف گسترش ایدهٔ اولیه

۲-۳-۲. سفر به دنیای سیستم‌های هیبرید تجدیدپذیر: جعبهٔ جذاب هیبریدی

در این بخش، به‌کمک فایل اجرایی، سرفصلی را برای درس سیستم‌های هیبرید انرژیِ مقطع تحصیلات‌تکمیلیِ رشتهٔ مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر معرفی می‌کنیم.

در سیستم‌های مهندسی، اگر کاربر با اصول اولیهٔ مدارهای موردمطالعه ناآشنا باشد طراحی سیستم به‌کمک نرم‌افزارها برای شبیه‌سازی‌های حرفه‌ای دشوار خواهد بود. فایل‌های متلب/سیمولینک به‌کمک رابط کاربری گرافیکی به فایل اجرایی تبدیل می‌شوند (Gavagsaz et al., 2013). فایل اجرایی به کاربران کمک می‌کند با تغییر پارامترها، تجسم داده‌ها و مشاهدهٔ نتایج گرافیکی یا عددی اصول اولیهٔ طراحی سیستم را بیاموزند. در این فایل اجرایی، یک ریزشبکهٔ DC، شامل پیل‌سوختی، به‌عنوان منبع اصلی انرژی، و دو عنصر ذخیرهٔ انرژی (سوپرخازن و باتری)، به‌عنوان منابع کمکی، معرفی می‌شود. فایل اجرایی به کاربران اجازه می‌دهد تأثیر مدیریت انرژی و کنترل توان را بر بازدهی ریزشبکهٔ DC بررسی کنند. این فایل اجرایی را در شکل ۱۳ نشان داده‌ایم. معرفی ساختارهای هیبریدی، شناخت منابع اصلی و فرعی، مبدل‌ها، باس‌های DC و بار از سرفصل‌های این درس هستند که در قالب یک شکل مداری کاربردی نشان داده شده است. کنترل این سیستم‌های هیبریدی نیز بخش دیگری از سرفصل درس است که برخی از پارامترهای کنترلی را در تنظیمات شکل ۱۳ نشان داده‌ایم.

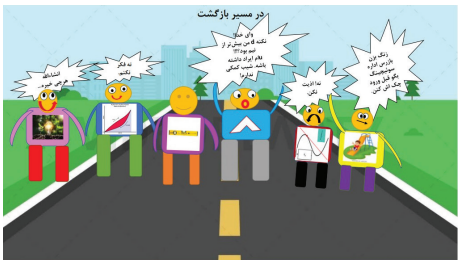


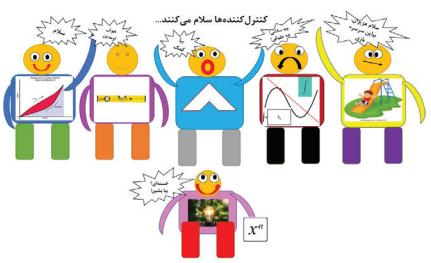
شکل ۱۳. یک فایل اجرایی برای سیستم هیبریدی در ریزشبکهٔ DC

برای معرفی فایل اجرایی نرم‌افزار متلب/سیمولینک که شامل شبیه‌سازی سیستم هیبریدی است می‌توان از یک متن بهره گرفت که به‌طور واضح ویژگی‌ها و قابلیت‌های فایل را به دانشجویان شرح دهد و انگیزهٔ آزمایش و تعامل با سیستم را ایجاد کند. در ایدهٔ خلاقانه، می‌توان برای بازخوردگرفتن از دانشجویان این ایده را به‌کار گرفت، یعنی دانشجویان آنچه را که از چگونگی کار با فایل اجرایی متوجه می‌شوند در قالب فایل متنی بازتاب دهند.

۲-۳-۳. نمایشی آدمک‌های کنترلی

در روش «آدمک‌های کنترلی»، سرفصل کنترلی ازطریقِ داستانی خلاقانه معرفی می‌شود. هر کنترل‌کننده به یک شخصیت آدمک، با ویژگی‌ها و نماد خاص خود، نسبت داده می‌شود (Mansouri et al., 2023). رفتارها و حرکات آدمک‌ها نشان‌دهندهٔ ویژگی‌های هر کنترل‌کننده است و در طول داستان این ویژگی‌ها به‌طور طبیعی معرفی می‌شوند. این روش کمک می‌کند مفاهیم پیچیدهٔ کنترلی به‌راحتی درک شوند و حتی در خاطر بمانند. تصاویری از این داستان را در شکل ۱۴ مشاهده می‌کنید. در ایده‌ای خلاقانه در آینده می‌توان نمایش خیمه‌شب‌بازی اجرا کرد. در روند آن، بسیاری از استعدادهای دانشجویان به‌کار گرفته و مهارت‌های گوناگونی در آنان تقویت می‌شود. به‌عنوان پروژه‌ای ساده در شروع ترم که دانشجویان فراغت بیشتری دارند، با کمک خود آنان می‌توان گام‌های اجرایی را برنامه‌ریزی کرد تا با فرایند طراحی پروژهٔ مهندسی نیز آشنا شوند.



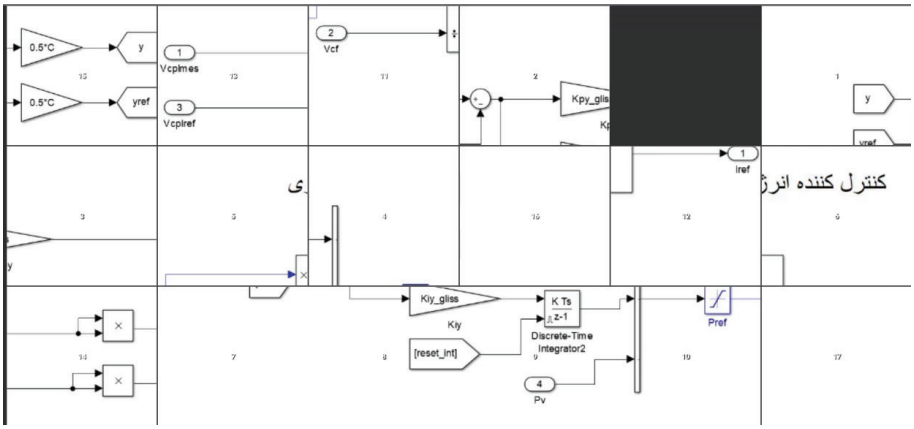


شکل ۱۴. تصاویری از داستان آدمک‌های کنترلی در سرفصل کنترل

۲-۳-۴. جورچین کشویی کنترلی

ازجملهٔ راهکارهای معرفی سرفصل مهر برای درس کنترل به‌کارگیری جورچین‌های کشویی است. در شکل ۱۵، چند نمونه را نشان داده‌ایم. ازنظرِ محتوایی، می‌توان از مفاهیم گوناگون بهره گرفت. در این نمونه‌ها، از فضای شبیه‌سازی کنترل‌کننده در محیط نرم‌افزار تخصصی مربوط بهره گرفته شده است. می‌توان از شکل‌های حاصل از شبیه‌ساز نیز در تهیهٔ جورچین بهره گرفت. با این روش،

دانشجویان به‌گونه‌ای همراه با بازی و به‌طور غیرمستقیم با الفبای سرفصل‌های درس آشنا می‌شوند. این جورچین‌ها به‌طور فیزیکی نیز ساخته می‌شوند تا دانشجویان در کنار جورچین دیجیتالی از آن بهره گیرند.



شکل ۱۵. جورچین کشویی کنترلی

۲-۳-۵. راویان مبدلی: رمزگشایی از قدرت مبدل‌ها، قلب تپندهٔ سیستم‌های تجدیدپذیر

در این بخش، سرفصلی خلاقانه را برای درس مبدل‌ها در سیستم‌های تجدیدپذیر معرفی می‌کنیم. داستانی تصویری با حضور سه شخصیت محتوای درس را روایت می‌کند. چند نمونهٔ تصویر این سرفصل را در شکل ۱۶ نشان داده‌ایم. در ردیف بالا، سمت راست، با توجه به اینکه این کار گروهی در دوران کرونا تهیه شده، از آن وضعیت برای معرفی مبدل‌های ایزوله بهره گرفته شده است. در ردیف بالا، سمت چپ، لهجهٔ یکی از شهرها برای معرفی مبدل اینورتر، به‌همراه کاربرد آن در پنل‌های فتوولتاییک، با توجه به تصویر پس‌زمینه، استفاده شده است. مفهوم مبدل‌های مدولار و دو نرم‌افزار درس را در ردیف پایین شکل ۱۶ معرفی کرده‌ایم. این نمونهٔ سرفصل نیز به‌طور تعاملی در کلاس اجرا می‌شود. با توجه به اینکه تصاویر در یک اسلاید به‌تدریج نشان داده می‌شوند، دانشجویان می‌بایست با دیدن سرنخ‌ها حدس بزنند منظور طراحان چه بوده است. با این کار، محتوای درسی بهتر در ذهن دانشجویان نقش می‌بندد. حدس‌زدن‌ها و پیداکردن پاسخ انگیزهٔ دیدن تمام تصاویر را در دانشجویان بالا می‌برد.

شکل ۱۶. چند نمونه تصویر از مجموعهٔ سرفصل مبدل

۲-۳-۶. داستان با کلمه‌های کلیدی

در یکی از پرسش‌های آزمون میان‌ترم، در درس مبانی برق از دانشجویان خواسته شد با توجه به واژگان کلیدی درس داستانی بنویسند. در راهکاری برای معرفی سرفصل می‌توان از این داستان الهام گرفت و با به‌کارگیری واژه‌های فنی در درس موردنظر داستانی جذاب برای دانشجویان طرح کرد. بدیهی است که، مانند دیگر راهکارهای پیشنهادی برای چگونگی اجرا در کلاس، می‌توان از تعامل دانشجویان بهره گرفت. در تجربه‌ای جالب، دانشجویان برای واژهٔ کلیدی دلخواه خود کارتی را در کلاس طراحی کردند و روی آن شعاری جذاب نوشتند.

۲-۳-۷. پادکست

یکی از روش‌های معرفی سرفصلِ درس پادکست است. برای نمونه، می‌توان محتوا و روش کلاسی را در قالب قصه‌ای رادیویی توضیح داد.

۲-۳-۸. طرح ساده

محتواهای درس را می‌توان در قالب شکلی ساده معرفی کرد. در کنار آن، چند نمونه از روش‌های کار در کلاس را نیز می‌توان نشان داد.

۲-۳-۹. شروع

به‌منظور حسن‌ختام معرفی نمونهٔ سرفصل‌های خلاقانه، ایده‌ای برای شروع معرفی سرفصل‌ها در کلاس پیشنهاد می‌شود. با نشان‌دادن کارتی که روی آن خوشامدگویی نوشته شده است به‌سادگی می‌توان حس خوب ایجاد کرد.

۳. نقاط قوّت و چگونگی اجرای روش پیشنهادی

در این بخش، به بررسی مزایای روش پیشنهادی مقالهٔ حاضر و چگونگی اجرای آن، به‌همراه چالش‌های احتمالی، می‌پردازیم.

۳-۱. نقاط قوّت

نقاط قوّت و اهمیت معرفی سرفصل به دانشجویان، به‌ویژه در آغاز ترم، به چندین جنبهٔ کلیدی مربوط است.

۱. **تنظیم انتظارات و اهداف:** معرفی سرفصل به دانشجویان کمک می‌کند به درکی دقیق از اهداف و انتظارات دوره برسند، اهداف شخصی و حرفه‌ای خود را با اهداف دوره هماهنگ و برای مطالعه و انجام تکالیف برنامه‌ریزی بهتری کنند.

۲. **افزایش انگیزه و مشارکت:** ارائهٔ سرفصلی جذاب و خلاقانه به‌طور درخورتوجهی انگیزهٔ دانشجویان را افزایش می‌دهد. وقتی دانشجویان از محتوای دوره و نحوهٔ برگزاری آن مطلع شوند و از ابتدای دوره به یادگیری خود احساس ارزش و ارتباط شخصی پیدا کنند ممکن است متعهدتر شوند.

۳. **کاهش اضطراب و نااطمینانی:** معرفی سرفصل به کاهش اضطراب و نااطمینانی دانشجویان درمورد آنچه که انتظار می‌رود کمک می‌کند. با آگاهی از مباحث و روش‌ها، دانشجویان اعتمادبه‌نفس بیشتری خواهند یافت و از همان ابتدای دوره آماده خواهند بود.

۴. **آسان‌سازی یادگیری مؤثرتر:** شفاف‌سازی سرفصل‌ها و ساختار دوره به دانشجویان کمک می‌کند درک بهتری از مسیر یادگیری خود پیدا کنند و از ارتباط مباحث آگاه شوند؛ ارتباطاتی که باعث می‌شود یادگیری آنان منسجم‌تر و مؤثرتر باشد.

۵. **ایجاد ارتباط مثبت با استاد:** ارائهٔ روشن و جذاب سرفصل به دانشجویان فرصتی خوب برای ایجاد ارتباط مثبت و صمیمی بین استاد و دانشجویان فراهم می‌آورد. این تعامل ابتدایی زمینه‌ساز فضای آموزشی حمایتی و همکارانه خواهد شد.

۶. **تحریک تفکر انتقادی و خلاقانه:** با معرفی سرفصل‌های نوآورانه تفکر انتقادی و خلاقانهٔ دانشجویان فعال خواهد شد. این رویکرد به تقویت مهارت‌های حل مسئله و تحلیل دانشجویان کمک می‌کند.

۷. **مدیریت زمان و منابع:** توضیح دقیق سرفصل‌های دوره به دانشجویان امکان می‌دهد زمان و منابع

خود را به‌درستی مدیریت کنند، براساس اهمیت و دشواری هر بخش برنامه‌ریزی کنند و از وقت خود بهرهٔ بهینه بگیرند.

درمجموع، معرفی سرفصل تعاملی و خلاقانه، با فراهم‌کردن اطلاعات ضروری و ایجاد انگیزش و شفافیت، کیفیت تجربهٔ آموزشی و یادگیری دانشجویان را ارتقا می‌دهد و زمینهٔ موفقیت تحصیلی آنان را فراهم می‌سازد. خلاصهٔ نقاط قوّت یادشده را در شکل ۱۷ می‌بینید.

شکل ۱۷. اهمیت و نقاط قوّت روش‌های پیشنهادی

۳-۲. اجرا

در این بخش، نکاتی را درخصوص چگونگی معرفی سرفصل در کلاس بیان می‌کنیم.

الف) مشارکت همگانی: بهتر است هنگام معرفی سرفصل زمینهٔ فعالیت همهٔ دانشجویان در کلاس فراهم آید. اولین تجربهٔ مشارکت گروهی خاطرهٔ خوبی در دانشجویان به یادگار می‌گذارد.

ب) معرفی باقیات صالحات: سرفصل یا برخی از اجزای آن که دانشجویان سال‌های قبل در آن سهیم بوده‌اند بهتر است به‌طور شفاف معرفی شود. این‌گونه، از همان ابتدا، دانشجویان به کارهای ماندگار تشویق می‌شوند تا در سال‌های آینده، مانند باقیات صالحات، آن‌ها را به‌کار گیرند.

ج) تشویق به تکمیل منابع: در بخش به‌اشتراک‌گذاری منابع، می‌توان دانشجویان را از همان ابتدا ترغیب کرد که درصورت داشتن منابع مناسبِ مرتبط با درس که در فهرست استاد وجود ندارند آنها را به بانک منابع اضافه کنند.

بدیهی است که چالش‌هایی نیز در اجرای این روش‌ها وجود دارد؛ برای مثال: برخی از دانشجویان، به‌دلیل عادت به روش‌های سنتی آموزش، در برابر روش‌های خلاقانه مقاومت نشان می‌دهند. پذیرش تغییر و آمادگی برای آزمودن روش‌های جدید ممکن است زمان‌بَر و نیازمند توضیحات اولیه باشد تا دانشجویان اهمیت و مزایای روش‌ها را درک کنند. ممکن است درک نکنند که روش‌های خلاقانه در آینده کاربرد خواهند داشت. استاد می‌بایست با حوصلهٔ کامل به دانشجویان توضیح دهد که چگونه

مهارت‌ها در حوزهٔ کاری هریک از آنان ارزشمند خواهند بود.

خلاقیت هر دانشجو متفاوت است. ممکن است برخی از دانشجویان نتوانند با سرعت و شیوهٔ دیگران تطبیق یابند. استاد می‌بایست با ظرافتی خاص به همهٔ دانشجویان توجه کند.

در کلاس‌های پُردانشجو، اجرای روش‌های تعاملی و خلاقانه دشوارتر است. همچنین در آموزش‌های برخط، هماهنگی و ایجاد فعالیت‌های خلاقانه که نیازمند تعامل نزدیک است محدودیت‌هایی دارد. بنابراین، می‌توان به‌شکل گروهی با دانشجویان تعامل کرد.

۴. نتایج

در این بخش، نتایج نظرسنجی‌های کیفی و کمّی دانشجویان را درخصوص سرفصل‌های پیشنهادی پژوهش مطرح می‌کنیم. نتایج شامل بازخوردهای دانشجویان در کلاس‌ها و مقاطع کارشناسی و تحصیلات‌تکمیلی است. دیدگاه‌های دانشجویان دانشگاه شهیدبهشتی تهران در طول بیش از هشت سال، در دروسی، مانند مبانی برق، آزمایشگاه فیزیک۲، سیستم‌های هیبرید انرژی، منابع و مصارف انرژی، و کنترل و مبدل‌ها در سیستم‌های تجدیدپذیر، به‌صورت کیفی و کمّی جمع‌آوری شده است. بیش از ۱۶۰ نفر در نظرسنجی شرکت کردند و در قالب متن، صوت یا فیلم پاسخ دادند. دانشجویان از رشته‌های مهندسی مکانیک، برق، انرژی، و انرژی‌های تجدیدپذیر بودند و آمار مردان در رشته‌های مهندسی بیشتر از زنان بود.

۴-۱. تحلیل یافته‌های کیفی

به‌کمک روش تحلیل مضمون (Mirnezami Ziabari et al., 2023)، دیدگاه‌های دانشجویان دسته‌بندی و سازمان‌دهی شد. جدول ۲ دسته‌بندی دیدگاه‌ها را دربارهٔ سرفصل‌ها نشان می‌دهد. در ستون مربوط به مقوله‌های فرعی، دسته‌بندی‌هایی، براساس شماره‌گذاری پاسخ‌ها، نشان داده شده است. ستون سوم حاوی برخی از نقل‌قول‌های منتخب و خلاصه‌شدهٔ پاسخ‌دهندگان است که برای نمونه آورده شده‌اند.

در بخش یادگیری، دانشجویان به مقوله‌هایی، ازجمله «ماندگاری مطالب، یادگیری بهتر، و خلاقانه و مؤثر»، اشاره کرده‌اند. در بخش اهمیت سرفصل، دانشجویان به مقوله‌هایی، مانند «ارزش‌دادن مدرس به سرفصل، و دستورالعمل آموزش مهندسی»، توجه داشته‌اند. در بخش احساس، ویژگی‌هایی، ازجمله «کنجکاوی، فضای دوستانه، و کاهش نگرانی»، بازخوردهای دانشجویان بوده است.

علاوه‌بر تحلیل سرفصل‌های خلاقانه، دانشجویان پیشنهادهایی برای بهبود و ادامهٔ کار داده‌اند که آنها را در جدول ۳ آورده‌ایم و نشانهٔ نوآوری ذهنی دانشجویان است. پیشنهادها، با توجه به محتوایشان، در بهبود طراحی سرفصل‌ها مؤثر خواهند بود.

جدول ۲. دسته‌بندی مضامین و پاسخ‌ها

مقولهٔ اصلی	مقولهٔ فرعی	نقل‌قول‌ها (خلاصه‌شده)
یادگیری	ماندگاری مطالب	ـ سرفصل‌های خلاقانه باعث ماندگاری بیشتر مطالب در ذهن می‌شوند. ـ در درس سیستم‌های هیبرید و میکروگرید، تصویری به‌عنوان سیلابس به دانشجویان نشان داده شد که هنوز در ذهن من ماندگار است، به‌کمک آن اجزا را شناختم و آن را به‌عنوان نمونه‌ای موفق در خاطر دارم.
	یادگیری بهتر	دانشجو را به یادگیری بیشتر تشویق می‌کنند.
	خلاقانه و مؤثر	معرفی سرفصل به‌شکل مطرح‌شده قطعاً خلاقانه و دارای اثرگذاری درخورتوجه در مسیر یادگیری است.
اهمیت سرفصل	ارزش دادن مدرس به سرفصل	ـ تعریف سرفصل‌های خلاقانه نشان‌دهندهٔ ارزش بالای آموزش در نظر مدرس است. ـ سرفصل‌های خلاقانه شبیه وعدهٔ صبحانه است. وقتی صبحانهٔ کامل و خوبی میل کنید برای فعالیت در ادامهٔ روز انرژی زیادی خواهید داشت اما اگر صبحانهٔ خوب نخورید خلق‌وخوی خوبی نخواهید داشت و بی‌حوصله خواهید بود. بنابراین، وجود عنوانی که با ظرافتی خاص طراحی شده باشد نشانهٔ اهمیت مطلب و ریزبینی طراح است.
	دستورالعمل آموزش مهندسی	ارزیابی نتیجهٔ این رویکرد و بهینه‌سازی و تمرکز بر روش‌های اثرگذار در معرفی سرفصل‌ها موجب دستیابی به دستورالعمل آموزش مهندسی در همهٔ حوزه‌های مهندسی می‌شود که خدمتی بزرگ در مسیر یادگیری در این حوزه خواهد بود.
احساس	کنجکاوی	سرفصل‌های خلاقانه دانشجویان را کنجکاو می‌کنند با هر بخش درسی آشنا شوند.
	فضای دوستانه	سرفصل خلاقانه در اولین جلسه فضایی دوستانه میان دانشجویان و استاد ایجاد می‌کند.
	کاهش نگرانی	ترس ما را از سخت‌بودن دروس از بین می‌برد.
	ایجاد انگیزه	بنا بر تجربهٔ شخصی بیان خلاقانه عنوان یا متن درون درس اثرگذار است اما باعث یادگیری کامل و جامع درس نمی‌شود بلکه انگیزهٔ یادگیری و جست‌وجوی بیشتر را ایجاد می‌کند.

جدول ۳. پیشنهادهای دانشجویان برای کارهای آینده

شماره	پیشنهاد دانشجویان
۱	ارزیابی اثرگذاری هریک از روش‌ها، جمع‌بندی و رسیدن به دستورالعملی واحد در مسیر تدریس و یادگیری
۲	به‌کارگیری روش‌های به‌روز، شامل روش‌های مبتنی‌بر هوش مصنوعی که به‌سرعت در دنیا در حال گسترش است.
۳	مدل‌های مختصر و مفید، مانند سیلابس در درس هیبرید، جذاب هستند اما روش‌های مبتنی‌بر داستان، مانند آدمک‌های کنترلی، هم باعث آشنایی اولیهٔ شاد می‌شوند.
۴	به‌کارگیری واژه‌های هم‌آوا؛ به‌کارگیری واج‌آرایی در کلمات؛ به‌کارگیری آرایهٔ متناقض‌نما
۵	ضمنِ داشتن جذابیت، ساده باشند تا در نگاه اول با آنها ارتباط برقرار و درکشان کنیم.
۶	سرفصل‌های خلاقانه هر چند سال یک بار به‌روز شوند. به‌روزبودن سرفصل‌ها از چند جنبه اهمیت دارد؛ یکی از موارد مهم این است که منجر به تغییر نسل جدید می‌شود. ما نسل z بودیم و اکنون نسل‌های جدید آلفا در راه هستند. به‌روزبودن سرفصل آن را با دانش و فناوری‌های روز دنیا متناسب می‌کند.
۷	در انتخاب سرفصل‌های خلاقانه می‌بایست، علاوه‌بر خلاقیت، ارتباط سرفصل با متن حفظ شود.
۸	کاربرد واژگان قدیم و اصیل به‌مثابهٔ دو لبهٔ شمشیر است؛ ممکن است برای نسل جدید جذاب و جدید باشد یا به‌خوبی با آنها ارتباط برقرار نکنند. تفاوت سلیقه‌ها اجتناب‌ناپذیر است.
۹	به‌کارگیری سرفصل‌های خلاقانه در درس‌های غیرپایه‌ای که اجباری نیستند مفید است و باعث علاقه‌مندترشدن دانشجویان نسل جدید به موضوعات خاص می‌شود.

۴-۲. پرسش‌های نظرسنجی

برای بررسی اثربخشی روش‌های پیشنهادی ازنظرِ کمّی، پرسش‌نامه‌ای را، شامل سازهٔ نقاط قوّت، حس فراگیران و ارزیابی، طراحی کردیم. هر سازه شامل گویه‌هایی متفاوت است که آنها را در جدول ۴ نشان داده‌ایم. نظرسنجی به‌شکل طیف لیکرت، دارای پاسخ‌های پنج‌گزینه‌ای، است. در سازه‌های اول و دوم، گزینهٔ ۱ به‌معنای «بسیار مخالف»، گزینهٔ ۲ به‌معنای «مخالف»، گزینهٔ ۳ به‌معنای «نظری ندارم»، گزینهٔ ۴ به‌معنای «موافق» و گزینهٔ ۵ به‌معنای «بسیار موافق» است. در سازهٔ سوم، بین عدد یک تا پنج می‌بایست نمره‌ای انتخاب شود. ترتیب هر گزینه همان نمرهٔ مربوط است.

۴-۳. تحلیل نتایج کمّی

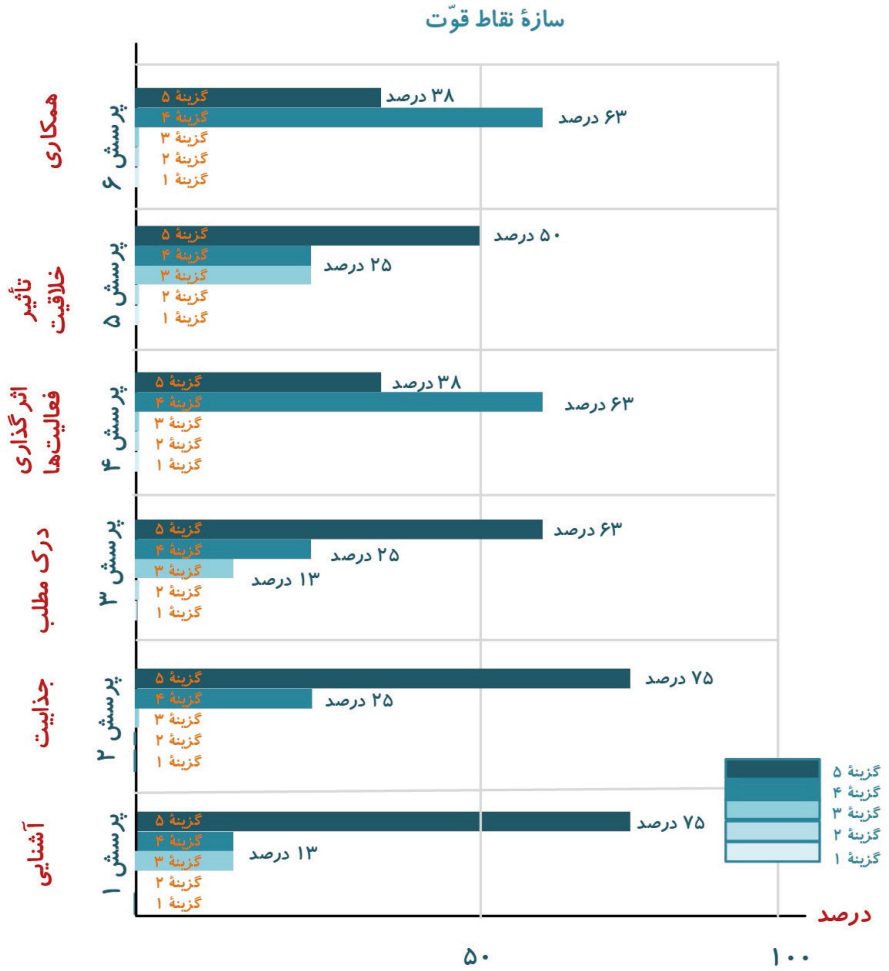
در این بخش، نتایج نظرسنجی را نشان داده‌ایم. در شکل‌های ۱۸، ۱۹ و ۲۰، نتایج سازهٔ اول تا سوم را مشاهده می‌کنید. مطابق شکل ۱۸، برای سازهٔ اول (نقاط قوّت) نتایج شش پرسش را دربارهٔ اهداف متفاوت نشان داده‌ایم. ۷۵ درصد از دانشجویان با اثرگذاری آشنایی با محتوای درس «بسیار موافق» و ۱۳ درصد از آنان «موافق» بوده‌اند. ۲۵ درصد با جذابیت «موافق» و ۷۵ درصد «بسیار موافق» هستند. در پرسش سوم، درخصوص درک مطلب منظرسنجی شده است که ۲۵ درصد «موافق» و ۶۳ درصد «بسیار موافق» هستند. در گویهٔ چهارم، ۱۰۰ درصد از دانشجویان با اثرگذاری فعالیت‌های تعاملی

«موافق» (۶۳ درصد) یا «بسیار موافق» (۳۸ درصد) هستند. در پرسش پنجم سازه، ۷۵ درصد «موافق» یا «بسیار موافق» هستند که خلاقیت تأثیری مثبت بر یادگیری داشته است. در گویهٔ ششم، همکاری، ۳۸ درصد «بسیار موافق» و بقیه «موافق» هستند که فرصت همکاری کمک کرده است بهتر با مطالب درسی ارتباط برقرار کنند.

در شکل ۱۹، نتایج نظرسنجی دومین سازه (برداشت حسی) را نشان داده‌ایم. ۳۸ درصد از دانشجویان نظر «موافق» و ۵۰ درصد از آنان نظر «بسیار موافق» دارند که تنوع سرفصل‌ها موجب برقراری ارتباط مناسب می‌شود. ۶۳ درصد «موافق» یا «بسیار موافق» هستند که انگیزهٔ یادگیری افزایش می‌یابد. در گویهٔ نهم، ۶۳ درصد از دانشجویان «بسیار موافق» هستند که روش‌های خلاقانه در معرفی سرفصل موجب شده است تصویری واضح از درس به دست آورند.

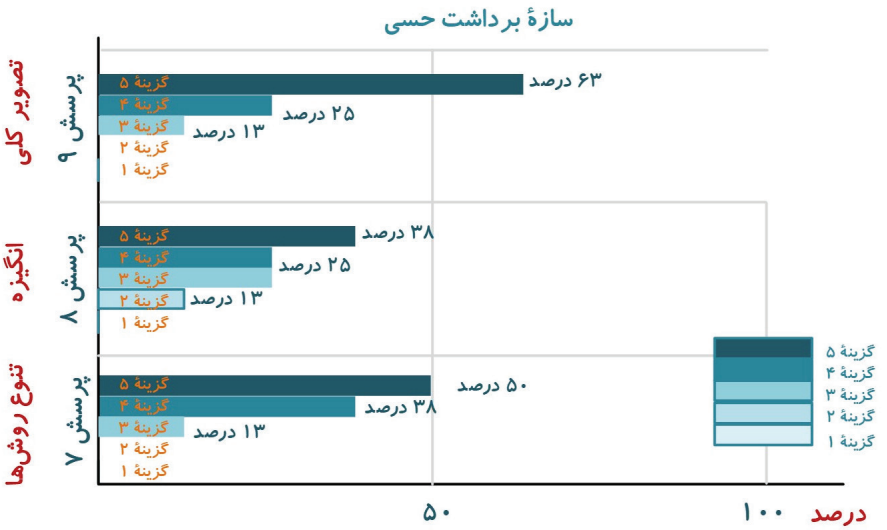
جدول ۴. سازه‌ها، گویه‌ها و پرسش‌های نظرسنجی

سازه	گویه	پرسش
نقاط قوّت	۱	آشنایی با سرفصل‌ها: روش‌های خلاقانهٔ معرفی سرفصل‌های درس به من کمک کرد واضح‌تر با مطالب دوره آشنا شوم.
	۲	جذابیت معرفی: معرفی سرفصل‌های درس با داستان و فعالیت‌های تعاملی جذاب و جالب بود.
	۳	درک مطلب: به‌کارگیری روش‌های متفاوت، مانند داستان‌سرایی در سرفصل‌های مهندسی، کمک کرد مطالب را بهتر درک کنم.
	۴	اثرگذاری فعالیت‌ها: فعالیت‌های تعاملی در معرفی سرفصل تأثیری مثبت بر یادگیری من داشت.
	۵	اثرگذاری روش‌های خلاقانه: روش‌های خلاقانهٔ معرفی سرفصل‌ها تأثیری مثبت بر یادگیری من داشت.
	۶	همکاری: فرصت‌های همکاری در طول معرفی سرفصل‌ها به من کمک کرد بهتر با مطالب درسی ارتباط برقرار کنم.
حس فراگیران	۷	تنوع روش‌ها: تنوع روش‌های معرفی سرفصل به من کمک کرد ارتباط خوبی برقرار کنم.
	۸	اثرگذاری بر انگیزه: روش‌های خلاقانهٔ معرفی سرفصل باعث افزایش انگیزهٔ من در یادگیری بیشتر شد.
	۹	ایجاد تصویر کلی: روش‌های خلاقانهٔ معرفی سرفصل به من کمک کرد تصویری واضح و جامع از کل دوره به دست آورم.
ارزیابی	۱۰	به اثرگذاری این‌گونه سرفصل‌ها چه نمره‌ای بین ۱ تا ۵ می‌دهید؟
	۱۱	میزان رضایت خود را از این روش با نمره‌ای بین ۱ تا ۵ بیان کنید.
	۱۲	میزان جذابیت این روش‌ها را، به‌ویژه برای نسل جدید، با نمره‌ای بین ۱ تا ۵ بیان کنید.
	۱۳	میزان پویایی این روش‌ها را، به‌ویژه برای نسل جدید، با نمره‌ای بین ۱ تا ۵ بیان کنید.

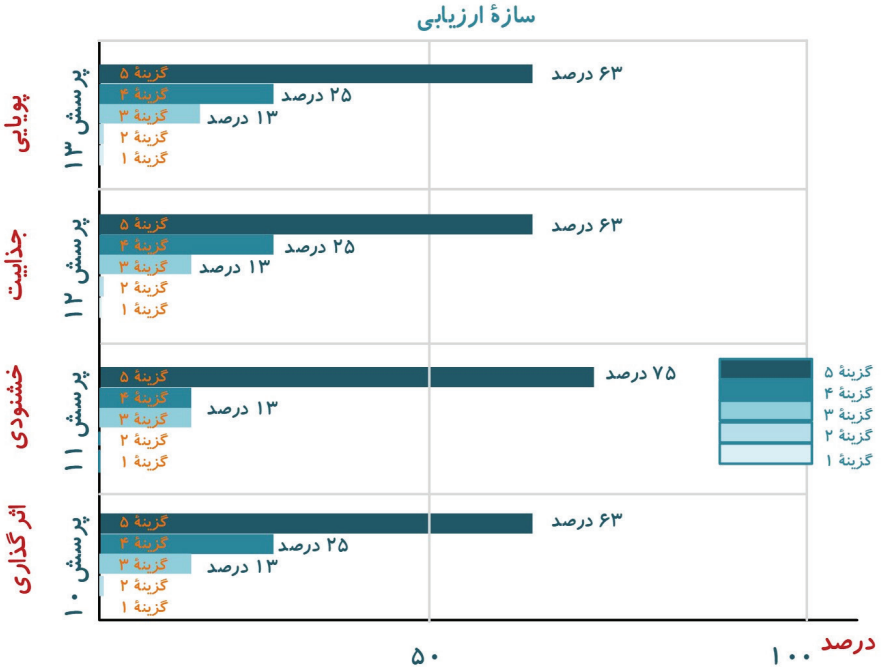


شکل ۱۸. نتایج نظرسنجی دربارهٔ سازهٔ اول: نقاط قوّت

در شکل ۲۰، نتایج ارزیابی کلی دانشجویان را در سازهٔ سوم نمایش داده‌ایم. در دو پرسش اول، اثرگذاری و خشنودی از روش را ارزیابی کرده‌ایم. در پرسش اثرگذاری، ۶۳ درصد از دانشجویان نمرهٔ ۵ و ۲۵ درصد نمرهٔ ۴ از ۵ داده‌اند. در بخش خشنودی، ۶۳ درصد نمرهٔ ۵ و ۲۵ درصد نمرهٔ ۴ داده‌اند. ۸۸ درصد به میزان جذابیت روش نمرهٔ ۴ یا ۵ داده‌اند. ۲۵ درصد از دانشجویان به میزان پویایی روش نمرهٔ ۴ و ۶۳ درصد نمرهٔ ۵ را اختصاص داده‌اند.



شکل ۱۹. نتایج نظرسنجی دربارهٔ سازهٔ دوم: برداشت حسی



شکل ۲۰. نتایج نظرسنجی دربارهٔ سازهٔ سوم: ارزیابی

دربارهٔ نحوهٔ ارزیابی موفقیت روش‌ها و تأثیر آنها بر یادگیری دانشجویان، علاوه‌بر نظرسنجی‌های کیفی و کمّی، میزان همکاری و مشارکت دانشجویان در کلاس‌ها و فعالیت‌های آموزشی نشان‌دهندهٔ اثربخشی روش‌های خلاقانه است. مشاهدهٔ رفتار و مشارکت دانشجویان در فعالیت‌های تعاملی، مانند بحث‌ها، گروه‌های کاری و تمرین‌های عملی، و یادداشت‌برداری از آنها اطلاعات مفیدی فراهم می‌کند.

۵. نتیجه‌گیری

در مقالهٔ حاضر، روش‌هایی متفاوت را برای معرفی سرفصل دروس دانشگاهی مطرح کردیم. این روش‌ها چندین سال تحصیلی در دانشگاه شهیدبهشتی اجرا شده است. این ایده‌های نوین، در هر مقطع و رشتهٔ تحصیلی، برای درس‌های گوناگون قابل‌اجرا هستند. محتوای سرفصل استاندارد، اهداف و روش‌های نوین تهیهٔ سرفصل خلاقانه را بررسی کردیم. نقاط قوّت و چگونگی اجرای روش‌های پیشنهادی را نیز بیان و چند نمونه سرفصل را در دروس متفاوت معرفی کردیم.

طبق نظریهٔ بلوم (Voskoglou et al., 2022)، اهداف آموزشی شامل اهداف شناختی، عاطفی، و روانی‌حرکتی هستند. با توجه به نمونهٔ راهکارهای پیشنهادی، مشاهده می‌کنیم که سرفصل‌های خلاقانه در هر سه هدف ایفای نقش می‌کنند:

الف) اهداف شناختی: معرفی سرفصل به‌روش‌های جذاب و خلاقانه به درک بهتر و یادگیری عمیق‌تر اهداف شناختی کمک می‌کند. به‌کارگیری فعالیت‌های متنوع و تعاملی منجر به بهبود یادگیری شناختی می‌شود.

ب) اهداف عاطفی: معرفی سرفصل به‌شیوه‌ای که دانشجویان را به مشارکت و همکاری بیشتر تشویق کند احساسات و نگرش‌های مثبت را به درس تقویت می‌کند و موجب ایجاد انگیزه و خشنودی از یادگیری می‌شود.

ج) اهداف روانی‌حرکتی: به‌کارگیری فعالیت‌های عملی و تجربی در معرفی سرفصل به توسعهٔ مهارت‌های عملی و روانی‌حرکتی دانشجویان کمک می‌کند که موجب یادگیری مهارت‌های عملی مرتبط با موضوع درس می‌شود.

در مثال اول، روش خلاقانهٔ «محمد و کوه» به‌کمک داستان‌سرایی مصور و تصاویر واقعی، رویکردی جذاب به معرفی مفاهیم انرژی‌های تجدیدپذیر است. این روش محیطی شاد و تعاملی را در کلاس ایجاد و با تحریک حس کنجکاوی و مشارکت دانشجویان به تثبیت بهتر مفاهیم در ذهن آنان کمک می‌کند. به‌کارگیری تصاویر، مکالمات و فعالیت‌های گروهی یادگیری را سرگرم‌کننده‌تر و مؤثرتر می‌سازد.

به‌کارگیری فایل‌های اجرایی متلب/سیمولینک برای معرفی سرفصل‌های درس سیستم‌های هیبرید انرژی در مقطع تحصیلات‌تکمیلی به دانشجویان امکان می‌دهد با اصول اولیهٔ طراحی سیستم‌ها و شبیه‌سازی‌های حرفه‌ای آشنا شوند. این فایل‌ها با ارائهٔ نتایج گرافیکی یا عددی یادگیری را آسان و

به کاربران کمک می‌کنند تأثیر مدیریت انرژی و کنترل توان را در ریزشبکهٔ DC بررسی کنند. معرفی فایل اجرایی با شعارهای جذاب و معرفی‌های متنی انگیزهٔ دانشجویان را به همکاری و یادگیری بیشتر افزایش می‌دهد و آنان را به آزمایش و تحلیل سیستم‌های هیبریدی تشویق می‌کند.

روش «آدمک‌های کنترلی»، با معرفی سرفصل‌های کنترلی ازطریقِ داستان خلاقانه و به‌کارگیری شخصیت‌های آدمکی با ویژگی‌های منحصربه‌فرد، مفاهیم پیچیده را به‌راحتی درک‌پذیر و به‌خاطرماندنی می‌سازد. این رویکرد، با تصاویر و داستان‌های جالب، یادگیری را جذاب‌تر می‌کند. در آینده، اجرای نمایش خیمه‌شب‌بازی به‌کارگیری استعدادهای دانشجویان و تقویت مهارت‌های آنان را آسان خواهد کرد و به‌عنوان پروژه‌ای ساده در شروع ترم تجربهٔ عملی طراحی پروژه‌های مهندسی را به دانشجویان خواهد داد.

به‌کارگیری جورچین‌های کشویی، به‌عنوان راهکاری خلاقانه در معرفی سرفصل درس کنترل، به دانشجویان کمک می‌کند مفاهیم پیچیده را به‌شیوه‌ای جذاب و تعاملی فراگیرند. با پازل‌های شبیه‌سازی‌های نرم‌افزاری و شکل‌های مرتبط، دانشجویان به‌طور غیرمستقیم با اصول درس آشنا می‌شوند. این روش ترکیبی از بازی و آموزش است که هم دیجیتالی و هم فیزیکی قابل‌اجراست و انگیزهٔ دانشجویان را به یادگیری بیشتر افزایش می‌دهد.

در مثالی دیگر، سرفصلی خلاقانه و تعاملی را برای درس مبدل‌ها در سیستم‌های تجدیدپذیر معرفی کردیم. به‌کارگیری داستان تصویری با شخصیت‌های گوناگون و بهره‌گیری از وضعیت خاص دوران کرونا، به‌همراه ترکیب لهجه‌ها و پس‌زمینه‌های متنوع، به انتقال مفاهیم پیچیدهٔ مبدل‌ها کمک کرد. این روش جذاب مشارکت و انگیزهٔ دانشجویان را افزایش داد، به‌گونه‌ای که با دیدن سرنخ‌ها و تصاویر به‌تدریج محتوا را بهتر درک کردند و به حافظه سپردند. این رویکرد نوآورانه همکاری بیشتری در کلاس ایجاد و یادگیری را لذت‌بخش‌تر می‌کند.

تجربهٔ کلاس مبانی برق نشان می‌دهد که به‌کارگیری داستان‌سرایی با واژه‌های کلیدی درس روشی خلاقانه و مؤثر در ارزیابی است. با الهام‌گرفتن از این رویکرد در معرفی سرفصل‌ها می‌توان محتوای فنی را جذاب‌تر به دانشجویان آموخت. این روش نه‌تنها درک مفاهیم را تقویت می‌کند بلکه با مشارکت فعال دانشجویان محیطی تعاملی و پویا در کلاس ایجاد می‌کند. طراحی کارت‌های خلاقانه توسط دانشجویان ابزاری جالب برای تقویت انگیزه و آسان‌سازی یادگیری مفاهیمِ علمی است.

بهره‌گیری از پادکست به‌عنوان یکی از روش‌های معرفی سرفصل‌های درس به‌شکلی مؤثر محتوای درسی را در قالب قصهٔ رادیویی به دانشجویان منتقل می‌کند. این روش تجربه‌ای جذاب و شنیداری ایجاد می‌کند. به‌علاوه، ارائهٔ طرح‌های ساده محتواهای درسی و روش‌های کار کلاسی را معرفی می‌کند و ابزاری مفید برای آسان‌سازی یادگیری است.

در این پژوهش کیفی، دیدگاه‌های دانشجویان را با تحلیل مضمون دسته‌بندی و معرفی و همچنین

بازخوردهای کمّی آنان را تحلیل کردیم. در جمع‌بندی کلی، بازخوردهای دانشجویان از چگونگی معرفی سرفصل‌ها نشان‌دهندهٔ خشنودی آنان است. در بخش یادگیری، آنان باور دارند که سرفصل‌های خلاقانه باعث یادگیری بهتر، مؤثر و ماندگار می‌شوند. با به‌اشتراک‌گذاری تجربه‌های استادان و ارزیابی و بررسی آنها دستورالعمل تهیهٔ سرفصل‌های خلاقانه در حوزهٔ مهندسی به دست می‌آید. احساس آنان به سرفصل‌های تعاملی خلاقانه کنجکاوی، کاهش نگرانی و فضای دوستانه را نشان می‌دهد. در کنار بازخوردهای دانشجویان، پیشنهادهای آنان را نیز بیان کردیم. توجه به پیشرفت فناوری‌های نوین و به‌روز نگه‌داشتن سرفصل‌های خلاقانه از پیشنهادهای دانشجویان برای نسل‌های آتی است.

پیشنهادهای کارهای آیندهٔ پژوهش حاضر عبارت‌اند از:

۱. **پژوهش درخصوص تأثیرات بلندمدت روش‌های خلاقانه:** بررسی تأثیرات بلندمدت روش‌های خلاقانه بر عملکرد و انگیزهٔ دانشجویان در طول ترم‌ها و مقایسه با روش‌های سنتی
۲. **توسعه و به‌کارگیری روش‌های خلاقانهٔ جدید:** به‌کارگیری روش‌های نوین و خلاقانهٔ دیگر در طراحی سرفصل، مانند به‌کارگیری فناوری‌های نوین (ازقبیل واقعیت مجازی، افزوده) و بررسی تأثیر آنها بر تعامل و یادگیری دانشجویان
۳. **تحلیل بازخوردهای دانشجویان:** گردآوری و تحلیل دیدگاه‌ها و بازخوردهای دانشجویان به‌کمک ابزارهای پیشرفته‌تر و پرسش‌نامه‌های عمقی، برای بهبود روش‌ها

سپاسگزاری

از همهٔ استادان، دانشجویان و دانش‌آموختگان محترم، به‌ویژه در دانشگاه شهیدبهشتی، که در غنای پژوهش پیش رو یاری‌ام کردند صمیمانه سپاسگزارم. این عزیزان با تحلیل‌های مهندسی دقیق، افکار خلاقانه و مشارکت‌های ارزشمندشان مشوقانی انرژی‌بخش در مسیر پیشرفت پژوهش بوده و خواهند بود. به‌طور خاص، از دیدگاه‌های ارزشمند داوران و هیئت‌تحریریهٔ فصلنامه برای بهبود پژوهش حاضر صمیمانه قدردانی می‌کنم.

References

- Afkar, M., Gavagsaz-Ghoachani, R., Phattanasak, M., & Pierfederici, S. (2023b). Enhancing understanding of electrical systems in Simulink through game-based learning. *RI2C*, 324-328.
- Afkar, M., Karimi, P., Gavagsaz-Ghoachani, R., Phattanasak, M., & Sethakul, P. (2023a). Revolutionizing engineering education: Exploring experimental video-on-demand for learning. *International Journal of Engineering Pedagogy (iGEP)*, 7(13), 96-115.
- Afkar, M. Gholami, A. Gavagsaz-Ghoachani, R. Phattanasak, M. & Pierfederici, S. (2024). Sustainable education for sustainable future: art of storytelling for enhancing creativity, knowledge retention on the acme of successful education. *IEEE Access*, (12), 101782- 101796.
- Alenabi, S.A. Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2023). Learning modeling based on visual and

auditory sense in engineering education. *RI2C*, 345-459.

- Arefian, O. Afkar, M. Gavagsaz-Ghoachani, R. Phattanasak, M. (2024). Understanding electrical components and simulink blocks based on an artificial intelligence learning method. *ICELET 2024.*
- Bahram Beigi, M. (2012). Desirable features in the compilation of university course headings with a critique on French language course headings. *Research and Writing Academic Books*, 16(25), 44-58 [In Persian].
- Gavagsaz-Ghoachani, R. (2022). Design and use of similarity and contradiction cards in image creation for engineering education and student evaluation. *Iranian Journal of Engineering Education.* 24(95), 131-152 [in Persian].
- Gavagsaz-Ghoachani, R. (2024). Exploring the role of mental games in capturing attention and enhancing the quality of engineering education, especially in online course. *Iranian Journal of Engineering Education*, in press [In Persian].
- Gavagsaz-Ghoachani, R., Martin, J.-P., Nahid-Mobarakeh, B., & Davat, B. (2013). An e-learning tool for power control and energy management in dc microgrids. *2013 7th IEEE Int. Conf. e-Learn. Ind. Electron.* 28(12), 102-107.
- Ghazanfari, V. Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2023). Teaching renewable energy engineering with gifs and memes: an innovative approach to education. *2023 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovation Electricals and Electronics (RI2C) IEEE.*
- Gholami, A., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2022). Storytelling-based teaching and evaluation method through visualization in engineering topics. *2022 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovation Electricals and Electronics (RI2C)* (pp. 310-313). IEEE.
- Halimi, M. H., & Dehnadi, M. (2024). Metal work "patil messi kalamzani" 14.s. and faractal geometry. *Iranian Journal of Engineering Education*, 26(101), 129-149 [In Persian].
- Hamedinasab, S., & Azizi, M. (2021). The mediating role of critical thinking in the relationship between personality traits and creativity with academic performance of students. *Iranian Journal of Engineering Education*, 23(90), 130-115 [In Persian].
- Karimi, P., & Gavagsaz-Ghoachani, R. (2023). Sustainability of relation of vehicle power using appropriate images. *Iranian Journal of Engineering Education,* 25(97), 65-95 [in Persian].
- Khalili khezrabadi, M., Hassani, M., Mohajeran, B., & Fathi, R. (2023). Modeling the effect of curriculum quality on students' entrepreneurial intention: The mediating role of entrepreneurial inspiration and entrepreneurial creativity. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(98), 29-53 [In Persian].
- Mansouri, A., & Gavagsaz-Ghoachani, R. (2024a). Creative engineering approach for persistent simulation of engineering systems in software environments. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(100), 63-81 [In Persian].
- Mansouri, A., Gavagsaz-Ghoachani, R. & Phattanasak, M. (2023). Controller education: Learning with the help of control characters. *ICCIA 2023.*
- Mansouri, A., Gholami, A. & Gavagsaz-Ghoachani, R. (2024b). Educating curricular elements with olfactory symbols in e-learning. *ICELET 2024. IEEE.*
- Memarian, H. (2014). Creative thinking development in engineering students. *Iranian Journal of Engineering Education*, 16(61), 25-43 [In Persian].
- Memarian, H., Memarian, A., & Mohasel Afshar, E. (2020). Iinvestigating the reasons behind unmotivated engineering students. *Iranian Journal of Engineering Education*, 22(86), 21-37 [In Persian].
- Merrikhpour, Z., Choopankareh, V., & samiei, S. (2021). Evaluation the effect of applying TRIZ method on creativity and conceptualization of product redesign training by industrial design students. *Iranian Journal of Engineering Education*, 23(89), 65-85 [In Persian].
- Mirnezami Ziabari, S. M., Memarian, G., & Mohammadmoradi, A. (2023). Teaching the introduction to world architecture in iran: a thematic analysis of university lecturers' views. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(98), 127-151 [In Persian].

- Moghaddas, J., Yasrebi, N., Shojaossadati, A., & Taghavi, M. (2019). Study and comparison of curriculum and methodology of chemical engineering in American and Iranian universities. *Iranian Journal of Engineering Education*, 21(81), 25-45 [In Persian].
- Mohammad Hasany, R., & Hamedi, H. (2024). Investigating the use of metaverse in the field of education in universities. *Iranian Journal of Engineering Education*, 26(101), 25-45 [In Persian].
- Mohammadi, M., Khademi, S., Salimi, G., Parsa, A., & Keshavarzi, F. (2022). Competence of industry-oriented sense making of engineering students - an integrated approach. *Iranian Journal of Engineering Education,* 24(95), 1-26 [In Persian].
- Nemati, F., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2022). Teaching the snowball effect on polymer electrolyte fuel cells through visual abstract. *In 2022 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovation Electricals and Electronics (RI2C)* (pp. 44-48). IEEE.
- Sadat Sakkak, S. A., Afkar, M., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2021). Transfer of a scientific concept in the field of renewable energy with a creative group work. *In 2021 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovation Electricals and Electronics (RI2C)* (pp. 187-192). IEEE.
- Safari, S. (2011). Teaching - learning specifications in higher education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 13(50), 73-90 [In Persian].
- Tamizi, M., Soheili, J., Alborzi, F., & Zabihi, H. (2019). Applying creativity continuing model for architecture design students. *Iranian Journal of Engineering Education*, 21(83), 101-11 [In Persian].
- Thompson, B. (2007). The syllabus as a communication document: Constructing and presenting the syllabus. *Communication Education*, 56(1), 54-71.
- Voskoglou, M. G. (2022). Use of soft sets and the Bloom's taxonomy for assessing learning skills. *Transactions on Fuzzy Sets and Systems*, 1(1), 106-113.
- Yaghoubi, A. Karimi, P. Moradi, E. & Gavagsaz-Ghoachani, R. (2023). Implementing engineering education based on posing a riddle in field of instrumentation and artificial intelligence. *ICCIA2023.*
- Yazdanpanah, M., Hassani, M., & Galavandi, H. (2022). Assessing the status and prioritization of non-technical skills of engineering graduates in the fourth industrial revolution from the perspective of employers and graduates. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(93), 3-26 [In Persian].

رقیه گوگ‌ساز قوچانی: مدرک کارشناسی‌ارشد خود را از مؤسسهٔ ملی پلی‌تکنیک لورن (INPL)، نانسی فرانسه، در ۲۰۰۷، و دکترای خود را از دانشگاه لورن فرانسه (Université de Lorraine)، در ۲۰۱۲، هر دو در رشتهٔ مهندسی برق، دریافت کرد. در حال حاضر، عضو هیئت‌علمی گروه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر دانشگاه شهیدبهشتی تهران است و در مقام پژوهشگر با آزمایشگاه‌های تحقیقاتی LEMTA وGREEN فرانسه همکاری دارد. علایق پژوهشی او شامل مطالعهٔ پایداری و کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت در سامانه‌های انرژی تجدیدپذیر، ازقبیل فتوولتاییک، پیل‌سوختی، و ریزشبکه، و نیز آموزش مهندسی با رویکردهای نوین، ازقبیل استیم، است.

معرفی کتاب

عنوان کتاب: طبیعت بازارهای گنبدی شهرهای فلات مرکزی ایران

نویسنده: محمود یعقوبی

تحولات سریع در فناوری‌های ساخت و ساز ساختمان، پیامدها و اثرات مخرب زیست‌محیطی مصرف انرژی در این بخش موجب شده، ایده ساختمان‌های با مصرف صفر انرژی و هوشمند فراگیر شود.

با مطالعه گذشته ابنیه در ایران مشاهده می‌شود که بازارهای گنبدی ویژگی مصرف صفر انرژی را در تابستان‌های گرم و خشک بخصوص در فلات مرکزی ایران دارا بوده‌اند. بازارهای ایرانی جزئی از طبیعت، متناسب با طبیعت، سازگار با طبیعت، زیبا ساز طبیعت، مرتبط با مکان و اقلیم خاص، منظم، با طراحی استوار و منسجم و همچنین دارای بعد معنوی، الهی و روانی بوده‌اند، معماران و مهندسان ایرانی از قرن‌ها پیش با استفاده از جریان باد، اختلاف دما در شب و روز و در طول سال توانستند در شرایط بسیار گرم کویری ایران بدون مصرف انرژی در بازارهای گنبدی برای خود آسایش محیطی و روانی مطلوبی فراهم آورند. شناخت فنی و مهندسی این معماری کهن، حفظ این میراث فرهنگی و هنری و کارکرد فناوری آن در ساخت و سازهای جدید از اهداف نگارش این کتاب است.

❐ اهداف انتشار فصلنامه

هدف از چاپ و انتشار «فصلنامه آموزش مهندسی ایران» کمک به ارتقا و توسعه کمّی و کیفی آموزش مهندسی در کشور است. نقش سازنده و مؤثرتر جامعه مهندسی کشور در توسعه ملیّ، شکوفایی، نوآوری، خلاّقیت، افزایش کارایی و اثربخشی مهندسان، با تحلیل، تغییر و به روز ساختن آموزش مهندسی می‌تواند حاصل شود. برای دستیابی به رشد و توسعه علمی و فناوری در جامعه مهندسی کشور راه‌های گوناگونی وجود دارد که یکی از آنها نشر مقاله‌های پژوهشی، تحقیقی، تحلیلی و ارائه دیدگاه‌های پژوهشگران و صنعتگران درباره گذشته، حال و آینده مهندسی، ارتباط آموزش مهندسی با صنعت و دانشگاه، پژوهش، فناوری و نوآوری در مهندسی، نقد و بررسی آموزش مهندسی در داخل و خارج و ارزیابی، برنامه‌ریزی و توسعه آموزش مهندسی در کشور است. امید است فصلنامه آموزش مهندسی ایران زمینه لازم را برای طرح نظرات و برقراری ارتباط مؤثر میان اعضای هیئت علمی دانشکده‌های فنی و مهندسی و مهندسان شاغل در صنعت کشور به منظور تحقق اهداف یاد شده فراهم سازد. از زمینه‌های مورد توجه در آموزش مهندسی می‌توان موارد زیر را بر شمرد:

الف- توسعه آموزش مهندسی	پ- پژوهش
• مرزهای نو در آموزش مهندسی • طراحی دروس و برنامه های جدید • آینده آموزش مهندسی در ایران و جهان • استاندارد آموزش و آموزش استاندارد در مهندسی • آموزش بر خط (الکترونیک) مهندسی • آموزش مهندسی در جهت توسعه پایدار • آموزش‌های بین رشته‌ای مهندسی • توسعه علمی و فناوری • تنوع در آموزش مهندسی	• توسعه جایگاه تحقیق و پژوهش در آموزش مهندسی • روش‌های پژوهش در آموزش مهندسی • تاریخ علوم و فناوری در مهندسی • تجربیات بومی مهندسی در آموزش و مستند سازی
ب ارزشیابی، کیفیت و نوآوری	**ت- ارتقای فرهنگ علوم انسانی در آموزش مهندسی**
• شناخت شناسی و تعیین عوامل مؤثر در تفکر و دانش مهندسی • ارزشیابی برنامه ها و دروس مهندسی • روش‌های نوین یاددهی و یادگیری در آموزش مهندسی • چگونگی استفاده از روش‌ها، ابزارها و معیارهای ارزیابی در توسعه مهندسی • کیفیت تدریس اعضا هیأت علمی در ارتقا آموزش مهندسی	• نوآوری، خلاقیت و کارآفرینی در آموزش مهندسی • نقش علوم انسانی در آموزش مهندسی • اخلاق مهندسی • اخلاق آموزش • اخلاق پژوهش

❐ رهنمودهای تهیه مقاله

ارائه مقاله

مؤلفان محترم ضروری است به آدرس تارنما: http://ijee.ias.ac.ir مراجعه و ثبت نام نمایند و نام کاربری و رمز عبور را دریافت کنند، سپس، مقاله خود را برای سردبیر فصلنامه با ذکر آن که مقاله برای چاپ به مرجع دیگری ارسال نشده و قبلاً نیز به چاپ نرسیده است و تکمیل فرم‌های تعهد اخلاقی و عدم تعارض منافع از طریق این تارنما ارسال کنند. این نشریه از قوانین CC در اصول انتشار و اخلاق انتشار تبعیت می‌کند.

زبان

فصلنامه آموزش مهندسی ایران به زبان فارسی منتشر می‌شود. همچنین عنوان، مراجع و چکیده، مقاله‌ها به زبان انگلیسی نیز منتشر می‌شود.

نحوه ارائه مطالب در مقاله

ساختار مقاله باید به شرح زیر باشد: عنوان، نویسنده (نویسندگان) و آدرس محل اشتغال، چکیده (حداکثر ۲۰۰ واژه)، کلیدواژه‌ها (۵-۳ کلیدواژه مناسب)، پیکره اصلی مقاله، تقدیر و تشکر، مراجع، پیوست‌ها (در صورت لزوم)، عنوان، چکیده و کلید واژه‌های انگلیسی. برای جزییات بیشتر به http://ijee.ias.ac.ir/journal/authors.note مراجعه شود.

مراجع

مراجع منتشر شده که از آنها در تهیه مقاله استفاده شده است باید بر اساس شیوه مرجع نویسی APA تنظیم شود به این شکل که داخل متن مقاله در قسمت ارجاع، داخل پرانتز به نام خانوادگی نویسنده و تاریخ انتشار آن به انگلیسی اشاره شود و در انتهای مقاله مراجع انگلیسی الفبایی شده، قرار گیرد.

عنوان مقالات فارسی باید به انگلیسی ترجمه و به ترتیب با سایر مقالات قرار گیرند. همچنین در انتهای این مقالات عبارت [in Persian] نوشته شود.

MODERN WORLD OF LEARNING WITH CREATIVE SYLLABI: STRATEGIES AND OUTCOMES

R. Gavagsaz-Ghoachani [1]

Received; 5 September 2024; Accepted: 12 November 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.477105.2114

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.7.7

Abstract: In the fast-paced world of modern engineering education, the need for innovative methods to capture students' attention and enhance learning has become more critical than ever. This paper introduces creative syllabi designed to provide interactive and engaging experiences for students. Through methods like storytelling, interactive activities, and digital tools, examples of captivating syllabi are presented, and strategies for effective implementation, along with potential challenges, are explored. Insights from several years of applying these syllabi at Shahid Beheshti University in various engineering disciplines have been collected and analyzed. Student feedback has been categorized and analyzed through both qualitative and quantitative methods. The results indicate that these creative approaches can boost student engagement, deepen understanding, and foster motivation for learning. Additionally, a friendly atmosphere and reduced anxiety were also noted as benefits. This study serves as a valuable resource for instructors and curriculum designers aiming to innovate within educational processes. The creative methods proposed in these syllabi are adaptable and applicable across a range of disciplines and academic levels.

Keywords: Syllabus, creativity, new generation, engineering education

1- Department of Renewable Energies Engineering, Faculty of Mechanical and Energy Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail.: r_gavagsaz@sbu.ac.ir

PREDICTING ECONOMIC BEHAVIOR BASED ON ECONOMICS EDUCATION IN THE FAMILY AND UNIVERSITY BY MEDIATING ECONOMIC LITERACY

F. Nasiri[1] and S. Jafari[2]

Received: 28 August 2024; Accepted: 7 October 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.475711.2111

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.6.6

Abstract: The aim of the present study was to investigate the casual relationship between economics education in the family and university and economic behavior of engineering students by mediating economic literacy. This study was an applied research in terms of the purpose and was a type of descriptive-correlational studies based on structural modeling in terms of data collection method. The statistical population of the study consisted of all engineering students of Semnan University (1700 people) in the academic year 2023-2024 who 220 people were selected as study sample using stratified random sampling. The study instrument included economic behavior, economic literacy, economics education in the family and economics education in the university questionnaires. The collected data were analyzed by descriptive statistics (frequency, mean and standard deviation) and inferential statistics (Pearson and path analysis). The results obtained from the data indicate that economics education in the family has a significant effect on economic literacy and economic behavior of engineering students. Economics education in the university has a significant impact on economic literacy and economic behavior of engineering students. Economic literacy has a significant influence on economic behavior of engineering students. Economics education in the family has a significant positive indirect effect on economic behavior of engineering students through mediation of economic literacy. Also, economics education in the university has a significant positive indirect impact on economic behavior of engineering students through mediation of economic literacy. The results of the study show the importance of economics education in the family and university in economic literacy and consequently on the economic behavior of engineering students.

Keywords: Economics education, family education, economic literacy, economic behavior

1- Department of Educational Management, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Semnan University, Semnan, Iran. E-mail: faride_nasiri@semnan.ac.ir

2- Department of Educational Management, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Semnan University, Semnan, Iran. (Corresponding Author) E-mail: sjafari.105@semnan.ac.ir

INVESTIGATING AND IDENTIFYING THE MOST IMPORTANT FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF TEACHING AND LEARNING OF STUDENTS OF THE RAILWAY ENGINEERING FACULTY

S. A. Mosayebi[1], M. Khani Alamoti[2], A. Samarghandi[3]and Z. Hojjati[4]

Received: 27 August 2024; Accepted: 27 October 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.475400.2109

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.5.5

Abstract: Considering the importance of using expert forces in the railway industry, the need to pay attention to learning quality and the factors affecting it in the training of future employees of this industry is undeniable. The aim of the current research is to identify the most important factors affecting the quality of learning and teaching and provide solutions to improve it in the students of the Railway Engineering Faculty. The statistical population was the students studying in the railway faculty of the Iran University of Science and Technology, and finally 132 of them were examined as the sample size obtained from the simple random sampling method. The content validity of the questionnaire was done by a number of professors and experts in this field. The reliability of questionnaire items was also checked with Cronbach's alpha coefficient and composite reliability, and Cronbach's alpha coefficient was equal to 0.74. Confirmatory factor analysis (CFA) was used to check the correctness of the relationships considered in the research model. The most important results showed that all five factors of familiarity and satisfaction with the field, practical learning, educational facilities and atmosphere, quality of education and study habits had a significant relationship with the main structure, i.e. the quality of learning and education of students. At the same time, the factor of familiarity and satisfaction with the field had the largest contribution and the factor of educational facilities and environment had the least contribution to the quality of students' learning and education. At the end, solutions to increase the quality of teaching and learning of students, especially the students of the railway faculty, which were examined as a case study in this research, were presented.

Keywords: Railway college, learning quality, higher education, confirmatory factor analysis

1- Assistant Professor, School of Railway Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. (Corresponding Author) .E-mail: mosayebi@iust.ac.ir

2- PhD Candidate in Transportation Engineering, Amirkabir University, Tehran, Iran. E-mail: mahmoudkhani1378@aut.ac.ir

3- Bachelor Student of Railway Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: ali_samarghandi@rail.iust.ac.ir

4- Bachelor Student of Railway Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: Hojati_z@rail.iust.ac.ir

THE OPTIMAL MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF HIGHER EDUCATION SPACES FROM THE PERSPECTIVE OF ERGONOMICS

F. Ghavam[1] , E. Salehi Omran[2] and M. Azizi Shamami[3]

Received: 6 August 2024; Accepted: 10 November 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.472103.2102

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.4.4

Abstract:; Nowadays, attention to ergonomics issues in educational systems has become an important priority because it is believed that this area affects the quality of the educational system. The present study was developed with the aim of designing an optimal model for the development of higher education spaces from an ergonomic perspective. The research method is qualitative and uses data-driven theory to design an abstract analytical framework. The statistical sample of the study includes 25 experienced professors, of which we have selected two types based on non-probability sampling and purposive sampling (theoretical), namely maximum diversity (heterogeneous) and snowball. It is worth noting that the statistical sample is present at the university and has relatively comprehensive information on the research topic. We have also analyzed the collected information using ATLAS.tiTM software. Based on the results, higher education needs a general review in the field of ergonomics, as an important factor affecting educational quality.

Keywords: Ergonomics, educational space, higher education

1- PhD Student of Higher Education, University of Mazandaran. Iran. (Corresponding Author). E-mail: Ghavam.designer@gmail.com

2- Professor, Department of Education, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. E-mail: Edpes60@hotmail.com

3- Associate Professor, Department of Education, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. E-mail: Mazizi@umz.ac.ir

ANALYSIS OF A DECADE OF STUDENT GRADES IN THE ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT AT SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY USING GRAPH SIGNAL PROCESSING

A, Golshirazi[1], R, Parhizkar[2], A. Amini[3], and M, M. Omati[4]

Received: 25 July 2024; Accepted: 14 December 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.469633.2098

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.3.3

Abstract: In this research, we examine the academic performance of students and identify patterns influencing their success or decline using graph signal processing tools. The study focuses on undergraduate students from the Department of Electrical Engineering at Sharif University of Technology during 2011-2021. The research data includes students' grades in various courses, their specializations (majors), and the timing of course enrollment. Importantly, all data was utilized, and no sampling was applied. Each student is represented as a node in a graph, and the nodes are connected through weighted edges based on the similarity of academic performance. Using the graph connections, we evaluate how well the grades of specific courses align with the overall performance of the students. The results indicate a lack of alignment between the grades of certain courses and the overall performance of the students, which may be attributed to varying grading policies and teaching styles. This feedback can help improve grading practices. Additionally, the analysis shows that students' major choices align with their abilities in only 44% of cases. Another analysis observed that during the COVID-19 pandemic, 5% of students experienced a significant increase in their grades, possibly indicating systematic cheating in online exams.

Keywords: Test cheating detection, academic failure, higher education, graphic signal processing, academic growth

1- Master's Student, Communication Systems and Networks, School of Electrical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran. E-mail: amirgol3000@yahoo.com

2- Senior Data Science Specialist, Zurich, Switzerland. E-mail: reza.parhizkar@gmail.com

3- Associate Professor, Communication Systems and Networks, School of Electrical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran. (Corresponding Author) E-mail: aamini@sharif.edu

4- Master's Graduate, Communication Systems and Networks, School of Electrical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran. E-mail: mohammad_omati@yahoo.com

DESIGNING A PRAGMATIC MODEL TO INTELLIGENCE THE IRANIAN HIGHER EDUCATION WITH FIFTH GENERATION UNIVERSITY TECHNOLOGY

Z. Badali[1], Z. Taleb[2] and E. Masoudi Nadoshan[3]

Received: 2 July 2024; Accepted: 14 October 2024

DOI:10.22047/ijee.2024.465832.2092

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.2.2

Abstract: The purpose of the present research is designing a pragmatic model to intelligence the Iranian higher education with fifth generation university technology. This research is based on the qualitative method and the type of foundation data and Grounded Theory approach. The statistical population included specialists and experts in the field of higher education. The sampling method was purposeful judgment. The data collection tool was a semi-structured interview, and the sample size was determined based on theoretical sampling and reaching theoretical saturation. A total of 15 people were interviewed. In order to analyze the data, open, axial and selective coding was done using MAXQDA2020 software. Based on the obtained results, this model has the components of a transformative approach (technological advances and global challenges 5/0) and a student-oriented approach (suitability of students with the industry and expectations of students) as causal conditions, institutional infrastructures (attitude and cultural context and institutional readiness) as contextual conditions, governance of the higher education system (politicization of the higher education system and policies of the higher education system) as intervening conditions, implementation and establishment components (technological and innovation ecosystem development) as strategies components and (modernization higher education and community-oriented and entrepreneurship) as outcomes. Iran has the opportunity to change the perspective of its higher education by the pragmatic model to intelligence the Iranian higher education with fifth generation university technology.

Keywords: Intelligentization of the university, fifth generation university, technological approach

1- PhD Candidate, Educational Management, Department of Educational Sciences, Faculty of Psychology and Educational Science, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: zahrabadali60@gmail.com

2- Assistant Professor, Department of Educational Management, Faculty of Psychology and Educational Science, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (Corresponding Author) E-mail: z_taleb@azad.ac.ir

3- Assistant Professor, Department of Educational Management, Faculty of Psychology and Educational Science, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail :e_masoudi@ azad.ac.ir

ABSTRACTS

KEY CHALLENGES IN HUMAN RESOURCE EDUCATION WITHIN THE ENGINEERING DISCIPLINE DURING THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

F. Khakzad[1], F. Ahmadi[2] and S. Jafarzadeh Ghooshchi[3]

Received: 10 August 2024; Accepted: 140October 2024

DOI : 10.22047/ijee.2024.472725.2104

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.105.1.1

Abstract: The Fourth Industrial Revolution is a complex phenomenon characterized by rapid technological changes that significantly transform social and economic landscapes, particularly in the workplaces. This transformation creates a gap between university curricula and the skill sets needed in the job market. If educational institutions do not adapt, they risk obsolescence, making effective curriculum revision essential. This study investigates the impact of the Fourth Industrial Revolution on education in engineering, focusing on its implications for human resource training. The Fuzzy SWARA approach was employed to assess the severity, likelihood, and detectability of educational challenges, while the Fuzzy ARAS method prioritized these issues. Key challenges identified include weaknesses in instructional content development and university incompatibility, which require immediate attention. The proposed model's effectiveness was compared to the FMEA method, demonstrating its superiority. Strategies to address these challenges include enhancing curriculum quality, promoting exchange programs with leading universities, and fostering local technology manufacturing. The findings aim to improve methods for bridging the skills gap, ensuring students acquire the necessary skills for their current and future roles.

Keywords: The fourth industrial revolution, F-SWARA, F-ARAS, curriculum revision

1- Graduate Student of Information Technology Engineering, Department of Information Technology, Urmia University of Technology, Urmia, Iran. E-mail: Fa.khakzad89@gmail.com

2- Associate Professor, Department of Information Technology, Urmia University of Technology, Urmia, Iran. (Corresponding Author) E-mail: f.ahmadi@uut.ac.ir

3- Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Urmia University of Technology, Urmia, Iran. E-mail:s.jafarzadeh@uut.ac.ir

Contents

Iranian Journal of
Engineering Education

Vol. 27 No. 105, Spring 2025

- *Key challenges in human resource education within the engineering discipline during the fourth industrial revolution* / F. Khakzad, F. Ahmadi and S. J. Zadeh Ghooshchi
- *Designing the pragmatic model to intelligence the Iranian higher education with fifth generation university technology* / Z. Badali, Z. Taleb and E. t Masoudi Nadoshan
- *Analysis of a decade of student grades in the electrical engineering department at Sharif University of Technology using graph signal processing* / A. Golshirazi, R. Parhizkar, A. Amini, and M. M. Omati
- *The optimal model for the development of higher education spaces from the perspective of ergonomics* / F. Ghavam Ansari, E. Salehi Omran and M. Azizi Shamami
- *Investigating and identifying the most important factors affecting the quality of teaching and learning of students of the Railway Engineering Faculty* / S. A. Mosayebi, M. Khani Alamoti, A. Samarghandi, and Z. Hojjati
- *Predicting economic behavior based on economics education in the family and university by mediating economic literacy* / F. Nasiri and S. Jafari
- *Modern world of learning with creative syllabi: strategies and outcomes* / R. Gavagsaz-Ghoachani
- *English Abstracts of the Articles*

Editorial Board:

Prof. Khodayar Abili / University of Tehran
Prof. Godarz Ahmadi/Robert Hill Professor, Clarkson University, USA
Prof. Mehdi Bahadori Nezhad / Fellow, Academy of Sciences
Prof. Parviz Davami / Fellow, Academy of Sciences
Prof. Mohammad Reza Eslami/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Javad Faiz / Fellow, Academy of Sciences
Prof. Mohammad Hossein Halimi / Fellow, Academy of Sciences
Prof. Rezvan Hakimzadeh / University of Tehran
Prof. Jalal Hejazi / Associate Member, Academy of Sciences
Prof. Parviz Jabbehdar Maralani/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Gholamali Mansouri / University of Illinois, Chicago, USA
Prof. Mohammad Modares Yazdi/ Associate Member, Academy of Sciences
Prof. Ezatolah Naderi/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Rahbar Rahimi/ University of Sistan and Balochestan
Prof. Mohammad Shahidepour / Head of Electrical and Computer Engineering Department at Illinois Institute of Technology-USA
Prof. Ebrahim Shirani/ Associate Member, Academy of Sciences
Prof. Mehdi Sohrabi/ Associate Member, Academy of Sciences
Prof. Saeed Sohrabpour/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Jafar Towfighi/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Hassan Zohoor/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Mahmood Yaghoubi/ Fellow, Academy of Sciences

Editorial Advisory Board:

Prof. Abbas Afshar/ Iran University of Science and Technology
Prof. Faramarz Afshar Taremi/ Amirkabir University of Technology
Prof. Ali Ashrafizadeh/ K. N. Toosi University of Technology
Prof. Ali Haerian Ardakani/ Ferdowsi University of Mashhad
Prof. Mohammad Reza Aref/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Tahereh Kaghazchi/ Amirkabir University of Technology
Prof. Naser Kanani/ Technische Universität Berlin
Prof. Ali Kaveh/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Ali Khaki Sediq/ K. N. Toosi University of Technology
Prof. Mojtaba Mahzon/ Shiraz University
Prof. Ali Meghdari/ Sharif University of Technology
Prof. Hossein Memarian/ Associate Member, Academy of Sciences
Prof. Ali Movaghar Rahim Abadi/ Sharif University of Technology
Prof. Masomeh Nasrin Kenari/ Sharif University of Technology
Prof. Mohamnad Hassan Panjeshahi/ University of Tehran
Prof. Jalali Agha Rashed Mohassel/ University of Tehran
Prof. Mahmoud Shakeri/ Amirkabir University of Technology
Prof. Abbas Shoja Sadati/ Tarbiat Modares University
Prof. Mohammad M. Shokrieh/ Iran University of Science and Technology
Prof. Naser Taleb Bidokhti/ Shiraz University
Prof. Naser Towhidi/ University of Tehran
Prof. Manochehr Vosoghi/ Sharif University of Technology

This Journal Appreciate the Collaboration of Iranian Society of Engineering Education

Index by:

DOAJ
Islamic World Science Citation Center (ISC)
ProQuest
Civilica
Creative Commons (CC)
Eurasian Scientific Journal Index (ESJI)
Google Scholar
Magiran
EBESCO
Pearson
World Book
BRITANNICA
VIRA SCIENCE
Scientific Indexing Services (SIS)
J-Gate
Science Explore
Research bib (Academic Resource Index)
Advanced Sciences Index (ASI)
GANJINE-YE ASNAD
SID (Scientific Information Database)
ROAD

IN THE NAME OF GOD

IRANIAN JOURNAL OF
ENGINEERING EDUCATION
The Academy of Sciences
I. R. Iran

Department of Engineering Sciences

Iranian Journal of Engineering Education

Vol. 27 No. 105, Spring 2025

Proprietor: The Academy of Sciences of IR Iran
Managing Director: Prof. Mahmood Yaghoubi
Editor-in-Chif: Prof. Mahmood Yaghoubi
Office Manager: Dr. Mitra Molaee Parvarei
Persian Editor: Miss. Maryam Norbakhsh
Page Layout: Mr. Majid Mirabzadeh
Research and artistic design: Dr. Mohammad Hossein Halimi
Computer design of geometric patterns: Miss. Maryam Dehnadi
Cover design and layout: Mr. Khairullah Asghari

This Journal is Open Access

Mailing Address: Academies & National Library Exit,
Shahid Haghani Exp., Tehran, 1537633111, IR Iran
P. O. Box: 19395-5318
Tel: +98 21 88190433
Fax: +98 21 88656216
E-Mail: ijee78@ias.ac.ir
Website: http://ijee.ias.ac.ir
ISSN: 1607-2316
E-ISSN: 2676-4881
DOI: 10.22047/ijee
DOR: 20.1001.1.16072316

IRANIAN JOURNAL OF
ENGINEERING EDUCATION
The Academy of Sciences
I. R. Iran

Department of Engineering Sciences

Number 105 Volume 27 Spring 2025

- **Key challenges in human resource education within the engineering discipline during the fourth industrial revolution** / F. Khakzad, F. Ahmadi and S. J. Zadeh Ghooshchi
- **Designing the pragmatic model to intelligence the Iranian higher education with fifth generation university technology** / Z. Badali, Z. Taleb and E. Masoudi Nadoshan
- **Analysis of a decade of student grades in the electrical engineering department at Sharif University of Technology using graph signal processing** / A. Golshirazi, R. Parhizkar, A. Amini, and M. M. Omati
- **The optimal model for the development of higher education spaces from the perspective of ergonomics** / F. Ghavam Ansari, E. Salehi Omran and M. Azizi Shamami
- **Investigating and identifying the most important factors affecting the quality of teaching and learning of students of the Railway Engineering Faculty** / S. A. Mosayebi, M. Khani Alamoti, A. Samarghandi, and Z. Hojjati
- **Predicting economic behavior based on economics education in the family and university by mediating economic literacy** / F. Nasiri and S. Jafari
- **Modern world of learning with creative syllabi: Strategies and outcomes** / R. Gavagsaz-Ghoachani
- **English Abstracts of the Articles**

فصلنامه آموزش مهندسی ایران ■ سال بیست و هفتم ■ بهار ۱۴۰۴ ■ ۱۰۵
گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران
E-ISSN: 2676-4881
ISSN: 1607-2316
DOI: 10.22047/ijee
DOR: 20.1001.1.16072316