



مقاله پژوهشی

عوامل موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک

ماندانا یآوری^{۱*}؛ مریم بهی فر^۲

۱- دانش آموخته دکتری رشته مدیریت آموزش عالی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران،

۲- دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، گروه مدیریت تکنولوژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۰۶/۰۱ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۹/۲۹

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22107/ggj.2026.542026.1258

واژگان کلیدی	چکیده
ژئوانرژی، ژئومکانیک نفت، یادگیری، آموزش، عوامل موثر	ژئومکانیک نقش مهمی در توسعه منابع انرژی و پایداری دارد. در بسیاری از نقاط جهان، منابع نفتی بالقوه مهم در سازندهای شیل غیرمتعارف که با نفوذپذیری کم و ناهمگنی بالا مشخص می‌شوند، مخازن در آب‌های عمیق با دمای بالا و فشار بالا، سیستم‌های زمین گرمایی سنگ‌ها و ژئوسیال‌های داغ می‌توانند منبع فراوانی از انرژی‌های تجدیدپذیر به شکل گرما یا برق باشند که در این میان، ژئومکانیک می‌تواند نقش پررنگی ایفا نماید. بنابراین، آموزش و تربیت متخصص در زمینه ژئومکانیک می‌تواند یکی از مباحث مهم بشمار می‌رود. از این جهت، در مقاله حاضر به عوامل موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک پرداخته شده است. جهت دستیابی به هدف از پارادایم پراگماتیسم و رویکرد آمیخته با طرح اکتشافی متوالی استفاده شد. برای گردآوری داده‌ها ۱۰ مصاحبه نیمه‌ساختمند با خبرگان صنعتی و دانشگاهی به روش هدفمند انجام و تحلیل محتوای آشکار و پنهان با فن تحلیل مقوله‌ای بکار گرفته شد تا عوامل شکل گرفتند. برای تعیین روابط علی بین عوامل موثر بر کیفیت آموزش را ۳۷ نفر از خبرگان ژئومکانیک و آموزش تشکیل دادند که به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. نتایج دیمتل و روابط علی میان ابعاد نشان داد که عوامل مرتبط با استاد دارای بیشترین تعامل (اثرگذاری/اثرپذیری) و بعد از آن به ترتیب، عوامل مرتبط با دانشجو، عوامل مرتبط با صنعت، عوامل مرتبط با برنامه درسی و عوامل مرتبط با مدیریت از نظر تعامل با سایر عوامل قرار داشته‌اند. صنعت اثرگذارترین عامل بر بقیه عوامل بوده است، سپس، عامل استاد عامل اثرگذار بعدی بوده است که این دو عامل اثرگذار خالص هستند. اثرپذیرترین عوامل به ترتیب برنامه درسی، دانشجو و مدیریت بوده‌اند.

۱. پیش‌گفتار

حرفه‌ای و سطح تدریس شامل ارائه مواد آموزشی یا فراوانی بازخورد به دانشجویان می‌شود، به موجب آن ویژگی‌های خاص بطور متقابل و در سطوح مختلف مرتبط می‌باشند. در این دیدگاه، تدریس مؤثر زمانی رخ می‌دهد که عوامل در همه سطوح، بهترین شرایط را برای تدریس با کیفیت و یادگیری دانشجویان و رشد تحصیلی آنها را فراهم کنند [۴]. آموزش و یادگیری فرآیندی است که در آن دانشجویان، دانش، نگرش‌ها، رفتارها و مهارت‌های جدیدی را یاد می‌گیرند که در جهت اهدافی مانند کسب دانش، یافتن شغل عمل می‌کنند. سه عنصر کلیدی در فرآیند یاددهی-یادگیری در دانشگاه (آموزش عالی) وجود دارد: الف) استادان، محرک اصلی

براساس مدل‌های اثربخشی تدریس، آموزش و یادگیری بطور قابل‌توجهی از متغیرهای متعددی در سطوح مختلف تأثیر می‌پذیرند [۱]. شناسایی عواملی که بر نتایج آموزشی تأثیر می‌گذارند، ایجاد محیط‌های یادگیری بهینه را ممکن می‌سازد و پیشرفت تحصیلی دانشجویان را بهبود می‌بخشد [۲]. فرهنگ آموزش عالی با تمرکز فزاینده بر کارایی، سرعت و کمیت مشخص شده است [۳]. این سطوح از عواملی در سطح دانشگاه شامل جنبه‌های کلیدی سازمان دانشگاه، ارتباط اساتید، همکاری یا مشارکت دانشجویان، سطح استاد شامل اهداف استادان، باورها، یا دانش

چرخ آموزشی، جایی که باید از آموزش‌های خلاقانه متعددی استفاده کنند تا دانشجویان انگیزه حضور در کلاس‌ها را داشته باشند و مهارت‌های مورد نیاز را براحتی و بسرعت بیاموزند. (ب) دانشجویان، شرکت‌کنندگان کلیدی در فرآیند یادگیری. و (پ) محیط یادگیری مساعد که در آن دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی باید زیرساخت‌های لازم و مناسب را فراهم کنند [۲]. در واقع کیفیت خدمات می‌تواند میزان شکاف موجود، بین سطح اهداف استراتژیک (وضعیت مطلوب) و سطح عملکرد واقعی (سطح موجود) در دانشگاه را تعیین نماید.

یکی از دغدغه‌های مهم نظام‌های آموزشی معاصر، پرداختن به مقوله کیفیت است تا افرادی توانمند برای تحقق جوامع یادگیرنده و دانش‌بنیان تربیت کند. یک نظام آموزشی با کیفیت مبتنی بر فراگیران با انگیزه، استادان حرفه‌ای، تسهیلات مناسب و کافی یادگیری، برنامه‌های درسی مرتبط و به روز، فضاهای مناسب یادگیری، مدیریت مشارکتی و ارزیابی واقعی از نتایج یادگیری شامل دانش، مهارت‌ها و گرایش‌ها است [۵]. ماهیت چندوجهی کیفیت تدریس، که تحت تأثیر متغیرهایی مانند عملکرد در کلاس، انسجام طراحی دوره و ظرافت‌های تجربیات یادگیری دانشجویان قرار دارد، رویکردی جامع‌تر را ضروری می‌سازد [۶].

بسیاری از مطالعه‌ها اشاره می‌کنند که کیفیت تدریس برای یادگیری بسیار مهم است. بنابراین جای تعجب نیست که بسیاری از مطالعات تجربی بین کیفیت تدریس و یادگیری دانشجویان و پیشرفت تحصیلی رابطه مثبتی را نشان می‌دهند [۷]. بر اساس نظریه یادگیری سازنده‌گرا، کیفیت تدریس بطور مستقیم بر پیشرفت تحصیلی تأثیر نمی‌گذارد، اما زمانی که دانشجویان از فرصت‌های یادگیری ارائه شده توسط استاد استفاده می‌کنند، تأثیر غیرمستقیمی دارد. بنابراین، رابطه بین کیفیت تدریس و پیشرفت تحصیلی، رابطه‌ای متوالی است. کیفیت تدریس بر جنبه‌هایی از فرآیندهای یادگیری، مانند توجه یا انگیزه، تأثیر می‌گذارد که به‌نوبه‌خود بر پیشرفت تحصیلی تأثیر می‌گذارند. وقتی فرآیندهای یادگیری با پیشرفت تحصیلی مرتبط باشند، می‌توانند به‌عنوان مکانیسم‌های توضیحی عمل کنند [۸].

در گذشته، متخصصان مکانیک سنگ که توسط شرکت‌های اکتشاف و تولید و سایر شرکت‌های فعال در بالادست

زنجیره تأمین نفت و گاز بکار گرفته می‌شدند، بطور عمده، با مخازن همگن و داده‌های تقریبی برای امکان‌سنجی اقتصادی میادین و چاه‌ها نیاز داشتند. اما اکنون، ژئومکانیک به دلیل ارتباط قوی با زمین‌شناسی و مهندسی یکی از موضوعات خاص در صنعت نفت محسوب می‌شود که برای رسیدگی به رفتار مکانیکی مخزن و سنگ‌های مرزی در طول فعالیت‌های اکتشاف و تولید (*E&P*) توسعه یافته است. ژئومکانیک که شامل همه پدیده‌های ترموهیدرومکانیکی است در هر عملیاتی که در بهره‌برداری از هیدروکربن‌ها انجام می‌شود، از ابتدا بوسیله برنامه‌ریزی چاه پیش از حفاری و در ادامه، بوسیله پشتیبانی از پایداری چاه و مدیریت تولید شن و ماسه در حین حفاری سرانجام، تا زمانی که چاه‌ها رها می‌شوند، نقش اساسی ایفا می‌کند. از این جهت، تدوین رشته و برنامه‌درسی مناسب برای این رشته یکی از ضرورت‌های اخیر در دانشگاه‌ها می‌باشد. از اینرو، هدف از این مطالعه عوامل موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک است.

۲. مبانی نظری

هدف بیشتر چارچوب‌های اعتبارسنجی در آموزش عالی، تأیید کیفیت نهادی با اعتبارسنجی برنامه‌هایی است که استانداردهای از پیش تعیین‌شده‌ای را که با مأموریت و اهداف استراتژیک آنها مطابقت دارند، برآورده می‌کنند. نخست، گسترش ثبت‌نام دانشجویان، مؤسسات را بر آن داشته است تا پیشرفت‌های آموزشی را برای افزایش عملکرد تحصیلی و نرخ تکمیل دوره در اولویت قرار دهند. دوم، افزایش هزینه‌های شهریه و افزایش تقاضا برای پاسخگویی، بررسی دقیق فرآیندهای تدریس و یادگیری را تشدید کرده است. همچنین، تثبیت اقتصاد دانش جهانی، دانشگاه‌ها را به اجرای استراتژی‌های بین‌المللی‌سازی برای جذب استعداد سوق داده است. در این زمینه، آموزش عالی فرامرزی بسیار مهم شده است [۹ و ۱۰].

با توجه به گستردگی حوزه کیفیت، اندیشمندان و نظریه پردازان آموزشی هنوز به وفاق مشترکی در زمینه کیفیت دست نیافته‌اند [۱۱]. اما آنچه که مسلم است، دستیابی به دستاوردهای موثر و مرتبط با یادگیری به عوامل متعددی از جمله فرآیندهای یاددهی و یادگیری، محیط و عاملان

خروجی‌ها در قالب دانشجویان که از سیستم خارج می‌شوند که در حقیقت، جنبه‌های مختلف زندگی دانشگاهی را تحت نفوذ قرار می‌دهند [۱۵].

۳. روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از پارادایم پراگماتیسم و رویکرد آمیخته (کیفی/کمی) با طرح اکتشافی متوالی استفاده شد. برای گردآوری داده‌ها ۱۰ مصاحبه نیمه‌ساختمند با خبرگان صنعت و دانشگاه به روش هدفمند انجام و تحلیل مضمون آشکار و پنهان با فن تحلیل مقوله‌ای بکار گرفته شد تا عوامل شکل گرفتند.

پژوهش کیفی رویکردی است برای کشف و درک معنایی محیط و بیان‌کننده اهمیت پیچیدگی موقعیت مورد مطالعه است [۱۶، ۱۷]. در این مرحله پیش از شروع مصاحبه ۴ پرسش باز در نظر گرفته و در طول فرآیند مصاحبه با توجه به نظرات خبرگان و تحلیل‌ها سوالات جدیدی نیز مطرح شد. با استفاده از رنش تحلیل مضمون، مضامین در سطح آشکار، با توجه به معانی ظاهری یا مشهود داده‌ها و در سطح پنهان، تحلیل با توجه به مفاهیم نهفته در داده‌ها شناسایی شدند [۱۸]. بنابراین، ابتدا عناوین آشکار و پنهان جستجو، سپس، بر مبنای هدف در دسته‌های معنادار طبقه‌بندی شده و بر اساس دیدگاه آتراید و استیرلینگ^۱ (۲۰۰۱)، [۱۸] مضامین پایه (کدها و نکات کلیدی متن)، سازمان‌دهنده (مضامین بدست آمده از ترکیب و تلخیص مضامین پایه) و فراگیر (مضامین عالی دربرگیرنده اصول حاکم بر متن به مثابه کل) شکل گرفتند. همچنین، از اینرو، طبق دیدگاه بروکس، هوراکس و کینگ^۲ (۲۰۱۸) [۱۹]، علاوه بر این که مضامین فراگیر، سازمان‌دهنده و پایه با مطالعه مبانی نظری، پیشینه و اهداف پژوهش انتخاب و تایید شدند، نظرات و رهنمودهای گروهی از خبرگان نیز لحاظ و جرح و تعدیل نهایی بعمل آمد. همچنین از «بازخورد مشارکت‌کنندگان» و «تطابق همگونی» استفاده شد [۲۰]. برای تجزیه و تحلیل مصاحبه‌ها از نرم‌افزار MAXQDA2022 بهره گرفته شد.

در ادامه، بمنظور تعیین روابط علی عوامل موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک، از اجماع

آموزشی مرتبط است، که بطور یکپارچه و هماهنگ، زمینه‌های لازم را فراهم می‌کنند تا یادگیرندگان دانش، مهارت‌ها و توانمندی‌های مورد نیاز را بطور موثر کسب نمایند. تضمین کیفیت و سنجش دستاوردهای یادگیری به شکل‌های گوناگونی در سطوح مختلف نظام آموزشی انجام می‌شود و تاکنون تلاش‌های زیادی برای تعریف مهارت‌ها و توانمندی‌های کلیدی جهت پایش برنامه‌های آموزشی انجام شده است. اما با وجود همه این تلاش‌ها، هنوز چالش کیفیت و بحران یادگیری همچنان، باقی است [۱۲].

بحث درباره کیفیت خدمات آموزشی و روش و محتوای آموزش در حوزه یادگیری و آموزش نظر بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است. دانشگاه‌ها سازمان‌هایی هستند که برای اجرای فرایندهای تدریس، برنامه درسی، سازمانی و مدیریتی طراحی شده‌اند [۱۳].

مفهوم کیفیت در آموزش از دیدگاه صاحب‌نظران، تعالی در آموزش؛ ارزش افزوده در آموزش و پرورش؛ ایجاد تناسب برای رسیدن به اهداف؛ تناسب نتیجه تحصیلی و تجربه برای استفاده؛ جلوگیری از نقص در فرآیند آموزش و برآورده کردن انتظارات یا فراتر از انتظارات مشتری از آموزش تعریف شده است [۱۴].

مفهوم کیفیت خدمات آموزشی با تلفیق نظریه‌های مدیریت کیفیت، مدیریت آموزشی و ارزیابی عملکرد سازمانی توضیح داده می‌شود. با افزایش رقابت در میان دانشگاه‌ها و انتظارات ذی‌نفعان، کیفیت خدمات آموزشی ابعاد گسترده‌تری یافت. بطور کلی، کیفیت خدمات آموزشی در برگیرنده اهداف یادگیری، انطباق خدمات ارائه‌شده با استانداردهای آموزشی و نیازمندی‌های یادگیرندگان است. بهبود کیفیت خدمات می‌تواند از طریق همکاری، مشارکت و انعطاف‌پذیری موجبات رضایت ذینفعان را فراهم آورد و مزیت رقابتی دانشگاه را به دنبال داشته باشد. با توجه به تعریف‌های متعدد می‌توان نتیجه گرفت که کیفیت آموزش مفهومی چندگانه با مفهوم‌سازی‌های متفاوت است و این مساله ضرورت تدوین یک تعریف واحد و جامع را ایجاد می‌کند. این تعریف در محدوده دانشکده، کادر پشتیبانی و زیرساخت‌ها قرار می‌گیرد. کیفیت فرایندها بصورت یادگیری و تدریس، و کیفیت

2 Brooks, Horrocks, King, (2018)

1Attride-Stirling (2001)

دیدگاه و دانش تخصصی خبرگان استفاده و روش دیمتل استفاده شده است.

جامعه پژوهش در بخش کمی را خبرگان و متخصصان آموزشی و ژئومکانیک (دارای تحصیلات مرتبط و حداقل ۱۰ سال سابقه فعالیت اجرایی و پژوهشی) تشکیل دادند که از میان آنها بصورت هدفمند ۳۷ نفر بعنوان نمونه پرسشنامه مقیاسات زوجی را برای تعیین اثرگذاری و اثرپذیری عوامل موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک تکمیل نموده‌اند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش دیمتل و نرم‌افزارهای *Excel* و *MATLAB* استفاده شد. برای اولین بار فونتلا و گابوس^۳ (۱۹۷۶) روش دیمتل^۴ را ارائه نمود. دیمتل نوعی رویکرد مدل‌سازی ساختاری است که برای تجزیه و تحلیل روابط علی و معلولی بین اجزای یک سیستم پیچیده و نمایش آن بصورت ماتریس یا گراف مفید است. این روش می‌تواند برای تأیید وجود رابطه/وابستگی متقابل بین اجزا یا انعکاس سطوح نسبی روابط درونی آنها بکار رود. بنابراین، می‌توان از دیمتل برای مقابله با مشکلات پیچیده‌ای که شامل وابستگی‌ها یا روابط متقابل زیادی هستند، استفاده کرد. روش دیمتل نه تنها روابط بین عوامل را به گروه علت و معلولی تبدیل می‌کند، بلکه عوامل حیاتی یک سیستم پیچیده را با کمک نمودار روابط تأثیر متقابل پیدا می‌کند [۲۱].

در روش دیمتل طی مراحل زیر به محاسبه ارتباط‌های داخلی سنجه‌ها در هر یک از سطوح پرداخته می‌شود. اگرچه مشاهده‌های تجربی نشان داده است که (قضایات خبرگان از ارتباط‌های مستقیم عناصر با یکدیگر) خصوصیات انتقال‌پذیری را کم‌وبیش تامین می‌نماید.

مراحل اجرای *DEMATEL* به شرح زیر است:

گام ۱: پس از تعیین عوامل موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک بر اساس بررسی ادبیات و دریافت نظرات خبرگان، پرسشنامه‌ای با شش ماتریس مربعی (یک ماتریس مربعی مرتبه ۵ برای عوامل اصلی و پنج ماتریس مربعی مرتبه n ، که در آن n تعداد ابعاد برای هر عامل اصلی است که از تحلیل کیفی استخراج شده‌اند) برای مقایسه زوجی عوامل موثر تهیه شد.

گام ۲: از ۳۷ نفر از متخصصان دعوت شد تا روابط متقابل بین عوامل موثر و ابعاد آنها را با مقایسه‌های زوجی ارزیابی کنند.

ماتریس رابطه مستقیم اولیه برای متخصص k م به صورت

$$A^k = [a_{ij}^k]_{n \times n} \text{ where } (1)$$

$$k = 1, 2, \dots, m; m = 37$$

ساخته شد و n تعداد عوامل / ابعاد است. هر عنصر در ماتریس A^k ، یعنی a_{ij}^k ، یک مقیاس عدد صحیح بین ۰ تا ۴ (بدون تأثیر (۰)، تأثیر کم (۱)، تأثیر متوسط (۲)، تأثیر زیاد (۳)، تأثیر بسیار زیاد بالقوه (۴)) برای نشان دادن درجه علیت بین عوامل و ابعاد است که نشان‌دهنده میزان تأثیر عامل i بعد j م بر عامل j بعد i م در زمانی است که $i \neq j$ و برابر با ۰ در زمانی است که $i = j$ باشد.

مقادیر عناصر ماتریس رابطه مستقیم تجمیع شده به‌عنوان مقدار میانگین بر اساس ماتریس تأثیر مستقیم اولیه هر متخصص محاسبه شد.

گام ۳: با استفاده از ماتریس رابطه مستقیم تجمعی، ماتریس رابطه مستقیم نرمال شده $M = [m_{ij}]_{n \times n}$ به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$M = \frac{A}{S} \quad (2)$$

$$S = \max \left(\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}, \max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n a_{ij} \right) \quad (3)$$

گام ۴: ماتریس اثرات مستقیم نهایی (کل) (T) برابر است با

$$T = M(I - M)^{-1} \quad (4)$$

که در آن ماتریس I ماتریس همانی از مرتبه n است.

گام ۵: مجموع هر سطر و ستون از ماتریس اثرات مستقیم نهایی (کل) به صورت دو بردار $\vec{R} = \vec{D} = [d_i]_{n \times 1}$ ، تعریف می‌شود.

همچنین، مقادیر $\vec{R} + \vec{D}$ که نشان‌دهنده تعامل (مجموع اثرپذیری و اثرگذاری) و $\vec{R} - \vec{D}$ که نشان‌دهنده اثرگذاری/اثرپذیری خالص است محاسبه شد.

در صورتی که

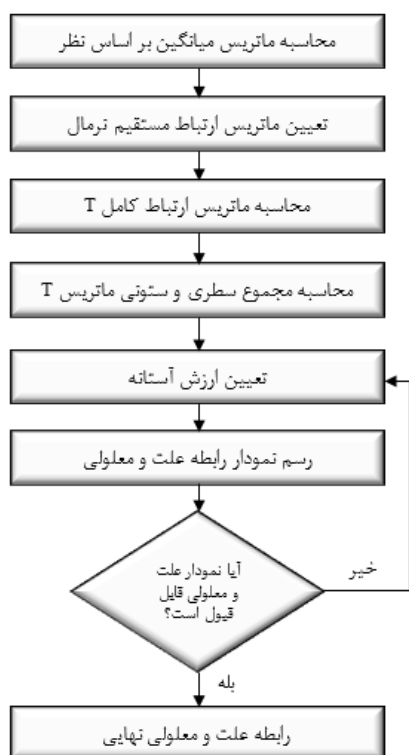
اگر $(d_i - r_i < 0$ و $d_i + r_i = M)$ عددی بزرگ است، گفته می‌شود که عنصر i مشکل اصلی مسأله است و باید حل شود.

اگر $(d_i - r_i > 0$ و $d_i + r_i = M)$ عددی بزرگ است، گفته می‌شود که عنصر i مشکل اصلی مسأله مورد نظر را حل می‌کند و باید در اولویت قرار گیرد.

اگر $(d_i - r_i < 0$ و $d_i + r_i = \varepsilon)$ عددی کوچک است، گفته می‌شود که عنصر i عنصری مستقل است که عناصر دیگر بر آن تاثیر می‌گذارند.

اگر $(d_i - r_i > 0$ و $d_i + r_i = \varepsilon)$ عددی کوچک است، گفته می‌شود که عنصر i عنصری مستقل است که بر روی تعداد کمی از عناصر دیگر تاثیر می‌گذارد.

فرآیند اجرای روش دیمتل در فلوچارت ۱ نشان داده شده است.



فلوچارت ۱. فرآیند اجرای روش دیمتل

۴. یافته ها

برای شناخت عوامل موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری

$\vec{D} - \vec{R}$: When $i = j$, if $d_i > r_j \rightarrow d_i - r_j > 0$, معیار اثرگذار خالص است.

در صورتی که

$\vec{D} - \vec{R}$: When $i = j$, if $d_i < r_j \rightarrow d_i - r_j < 0$, معیار اثرپذیر خالص است.

d_i مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم معیار i را بر سایر معیارها نشان می‌دهد.

r_j مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم معیار j را نشان می‌دهد.

گام دهم: سیستم مختصات دکارتی با محور افقی $(\vec{D} + \vec{R})$ و محور عمودی $(\vec{D} - \vec{R})$ ترسیم شد که در آن مختصات هر معیار به صورت زوج مرتب $(d_i + r_j, d_i - r_j)$ نمایش داده می‌شود.

گام یازدهم: وزن‌های اثرگذاری ابعاد و مولفه‌ها تعیین می‌شود. اهمیت نسبی هر یک از ابعاد و مولفه‌ها با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌شود.

$$W_i = \left[(d_i + r_i)^2 + (d_i - r_i)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (5)$$

$$\forall i \quad i = 1, \dots, n$$

وزن نرمال شده هر یک از ابعاد و مولفه‌ها به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{W}_i = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (6)$$

$$\forall i \quad i = 1, \dots, n$$

که در آن $\bar{W}_i$ نشان‌دهنده وزن کل مولفه‌هایی است که در فرآیند تصمیم‌گیری مورد نیاز خواهند بود. بنابراین، وزن اثرگذاری برای هر مولفه (یعنی وزن اثرگذاری کلی) با اعمال رویکرد دیمتل دو-مرحله‌ای تعمیم‌یافته^۵ محاسبه شد.

گام ۶: برای تعیین ماتریس روابط شبکه^۶ (NRM) ، ارزش آستانه براساس میانگین مقادیر ماتریس ارتباط کامل محاسبه می‌شود. عناصری از ماتریس ارتباط کامل که کوچکتر از ارزش آستانه بودند، صفر شده و بقیه مقادیر به همان صورت حفظ می‌شوند.

گام ۱۱: بر اساس ماتریس روابط ماتریس روابط شبکه، نقشه روابط شبکه (NRM) در نمودار رسم شده و اثرپذیری و اثرگذاری آنها مشخص می‌شود.

⁵ Modified 2-tuple DEMATEL approach

⁶ Network Relationship Matrix

دانشجویان مهندسی ژئومکانیک، داده‌های مصاحبه‌های تخصصی نیمه‌ساختاریافته با خبرگان با استفاده از رویکرد تحلیل مضمون تحلیل شد. مراحل زیر برای تحلیل مصاحبه‌های نیمه‌ساختمند با خبرگان ژئومکانیک دنبال شده‌اند: «تولید کدهای اولیه»، «گروه‌بندی کدهای مشابه»،

«شناسایی مضمون‌های پایه»، «بررسی و پالایش مضمون‌های سازمان‌دهنده» و «تجدید نظر و بازنگری». در ادامه، نتایج تحلیل مصاحبه‌های در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. مضمون‌های پایه و سازمان‌دهنده موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک

مضمون‌های سازمان‌دهنده	مضمون‌های پایه	فراوانی
اساتید	آگاهی و دانش اساتید	۹
	ایجاد سازوکاری مدون جهت جذب، استخدام و بکارگماری اعضای هیأت علمی جدید و بازنشسته	۱۰
	اختیارات و آزادی‌های علمی اساتید	۸
	مشارکت اساتید در فعالیت‌ها	۱۲
	رضایت اعضای هیأت علمی از خدمات و تسهیلات موجود در دانشگاه	۱۴
	هم‌اندیشی و تبادل اطلاعات اساتید با یکدیگر	۱۱
	شرکت اعضای در کنفرانس‌ها و سمینارهای تخصصی	۱۰
	وجود سازوکار مدون برای برنامه‌ریزی درسی و محتوای دروس	۹
	تدارک فرصت‌هایی برای مهارت آموزش دانشجویان	۱۳
	حداقل‌های مورد قبول برای پرورش خلاقیت، نگرش و قدرت استدلال در دانشجویان	۸
برنامه درسی	توسعه توانایی‌های دانشجویان در زمینه‌های مهارتی و اشتغال‌پذیری	۹
	یادگیری مهارت‌ها، شایستگی‌های دانشجویان	۱۲
	توسعه تعاملات بین اساتید و دانشجویان	۱۴
	ارائه نظر و نقش دانشجویان درباره برنامه و فعالیت‌های گروه	۱۱
	افزایش تسهیلات خدماتی آموزشی و پژوهشی و روان‌شناختی به دانشجویان	۱۰
	رضایت دانشجویان از روش‌های مورد استفاده در خدماتی نظیر آموزش، خوابگاه	۱۱
	تخصیص بودجه‌ای برای توسعه فضای فیزیکی، امکانات و تجهیزات گروه	۱۰
	جذب اعضای هیأت علمی جدید و کادر متخصص و مجرب	۱۰
	ایجاد سازوکاری مدون جهت افزایش مشارکت دانشجویان و اعضای هیأت علمی با یکدیگر	۹
	ایجاد سازوکار مدون جهت برنامه‌ریزی و ارزیابی فعالیت‌های گروه	۸
مدیریت	ایجاد سازوکاری مدون و مستند برای انتخاب و تغییر مدیر گروه	۱۲
	وجود سازوکاری مدون جهت ایجاد استقلال مالی گروه	۸
	وجود برنامه مدون جهت هزینه شدن بودجه گروه	۱۱
	افزایش ارتباط با صنعت و عقد قراردادهای پروژه‌های جدید	۱۳
	تخصیص بودجه‌ای برای توسعه فضای فیزیکی، امکانات و تجهیزات گروه	۱۲
	شناسایی نیازهای صنعتی و ارائه راه‌حل	۱۱
	ایجاد شراکت‌های پایدار و بلندمدت با صنایع و شرکت‌های مختلف	۹
	انعقاد قراردادهای دولتی و خصوصی جهت ارائه خدمات برای مشاوره تحقیق و آموزش	۹
	تقویت تعاملات همکاری موثر بین دانشگاه و بخش‌های صنعتی کشور	۱۱
صنعت		

اطلاعات اساتید با یکدیگر و شرکت اعضای در کنفرانس‌ها و سمینارهای تخصصی، برنامه‌درسی با ۴ مضمون پایه (وجود سازوکار مدون برای برنامه‌ریزی درسی و محتوای دروس؛ بازنگری منطبق با یافته‌های جدید علمی؛ تدارک فرصت‌هایی برای مهارت آموزش دانشجویان و حداقل‌های مورد قبول برای پرورش خلاقیت، نگرش و قدرت استدلال در دانشجویان)، دانشجویان با ۵ مضمون پایه (یادگیری

عوامل موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک شامل ۵ مضمون سازمان‌دهنده اساتید با ۷ مضمون پایه (آگاهی و دانش اساتید؛ ایجاد سازوکاری مدون جهت جذب، استخدام و بکارگماری اعضای هیأت علمی جدید و بازنشسته؛ اختیارات و آزادی‌های علمی اساتید؛ مشارکت اساتید در فعالیت‌ها؛ رضایت اعضای هیأت علمی از خدمات و تسهیلات موجود در دانشگاه؛ هم‌اندیشی و تبادل

مهارت‌ها، شایستگی‌های دانشجویان؛ توسعه تعاملات بین اساتید و دانشجویان؛ ارائه نظر و نقش دانشجویان درباره برنامه و فعالیت‌های گروه؛ افزایش تسهیلات خدماتی آموزشی و پژوهشی و روان‌شناختی به دانشجویان؛ رضایت دانشجویان از روش‌های مورد استفاده در خدماتی نظیر آموزش، خوابگاه و تخصیص بودجه‌ای برای توسعه فضای فیزیکی، امکانات و تجهیزات گروه، مدیریت با ۹ مضمون پایه (جذب اعضاء هیأت علمی جدید و کادر متخصص و مجرب؛ ایجاد سازوکاری مدون جهت افزایش مشارکت دانشجویان و اعضاء هیأت علمی با یکدیگر؛ ایجاد سازوکار مدون جهت برنامه‌ریزی و ارزیابی فعالیت‌های گروه؛ ایجاد سازوکاری مدون و مستند برای انتخاب و تغییر مدیر گروه؛ وجود سازوکاری مدون جهت ایجاد استقلال مالی گروه؛ وجود برنامه مدون جهت هزینه شدن بودجه گروه؛ افزایش

ارتباط با صنعت و عقد قراردادهای و پروژه‌های جدید و تخصیص بودجه‌ای برای توسعه فضای فیزیکی، امکانات و تجهیزات گروه) و صنعت با ۴ مضمون پایه (شناسایی نیازهای صنعتی و ارائه راه‌حل؛ ایجاد شراکت‌های پایدار و بلندمدت با صنایع و شرکت‌های مختلف؛ انعقاد قراردادهای دولتی و خصوص جهت ارائه خدمات برای مشاوره تحقیق و آموزش و تقویت تعاملات همکاری موثر بین دانشگاه و بخش‌های صنعتی کشور) شناسایی شد. بمنظور تعیین روابط علی (اثرگذاری و اثرپذیری) عوامل از اجماع دیدگاه و دانش تخصصی ۳۷ نفر از خبرگان و روش دیمتل استفاده شد.

در ادامه، برای تجمیع نظرات خبرگان برای تعیین رابطه ممکن بین هر دو عنصر A و B از قانون تصمیم‌گیری توافق جمعی میانگین امتیازات استفاده شد.

جدول ۲. ماتریس شدت روابط مستقیم برای عوامل اصلی

عوامل موثر بر کیفیت آموزش	استاد	مدیریت	صنعت	برنامه درسی	دانشجو
عوامل مرتبط با استاد	0.00	3.50	4.00	3.50	3.50
عوامل مرتبط با مدیریت	3.50	0.00	3.50	3.00	3.00
عوامل مرتبط با صنعت	3.50	4.00	0.00	3.50	4.00
عوامل مرتبط با برنامه درسی	3.00	3.00	3.00	0.00	4.00
عوامل مرتبط با دانشجو	4.00	3.00	3.00	4.00	0.00

هر ورودی از ماتریس X در «معکوس بیشترین مجموع سطری از آن ماتریس (λ) » ضرب شد تا «ماتریس M » بدست آید که نشان‌دهنده شدت اثر نسبی حاکم بر رابطه‌های مستقیم موجود در سیستم است.

$(M = \lambda * X)$
ماتریس S که نشان‌دهنده شدت اثر نسبی حاکم بر روابط مستقیم و غیرمستقیم است، تشکیل می‌شود.
 $S = M(I - M)^{-1}$

جدول ۳. ماتریس شدت اثر نسبی حاکم بر روابط مستقیم و غیرمستقیم برای عوامل اصلی

عوامل موثر بر کیفیت آموزش	استاد	مدیریت	صنعت	برنامه درسی	دانشجو
عوامل مرتبط با استاد	1.268	1.224	1.403	1.561	1.507
عوامل مرتبط با مدیریت	1.485	1.042	1.389	1.589	1.491
عوامل مرتبط با صنعت	1.280	1.035	1.027	1.359	1.294
عوامل مرتبط با برنامه درسی	1.184	0.975	1.125	1.102	1.208
عوامل مرتبط با دانشجو	1.138	0.915	1.036	1.266	0.995

در ماتریس S جمع سطری درایه‌ها (R) و جمع ستونی درایه‌ها (J) و مجموع $(R + J)$ و تفاضل $(R - J)$ محاسبه گردید. مقدار (R) برای هر عامل نشان‌دهنده میزان

تأثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم و مقدار (J) متناظر با آن نشان‌دهنده شده تأثیرپذیری عامل مذکور از سایر عوامل سیستم است. بنابراین، $(R + J)$ مشخص‌کننده

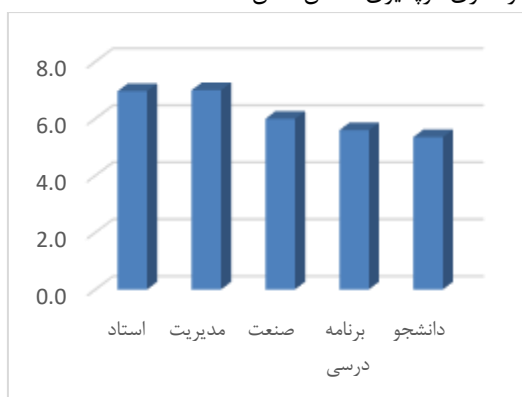
مقادیر (R) ، (J) ، $(R + J)$ و $(R - J)$ بدست آمده است.

مجموع تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عامل مورد نظر در سیستم می باشد. انجام محاسبات توسط نرم افزارهای اکسل و متلب

جدول ۴. مقادیر اثرپذیری (J) ، اثرگذاری (R) ، تعامل $(R + J)$ و اثرپذیری/اثرگذاری خالص $(R - J)$

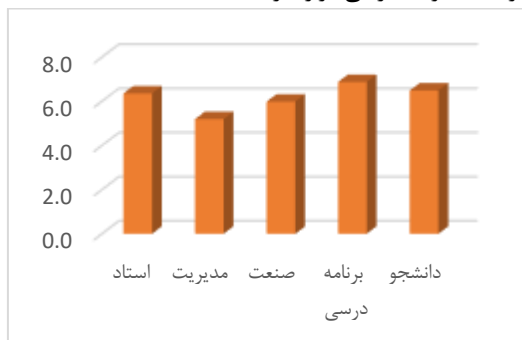
عوامل موثر بر کیفیت آموزش	اثرگذاری	اثرپذیری	تعامل	اثرگذاری/اثرپذیری خالص	وزن	وزن نرمال
	$\bar{D}$	$\bar{R}$	$\bar{D} + \bar{R}$	$\bar{D} - \bar{R}$	W_i	$\bar{W}_i$
عوامل مرتبط با استاد	6.96	6.35	13.32	0.61	13.33	0.215
عوامل مرتبط با مدیریت	7.00	5.19	12.19	1.80	12.32	0.199
عوامل مرتبط با صنعت	6.00	5.98	11.98	0.01	11.98	0.193
عوامل مرتبط با برنامه درسی	5.59	6.88	12.47	-1.28	12.54	0.202
عوامل مرتبط با دانشجو	5.35	6.49	11.84	-1.14	11.90	0.192

نسبت به یکدیگر، ترتیب اثرپذیری عوامل نسبت به یکدیگر، اولویت وزنی بر اساس تعامل و اولویت بر اساس شدت اثرگذاری/اثرپذیری خالص نشان داده شده است.



نمودار ۱. اثرگذاری عوامل نسبت به یکدیگر

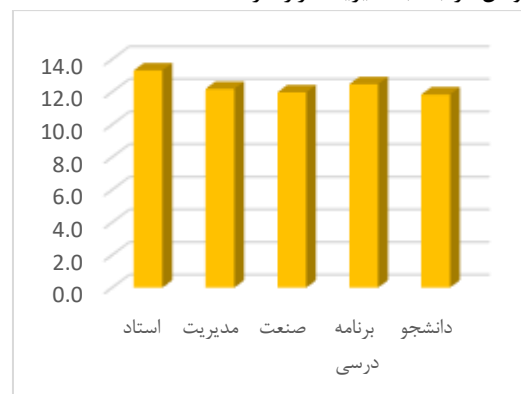
عوامل مرتبط با مدیریت دارای بیشترین اثرگذاری بر سایر عوامل هستند. سپس، به ترتیب، عوامل مرتبط با استاد، عوامل مرتبط با صنعت، عوامل مرتبط با دانشجو و عوامل مرتبط با برنامه درسی قرار دارند.



نمودار ۲. اثرپذیری عوامل نسبت به یکدیگر

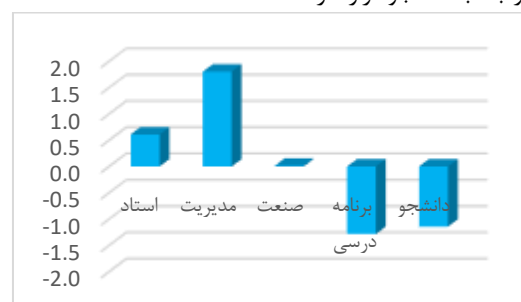
براین اساس، عوامل مرتبط با استاد دارای اثرگذاری $۶/۹۶$ و اثرپذیری $۶/۳۵$ و مقدار تعامل (مجموع اثرگذاری و اثرپذیری) $۱۳/۳۲$ بوده که بیشترین تعامل (اثرگذاری/اثرپذیری) را با سایر عوامل دارد و نشاندهنده آن است که این عامل بالاترین اهمیت را در بین سایر عوامل دارا می باشد، همچنین، با توجه به این که مقدار اثرگذاری آن از اثرپذیری بیشتر است بنابراین، این عامل یک اثرگذار خالص است. عوامل مرتبط با مدیریت دارای اثرگذاری $۷/۰۰$ و بالاترین اثرگذاری بر سایر عوامل بوده و مقدار اثرپذیری آن $۵/۱۹$ و مقدار تعامل (مجموع اثرگذاری و اثرپذیری) $۱۲/۱۹$ بوده و همچنین، با توجه به این که مقدار اثرگذاری آن از اثرپذیری بیشتر است بنابراین، این عامل یک اثرگذار خالص است. عوامل مرتبط با صنعت دارای اثرگذاری $۶/۰۰$ و اثرپذیری $۵/۹۸$ و مقدار تعامل (مجموع اثرگذاری و اثرپذیری) $۱۱/۹۸$ می باشد. همچنین، با توجه به این که مقدار اثرگذاری آن از اثرپذیری بیشتر است بنابراین، این عامل یک اثرگذار خالص است. عوامل مرتبط با برنامه درسی دارای اثرگذاری $۵/۵۹$ و اثرپذیری $۶/۸۸$ و مقدار تعامل (مجموع اثرگذاری و اثرپذیری) $۱۲/۴۷$ می باشد. همچنین، با توجه به این که مقدار اثرگذاری آن از اثرپذیری کمتر است بنابراین، این عامل یک اثرپذیر خالص است. عوامل مرتبط با دانشجو، دارای اثرگذاری $۵/۳۵$ و اثرپذیری $۶/۴۹$ و مقدار تعامل (مجموع اثرگذاری و اثرپذیری) $۱۱/۸۴$ می باشد. همچنین، با توجه به این که مقدار اثرگذاری آن از اثرپذیری کمتر است، بنابراین، این عامل یک اثرپذیر خالص است. در نمودارهای الف، ب، پ و ا ترتیب اثرگذاری عوامل

عوامل مرتبط با برنامه‌درسی دارای بیشترین اثرپذیری از سایر عوامل هستند. سپس، به ترتیب، عوامل مرتبط با دانشجو، عوامل مرتبط با استاد، عوامل مرتبط با صنعت و عوامل مرتبط با مدیریت قرار دارند.



نمودار ۳. مجموع اثرگذاری و اثرپذیری (تعامل) عوامل

عوامل مرتبط با استاد دارای بیشترین تعامل بر سایر عوامل هستند. سپس، به ترتیب، عوامل مرتبط با برنامه‌درسی، عوامل مرتبط با مدیریت، عوامل مرتبط با صنعت و عوامل مرتبط با دانشجو قرار دارند.



نمودار ۴. اثرگذاری/اثرپذیری خالص عوامل

همانطور که در نمودار بالا مشاهده می‌شود عوامل مرتبط با

جدول ۵. ماتریس روابط مستقیم و غیرمستقیم برای عوامل اصلی (NRM)

دانشجو	برنامه درسی	صنعت	مدیریت	استاد	
1	1	1	0	1	عوامل مرتبط با استاد
1	1	1	0	1	عوامل مرتبط با مدیریت
1	1	0	0	1	عوامل مرتبط با صنعت
0	0	0	0	0	عوامل مرتبط با برنامه‌درسی
0	1	0	0	0	عوامل مرتبط با دانشجو

استاد، عوامل مرتبط با مدیریت و عوامل مرتبط با صنعت اثرگذار خالص و عوامل مرتبط با دانشجو و عوامل مرتبط با برنامه‌درسی اثرپذیر خالص هستند. عبارتی، عوامل مرتبط با استاد، عوامل مرتبط با مدیریت و عوامل مرتبط با صنعت بیشتر از آنکه از بقیه عوامل اثرپذیرند بر سایر عوامل اثر می‌گذارند و از سوی دیگر، عوامل مرتبط با دانشجو و عوامل مرتبط با برنامه‌درسی بیشتر از آنکه بر سایر عوامل اثر بگذارند از آنها اثر می‌پذیرند.

درنهایت، با توجه به نتایج بدست آمده از اجرای گام‌های قبل، عوامل موثر بر کیفیت آموزش را می‌توان برحسب $(R + J)$ به شرح زیر رتبه‌بندی نمود که نشان‌دهنده اهمیت هر یک از آنها در کیفیت آموزش ژئومکانیک است:

رتبه اول: عوامل مرتبط با استاد؛ رتبه دوم: عوامل مرتبط با دانشجو؛ رتبه سوم: عوامل مرتبط با صنعت؛ رتبه چهارم: عوامل مرتبط با برنامه درسی؛ رتبه پنجم: عوامل مرتبط با مدیریت.

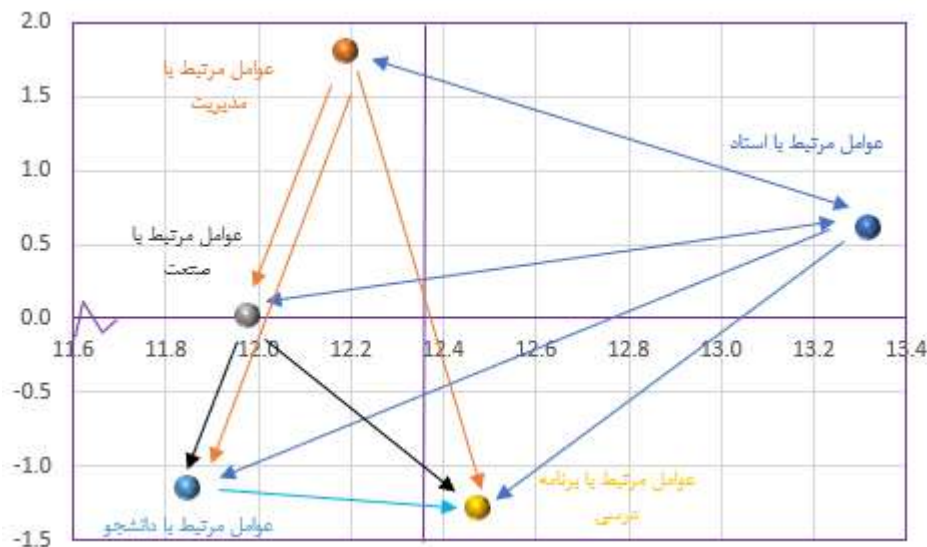
برای تعیین نقشه روابط شبکه^۷ (NRM) ، ارزش آستانه براساس میانگین مقادیر ماتریس ارتباط کامل محاسبه و برابر با $(1/236)$ شد. عناصری از ماتریس ارتباط کامل که کوچکتر از ارزش آستانه بودند، صفر شده و بقیه مقادیر به همان صورت حفظ شدند که در جدول ۵ نشان داده شده است و بر اساس ماتریس روابط مستقیم و غیرمستقیم برای عوامل اصلی، نقشه روابط شبکه^۸ (NRM) در نمودار ۴ رسم شده است.

⁸ Network Relationship Map

⁷ Network Relationship Map

و عوامل مرتبط با دانشجو اثرگذار است و از عوامل مرتبط با استاد و عوامل مرتبط با مدیریت اثر می‌پذیرد. عوامل مرتبط با برنامه‌درسی بر هیچ‌یک از عوامل دیگر تاثیر نمی‌گذارد و از عوامل مرتبط با استاد، عوامل مرتبط با مدیریت، عوامل مرتبط با صنعت و عوامل مرتبط با دانشجو اثر می‌پذیرد. عوامل مرتبط با دانشجو بر عوامل مرتبط با برنامه‌درسی اثر می‌گذارد و از عوامل مرتبط با استاد، عوامل مرتبط با مدیریت و عوامل مرتبط با صنعت تاثیر می‌پذیرد

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود عوامل مرتبط با استاد بر عوامل مرتبط با مدیریت، عوامل مرتبط با صنعت، عوامل مرتبط با برنامه‌درسی و عوامل مرتبط با دانشجو اثرگذار است و از عوامل مرتبط با صنعت و عوامل مرتبط با مدیریت تاثیر می‌پذیرد. عوامل مرتبط با مدیریت بر عوامل مرتبط با استاد، عوامل مرتبط با صنعت، عوامل مرتبط با برنامه‌درسی و عوامل مرتبط با دانشجو اثرگذار است و از هیچ‌یک از عوامل دیگر تاثیر نمی‌پذیرد. عوامل مرتبط با صنعت بر عوامل مرتبط با استاد، عوامل مرتبط با برنامه‌درسی



نمودار ۴. قشه اثرات ابعاد عوامل موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک

مهمترین عوامل مرتبط با کیفیت آموزش و یادگیری ژئومکانیک بشمار می‌رود. از این جهت، با بهبود عوامل مرتبط با استاد مشکل اصلی ارتقاء کیفیت آموزش و یادگیری ژئومکانیک حل شده و باید در برای برنامه‌ریزی در اولویت نخست قرار گیرد.

عوامل مرتبط با مدیریت و عوامل مرتبط با صنعت در ناحیه II قرار گرفته است. از این جهت:

عوامل مرتبط با مدیریت تعامل نسبتاً بالا داشته و با اینکه یک اثرگذار خالص است، با این حال، اثرگذاری نسبتاً کمی دارد. بنابراین، به عنوان یک عامل محرک^{۱۱} یا محرک

عوامل مرتبط با استاد در ناحیه I قرار گرفته است. از این جهت:

عوامل مرتبط با استاد دارای تعامل و اثرگذاری خالص بالایی بوده و اثرگذارترین عامل بر کیفیت آموزش و یادگیری ژئومکانیک محسوب می‌شود و بر عوامل مرتبط با مدیریت، عوامل مرتبط با برنامه‌درسی، عوامل مرتبط با دانشجویان و عوامل مرتبط با صنعت اثرگذار است و از عوامل مرتبط با صنعت و عوامل مرتبط با مدیریت بصورت مستقیم تاثیر می‌پذیرد و به عنوان یک عامل هسته‌ای^۹ یا کمک‌کنندگان/قانون‌گذاران درهم‌تنیده^{۱۰} محسوب شده و از

¹¹ Driving Factor

⁹ Core

¹⁰ Intertwined Givers

مستقل^{۱۲} شناخته شده است. از این جهت، می‌توان با بهبود عوامل مرتبط با مدیریت ارتقاء کیفیت آموزش و یادگیری ژئومکانیک را حل نمود و در برنامه‌ریزی باید در اولویت دوم بعد از عوامل مرتبط با استاد قرار گیرد. عوامل مرتبط با صنعت تعامل نسبتاً بالا داشته و با اینکه یک اثرگذار خالص است، با این حال، اثرگذاری نسبتاً کمی دارد. بنابراین، به عنوان یک عامل محرک^{۱۳} یا محرک مستقل^{۱۴} شناخته شده است. از این جهت، می‌توان با بهبود عوامل مرتبط با مدیریت ارتقاء کیفیت آموزش و یادگیری ژئومکانیک را حل نمود و در برنامه‌ریزی باید در اولویت دوم بعد از عوامل مرتبط با استاد قرار گیرد. عوامل مرتبط با دانشجو در ناحیه III قرار گرفته است. از این جهت:

عوامل مرتبط با دانشجو دارای تعامل پایینی بوده و اثرپذیر خالص است. یعنی بیشتر از اینکه بر سایر ابعاد تاثیرگذار باشد، از سایر ابعاد تاثیر می‌پذیرد و به عنوان یک گیرنده

مستقل^{۱۵} در بین عوامل مرتبط با ارتقاء کیفیت آموزش و یادگیری ژئومکانیک شناخته شده است. عوامل مرتبط با برنامه‌درسی در ناحیه IV قرار گرفته است. از این جهت:

عوامل مرتبط با برنامه‌درسی دارای تعامل بالا بوده و اثرپذیر خالص است و به نوعی اثرپذیرترین بعد در میان عوامل مرتبط با ارتقاء کیفیت آموزش و یادگیری ژئومکانیک محسوب می‌شود. از این جهت، به عنوان یک بعد اصلی^{۱۶} یا گیرنده درهم‌تنیده^{۱۷} شناخته شده است. بنابراین، مشکل اصلی ارتقاء ارتقاء کیفیت آموزش و یادگیری ژئومکانیک بوده و باید حل شود و برنامه‌ریزی باید منطبق بر توسعه عوامل مرتبط با برنامه‌درسی صورت گیرد.

در ادامه، اثرپذیری، اثرگذاری، تعامل و اثرپذیری/اثرگذاری خالص هر یک از زیرعامل‌های عوامل موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک با استفاده از روش دیمتل محاسبه شده و در جداول ۶ تا ۱۰ گزارش شد.

جدول ۶. مقادیر اثرپذیری (J)، اثرگذاری (R)، تعامل (R+J) و اثرپذیری/اثرگذاری خالص (R-J) عامل اساتید

اساتید	$\bar{D}$	$\bar{R}$	تعامل $\bar{D} + \bar{R}$	اثرگذاری/اثرپذیری خالص $\bar{D} - \bar{R}$	وزن W_i	وزن نرمال $\bar{W}_i$
آگاهی و دانش اساتید	7.41	9.28	16.69	-1.87	16.79	0.142
جذب، استخدام و بکارگماری اساتید	8.57	8.57	17.14	0.00	17.14	0.145
اختیارات و آزادی‌های علمی اساتید	8.62	8.58	17.20	0.03	17.20	0.145
مشارکت اساتید	8.59	8.92	17.51	-0.34	17.52	0.148
رضایت اساتید	9.31	7.82	17.13	1.49	17.20	0.145
هم‌اندیشی و تبادل اطلاعات	8.93	8.17	17.10	0.75	17.12	0.144
شرکت در کنفرانس‌ها و سمینارها	7.76	7.82	15.58	-0.06	15.58	0.131

براین اساس، در میان زیرعامل‌های مرتبط با استاد، رضایت اساتید با مقدار اثرگذاری ۹/۳۱ و هم‌اندیشی و تبادل اطلاعات با اثرگذاری ۸/۹۳ بیشترین اثرگذاری را بر سایر زیرعامل‌های مرتبط با اساتید داشته‌اند. سپس به ترتیب زیرعامل‌های اختیارات و آزادی‌های علمی اساتید؛ مشارکت اساتید؛ جذب، استخدام و بکارگماری اساتید؛ شرکت در کنفرانس‌ها و سمینارها و آگاهی و دانش اساتید قرار

گرفته‌اند. در میان زیرعامل‌های مرتبط با استاد، آگاهی و دانش اساتید با مقدار اثرپذیری ۹/۲۸ و مشارکت اساتید با مقدار اثرپذیری ۸/۹۲ بیشترین اثرپذیری را در میان سایر زیرعامل‌های مرتبط با استاد دارا می‌باشند. سپس به ترتیب زیرعامل‌های اختیارات و آزادی‌های علمی اساتید؛ جذب، استخدام و بکارگماری اساتید؛ هم‌اندیشی و تبادل اطلاعات؛ رضایت اساتید و شرکت در کنفرانس‌ها و سمینارها قرار

¹⁵ Autonomous Receivers

¹⁶ Main

¹⁷ Intertwined Receivers

¹² Autonomous Drivers

¹³ Driving Factor

¹⁴ Autonomous Drivers

گرفته‌اند. زیرعامل‌های مشارکت اساتید و اختیارات و آزادی‌های علمی اساتید دارای بالاترین تعامل (مجموع اثرگذاری و اثرپذیری) بوده‌اند که نشان می‌دهد در میان زیرعامل‌های مرتبط با اساتید این دو زیرعامل از بالاترین اهمیت در کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک برخوردارند. با توجه به مقدار اثرگذاری/اثرپذیری

خالص، زیرعامل‌های رضایت اساتید؛ هم‌اندیشی و تبادل اطلاعات؛ اختیارات و آزادی‌های علمی اساتید و جذب، استخدام و بکارگماری اساتید اثرگذار خالص و زیرعامل‌های شرکت در کنفرانس‌ها و سمینارها؛ مشارکت اساتید و آگاهی و دانش اساتید اثرپذیر خالص هستند.

جدول ۷. مقادیر اثرپذیری (J)، اثرگذاری (R)، تعامل (R+J) و اثرپذیری/اثرگذاری خالص (R-J) عامل برنامه درسی

وزن نرمال	وزن	اثرگذاری/اثرپذیری خالص	تعامل	اثرگذاری اثرپذیری	برنامه درسی
$\bar{W}_i$	W_i	$\bar{D} - \bar{R}$	$\bar{D} + \bar{R}$	$\bar{R}$ $\bar{D}$	
0.254	13.51	1.15	13.46	6.16 7.30	وجود سازوکاری مدون
0.244	12.97	0.64	12.95	6.16 6.80	ازنگری منطبق با یافته های علمی جدید
0.245	13.03	-1.79	12.91	7.35 5.56	مهارت آموزی
0.256	13.60	0.00	13.60	6.80 6.80	پرورش خلاقیت و قدرت استدلال

براین اساس، در میان زیرعامل‌های مرتبط با برنامه‌درسی وجود سازوکاری مدون با مقدار اثرگذاری ۷/۳۰ بیشترین اثرگذاری را بر سایر زیرعامل‌های مرتبط با برنامه‌درسی داشته است. سپس به‌ترتیب زیرعامل‌های یادگیری منطبق با یافته های علمی جدید؛ پرورش خلاقیت و قدرت استدلال و مهارت آموزی قرار گرفته‌اند. در میان زیرعامل‌های مرتبط با برنامه‌درسی مهارت آموزی با مقدار اثرپذیری ۷/۳۵ بیشترین اثرپذیری را در میان سایر زیرعامل‌های مرتبط با برنامه‌درسی دارا می‌باشد. سپس به‌ترتیب زیرعامل‌های پرورش خلاقیت و قدرت استدلال؛ وجود سازوکاری مدون و ازنگری منطبق با

یافته های علمی جدید قرار گرفته‌اند. زیرعامل پرورش خلاقیت و قدرت استدلال دارای بالاترین تعامل (مجموع اثرگذاری و اثرپذیری) بوده که نشان می‌دهد در میان زیرعامل‌های مرتبط با برنامه‌درسی از بالاترین اهمیت در کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک برخوردار است. با توجه به مقدار اثرگذاری/اثرپذیری خالص، زیرعامل‌های وجود سازوکاری مدون؛ ازنگری منطبق با یافته های علمی جدید و پرورش خلاقیت و قدرت استدلال اثرگذار خالص و زیرعامل مهارت‌آموزی اثرپذیر خالص هستند.

جدول ۸. مقادیر اثرپذیری (J)، اثرگذاری (R)، تعامل (R+J) و اثرپذیری/اثرگذاری خالص (R-J) عامل مدیریت

وزن نرمال	وزن	اثرگذاری/اثرپذیری خالص	تعامل	اثرگذاری اثرپذیری	مدیریت
$\bar{W}_i$	W_i	$\bar{D} - \bar{R}$	$\bar{D} + \bar{R}$	$\bar{R}$ $\bar{D}$	
0.110	26.24	2.36	26.13	11.88 14.25	تخصیص بودجه
0.102	24.27	-0.55	24.27	12.41 11.86	جذب اساتید جدید
0.117	27.89	-1.43	27.85	14.64 13.21	افزایش مشارکت دانشجویان و اساتید
0.109	25.99	-0.46	25.98	13.22 12.76	سازوکاری مدون جهت برنامه‌ریزی و ارزیابی فعالیت‌های گروه
0.113	26.93	0.59	26.93	13.17 13.76	انتخاب و تغییر مدیر گروه
0.104	24.79	0.83	24.78	11.97 12.81	استقلال مالی گروه
0.109	26.05	-0.43	26.05	13.24 12.81	برنامه مدون جهت بودجه بندی
0.120	28.70	-0.42	28.70	14.56 14.14	ارتباط با صنعت و عقد قراردادهای
0.117	27.91	-0.49	27.91	14.20 13.71	امکانات و تجهیزات

براین اساس، در میان زیرعامل‌های مرتبط با مدیریت تخصیص بودجه با مقدار اثرگذاری ۱۴/۲۵ بیشترین اثرگذاری را بر سایر زیرعامل‌های مرتبط با مدیریت داشته است. سپس به ترتیب زیرعامل‌های ارتباط با صنعت و عقد قراردادهای انتخاب و تغییر مدیر گروه و امکانات و تجهیزات قرار گرفته‌اند.

در میان زیرعامل‌های مرتبط با مدیریت، افزایش مشارکت دانشجویان و اساتید با مقدار اثرپذیری ۱۴/۶۴ بیشترین اثرپذیری را در میان سایر زیرعامل‌های مرتبط با مدیریت دارا می‌باشد. سپس به ترتیب زیرعامل‌های ارتباط با صنعت و عقد قراردادهای امکانات و تجهیزات و برنامه مدون جهت بودجه بندی قرار گرفته‌اند. زیرعامل ارتباط با صنعت و عقد

قراردادها دارای بالاترین تعامل (مجموع اثرگذاری و اثرپذیری) بوده که نشان می‌دهد در میان زیرعامل‌های مرتبط با مدیریت از بالاترین اهمیت در کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک برخوردار است. با توجه به مقدار اثرگذاری/اثرپذیری خالص، زیرعامل‌های تخصیص بودجه؛ استقلال مالی گروه و انتخاب و تغییر مدیر گروه اثرگذار خالص و زیرعامل‌های ارتباط با صنعت و عقد قراردادهای برنامه مدون جهت بودجه بندی؛ سازوکاری مدون جهت برنامه‌ریزی و ارزیابی فعالیت‌های گروه؛ امکانات و تجهیزات؛ جذب اساتید جدید و افزایش مشارکت دانشجویان و اساتید اثرپذیر خالص هستند.

جدول ۹. مقادیر اثرپذیری (J)، اثرگذاری (R)، تعامل (R+J) و اثرپذیری/اثرگذاری خالص (R-J) عامل صنعت

صنعت	اثرگذاری $\bar{D}$	اثرپذیری $\bar{R}$	تعامل $\bar{D} + \bar{R}$	اثرگذاری/اثرپذیری خالص $\bar{D} - \bar{R}$	وزن W_i	وزن نرمال $\bar{W}_i$
شناسایی نیازهای صنعت	10.40	11.22	21.62	-0.81	21.64	0.242
ایجاد شراکت‌های پایدار و بلند مدت	11.16	11.16	22.33	0.00	22.33	0.250
انعقاد قراردادهای	11.22	10.40	21.62	0.81	21.64	0.242
تقویت تعاملات	11.93	11.93	23.86	0.00	23.86	0.267

براین اساس، در میان زیرعامل‌های مرتبط با صنعت تقویت تعاملات با مقدار اثرگذاری ۱۱/۹۳ بیشترین اثرگذاری را بر سایر زیرعامل‌های مرتبط با صنعت داشته است. سپس به ترتیب زیرعامل‌های انعقاد قراردادهای؛ ایجاد شراکت‌های پایدار و بلند مدت و شناسایی نیازهای صنعت قرار گرفته‌اند. در میان زیرعامل‌های مرتبط با صنعت، تقویت تعاملات با مقدار اثرپذیری ۱۱/۹۳ بیشترین اثرپذیری را در میان سایر زیرعامل‌های مرتبط با مدیریت دارا می‌باشد. سپس به ترتیب زیرعامل‌های شناسایی نیازهای صنعت؛ ایجاد شراکت‌های

پایدار و بلند مدت و انعقاد قراردادهای قرار گرفته‌اند. زیرعامل تقویت تعاملات دارای بالاترین تعامل (مجموع اثرگذاری و اثرپذیری) بوده که نشان می‌دهد در میان زیرعامل‌های مرتبط با صنعت از بالاترین اهمیت در کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک برخوردار است. با توجه به مقدار اثرگذاری/اثرپذیری خالص، زیرعامل‌های انعقاد قراردادهای؛ تقویت تعاملات و ایجاد شراکت‌های پایدار و بلند مدت اثرگذار خالص و زیرعامل شناسایی نیازهای صنعت اثرپذیر خالص هستند.

جدول ۱۰. مقادیر اثرپذیری (J)، اثرگذاری (R)، تعامل (R+J) و اثرپذیری/اثرگذاری خالص (R-J) عامل دانشجویان

دانشجویان	اثرگذاری $\bar{D}$	اثرپذیری $\bar{R}$	تعامل $\bar{D} + \bar{R}$	اثرگذاری/اثرپذیری خالص $\bar{D} - \bar{R}$	وزن W_i	وزن نرمال $\bar{W}_i$
یادگیری مهارت‌ها و شایستگی‌های دانشجویان	16.78	15.79	32.57	0.99	32.58	0.204
توسعه تعاملات بین اساتید و دانشجویان	15.73	16.78	32.51	-1.05	32.52	0.203
نقش دانشجویان در فعالیت‌های فوق برنامه	15.73	13.81	29.54	1.92	29.61	0.185
افزایش تسهیلات و ارائه خدمات	14.80	17.71	32.51	-2.90	32.64	0.204
رضایت دانشجویان	16.83	15.79	32.62	1.04	32.64	0.204

براین اساس، در میان زیرعامل‌های مرتبط با دانشجویان رضایت دانشجویان با مقدار اثرگذاری ۱۶/۸۳ بیشترین اثرگذاری را بر سایر زیرعامل‌های مرتبط با دانشجویان داشته است. سپس به ترتیب زیرعامل‌های یادگیری مهارت‌ها و شایستگی‌های دانشجویان؛ توسعه تعاملات بین اساتید و دانشجویان؛ نقش دانشجویان در فعالیت‌های فوق برنامه و افزایش تسهیلات و ارائه خدمات قرار گرفته‌اند. در میان زیرعامل‌های مرتبط با دانشجویان، افزایش تسهیلات و ارائه خدمات مقدار اثرپذیری ۱۷/۷۱ بیشترین اثرپذیری را در میان سایر زیرعامل‌های مرتبط با دانشجویان دارا می‌باشد. سپس به ترتیب زیرعامل‌های توسعه تعاملات بین اساتید و دانشجویان؛ رضایت دانشجویان؛ یادگیری مهارت‌ها و

شایستگی‌های دانشجویان و نقش دانشجویان در فعالیت‌های فوق برنامه قرار گرفته‌اند. زیرعامل رضایت دانشجویان دارای بالاترین تعامل (مجموع اثرگذاری و اثرپذیری) بوده که نشان می‌دهد در میان زیرعامل‌های مرتبط با دانشجویان از بالاترین اهمیت در کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک برخوردار است. با توجه به مقدار اثرگذاری/اثرپذیری خالص، زیرعامل‌های نقش دانشجویان در فعالیت‌های فوق برنامه؛ رضایت دانشجویان و یادگیری مهارت‌ها و شایستگی‌های دانشجویان اثرگذار خالص و زیرعامل‌های توسعه تعاملات بین اساتید و دانشجویان و افزایش تسهیلات و ارائه خدمات اثرپذیر خالص هستند.

جدول ۱۲. وزن و وزن نهایی زیرعامل‌های موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئومکانیک

مضمون‌های سازمان‌دهنده	مضمون‌های پایه	وزن در گروه	وزن نهایی
اساتید (۰.۲۱۵)	آگاهی و دانش اساتید	۰.۱۴۲	۰.۰۳۰
	ایجاد سازوکاری مدون جهت جذب، استخدام اعضای هیأت علمی جدید	۰.۱۴۵	۰.۰۳۱
	اختیارات و آزادی‌های علمی اساتید	۰.۱۴۵	۰.۰۳۱
	مشارکت اساتید در فعالیت‌ها	۰.۱۴۸	۰.۰۳۲
	رضایت اعضای هیأت علمی از خدمات و تسهیلات موجود در دانشگاه	۰.۱۴۵	۰.۰۳۱
برنامه درسی (۰.۲۰۲)	هم‌اندیشی و تبادل اطلاعات اساتید با یکدیگر	۰.۱۴۴	۰.۰۳۱
	شرکت اعضای در کنفرانس‌ها و سمینارهای تخصصی	۰.۱۳۱	۰.۰۲۸
	وجود سازوکار مدون برای برنامه‌ریزی درسی و محتوای دروس	۰.۲۵۴	۰.۰۵۱
	بازنگری منطبق با یافته‌های جدید علمی	۰.۲۴۴	۰.۰۴۹
	تدارک فرصت‌هایی برای مهارت آموزش دانشجویان	۰.۲۴۵	۰.۰۵۰
دانشجویان (۰.۱۹۲)	حداقل‌های مورد قبول برای پرورش خلاقیت و قدرت استدلال در دانشجویان	۰.۲۵۶	۰.۰۵۲
	یادگیری مهارت‌ها، شایستگی‌های دانشجویان	۰.۲۰۴	۰.۰۳۹
	توسعه تعاملات بین اساتید و دانشجویان	۰.۲۰۳	۰.۰۳۹
	ارائه نظر و نقش دانشجویان درباره برنامه و فعالیت‌های گروه	۰.۱۸۵	۰.۰۳۶
	افزایش تسهیلات خدماتی آموزشی و پژوهشی و روان‌شناختی به دانشجویان	۰.۲۰۴	۰.۰۳۹
مدیریت (۰.۱۹۹)	رضایت دانشجویان از روش‌های مورد استفاده در خدماتی نظیر آموزش، خوابگاه	۰.۲۰۴	۰.۰۳۹
	تخصیص بودجه‌ای برای توسعه فضای فیزیکی، امکانات و تجهیزات گروه	۰.۱۱۰	۰.۰۲۲
	جذب اعضای هیأت علمی جدید و کادر متخصص و مجرب	۰.۱۰۲	۰.۰۲۰
	ایجاد سازوکاری مدون جهت افزایش مشارکت دانشجویان و هیأت علمی با یکدیگر	۰.۱۱۷	۰.۰۲۳
	ایجاد سازوکار مدون جهت برنامه‌ریزی و ارزیابی فعالیت‌های گروه	۰.۱۰۹	۰.۰۲۲
صنعت (۰.۱۹۳)	ایجاد سازوکاری مدون و مستند برای انتخاب و تغییر مدیر گروه	۰.۱۱۳	۰.۰۲۲
	وجود سازوکاری مدون جهت ایجاد استقلال مالی گروه	۰.۱۰۴	۰.۰۲۱
	وجود برنامه مدون جهت هزینه شدن بودجه گروه	۰.۱۰۹	۰.۰۲۲
	افزایش ارتباط با صنعت و عقد قراردادهای پروژه‌های جدید	۰.۱۲۰	۰.۰۲۴
	تخصیص بودجه‌ای برای توسعه فضای فیزیکی، امکانات و تجهیزات گروه	۰.۱۱۷	۰.۰۲۳
	شناسایی نیازهای صنعتی و ارائه راه‌حل	۰.۲۴۲	۰.۰۴۷
	ایجاد شراکت‌های پایدار و بلندمدت با صنایع و شرکت‌های مختلف	۰.۲۵۰	۰.۰۴۸
	انعقاد قراردادهای دولتی و خصوصی برای ارائه خدمات مشاوره تحقیق و آموزش	۰.۲۴۲	۰.۰۴۷
	تقویت تعاملات همکاری موثر بین دانشگاه و بخش‌های صنعتی کشور	۰.۲۶۷	۰.۰۵۱

بنابراین، زیرعامل‌های حداقل‌های مورد قبول برای پرورش خلاقیت، نگرش و قدرت استدلال در دانشجویان؛ تقویت تعاملات همکاری موثر بین دانشگاه و بخش‌های صنعتی کشور؛ وجود سازوکار مدون برای برنامه‌ریزی درسی و محتوای دروس؛ تدارک فرصت‌هایی برای مهارت آموزش دانشجویان؛ بازنگری منطبق با یافته‌های جدید علمی؛ ایجاد شراکت‌های پایدار و بلندمدت با صنایع و شرکت‌های مختلف شناسایی نیازهای صنعتی و ارائه راه‌حل؛ انعقاد قراردادهای دولتی و خصوصاً جهت ارائه خدمات برای مشاوره تحقیق و آموزش به ترتیب، بالاترین وزن را در میان زیرعامل‌های موثر بر کیفیت آموزش و یادگیری دانشجویان مهندسی ژئوانرژی را داشته‌اند.

۵. نتیجه‌گیری

ژئومکانیک دانشی میان رشته‌ای، مکانیک سنگ، زمین‌شناسی ساختاری، مهندسی عمران، ژئوفیزیک و مهندسی نفت است. ژئومکانیک که شامل همه پدیده‌های ترموهیدرومکانیکی است در هر عملیاتی که در بهره‌برداری از هیدروکربن‌ها انجام می‌شود. از ابتدا بوسیله برنامه‌ریزی چاه پیش از حفاری و در ادامه، بوسیله پشتیبانی از پایداری چاه و مدیریت تولید شن و ماسه در حین حفاری سرانجام، تا زمانی که چاه‌ها رها می‌شوند، نقش اساسی ایفا می‌کند. «کیفیت، مقایسه‌ای بین انتظارات و عملکرد» است. عوامل پیش نیاز برای کیفیت آموزش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و باید مدیریت آینده‌نگر توسط مراکز دانشگاهی مورد بررسی قرار گیرد. برای بهبود کیفیت آموزشی به کشف متغیرهای مرتبط با استادان، دانشجویان، برنامه درسی و مدیریت همه جانبه آنها نیاز است.

رشته مهندسی ژئومکانیک نفت به شناسایی، استخراج و بهره‌برداری بهینه از منابع نفت و گاز می‌پردازد. دانشجویان این رشته با مباحثی مانند زمین‌شناسی نفت، حفاری، مهندسی مخزن و روش‌های تولید آشنا می‌شوند. فارغ‌التحصیلان این رشته می‌توانند در بالادست صنعت نفت و گاز و پروژه‌های حفاری و اکتشاف و تولید فعالیت کنند. هدف ژئومکانیک شناسایی مشکلات پیش آمده در حین اکتشاف یا استخراج از مخازن نفت و گاز، که به مسائل ژئومکانیکی معروف است، می‌باشد. علم ژئومکانیک به بررسی

و تحلیل رفتار زمین در برابر تنش‌ها می‌پردازد و برای حل بسیاری از مشکلات فیزیکی و مکانیکی حاصل از تأثیر متقابل جنس زمین با تنش‌های مختلف است. مطالعات ژئومکانیک بعنوان حلقه مهم و در حال حاضر مفقود در بخش بالادست صنعت نفت، از لحاظ کاهش هزینه و زمان و افزایش بازده از آغاز فرایند اکتشاف تا توسعه و تولید و در نهایت ترک مخزن جایگاه ویژه‌ای دارد که باید مورد توجه خاص قرار گیرد. رشته ژئومکانیک به شناخت استرس‌های موجود در زمین تمرکز دارد تا با تشخیص‌سازی این استرس‌ها، ریسک موجود در اکتشاف و تولید نفت و گاز را تا حد قابل قبولی کاهش داده و عمر بهینه میدان را افزایش دهند.

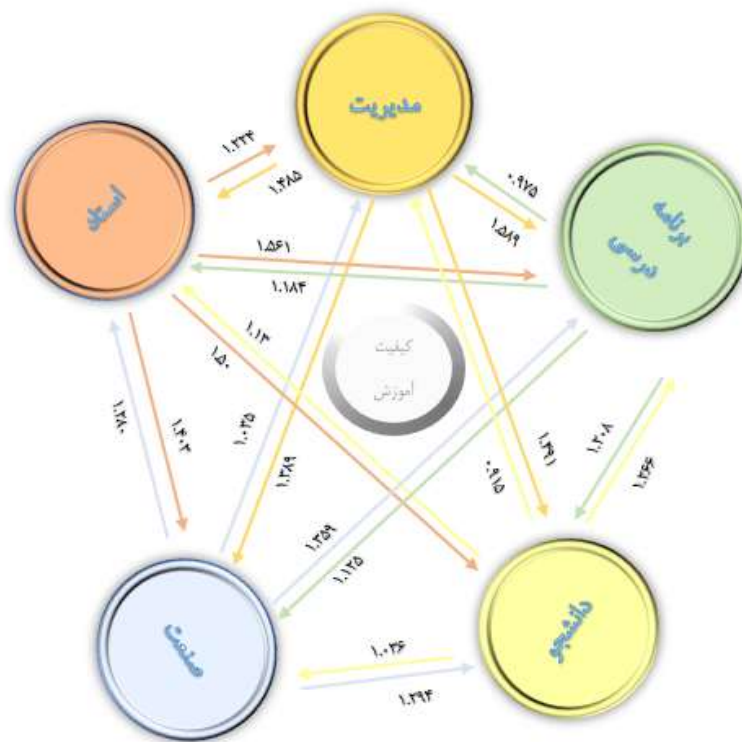
در سال‌های اخیر مشخص شده که ژئومکانیک نفت یکی از بهترین راه‌حل‌ها برای مشکل عملیاتی ساختار زمین‌شناسی چاه‌های نفت و گاز است که بیش از ۲۰ سال است در شرکت‌های اکتشاف و تولید نفت و گاز در دنیا از این دانش فنی استفاده می‌شود. با این حال، در شرکت‌های ملی نفت و گاز ایران جایگاه این رشته تخصصی مشخص نشده است. هم‌چنان که طی سال‌های اخیر استفاده از علم ژئومکانیک نفت. با اینکه در شرکت‌های اکتشاف و تولید نفت و گاز دنیا مشخص شده که استفاده از رشته ژئومکانیک نفت مثل شکاف هیدرولیکی در سطح جهان می‌تواند بسیاری از مشکلات مرتبط با استخراج و بازیافت نفت و گاز را در میداین بر طرف سازد و موجب ازدیاد برداشت در مخازن متعارف و غیرمتعارف شود و هم‌چنین، بکارگیری علم و فناوری مرتبط با ژئومکانیک می‌تواند هزینه‌های عملیاتی و زمان انجام تولید را کاهش و بهره‌وری را افزایش دهد، با این حال، آموزش در این زمینه نیاز به سرمایه‌گذاری و توجه بیشتری دارد و استفاده از فناوری‌های مرتبط مانند تجهیزات و امکانات تخصصی در صنعت نفت و گاز باید مورد توجه قرار گیرد.

در این مطالعه متغیرهای پنجگانه کیفیت آموزش؛ یعنی استادان، مدیریت، دانشجویان، صنعت و برنامه‌درسی شناسایی شدند. پیرامون متغیر استادان، مطالعه همسو با [۵] است مبنی بر اینکه هرچه اساتید از آگاهی و اختیارات بیشتری برخوردار باشند، کیفیت آموزش بیشتر خواهد بود. خصوصیات شخصیتی یادگیرندگان و تمایل دانشجویان به پذیرش مسئولیت یادگیری، تمایل دانشجویان به

اشتراک‌گذاری دانش با سایرین و علاقه دانشجویان به رشته مورد نظر در یادگیری و ارتقای کیفیت نقش دارند که همسو با [۴] است.

درباره متغیر برنامه درسی، مطالعه [۷] نشان داد ارائه خدمات آموزشی مطابق با خصوصیات یادگیرندگان در یادگیری و کیفیت آموزشی نقش مهمی ایفاء می‌کند. درواقع، تهیه امکانات آموزشی و تدوین برنامه‌های درسی باتوجه به رشته‌ها

و علوم نوین و منطبق با یافته‌های علمی جدید اشاره می‌نماید. همانطور که [۲۲] نیز بیان کرده‌اند، برنامه درسی باید حداقل‌های مورد قبول برای پرورش خلاقیت و قدرت استدلال دانشجویان و ارتقای توانایی آنها برای ارتباط با صنعت و نوآوری‌های صنعت را برآورده سازد و این ویژگی، تلویحاتی به ضرورت انطباق برنامه‌های درسی با توسعه علوم و همچنین، تغییر ساختار صنعت اشاره دارد.



شکل ۱. مدل نهایی پژوهش

در مدل آینده‌نگر برای بهبود کیفیت آموزشی و تجربه دانشجویی در آموزش فرا ملی با توجه به چارچوب کیفیت خدمات، نشان می‌دهد که مراکز آموزش عالی باید هدف خود را روی برآوردن انتظارات دانشجویان در زمینه کیفیت خدمات در آغاز فرایند آموزشی در مقاطع مختلف و ارائه برنامه‌ها، متمرکز نمایند. این نتایج با پژوهش‌های [۳، ۸، ۱۴] همراستا است.

فرآیند یاددهی-یادگیری را می‌توان بعنوان محیطی بیان کرد

که در آن استادان به دانشجویان تعلیم می‌دهند که «آنچه» باید بیاموزند و «چرا» آنها باید یاد بگیرند (با پیوند دادن واحدهای درسی / موضوعات / نتایج درسی به الزامات صنعت / مکانیابی). با برنامه‌ریزی و سپس استادان می‌توانند تعیین کنند «چگونه» مواد آموزشی می‌تواند توسط آموزش‌های مختلف ارائه شود. استاد می‌تواند دریابد که دانشجویان «چه زمانی» (با ارزیابی دوره) به یادگیری رسیده‌اند یا خیر؟ این نتایج با پژوهش‌های [۷، ۹، ۱۴] همراستا بوده و نتایج

پژوهش ایشان را تکمیل می کند.

اگرچه جامعه هدف این پژوهش، دانشجویان مهندسی ژئومکانیک نفت بوده است، یافته‌های آن از نظر مؤلفه‌های مؤثر بر کیفیت آموزش و یادگیری، قابلیت استفاده در آموزش دانشجویان ژئوانرژی را نیز دارد. ژئوانرژی، به عنوان حوزه‌ای میان‌رشته‌ای، به پیوند دانش‌های زمین‌شناسی، مهندسی، علوم انرژی، ژئومکانیک و مدیریت منابع نیازمند است. از این رو، عواملی مانند به‌روزر بودن و انعطاف‌پذیری برنامه درسی، فراهم کردن فرصت‌های مهارت‌آموزی، پرورش خلاقیت و قدرت استدلال، توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای و تقویت ارتباط میان استاد و دانشجو، می‌توانند در ارتقای کیفیت یادگیری دانشجویان این حوزه نیز نقش مهمی ایفا کنند. به‌ویژه با توجه به تحولات سریع در زمینه انرژی‌های زمین‌گرمایی، ذخیره‌سازی زیرزمینی کربن، هیدروژن و سایر فناوری‌های نوین انرژی، برنامه‌های آموزشی ژئوانرژی باید به‌صورت مستمر بر اساس یافته‌های علمی جدید و نیازهای در حال تغییر صنعت بازنگری شوند.

همچنین نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بهبود آموزش در حوزه‌های مرتبط با علوم زمین و انرژی، صرفاً از طریق تغییر محتوای دروس حاصل نمی‌شود، بلکه نیازمند توجه هم‌زمان به کیفیت و توانمندی استادان، مدیریت آموزشی، مشارکت دانشجویان، تأمین زیرساخت‌ها و تجهیزات، و ایجاد همکاری پایدار میان دانشگاه و صنعت است. بنابراین، در آموزش ژئوانرژی نیز می‌توان از الگوی پیشنهادی این پژوهش برای طراحی دوره‌های میان‌رشته‌ای، تعریف پروژه‌های واقعی و مسئله‌محور، شناسایی نیازهای بخش انرژی و توسعه تعاملات آموزشی و پژوهشی با صنایع استفاده کرد. با این حال، بررسی میزان و نحوه تأثیرگذاری این عوامل بر یادگیری دانشجویان ژئوانرژی، مستلزم انجام پژوهش‌های مستقل و مطالعات تجربی در جامعه هدف این رشته است.

این پژوهش در راستای رشته‌های ژئومکانیک و ژئوانرژی صورت پذیرفته، لذا نسبت به تعمیم نتایج به سایر رشته‌ها محدودیت وجود دارد. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌هایی در ارتباط با این موضوع در سایر رشته‌ها نیز انجام گیرد و نتایج با نتایج پژوهش حاضر مقایسه شود.

۶. سپاس‌گزاری

بدینوسیله نویسندگان، از انجمن ژئومکانیک نفت و گروه مهندسی ژئومکانیک نفت دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی (بویژه جناب آقای دکتر حسن قاسم‌زاده) که صمیمانه در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

۷. مراجع

- [1] Scheerens, J., & Blomeke, S. (2016). Integrating teacher education effectiveness € research into educational effectiveness models. *Educational Research Review*, 18(2), 70e87. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.03.002>
- [2] Nithyanandam, G. K. (2020). A framework to improve the quality of teaching-learning process-A case study. *Procedia computer science*, 172, 92-97. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.013>
- [3] Seehawer, M., & Breidlid, A. (2021). Dialogue between epistemologies as quality education. Integrating knowledges in Sub-Saharan African classrooms to foster sustainability learning and contextually relevant education. *Social Sciences & Humanities Open*, 4(1), 100200. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2021.100200>
- [4] Jaekel, A. K., Fütterer, T., & Göllner, R. (2023). Teaching characteristics in distance education—associations with teaching quality and students' learning experiences. *Teaching and Teacher Education*, 132, 104174. [10.1016/j.tate.2023.104174](https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104174)
- [5] Sallis, E. (2014). Total quality management in education. Routledge. <https://books.google.com>.
- [6] Gao, Y. (2025). Deep learning-based strategies for evaluating and enhancing university teaching quality. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100362. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100362>.
- [7] Christ, A. A., Capon-Sieber, V., Grob, U., & Praetorius, A. K. (2022). Learning processes and their mediating role between teaching quality and student achievement: A systematic review. *Studies in Educational Evaluation*, 75, 101209. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101209>.
- [8] Dewi, A. T. A., Hikmah, U., Kusumawati, I., Rahman, M. A., & Manshur, U. (2026). Madrasah vision management strategy in realizing superior educational quality. *EDUCARE: Jurnal Ilmu*

- [17] Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications. <https://doi.org/10.1177/1524839915580941>.
- [18] Attride-Stirling, J. (2001). Thematic networks: an analytic tool for qualitative research. *Qualitative research*, 1(3), 385-405. <https://doi.org/10.1177/146879410100100307>.
- [19] Brooks, J., Horrocks, C., & King, N. (2018). Interviews in qualitative research. *Interviews in qualitative research*, 1-360. <https://doi.org/10.4135/9781036234881>.
- [20] Anderson, R. (2007). Thematic content analysis (TCA). Descriptive presentation of qualitative data, 3, 1-4. <http://www.wellknowingconsulting.org/publications/pdfs/ThematicContentAnalysis.pdf>.
- [21] Thakkar, J. J. (2021). *Multi-criteria decision making* (Vol. 336, pp. 1-365). Singapore: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-33-4745-8>.
- [۲۲] بهی فرمیریم، رضوی، محمد رضا و جعفری، پریوش. (۱۴۰۵). ارائه مدل آموزش فنی و مهندسی مبتنی بر فناوری برای ارتقای شایستگی های حرفه ای شرکت های خدمات دهنده نفت و گاز. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۲۸(۱۰۹)، ۱۲۹-۱۵۲.
- Pendidikan, 5(1), 1-15. <https://doi.org/10.71392/ejip.v5i1.122>.
- [9] Nie, Y., & Vorawattanachai, P. (2026). Competitive intelligence as a strategic capability: evidence from higher vocational education administration. *Journal of Sustainable Competitive Intelligence*, 16(07), e0646. <https://doi.org/10.37497/eagleSustainable.v16i.646>
- [10] Neupane, S. M., Pandit, B., Acharya, P. B., & Bhattarai, P. C. (2026). Developing the assessment tool for tvet institutional accreditation: a modified delphi method. *Frontiers in Education*, 11(07), . <https://doi.org/10.3389/educ.2026.1810509>
- [11] Starr, S. R., Kautz, J. M., Sorita, A., Thompson, K. M., Reed, D. A., Porter, B. L., ... & Elraiyah, T. A. (2016). Quality improvement education for health professionals: a systematic review. *American Journal of Medical Quality*, 31(3), 209-216. <https://doi.org/10.1177/106286061456644>.
- [12] Scales Jr, C. D., Moin, T., Fink, A., Berry, S. H., Afsar-Manesh, N., Mangione, C. M., & Kerfoot, B. P. (2016). A randomized, controlled trial of team-based competition to increase learner participation in quality-improvement education. *International Journal for Quality in Health Care*, 28(2), 227-232. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzw008>.
- [13] Sahney, S., Banwet, D. K., & Karunes, S. (2006). An integrated framework for quality in education: Application of quality function deployment, interpretive structural modelling and path analysis. *Total Quality Management & Business Excellence*, 17(2), 265-285. <https://doi.org/10.1080/14783360500450376>.
- [14] Soltani, Nahid, JAFARI, PARIVASH, BAGHERI, MEHDI, & Ghorchian, Nader Gholi. (2022). A Model of Satisfaction Promotion for Students of Hormozgan University of Medical Sciences in Iran. *HORMOZGAN MEDICAL JOURNAL*, 26(1), 42-49. SID. <https://sid.ir/paper/1006949/en>
- [15] Hopkins, D. (2015). Improving the quality of education for all: A handbook of staff development activities. Routledge. <https://books.google.com>.
- [16] Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications. 1506386695, 9781506386690