



Applying the Fuzzy Delphi Method to Identify the Factors Influencing the Enhancement of Critical Thinking Quality in Academic and Professional Settings: A Mixed-Methods Study

Zahra Akbari Pordanjani ¹ , Akram Hosseini ² , Keyvan Salehi ³ ,
Mohammad Javadipour ⁴

1. MSc in Engineering Education, Faculty of Engineering Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran (E-mail: zahra.akbari.7193@ut.ac.ir)
2. Associate professor, Department of Engineering Science, Faculty of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran (E-mail: Hosseini@ut.ac.ir)
3. Corresponding Author, Associate professor, Department of Research and Assessment, Faculty of Psychology and Education, University of Tehran, Tehran, Iran (E-mail: keyvansalehi@ut.ac.ir)
4. Associate Professor, Department of Methods, Curriculum and Educational Planning, Faculty of Psychology and Education, University of Tehran, Tehran, Iran (E-mail: javadipour@ut.ac.ir)

Article Info

Article type:

Research Article

Article History:

Received: 16 July 2025

Revised: 19 February 2026

Accepted: 26 June 2026

Published: 22 September 2026

Keywords:

critical thinking, engineering curriculum elements, engineering professional environments, Fuzzy Delphi method, mixed-methods research

ABSTRACT

Objective: In today's complex engineering landscape, critical thinking is a strategic competency that enables students and graduates to analyze complex problems, make informed decisions, and develop innovative solutions. Despite its growing importance in higher education, particularly in engineering, the curricular components that effectively foster this competency remain insufficiently explored. This study aimed to develop a comprehensive framework of key factors influencing the development of critical thinking in universities and professional organizations.

Method: A mixed-methods approach based on the fuzzy Delphi technique was employed. Data were collected from 20 engineering experts selected through non-probability snowball sampling. The Delphi process was conducted in two rounds to achieve expert consensus and establish content validity. A mean difference of less than 0.2 between the two rounds indicated a high level of agreement among participants.

Results: The findings identified 16 key factors across four major domains: Educational Process, including interactive teaching methods, instructional content quality, and technology utilization; Academic Organizational Support, comprising faculty support, specialized training, and interdisciplinary interaction; Experiential Contexts, including group activities, practical projects, and exposure to complex problems; and Individual Environmental Factors, such as student motivation, organizational culture, and academic pressures.

Conclusions: The findings demonstrate a strong interrelationship between curricular elements and critical thinking development among engineering students. The proposed framework provides a practical roadmap for redesigning engineering education to cultivate analytical, creative, and responsible graduates. The study further highlights that shifting from rote memorization to a learner-centered educational ecosystem focused on critical thinking is achievable through deliberate curricular and instructional design.

Cite this article: Akbari Pordanjani, Z., Hosseini, A., Salehi, K., & Javadipour, M. (2026). Applying the Fuzzy Delphi Method to Identify the Factors Influencing the Enhancement of Critical Thinking Quality in Academic and Professional Settings: A Mixed-Methods Study. *Journal of Learner Based Curriculum and Instruction*, 5(2), 60-95. DOI: 10.22034/lbcij.2026.68147.1292



Extended Abstract

Introduction

Critical thinking is widely recognized as an essential competency for success in the twenty-first century. Rapid technological change, global interconnectedness, and increasingly complex societal challenges require individuals to analyze information, evaluate alternative perspectives, make evidence-based decisions, and generate innovative solutions. This competency is particularly important in engineering, where professionals must interpret ambiguous data, anticipate risks, address ethical issues, and respond creatively to complex and evolving problems. The growing emphasis on digital transformation, sustainability, and interdisciplinary collaboration has further increased the demand for engineers who can move beyond procedural knowledge and demonstrate adaptive reasoning.

Higher education systems increasingly emphasize critical thinking as a core learning outcome. International organizations and engineering accreditation bodies highlight higher-order thinking, analytical reasoning, problem-solving, and ethical judgment as essential graduate competencies. However, despite this recognition, the specific curricular and contextual factors that effectively foster critical thinking in engineering education remain insufficiently explored. Many engineering programs continue to rely heavily on lecture-based instruction and memorization. Although these approaches can effectively transmit foundational knowledge, they may not adequately promote analytical reasoning, reflective judgment, or intellectual independence.

Therefore, understanding how curriculum design, instructional strategies, institutional support, experiential learning, and environmental factors interact to develop critical thinking is strategically important. This study aimed to develop a comprehensive framework identifying the key factors influencing critical thinking among engineering students in universities and professional organizations.

Methods

A mixed-methods design was employed, combining qualitative exploration with quantitative consensus measurement. The study used the fuzzy Delphi technique, an advanced form of the Delphi method that incorporates fuzzy logic to address ambiguity and uncertainty in expert judgments. This approach is appropriate for complex educational constructs in which the boundaries among influencing factors may not be clearly defined.

A panel of 20 engineering experts was selected through non-probability snowball sampling. Participants included university faculty members, curriculum specialists, educational policymakers, and industry professionals with substantial experience in engineering education and training. Their diverse academic and professional backgrounds provided multiple perspectives for the consensus-building process.

The Delphi process consisted of two iterative rounds. In the first round, experts evaluated a preliminary list of factors derived from the literature and exploratory investigations. They rated the importance of each factor using linguistic scales converted into fuzzy numerical values and could propose additional factors. In the second round, aggregated results were anonymously presented to participants, who reconsidered their initial assessments based on the group feedback. Consensus was evaluated by comparing the mean differences between the two rounds. A difference of less than 0.2 indicated a high level of agreement and supported the stability and content validity of the identified factors.

Results

The findings identified 16 key factors organized into four major domains: Educational Process, Academic-Organizational Support, Experiential Contexts, and Individual-Environmental Factors.

The Educational Process domain included interactive teaching methods, quality of instructional content, and technology utilization. Problem-based learning, case-based instruction, Socratic dialogue, and collaborative discussion encourage students to question assumptions, evaluate alternatives, and develop reasoned arguments. High-quality instructional content should incorporate authentic engineering problems, ambiguity, interdisciplinary perspectives, sustainability issues, and ethical challenges. Technology, including simulations, data visualization, and virtual laboratories, can further support inquiry, hypothesis testing, and evaluation of alternative scenarios.

The Academic-Organizational Support domain comprised faculty support, specialized faculty training, and interdisciplinary interaction. Instructors who model critical inquiry, provide constructive feedback, and encourage open discussion can create supportive learning environments. Faculty development is necessary to equip educators with strategies for promoting higher-order thinking. Interdisciplinary collaboration also broadens students' perspectives and strengthens systems thinking by connecting engineering with fields such as economics, environmental science, and social policy.

The Experiential Contexts domain included group activities, practical projects, and exposure to complex problems. Collaborative activities require students to evaluate competing ideas, negotiate, and make collective decisions. Practical and industry-related projects expose learners to authentic constraints such as budgets, safety requirements, and client expectations. Complex and ill-structured problems are particularly valuable because they require hypothesis generation, iterative testing, reflection, and adaptive decision-making.

The Individual-Environmental Factors domain included student motivation, organizational culture, academic workload, and assessment practices. Motivated students are more likely to question, explore, and reflect deeply. Universities that promote inquiry, academic freedom, and intellectual dialogue provide supportive environments for critical thinking. Conversely, excessive academic pressure and assessments focused primarily on memorization may encourage surface learning. Thus, assessment systems should be aligned with critical-thinking objectives.

Conclusions

The findings demonstrate that critical thinking in engineering education is a multidimensional competency shaped by the interaction of curricular, institutional, experiential, and individual-environmental factors. It does not develop spontaneously but requires deliberate and systematic educational design.

The proposed framework provides practical guidance for policymakers, curriculum designers, faculty members, and educational leaders. Addressing the four domains simultaneously can support a coherent transition from memorization-centered teaching toward a learner-centered model based on inquiry, reflection, collaboration, and problem solving. Such transformation requires faculty development, supportive assessment policies, interdisciplinary collaboration, and sustained institutional commitment.

Ultimately, cultivating critical thinking is a strategic necessity for engineering education. Engineers with strong analytical, ethical, and creative capabilities are better prepared to address challenges such as climate change, infrastructure resilience, digital security, and sustainable development. The proposed framework can therefore serve as a practical roadmap for universities and professional organizations seeking to prepare analytical, innovative, ethical, and socially responsible engineering graduates.



کاربست روش دلفی فازی در شناسایی عوامل مؤثر بر ارتقای کیفیت تفکر نقادانه در محیط‌های تحصیلی و شغلی دانشگاه تهران: یک پژوهش روش‌های آمیخته

زهرا اکبری پردنجانی^۱، اکرم حسینیان^۲، کیوان صالحی^۳، محمد جوادی پور^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش مهندسی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه تهران، ایران (رایانامه: zahra.akbari.7193@ut.ac.ir)
۲. دانشیار، گروه آموزشی علوم پایه و آموزش مهندسی، دانشکده علوم مهندسی، دانشکده فنی دانشگاه تهران، تهران، ایران (رایانامه: Hoseinian@ut.ac.ir)
۳. نویسنده مسئول، دانشیار، گروه تخصصی پژوهش و سنجش، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران، تهران، ایران (رایانامه: keyvansalehi@ut.ac.ir)
۴. دانشیار گروه روش‌ها و برنامه‌ریزی آموزشی و درسی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران، تهران، ایران (رایانامه: javadipour@ut.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی سابقه مقاله: تاریخ دریافت: ۲۵ تیر ۱۴۰۴ تاریخ بازنگری: ۳۰ بهمن ۱۴۰۴ تاریخ پذیرش: ۵ تیر ۱۴۰۵ تاریخ انتشار: ۳۱ شهریور ۱۴۰۵ کلیدواژه‌ها: تفکر نقادانه، عناصر برنامه‌درسی مهندسی، محیط‌های حرفه‌ای مهندسی، دلفی فازی، پژوهش روش‌های آمیخته	هدف: در چشم‌انداز پیچیده امروزی مهندسی، تفکر انتقادی به‌عنوان یک شایستگی راهبردی، دانشجویان و فارغ‌التحصیلان را قادر می‌سازد مسائل پیچیده را تحلیل، تصمیم‌های آگاهانه اتخاذ و راه‌حل‌های نوآورانه ارائه کنند. با وجود اهمیت روزافزون این شایستگی در آموزش عالی، به‌ویژه در رشته‌های مهندسی، مؤلفه‌های برنامه درسی مؤثر بر پرورش آن همچنان به‌طور کافی بررسی نشده‌اند. این پژوهش با هدف تدوین چارچوبی جامع از عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه تفکر انتقادی در دانشگاه‌ها و سازمان‌های حرفه‌ای انجام شد. روش پژوهش: این پژوهش با رویکرد آمیخته و با استفاده از تکنیک دلفی فازی انجام گرفت. داده‌ها از ۲۰ نفر از خبرگان مهندسی که با روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی غیر احتمالی انتخاب شدند، جمع‌آوری شد. فرایند دلفی در دو دور و با هدف دستیابی به اجماع خبرگان و تأمین روایی محتوایی انجام گرفت. اختلاف میانگین کمتر از ۰/۲ بین دو دور، نشان‌دهنده سطح بالای توافق میان خبرگان بود. یافته‌ها: نتایج، ۱۶ عامل کلیدی را در چهار حوزه اصلی شناسایی کرد: فرایند آموزشی شامل روش‌های تدریس تعاملی، کیفیت محتوای آموزشی و بهره‌گیری از فناوری؛ حمایت سازمانی دانشگاهی شامل حمایت اعضای هیئت علمی، آموزش‌های تخصصی و تعاملات میان‌رشته‌ای؛ بسترهای تجربی شامل فعالیت‌های گروهی، پروژه‌های عملی و مواجهه با مسائل پیچیده؛ و عوامل محیطی فردی شامل انگیزه دانشجویان، فرهنگ سازمانی و فشارهای تحصیلی. نتیجه‌گیری: یافته‌ها بیانگر ارتباط متقابل و قوی میان عناصر برنامه درسی و توسعه تفکر انتقادی در دانشجویان مهندسی است. چارچوب پیشنهادی می‌تواند نقشه راهی عملی برای بازطراحی آموزش مهندسی و پرورش فارغ‌التحصیلانی تحلیل‌گر، خلاق و مسئولیت‌پذیر باشد. همچنین، گذار از آموزش مبتنی بر حفظ مطالب به نظامی یادگیرنده‌محور و مبتنی بر تفکر انتقادی، از طریق طراحی هدفمند برنامه‌های درسی و آموزشی امکان‌پذیر است.

استناد: اکبری پردنجانی، زهرا؛ حسینیان، اکرم؛ صالحی، کیوان؛ و جوادی پور، محمد (۱۴۰۵). کاربرد روش دلفی فازی در شناسایی عوامل مؤثر بر ارتقای کیفیت تفکر نقادانه در محیط‌های تحصیلی و شغلی دانشگاه تهران: یک پژوهش روش‌های آمیخته. برنامه درسی و آموزش یادگیرنده

محور، ۵(۲)، ۶۰-۹۵. DOI: 10.22034/lbcij.2026.68147.1292



مقدمه

نظام آموزش مهندسی در ایران یکی از مهم‌ترین زیرنظام‌های آموزش عالی است که وظیفه اصلی آن تربیت نیروی انسانی متخصص برای پاسخ‌گویی به نیازهای صنعتی، عمرانی و فناورانه کشور است. این نظام از سال ۱۳۱۳ با تأسیس دانشکده فنی دانشگاه تهران آغاز شد و پس از انقلاب اسلامی به صورت متمرکز تحت مدیریت وزارت علوم، تحقیقات و فناوری توسعه یافت. با وجود گسترش کمی چشمگیر در تعداد دانشگاه‌ها و افزایش ظرفیت پذیرش در رشته‌های مهندسی، چالش‌های کیفی همچنان جدی هستند (محمدی، خدائی و اسحاقی، ۱۴۰۲؛ معماریان، ۱۴۰۳). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که برنامه‌های آموزشی مهندسی در ایران عمدتاً بر آموزش نظری متمرکز بوده و ارتباط کافی با مهارت‌های عملی و نیازهای واقعی صنعت برقرار نکرده‌اند. این مسئله موجب شده است که بسیاری از فارغ‌التحصیلان، برای ورود به بازار کار نیازمند آموزش‌های تکمیلی و کسب مهارت‌های حرفه‌ای باشند (مطهرنژاد، ۱۳۹۴).

در مطالعات داخلی نیز به وضوح تأکید شده است که نظام آموزش مهندسی ایران نیازمند بازنگری اساسی در اهداف آموزشی، محتوای درسی و روش‌های یاددهی یادگیری است (معماریان، ۱۴۰۴؛ محمدی، ۱۴۰۳؛ معتمدیان و همکاران، ۱۴۰۳). همچنین شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که استانداردهای جهانی نظیر چارچوب‌های ABET و مدل CDIO، بر پرورش مجموعه‌ای گسترده از توانایی‌ها از جمله کار تیمی، مدیریت پروژه، اخلاق حرفه‌ای و نوآوری تأکید دارند (کاراوی و همکاران^۱، ۲۰۱۱). بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی در جهان معمولاً به صورت مستمر و توسط خود دانشگاه‌ها انجام می‌شود و بر ملاک‌های نسبتاً یکسان بین‌المللی استوار است که در آن‌ها دستاوردهای یادگیری جایگاه محوری دارند. این دستاوردها بیانگر دانسته‌ها و توانایی‌های مورد انتظار دانشجوی در پایان دوره و شامل سه بُعد دانشی، مهارتی و نگرشی هستند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در ایران، اگرچه دستاوردهای دانشی تاحد مناسبی پوشش یافته‌اند، اما ابعاد مهارتی و نگرشی در برنامه‌های آموزش مهندسی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند (معماریان، ۱۳۹۰). در همین راستا، در ایران نیز پیشنهاد شده است که دروس میان‌رشته‌ای همچون اقتصاد مهندسی، قابلیت اطمینان در طراحی، آشنایی با قوانین ثبت اختراع و مقررات صنعتی در برنامه‌های گنجانده شود تا فاصله موجود میان دانشگاه و صنعت کاهش یابد (اصغر سلطانی، ۱۳۹۲). افزون بر این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اگرچه انتقال دانش تخصصی حتی در قالب یک درس امکان‌پذیر است، اما پرورش مهارت‌های مهندسی و نگرشی مانند کار تیمی، تفکر نقادانه و نگرش حرفه‌ای نیازمند برنامه‌ریزی یکپارچه و طولانی‌مدت در سراسر دوره کارشناسی است (معماریان، ۱۳۹۰؛ رحیمی و علوی، ۱۳۹۴؛ کراولی^۲، ۲۰۰۸؛ فلدر و برنت^۳، ۲۰۰۳).

تفکر نقادانه از مهارت‌های اساسی در آموزش عالی است که توانایی تحلیل، ارزیابی و استدلال منطقی را در دانشجویان تقویت می‌کند (اکبری‌پردنجانی و همکاران، ۲۰۲۴؛ پاول و الدر^۴، ۲۰۰۴). این مهارت به‌ویژه در مهندسی اهمیت دارد، زیرا مهندسان برای حل مسائل پیچیده و ارائه راه‌حل‌های مبتنی بر شواهد به آن نیاز دارند (وانگ^۵، ۲۰۲۰). خلاقیت و تفکر نقادانه از مهارت‌های ضروری برای دانشجویان مهندسی در قرن بیست و یکم هستند، زیرا نه تنها به رشد حرفه‌ای و فردی کمک می‌کنند، بلکه در حل مسائل پیچیده، نوآوری و توسعه اقتصادی و اجتماعی نیز نقش کلیدی دارند (سادلر^۶، ۲۰۱۶؛ هوبر و کونسل^۷، ۲۰۱۶؛ لمال^۸، ۲۰۰۷؛ آروم و رکسا^۹، ۲۰۱۱). در واقع تفکر نقادانه مهارتی کلیدی برای حل مسائل و پژوهش در مهندسی است که به تحلیل

1. Crawley et al.
2. Crawley
3. Felder & Brent
4. Paul & Elder
5. Wang
6. Sadler
7. Huber & Kuncel
8. Lamal
9. Arum & Roksa

داده‌ها، طراحی آزمایش‌ها و تفسیر منطقی نتایج کمک می‌کند (جوپیلا^۱، ۲۰۲۱؛ پترسون^۲، ۲۰۲۰؛ باهر^۳، ۲۰۱۹). در نتایج پژوهش غربی و همکاران، (۲۰۲۴) دیده می‌شود که ضعف در آموزش‌های شغلی و حرفه‌ای، به‌ویژه نبود دوره‌های بدو استخدام، ضمن خدمت و کارگاه‌های تخصصی، از موانع اصلی تقویت تفکر نقادانه است. توجه نظام‌مند به توسعه حرفه‌ای معلمان، پیش‌شرط ارتقای کیفیت عملکرد و پرورش تفکر نقادانه در محیط‌های آموزشی محسوب می‌شود.

در عصر حاضر، برنامه‌های درسی در بسیاری از کشورها تحت تأثیر جنبش ساخت‌گرایی دچار تغییرات اساسی شده‌اند و مفاهیمی مانند «یادگیری فعال»، «تفکر خلاق» و «تفکر نقادانه» را در آموزش مطرح کرده‌اند، زیرا افراد برای مواجهه با چالش‌های پیچیده و تصمیم‌گیری آگاهانه به این مهارت‌ها نیاز دارند (کنی^۴، ۲۰۱۳؛ مک‌نایت^۵، ۲۰۰۰). دانشگاه‌ها برای تقویت تفکر نقادانه، روش‌های تدریس فعال را در برنامه‌های درسی مهندسی ادغام کرده‌اند؛ به‌عنوان مثال، پروژه‌های گروهی و یادگیری مبتنی بر پروژه موجب می‌شود دانشجویان از تجربیات عملی بهره ببرند و دیدگاه‌های مختلف را بررسی کنند (فاسیونه^۶، ۲۰۱۵؛ توماس^۷، ۲۰۰۰). با این حال، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بسیاری از اساتید دانشگاه تعریف دقیقی از این مهارت ندارند و نمی‌توانند آن را به‌درستی از پوشش محتوایی متمایز کنند (پاول و همکاران، ۱۹۹۷) و این کاستی می‌تواند ناشی از آگاهی ناکافی از روش‌های تدریس مؤثر باشد (باهر، ۲۰۱۹). بنابراین، بازنگری در روش‌های تدریس و برنامه‌ریزی درسی مهندسی توصیه شده است و استفاده از روش‌های یادگیری مبتنی بر پروژه، یادگیری مشارکتی و فناوری‌های آموزشی می‌تواند در تقویت تفکر نقادانه مؤثر باشد (فاسیونه، ۲۰۱۱؛ جوناسن^۸، ۲۰۰۰). لیپمن^۹ (۲۰۰۳) تأکید می‌کند که تفکر نقادانه بر پایه ارزیابی مستقل اطلاعات استوار است. همچنین، به‌زعم پیترز و جان^{۱۰} (۲۰۰۰)، دانشجویان مهندسی باید توانایی تحلیل نظام‌مند مسائل را در فرایند یادگیری خود پرورش دهند. علاوه بر این، پژوهش‌های دیگر نشان می‌دهند که افراد دارای تفکر نقادانه، کنج‌کاو، انعطاف‌پذیر و آگاه هستند و این ویژگی‌ها به آن‌ها کمک می‌کند تا در حل مسائل مهندسی رویکردی منطقی و منصفانه اتخاذ کنند (ژانگ^{۱۱}، ۲۰۰۳). بنابراین، تقویت تفکر نقادانه نه‌تنها یادگیری دانشجویان را بهبود می‌بخشد، بلکه آن‌ها را برای چالش‌های حرفه‌ای آماده می‌کند (فاسیونه، ۲۰۱۱؛ پاول و همکاران، ۱۹۹۷). با این حال، به‌رغم اصلاحات متعدد، آموزش تفکر نقادانه هنوز به سطح مطلوب نرسیده است. استرنبرگ^{۱۲} (۱۹۸۷) معتقد است که یکی از دلایل این ناکامی، طراحی برنامه‌های درسی بدون توجه به تفاوت‌های فردی اساتید و دانشجویان، ازجمله سبک‌های یادگیری و سطح هوشی است.

مطالعات متعددی به ارزیابی توانایی‌های تحلیلی و حل مسئله دانشجویان پرداخته و نشان داده‌اند که پیشرفت آن‌ها در تفکر نقادانه معمولاً از سطح پایین تا متوسط متغیر است (بوکارت^{۱۳}، ۲۰۲۳؛ رالستون و بیز^{۱۴}، ۲۰۱۵؛ وئیس و بیز، ۲۰۱۱). بوک (۲۰۰۶) نیز بیان می‌کند «که بسیاری از دانشجویان قادر به استدلال شفاف یا تحلیل مسائل پیچیده و غیر فنی نیستند، حتی اگر اساتید این مهارت را یکی از اهداف اصلی آموزش دانشگاهی بدانند». در این راستا، ارزیابی به‌عنوان ابزاری قدرتمند می‌تواند با ارائه

1. Joupila
2. Pettersson
3. Baehr
4. Kenney
5. MacKnight
6. Facione
7. Thomas
8. Jonassen
9. Lipman
10. Pithers & Soden
11. Zhang
12. Sternberg
13. Bouckaert
14. Ralston & Bays

بازخوردهای مؤثر موجب ارتقای مهارت‌های خلاقیت و تفکر نقادانه در دانشجویان شود (کوتس^۱، ۲۰۱۵؛ دیل و بیرکنز^۲، ۲۰۱۳؛ بلومکه^۳ و همکاران، ۲۰۱۳؛ داگلاس و همکاران^۴، ۲۰۱۲؛ شاولسون^۵، ۲۰۱۰).

تفکر نقادانه به عنوان یکی از مهارت‌های اساسی و حیاتی در آموزش مهندسی شناخته می‌شود که نقش مهمی در توانمندسازی دانشجویان و فارغ‌التحصیلان مهندسی برای مواجهه با چالش‌های پیچیده، تصمیم‌گیری تحلیلی و ارائه راهکارهای نوآورانه دارد (اکبری‌پردنجانی و صالحی، ۲۰۲۴). همچنین تأکید شده است پرورش این مهارت از طریق طراحی و اجرای برنامه‌های درسی منسجم و کاربردی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (اکبری‌پردنجانی و همکاران، ۲۰۲۵). عوامل متعددی در تقویت تفکر نقادانه نقش دارند که از آن جمله می‌توان به روش‌های تدریس تعاملی (بزانیا^۶ و همکاران، ۲۰۱۹؛ ابرامی^۷ و همکاران، ۲۰۱۵)، کیفیت محتوای آموزشی (پل و الدر، ۲۰۲۰؛ لای^۸، ۲۰۱۱)، حمایت‌های علمی-سازمانی (کلب^۹، ۲۰۱۵؛ کو^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۵؛ بیلین^{۱۱}، ۲۰۰۲) بسترهای تجربی مانند یادگیری مبتنی بر تجربه (پرینس و فلدر^{۱۲}، ۲۰۰۶)، و عوامل فردی شامل انگیزش و مهارت‌های شناخت (هلپرن^{۱۳}، ۲۰۱۴؛ فاسیونه، ۲۰۱۱) اشاره کرد. با این حال، در بسیاری از نظام‌های آموزش مهندسی، از جمله ایران، هنوز کمبود تحقیقات جامع و نظام‌مند برای شناسایی و تحلیل این عوامل به چشم می‌خورد (اکبری‌پردنجانی و همکاران، ۲۰۲۵؛ ابرامی و همکاران، ۲۰۱۵؛ لی، ۲۰۱۱). افزون بر این، ضرورت تفکر نقادانه نه تنها در محیط آموزشی بلکه در محیط کاری نیز بسیار حیاتی است، زیرا فقدان آن می‌تواند به کاهش توانایی حل مسائل پیچیده، تصمیم‌گیری نادرست و افت کیفیت محصولات و خدمات مهندسی منجر شود (آهرن و همکاران^{۱۴}، ۲۰۱۹). بنابراین، شناسایی دقیق عوامل مؤثر بر ارتقای کیفیت تفکر نقادانه در آموزش مهندسی و توجه هم‌زمان به پرورش این مهارت در محیط‌های تحصیلی و کاری، یکی از نیازهای اساسی نظام آموزش مهندسی و صنعت کشور است (فرشته آنجفی و همکاران، ۲۰۰۹).

تفکر نقادانه در محیط شغلی به‌عنوان یکی از شایستگی‌های کلیدی نیروی کار دانش‌محور شناخته می‌شود و نقش مهمی در بهبود کیفیت تصمیم‌گیری، حل مسائل پیچیده و افزایش اثربخشی عملکرد حرفه‌ای ایفا می‌کند. در محیط‌های کاری معاصر، کارکنان و به‌ویژه متخصصان و مهندسان، با مسائل چندبعدی، شرایط عدم قطعیت، فشارهای زمانی و الزامات اخلاقی مواجه‌اند که حل آن‌ها مستلزم تحلیل دقیق اطلاعات، ارزیابی شواهد، شناسایی فرض‌های پنهان و انتخاب راه‌حل‌های منطقی و مبتنی بر شواهد است (هلپرن، ۲۰۱۴؛ فاسیونه، ۲۰۱۱). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که کارکنان برخوردار از تفکر نقادانه، توانایی بیشتری در تشخیص مسائل اساسی، پیش‌بینی پیامدهای تصمیم‌ها و ارزیابی گزینه‌های جایگزین دارند و کمتر دچار خطاهای شناختی و تصمیم‌گیری‌های اشتباه می‌شوند (پاول و ایلدر، ۲۰۲۰). این ویژگی به‌ویژه در مشاغل فنی و مهندسی اهمیت دارد، زیرا تصمیم‌های حرفه‌ای در این حوزه‌ها می‌تواند پیامدهای اقتصادی، ایمنی، زیست‌محیطی و اجتماعی گسترده‌ای به همراه داشته باشد (آهرن و همکاران، ۲۰۱۹). از منظر سازمانی، تفکر نقادانه به بهبود عملکرد تیمی، مدیریت تعارض و نوآوری در فرایندها کمک می‌کند. افرادی که از این مهارت برخوردارند، قادرند دیدگاه‌های متفاوت همکاران را به‌صورت منطقی تحلیل کنند، بازخورد سازنده ارائه دهند و در تصمیم‌گیری‌های گروهی نقش مؤثرتری ایفا نمایند (کو و همکاران^{۱۵}، ۲۰۱۵). همچنین، مطالعات نشان داده‌اند که تفکر نقادانه با افزایش خلاقیت شغلی، حل مسئله نوآورانه و یادگیری سازمانی رابطه معناداری دارد و می‌تواند مزیت

1. Coates
2. Dill & Beerkens
3. Blömeke et al.
4. Douglass et al.
5. Lewis & Bays
6. Bezanilla et al.
7. Abrami et al.
8. Lai
9. Kolb
10. Kuh et al.
11. Bailin
12. Prince & Felder
13. Halpern
14. Ahern et al.
15. Ku et al.

رقابتی سازمان‌ها را در محیط‌های پویا و پیچیده تقویت کند (لیو و همکاران^۱، ۲۰۱۵؛ بیلین، ۲۰۰۲). در محیط‌های کاری مهندسی، تفکر نقادانه به کارکنان کمک می‌کند تا داده‌ها و اطلاعات فنی را به‌درستی تفسیر کنند، ریسک‌ها را شناسایی نمایند و در مواجهه با خطاها یا شرایط پیش‌بینی‌نشده، واکنش‌های منطقی و مسئولانه اتخاذ کنند (پترسون^۲، ۲۰۲۴). فقدان این مهارت در محیط شغلی می‌تواند منجر به تصمیم‌گیری‌های نادرست، کاهش کیفیت محصولات و خدمات، افزایش خطاهای حرفه‌ای و در نهایت افت عملکرد سازمانی شود (آهرن و همکاران، ۲۰۱۹). بر این اساس، بسیاری از پژوهشگران تأکید دارند که پرورش تفکر نقادانه نباید صرفاً به دوره‌های آموزشی دانشگاهی محدود شود، بلکه لازم است این مهارت از طریق آموزش‌های ضمن خدمت، یادگیری مبتنی بر تجربه، بازخورد مستمر و فرهنگ سازمانی حمایتی در محیط کار نیز تقویت گردد (هالپرن، ۲۰۱۴؛ فاسیونه، ۲۰۱۱). چنین رویکردی می‌تواند زمینه‌ساز تربیت نیروی انسانی حرفه‌ای، مسئولیت‌پذیر و توانمند در مواجهه با چالش‌های پیچیده شغلی باشد. ازاین‌رو، برنامه‌های درسی مهندسی باید افزون بر انتقال دانش فنی، به‌طور هدفمند به پرورش مهارت تفکر نقادانه نیز بپردازند (فلدر و برنت، ۲۰۰۳). پژوهشگران و متفکران حوزه آموزش بر نقش بنیادین یادگیری در بقای بشر تأکید داشته و هدف غایی آموزش را پرورش توانایی استدلال منطقی و قضاوت آگاهانه می‌دانند (پاول و الدر، ۲۰۲۰). در همین راستا، پاول نیز بر ضرورت تربیت انسان‌های متفکر از طریق نظام‌های آموزشی تأکید کرده است (غریب، ۱۳۸۵). علاوه بر این دیویی، در کتاب خود با عنوان «چگونه فکر می‌کنیم»، تفکر را به منزله فرآیندی می‌داند که منجر به تولید یا تأیید واقعیت‌های جدید می‌شود (سبحانیان و همکاران، ۱۳۹۴). اکبری پردنجانی و همکاران (۲۰۲۵) با استفاده از مدل‌های معادلات ساختاری تفسیری نشان دادند که عوامل سازمانی و فردی مانند تعاملات بین‌رشته‌ای و بازخورد سازنده، نقش مهمی در پرورش تفکر نقادانه دانش‌آموختگان مهندسی شیمی دارند، که می‌تواند در محیط‌های کاری به افزایش خلاقیت و نوآوری منجر شد. پیشرفت‌های علمی اگرچه موجب تحول در جوامع شده‌اند، اما مسائل اخلاقی جدیدی را نیز به همراه آورده‌اند که نیاز به تفکر سطح بالا و خودشناسی را بیش از پیش نمایان می‌سازد (گان^۳ و همکاران، ۲۰۰۸). در این راستا، آموزش عالی می‌تواند از طریق برنامه‌های درسی در محیط‌های تحصیلی، چه در قالب برنامه‌ریزی پنهان و کوتاه‌مدت، و چه در قالب برنامه‌ریزی بلندمدت، به پرورش مهارت‌های شناختی و حل مسئله در دانشجویان کمک کند. برای ارتقای تفکر نقادانه، شناسایی و به‌کارگیری عواملی همچون روش‌های تدریس تعاملی، محتوای مرتبط با مسائل واقعی، فعالیت‌های عملی و پروژه‌های گروهی امری ضروری است (پرینس^۴، ۲۰۱۹؛ جیکوب^۵ و همکاران، ۲۰۱۸). در نهایت، این فرآیند منجر به ورود افراد متخصص، متبحر و دارای مهارت‌های فنی به محیط کار می‌شود؛ افرادی که از توانایی حل مسئله، تفکر نقادانه و تحلیل مؤثر در موقعیت‌های شغلی برخوردارند. در این راستا، روش دلفی فازی به‌عنوان ابزاری کارآمد برای رسیدن به اجماع میان متخصصان در شرایط عدم قطعیت معرفی شده است (هسو^۶ و همکاران، ۲۰۱۰). این روش با بهره‌گیری از منطق فازی، تحلیل نظرات و اولویت‌بندی عوامل کلیدی را تسهیل می‌کند و به‌ویژه در مطالعات آموزشی که با متغیرهای متعددی سروکار دارند، اثربخش‌تر واقع می‌شود (اوکولی و پاولوفسکی^۷، ۲۰۰۴).

تفکر نقادانه یکی از مفاهیم مهم در یادگیری است که تعاریف مختلفی از آن ارائه شده است (کورناز^۸، ۲۰۱۱؛ لیپمن، ۱۹۸۸؛ بروکفیلد^۹، ۱۹۸۷؛ مایرز^{۱۰}، ۱۹۸۶). به‌گفته انیس^{۱۱}، تفکر نقادانه «تفکری منطقی و تأملی است که بر قضاوت درباره باورها و اقدامات تمرکز دارد». همچنین استرنبرگ تفکر نقادانه را «مجموعه‌ای از فرآیندهای ذهنی، راهبردها و بازنمایی‌های شناختی می‌داند که برای حل مسئله، تصمیم‌گیری و یادگیری مفاهیم جدید به کار گرفته می‌شود». با این حال، تا سال ۱۹۹۰، مؤلفه‌های

1. Liu et al.
2. Peterson
3. Gunn et al.
4. Prince
5. Jacob et al.
6. Hsu et al.
7. Okoli & Pawlowski
8. Kurnaz
9. Brookfield
10. Meyers
11. Ennis

تفکر نقادانه به طور نظام‌مند شناسایی نشده بودند. این مؤلفه‌ها نخستین‌بار توسط گروهی از متخصصان که در پانل دلفی به سرپرستی فاسیونه (۱۹۹۰) در ایالات متحده فعالیت داشتند، معرفی شدند. در گزارش دلفی، تفکر نقادانه به‌عنوان «قضاوت خودتنظیمی که به تفسیر، تحلیل، ارزیابی و استنباط منجر می‌شود» تعریف شده است (فاسیونه و فاسیونه^۱، ۲۰۱۳). فاسیونه شش مؤلفه شامل ۱- تفسیر (درک تجربیات، داده‌ها، رویدادها و قضاوت‌ها)، ۲- تحلیل (شناسایی روابط میان رویدادها و مفاهیم)، ۳- استنباط (نتیجه‌گیری بر اساس شواهد موجود)، ۴- توضیح (توجیه استدلال به‌صورت منسجم و منطقی)، ۵- ارزیابی (ارزیابی روابط استنباطی بین اظهارات و سؤالات) و ۶- خودتنظیمی (نظارت بر فعالیت‌های شناختی فرد) را برای تفکر نقادانه معرفی کرده است (فاسیونه و فاسیونه، ۲۰۱۳). آموزش تفکر نقادانه به افراد کمک می‌کند تصمیمات دقیق‌تری اتخاذ کنند که بر آینده آن‌ها تأثیرگذار خواهد بود، هرچند تضمینی برای بهبود شرایط زندگی آینده ندارد. این فرآیند نیازمند زمان و تلاش است و آشنایی با سبک‌های یادگیری دانشجویان می‌تواند این روند را تسهیل کند (راینز و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین، تدریس متناسب با سبک یادگیری می‌تواند تعامل دانشجویان با موضوع را افزایش دهد (بویداک^۲، ۲۰۰۸؛ راد و همکاران، ۲۰۰۰). اکبری‌پردنجانی و صالحی (۲۰۲۴) در بررسی نظام‌مند خود تأکید دارند که آموزش مهندسی با تمرکز بر مهارت‌های تفکر نقادانه می‌تواند کیفیت یادگیری را ارتقا دهد و دانشجویان را برای حل مسائل پیچیده صنعتی آماده سازد. استفاده از روش‌های فعال و یادگیری پروژه‌محور در برنامه‌های درسی، عامل مؤثری در تقویت تفکر نقادانه گزارش شده است. صالحیان و همکاران (۱۴۰۳) موانع تحقق تفکر نقادانه در نظام تعلیم و تربیت را بررسی کرده و توصیه کرده‌اند که برای ارتقاء این مهارت، بایستی فضای یادگیری فعال و یادگیرنده‌محور ایجاد شود تا دانشجویان به طور مستمر به تحلیل و ارزیابی مسائل تشویق شوند. ایمان‌زاده و همکاران (۲۰۲۳) ارتباط مثبت بین سواد رسانه‌ای و مهارت حل مسئله با تفکر نقادانه دانشجویان را نشان داده‌اند، که بیانگر اهمیت آموزش مهارت‌های چندجانبه در تقویت تفکر نقادانه و آمادگی دانشجویان برای چالش‌های واقعی کاری است. اکبری‌پردنجانی و همکاران (۲۰۲۵) در پژوهشی با روش‌های آمیخته اکتشافی، عوامل مؤثر بر تفکر نقادانه دانشجویان مهندسی را شناسایی کرده و بر ضرورت استفاده از بازخورد مستمر، آموزش تعاملی و فراهم کردن فرصت‌های یادگیری تجربی برای افزایش کیفیت تفکر نقادانه تأکید دارند. برنامه‌درسی در آموزش مهندسی نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. در مرور ادبیات این حوزه، مطالعات مختلفی وجود دارد که به بررسی جنبه‌های مؤثر برنامه‌های درسی در مهندسی و روش‌های ارزیابی اثربخشی آن‌ها پرداخته‌اند (فوننتس و همکاران^۵، ۲۰۲۱؛ فوننتس و ما^۶، ۲۰۱۸). همچنین، تحقیقاتی که به بررسی نقش تفکر نقادانه در موفقیت مهندسان و زندگی حرفه‌ای آن‌ها پرداخته‌اند، مورد توجه قرار گرفته‌اند (سباستین و هوانگ^۷، ۲۰۱۶؛ سریرامان و نات^۸، ۲۰۰۹). با این وجود، پژوهش‌های اندکی در زمینه ارزیابی ظرفیت تفکر نقادانه در برنامه‌های درسی مهندسی صورت گرفته است. اهمیت تفکر نقادانه در آموزش مهندسی نیازمند انجام تحقیقات بیشتر به منظور تعیین هم‌راستایی برنامه‌های درسی مهندسی با استانداردهای تفکر نقادانه است.

کیفیت مواد آموزشی در برنامه‌های مهندسی تأثیر مستقیمی بر یادگیری دانشجویان دارد (چینگوس و وایتهرست^۹، ۲۰۱۲). شواهد نشان می‌دهد که مواد آموزشی می‌توانند به اندازه کیفیت اساتید بر موفقیت دانشجویان مؤثر باشند (چینگوس و وایتهرست، ۲۰۱۲). طراحی مواد درسی مؤثر با چالش‌های بسیاری همراه است. به گفته دیویس و کراجیک^{۱۰} (۲۰۰۵)، در طراحی برنامه‌درسی آموزشی که بر یادگیری دانشجویان و اساتید تأکید دارد، طراحان برنامه‌درسی باید به جنبه‌های مختلفی توجه کنند تا برنامه‌درسی به‌طور مؤثر و کارآمد تدوین شود. آنها بر این نکته تأکید دارند که برنامه‌درسی باید علاوه بر پرورش دانش محتوایی دانشجویان، شامل استدلال‌های پداگوژیکی مرتبط با روش‌های ارائه محتوا نیز باشد. با گنجاندن استدلال‌های پداگوژیکی در برنامه‌درسی،

1. Facione & Facione
2. Rayneri et al.
3. Boydak
4. Rudd et al
5. Fuentes et al.
6. Ma
7. Sebastian & Huang
8. Sriraman & Knott
9. Chingos & Whitehurst
10. Davis & Krajcik

اساتید مهندسی می‌توانند آموزش خود را مؤثرتر تطبیق دهند و کیفیت تدریس را بهبود بخشند. یکی از الزامات کلیدی برای یادگیری مؤثر در رشته‌های مهندسی، بهره‌گیری از ابزارهایی است که به اساتید امکان می‌دهد پاسخ‌های متنوع دانشجویان را پیش‌بینی و تحلیل کنند تا بتوانند موارد سوءبرداشت مفاهیم را به‌درستی شناسایی نمایند (دیویس و کراجیک، ۲۰۰۵). در یک مطالعه، نیمی از اساتید یک دانشگاه با استفاده از محتوای آموزشی جدید در قالب درس‌های برنامه‌درسی مهندسی، به تدریس پرداختند؛ در حالی که گروه دیگر بدون دریافت پشتیبانی اضافی، به شیوه پیشین ادامه دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که فراهم‌سازی فرصت‌های یادگیری و پشتیبانی آموزشی برای اساتید در قالب برنامه‌درسی، به بهبود عملکرد یادگیری دانشجویان منجر می‌شود (آریاس و همکاران، ۲۰۱۷).

تحقیقات متعددی تأثیر مثبت کیفیت تدریس و روش‌های آموزشی اساتید را بر فرآیند یادگیری دانشجویان و موفقیت آنان در درک مفاهیم نشان داده‌اند. مطالعات نشان می‌دهد زمانی که اساتید از روش‌های مؤثر و مناسب استفاده می‌کنند، دانشجویان قادرند مفاهیم پیچیده را بهتر درک کرده و مهارت‌های حل مسئله خود را تقویت نمایند (پرنس، ۲۰۰۴). توانایی اساتید در انتقال مفاهیم و مدیریت کلاس، نقش مهمی در ارتقای سطح یادگیری و تسلط دانشجویان بر مطالب درسی دارد که این امر نهایتاً موجب موفقیت بیشتر آنان در زمینه‌های علمی و عملی می‌شود (فریمن و همکاران، ۲۰۱۴). از سوی دیگر، به‌کارگیری استراتژی‌های یادگیری فعال و تمرین‌های گروهی توسط اساتید مهندسی به دانشجویان کمک می‌کند تا ارتباط مؤثرتری با موضوعات پیچیده برقرار کنند و مشارکت فعالانه‌تری در فرایند یادگیری داشته باشند (مایکل، ۲۰۰۶). این روش‌ها موجب تقویت توانایی‌های تحلیلی و مهارت‌های حل مسئله در دانشجویان می‌گردد (پرنس، ۲۰۰۴).

با توجه به نقش کلیدی اثربخشی اساتید در موفقیت آموزشی، طراحی برنامه‌های درسی که هم یادگیری دانشجویان و هم رشد مهارت‌های آموزشی اساتید را تسهیل کند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (فیلدرو برنت، ۲۰۱۶). همچنین، فراهم آوردن فرصت‌هایی برای کاربرد عملی مفاهیم مهندسی در پروژه‌های واقعی می‌تواند انگیزه و درک عمیق‌تری در دانشجویان ایجاد نماید (لیتزینگر و همکاران، ۲۰۱۱). علاوه بر این، مهارت پرسشگری نقادانه و منعطف یکی از کلیدی‌ترین مهارت‌ها برای مهندسان محسوب می‌شود که در یادگیری دانشجویان مهندسی تأثیر بسزایی دارد (فاسیونه، ۲۰۱۵). تفکر نقادانه به عنوان یکی از عناصر حیاتی در یادگیری کاربردی ریاضیات و علوم مهندسی شناخته شده است همچنین بهترین روش برای تقویت تفکر نقادانه، برگزاری بحث‌های کلاسی با پرسش‌های مهم از سوی استاد، حل مسائل واقعی و ارائه راهنمایی‌های مؤثر است. برای تقویت این مهارت، بهترین روش این است که درس با کاوش و بررسی موضوعات آغاز شود و سپس الگوریتم‌ها و روش‌های استاندارد معرفی گردند. این رویکرد به مهندسان آینده کمک می‌کند تا نه تنها در درس تخصصی موفق‌تر باشند، بلکه بتوانند مسائل پیچیده دنیای واقعی را بهتر و مؤثرتر حل کنند (آبرامی و همکاران، ۲۰۱۵). شناسایی تصورات نادرست برای کمک به اساتید در درک دلایل روش‌های خاص حل مسائل توسط دانشجویان، امری بسیار مهم است. این کار به اساتید، این فرصت را می‌دهد که نقاط ضعف دانشجویان را شناسایی کنند و راهکارهایی برای رفع آن‌ها ارائه دهند. با این کار، فرآیند یادگیری بهبود می‌یابد و توانایی تفکر نقادانه دانشجویان تقویت می‌شود با این حال، چالش‌هایی در پیاده‌سازی این نوع تفکر در کلاس‌های مهندسی وجود دارد، ولی تحقیقات متعدد بر اهمیت آن در برنامه‌های درسی مهندسی تأکید داشته‌اند (دیویس و کراجیک، ۲۰۰۵). با توجه به نقش سواد رسانه‌ای در تقویت حل مسئله و تفکر نقادانه، گنجاندن آن در برنامه‌های درسی دانشگاه‌ها و انجام پژوهش‌های کیفی در این زمینه ضروری است. همچنین برگزاری دوره‌های آموزشی برای ارتقای سواد رسانه‌ای دانشجویان، به‌عنوان مدیران آینده، اقدامی مؤثر و کاربردی خواهد بود (ایمان‌زاده و همکاران، ۲۰۲۵).

در مطالعاتی که توسط (آبرامی و همکاران، ۲۰۱۵؛ سربرامن و جوتر، ۲۰۱۳؛ سربرامن و نات، ۲۰۰۹) انجام شد، یک مسئله واقعی به دانشجویان مهندسی ارائه شد. این تحقیقات سه بخش اصلی از تفکر نقادانه را معرفی کردند که باید در آموزش مهندسی

1. Arias et al.
2. Freeman et al.
3. Michael
4. Litzinger et al.
5. Sriraman & Juter

بیشتر مورد توجه قرار گیرد: استفاده از استدلال منطقی، تخمین‌های دقیق و درک اجتماعی برای حل مسائل پیچیده. نتایج نشان داد که دانشجویانی که هنوز فارغ‌التحصیل نشده‌اند (دانشجویان پیش خدمت)، در حل مسائل مهندسی از تفکر نقادانه پیشرفته استفاده نمی‌کنند. این امر بیانگر آن است که برنامه‌های آموزشی باید بیشتر روی تقویت مهارت‌های تفکر نقادانه و حل مسئله تمرکز کنند.

هدف این مقاله، شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر بر ارتقای کیفیت تفکر نقادانه در محیط‌های تحصیلی و کاری مهندسی و اولویت‌بندی این عوامل با استفاده از روش دلفی فازی در دانشگاه تهران است. نتایج این پژوهش می‌تواند راهنمایی ارزشمند برای طراحان برنامه‌های درسی و اساتید مهندسی فراهم کند تا با بازنگری و بهینه‌سازی عناصر آموزشی، برنامه‌هایی مؤثرتر برای پرورش نسل جدید مهندسان با مهارت‌های تفکر نقادانه طراحی نمایند. این مطالعه تلاش می‌کند تا عوامل مؤثر بر ارتقای کیفیت تفکر نقادانه در محیط‌های تحصیلی و شغلی را از طریق روش دلفی فازی که شامل مراحل کیفی و کمی است، شناسایی کند و به این پرسش پاسخ دهد که چه عواملی در ارتقای کیفیت تفکر نقادانه در محیط‌های آموزشی و کاری تأثیرگذارند و چارچوبی جامع برای آن ارائه دهد. پژوهش حاضر با هدف شناسایی، تحلیل و دستیابی به اجماع خبرگان درباره عوامل ارتقادهنده کیفیت تفکر نقادانه در محیط‌های تحصیلی و کاری مهندسی در دانشگاه تهران و در نهایت طراحی چارچوبی جامع و بومی برای تبیین این عوامل انجام شد. در این راستا، عوامل مؤثر در هر یک از دو بستر تحصیلی و شغلی به صورت مستقل شناسایی و تحلیل گردید و سپس از طریق روش دلفی فازی، میزان اهمیت و اولویت آن‌ها تعیین شد. در گام نهایی، با تلفیق نتایج حاصل از دو حوزه، چارچوبی یکپارچه برای ارتقای کیفیت تفکر نقادانه ارائه شد که می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری‌های آموزشی و حرفه‌ای قرار گیرد. این پژوهش در پی پاسخ‌گویی به پرسش اصلی زیر بود: چه عواملی در محیط‌های تحصیلی و کاری مهندسی موجب ارتقای کیفیت تفکر نقادانه می‌شوند و چگونه می‌توان بر اساس اجماع خبرگان، چارچوبی جامع و اولویت‌بندی‌شده برای این عوامل ارائه داد؟

در این راستا، سؤالات فرعی زیر مورد بررسی قرار گرفت:

- ۱- عوامل ارتقادهنده کیفیت تفکر نقادانه در محیط‌های تحصیلی مهندسی چیست؟
- ۲- عوامل ارتقادهنده کیفیت تفکر نقادانه در محیط‌های کاری مهندسی چیست؟
- ۳- اجماع خبرگان درباره هر یک از عوامل شناسایی‌شده از چه وضعیتی برخوردار است؟
- ۴- اولویت و وزن نسبی عوامل در هر یک از دو محیط از چه وضعیتی برخوردار است؟
- ۵- چارچوب جامع و تلفیقی نتایج دو حوزه برای ارتقای کیفیت تفکر نقادانه از چه وضعیتی برخوردار است؟

روش پژوهش

از آنجایی که رویکرد مطالعه و تمامی عناصر طرح تحقیق، مبتنی بر سؤال‌های پژوهش تعیین می‌شود (صالحی و گل‌افشانی^۱، ۲۰۱۰)، در این مطالعه نیز برای پاسخ‌گویی به سؤال‌های پژوهشی از رویکرد آمیخته اکتشافی متوالی (کیفی-کمی) و با هدف طراحی چارچوبی نظام‌مند برای شناسایی عوامل بروزدهنده، ایجادکننده و تقویت‌کننده تفکر نقادانه در برنامه‌درسی مهندسی استفاده شد. فرایند پژوهش در سه گام اصلی طراحی گردید.

گام نخست، با توجه به ماهیت تخصصی موضوع، نمونه‌گیری به صورت هدفمند و به روش ملاکی انجام شد. در این مرحله، ۲۰ نفر از صاحب‌نظران برجسته در حوزه‌های آموزش مهندسی، تفکر نقادانه و برنامه‌ریزی درسی خبرگان صنعت و اساتید در دانشگاه تهران به عنوان مشارکت‌کنندگان انتخاب شدند. ملاک‌های انتخاب این افراد شامل سابقه حداقل ۱۰ سال تدریس یا تحقیق و پژوهش در حوزه مهندسی، داشتن سوابق علمی و انتشارات معتبر در زمینه تفکر نقادانه یا برنامه‌ریزی درسی، تجربه عملی در طراحی یا اجرای برنامه‌های درسی مهندسی، و تسلط بر روش‌های نوین آموزشی نظیر یادگیری مبتنی بر پروژه بود.

گام دوم، داده‌ها در دو بخش کیفی و کمی گردآوری و تحلیل شدند. در بخش کیفی، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با مشارکت‌کنندگان انجام شد و این فرایند تا دستیابی به اشباع داده‌ها ادامه یافت. سپس، داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار Atlas.ti تحلیل و در نهایت، ۱۶ مؤلفه کلیدی استخراج گردید. در بخش کمی، به‌منظور ساخت پرسشنامه محقق‌ساخته و رواسازی و پالایش مؤلفه‌های استخراج‌شده، از روش دلفی فازی در دو دور بهره گرفته شد تا اجماع خبرگان حاصل شود. پس از تأیید مؤلفه‌ها، پرسشنامه مقایسات زوجی برای تعیین اهمیت نسبی و وزن مؤلفه‌ها در اختیار خبرگان قرار گرفت و داده‌ها مورد تحلیل قرار گرفت. مطابق چارچوب تولید ابزار در مطالعه جین^۱ و همکاران (۲۰۱۶)، فرایند ساخت ابزار سنجش نیز در سه مرحله انجام شد. در مرحله نخست، مفهوم تفکر نقادانه از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با بیست مشارکت‌کننده شامل استادان و دانشجویان تحصیلات تکمیلی و با روش تحلیل محتوای کیفی استخراج گردید. مصاحبه‌ها به‌مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه انجام و پس از رسیدن به اشباع نظری، متن‌نگاری و تحلیل شدند. پژوهشگران با چندین بار مرور و غوطه‌ور شدن در داده‌ها، واحدهای معنایی را شناسایی کرده و پس از نام‌گذاری اولیه، آن‌ها را براساس شباهت و تفاوت در طبقات مفهومی سامان‌دهی کردند (منرو، ۲۰۰۵). این مرحله به شکل‌گیری بانک اولیه گویه‌ها منجر شد.



شکل ۱. مراحل انجام پژوهش

1. Jain et al.

فرایند انجام دلفی فازی: مراحل انجام پژوهش به روش دلفی در نگاه کلی به صورت زیر نشان داده شده است که در طول مقاله به تفصیل مراحل و نتایج محاسبات را آورده ایم.

جدول ۱: ویژگی‌های جمعیتی شناختی اعضای نمونه

جنسیت	فراوانی	سابقه کار	فراوانی
زن	۶	کمتر از ۱۰ سال	۵
مرد	۱۴	بیشتر از ۱۰ سال	۱۵
تحصیلات	فراوانی	مصاحبه شوندگان	فراوانی
دکتری یا بالاتر	۲۰	اساتید / اعضای هیئت علمی/ خبرگان صنعت	۲۰

یافته‌ها

به منظور شناسایی عوامل ارتقاء دهنده تفکر نقادانه در محیط درسی و محیط کاری، از روش پژوهش کیفی و مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته با خبرگان این حوزه استفاده شد. این مصاحبه‌ها شامل شش سؤال اصلی بودند و پس از ارائه توضیحات لازم و اخذ رضایت از شرکت کنندگان انجام شدند.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار ATLAS.ti و روش کدگذاری زنده تحلیل شدند. کدگذاری زنده، به عنوان یکی از روش‌های دقیق و معتبر در تحلیل داده‌های کیفی، شامل استفاده از واژگان و عبارات اصلی و کلیدی مشارکت کنندگان است؛ روشی که به پژوهشگر کمک می‌کند مفاهیم را بدون تفسیر ذهنی و با بیشترین دقت معنایی استخراج کند. این نوع کدگذاری که در متون روش‌شناختی با عناوینی مانند کدگذاری تحت‌اللفظی، طبیعی و استقرایی نیز شناخته می‌شود، موجب می‌شود تحلیل داده‌ها مستقیماً مبتنی بر مفاهیم ارائه شده از سوی شرکت کنندگان انجام گیرد (سالدانیا^۱، ۲۰۲۱؛ شارمز^۲، ۲۰۱۴؛ اشتراوس و کوربین^۳، ۱۹۹۸).

پس از اتمام تحلیل داده‌ها، مؤلفه‌های اثرگذار بر تفکر نقادانه در برنامه درسی مهندسی استخراج شد. همچنین، در ادامه فرایند پژوهش، برای دستیابی به اجماع در خصوص این مؤلفه‌ها، از روش دلفی فازی استفاده شد که طی آن نظرات خبرگان گردآوری و تحلیل گردید. در این مرحله، اجماع به معنای رسیدن شرکت کنندگان به یک تصمیم‌گیری کلی درباره عوامل شناسایی شده بود و زمانی حاصل شد که دیگر تغییری اساسی در معیارها رخ نداد. شرح کامل عوامل در جدول ۲ و جدول سه ارائه شده است.

جدول ۲: عوامل ارتقاء تفکر نقادانه در محیط‌های تحصیلی

مقوله اصلی	زیر مقوله اول	زیر مقوله دوم	زیر مقوله سوم
روش‌های تدریس و سبک‌های آموزشی	استراتژی‌های یاددهی-یادگیری	روش‌های آموزشی و یادگیری	عناصر برنامه درسی مهندسی
کیفیت محتوا و مواد آموزشی	منابع و محتوای آموزشی	کیفیت آموزشی	عناصر برنامه درسی مهندسی
پشتیبانی و بازخورد اساتید	نقش اساتید و مربیان	حمایت و راهنمایی اساتید	تعاملات آموزشی
استفاده از فناوری و ابزارهای آموزشی	فناوری آموزشی	نقش فناوری در آموزش	نوآوری در یادگیری
تجربیات گروهی و همکاری تیمی	یادگیری مشارکتی	تعاملات اجتماعی و گروهی	یادگیری همیارانه
عوامل فردی و انگیزشی	ویژگی‌های دانشجویان	تأثیرات شخصیتی بر یادگیری	انگیزه و خودکارآمدی
تنوع و پیچیدگی مسائل علمی	چالش‌های آموزشی	پیچیدگی و تفکر نقادانه	فرآیندهای شناختی

1. Saldaña
2. Charmaz
3. Strauss & Corbin

مهارت‌های حل مسئله و توانایی تحلیل	مهارت‌های شناختی و تحلیلی	تقویت توانایی حل مسئله	مهارت‌های نقادانه
آموزش‌های تخصصی	یادگیری حرفه‌ای	آموزش مهندسی پیشرفته	تخصص‌گرایی در مهندسی
پشتیبانی سازمانی	حمایت نهادی	تأثیرات ساختاری بر آموزش	سیاست‌های آموزشی
فرهنگ سازمانی	محیط فرهنگی و آکادمیک	تأثیر فرهنگ در یادگیری	جو یادگیری
تجربیات عملی و آزمایشگاهی	آموزش مبتنی بر تجربه	آموزش عملی و کاربردی	یادگیری تجربی
کار و وظایف گروهی، تعاملات میان‌رشته‌ای	تعامل بین رشته‌ها	همکاری علمی	چندرشته‌ای‌گرایی
پشتیبانی آموزشی	حمایت‌های آموزشی	دسترسی به منابع یادگیری	تسهیل فرآیند یادگیری
فشارهای شغلی و تحصیلی	استرس و فشارهای محیطی	تأثیر فشارهای روانی بر تفکر نقادانه	چالش‌های تحصیلی و شغلی
تأثیرات محیط آموزشی و فرهنگی	شرایط محیطی و فرهنگی	بسترهای محیطی مؤثر بر یادگیری	اکوسیستم آموزشی

همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، گام اول در روش دلفی فازی به مطالعه اسناد، منابع نظری و پیشینه‌های معتبر اختصاص دارد که هدف آن شناسایی مؤلفه‌های کلیدی است. این مؤلفه‌ها با تمرکز بر ارتقای کیفیت تفکر نقادانه، به‌ویژه در دو بستر اساسی یعنی محیط تحصیلی و محیط کاری، شناسایی و طبقه‌بندی شدند. جدول ۳ به‌روشنی عوامل و ابعاد تأثیرگذار در تقویت تفکر نقادانه و بهبود فرآیندهای یادگیری و عملکرد حرفه‌ای را نشان می‌دهد. این جدول به پیوست مقاله انتقال داده شد.

جدول ۳: عوامل ارتقاء تفکر نقادانه در محیط کاری

مقوله اصلی	زیر مقوله اول	زیر مقوله دوم	زیر مقوله سوم
شیوه‌های مدیریت تعاملی	سبک رهبری	نقش مدیریت در پرورش تفکر نقادانه	راهبری سازمانی
فرصت طرح مسئله و مشارکت در تصمیم‌گیری	استقلال و اختیار عمل	مشارکت کارکنان در تصمیم‌سازی	توانمندسازی سازمانی
آموزش‌های حین خدمت	یادگیری حرفه‌ای	یادگیری مستمر در محیط کار	پرورش منابع انسانی
بازخورد مدیریتی و همکاری	سیستم بازخورد	تغذیه باز تفکر و عملکرد	فرهنگ باز سازمانی
محیط کاری خلاق و نوآورانه	فضای نوآوری	حمایت از ایده‌پردازی و تحلیل نقادانه	اکوسیستم نوآوری
تعاملات بین‌بخشی	همکاری‌های میان‌واحدی	یادگیری از تنوع دیدگاه‌ها	چندرشته‌ای‌گرایی سازمانی
ساختار ارزیابی عملکرد	سیستم‌های ارزیابی	ارتقای تحلیل نقادانه از طریق بازبینی	نظام‌های سنجش تفکر
فرهنگ یادگیرنده‌محور	ارزش‌های سازمانی	جایگاه یادگیری و تحلیل در فرهنگ کاری	فرهنگ سازمانی
چالش‌های محیط کاری	فشارهای محیطی	تحریک تفکر نقادانه در شرایط پیچیده	پویایی سازمانی
دسترسی به منابع دانشی	زیرساخت دانشی	دسترسی به داده، اطلاعات و تحلیل	ظرفیت دانشی سازمان
سیستم‌های ارتباطی شفاف	شفافیت اطلاعاتی	تسهیل جریان دانش و گفت‌وگو	ارتباطات مؤثر
پروژه‌های حل‌مسأله در عمل	تجربه‌های میدانی	یادگیری از چالش‌های واقعی کاری	یادگیری تجربی سازمانی
اعتماد و امنیت روانی	سرمایه روان‌شناختی	فراهم‌سازی بستر برای ابراز تفکر	روان‌امنیت سازمانی
رهبری فکری و الگوسازی	نقش الگوهای سازمانی	تأثیر رهبران فکری در ارتقای تحلیل	رهبری فرهنگی
فرصت‌ها برای بازاندیشی	بازتاب و تأمل	خودارزیابی عملکرد و فرآیندها	بازاندیشی سازمانی

با توجه به نتایج حاصل از مرور مبانی نظری و مطالعات پیشین در زمینه ارتقاء تفکر نقادانه در محیط‌های آموزشی و کاری، پرسشنامه اولیه طراحی و در اختیار پنل خبرگان قرار گرفت. پرسشنامه دور اول دلفی شامل سه بخش بود: بخش اول به گردآوری داده‌های جمعیت‌شناختی اعضای پنل دلفی اختصاص داشت؛ بخش دوم شامل مؤلفه‌های مؤثر بر ارتقاء کیفیت تفکر نقادانه در محیط‌های آموزشی و کاری بود که به صورت بسته و بر اساس طیف لیکرت طراحی شده بودند؛ و بخش سوم شامل سؤالات باز بود تا متخصصان بتوانند مؤلفه‌های مدنظر خود را نیز پیشنهاد دهند. در ادامه، پرسشنامه دور دوم دلفی نیز با همان ساختار ارائه شد، با این تفاوت که تمرکز آن بر مؤلفه‌های برنامه‌درسی مرتبط با تقویت تفکر نقادانه قرار گرفت. پس از دریافت پاسخ‌ها، داده‌های حاصل از هر دو مرحله با استفاده از نرم‌افزار Excel مورد تحلیل قرار گرفت. در این تحلیل، میانگین، انحراف معیار و درصد اجماع خبرگان برای هر مؤلفه محاسبه شد. براساس معیارهای تعیین شده، مؤلفه‌هایی که دارای بیش از ۷۰٪ اجماع و کمتر از ۰/۶ انحراف معیار بودند، به عنوان مؤلفه‌های قطعی شناسایی شدند. در نتیجه، یک مؤلفه حذف و ۲۳ مؤلفه نهایی شناسایی شد که در نهایت در قالب ۱۰ عامل اصلی کدگذاری گردید. به دلیل وجود حداکثر میزان اجماع خبرگان و تفاوت اندک (کمتر از ۰/۲) بین میانگین پاسخ‌ها در دور دوم و دور سوم، فرایند دلفی در همین مرحله متوقف گردید. در فرایند دلفی، افرادی به عنوان جامعه آماری انتخاب شدند که علاوه بر داشتن دانش و تخصص مرتبط با موضوع تحقیق، به آن علاقه‌مند نیز بودند. این افراد به صورت هدفمند انتخاب شدند تا همگنی لازم در گروه خبرگان حفظ شود. ملاک‌های انتخاب این خبرگان شامل تسلط نظری بر موضوع تحقیق، تجربه عملی در زمینه‌های مرتبط، تمایل و توانایی مشارکت در پژوهش و نیز دسترسی‌پذیری برای ارتباط مستمر بود. با استناد به دیدگاه الوانی و همکاران (۱۳۹۵) در کتاب «روش‌شناسی پژوهش کیفی در مدیریت»، تعداد مناسب اعضای پنل دلفی بین ۵ تا ۲۵ نفر برآورد می‌شود. در این پژوهش، با در نظر گرفتن این معیارها، ابتدا ۲۰ نفر از متخصصان حوزه‌های دانشگاهی، صنعتی، اداری و تخصصی شناسایی شدند. از این تعداد، ۲۰ نفر آمادگی خود را برای همکاری اعلام کرده و به عنوان اعضای نهایی پنل دلفی در فرایند پژوهش مشارکت کردند. جدول ۱ مشخصات فردی پنل دلفی را نشان می‌دهد.

جدول ۴: مشخصات پنل دلفی

جنسیت	سابقه خدمت		تحصیلات	
	زن	مرد	کمتر از ۱۵ سال بیشتر از ۱۰ سال	بیشتر از ۱۵ سال
مشخصات	۶	۱۴	۵	۱۵
فراوانی	۳۰	۷۰	۲۵	۷۵
درصد				

تعداد پرسشنامه‌های ارسالی، دریافت شده، درصد آن‌ها و تعداد پیگیری آنها در جدول زیر آمده است.

جدول ۵: توزیع و دریافت پرسشنامه

تعداد دور دلفی	تعداد پرسشنامه توزیع	تعداد پرسشنامه دریافت شده	درصد دریافت	دفعات پیگیری
اول	۲۰	۱۵	۷۵	۶
دوم	۱۵	۱۵	۱۰۰	۵

تحلیل داده‌ها

مرحله دوم: تبدیل نتایج به دست آمده از دلفی براساس مقیاس لیکرت به اعداد فازی

همانطور که گفته شد در پرسشنامه از طیف لیکرت برای دریافت نظرات اعضای پنل دلفی استفاده کرده ایم ولی با توجه به انتقاد عده‌ای از پژوهشگران در مورد مطلق نبودن نظرات خبرگان، و تفسیر نادرست نتایج، از منطق فازی برای تبدیل پاسخ‌ها به اعداد فازی استفاده نمودیم. استفاده از نظریه فازی به ما در این پژوهش کمک کرد تا مفاهیم؛ متغیرهای غیردقیق و مبهم را به شکل

ریاضی در آوریم و زمینه را برای استدلال تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان، فراهم نماییم، توجه نمایید استفاده از مقیاس پنج تایی طیف لیکرت، در جدول زیر نمایش داده شده است.

جدول ۶: عبارات زبانی و اعداد دلفی فازی (مارتینر و کانل، ۲۰۱۱)

عبارت زبانی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
اعداد فاز مثلثی	(۰/۰، ۰/۰، ۰/۲۵)	(۰/۰، ۰/۵، ۰/۲۵)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۰/۷۵، ۱، ۱)

هر پاسخ دریافت شده به ۳ عدد تبدیل می شود مثلاً اگر پاسخ سوالی کم باشد، کمترین مقدار^۱ صفر، منطقی ترین مقدار^۲ ۰/۲۵ و بیشترین مقدار^۳ ۰/۵ خواهد بود. شکل ۱ تبدیل طیف لیکرت به اعداد فازی را نشان می دهد.

جدول ۷: تبدیل طیف لیکرت به اعداد فازی

متغیر کلامی	اعداد فازی متناظر با متغیر کلامی		
	L	M	U
خیلی کم	۰	۰	۰/۲۵
کم	۰	۰/۲۵	۰/۵
متوسط	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵
زیاد	۰/۵	۰/۷۵	۱
خیلی زیاد	۰/۷۵	۱	۱

مرحله دوم: غیرفازی کردن (فازی زدایی)^۴

مرحله دوم فرآیند فازی زدایی شامل تبدیل داده های فازی به یک عدد قطعی است تا برای تحلیل و تصمیم گیری قابل استفاده باشد. این مرحله به چهار گام تقسیم می شود:

۱. محاسبه حد پایین (Li): در این گام، حد پایین نظرات خبرگان محاسبه شده و میانگین آن ها به عنوان کمترین مقدار برای هر مؤلفه در نظر گرفته می شود.

$$m = \frac{\sum L_i}{n}$$

L_i = نشان دهنده حد پایین نظر خبره و n = تعداد خبرگان

۲. محاسبه مقدار منطقی ترین نظر (Mi): این گام شامل محاسبه مقدار میانی یا منطقی ترین نظر از نظرات خبرگان است که بهترین تخمین از نظر آن ها است.

$$m = \frac{\sum M_i}{n}$$

M_i = نشان دهنده مقدار میانی (منطقی ترین نظر) و n = تعداد خبرگان

۳. محاسبه حد بالا (Ui): حد بالای نظرات خبرگان محاسبه می شود که نشان دهنده خوش بینانه ترین نظر درباره یک مؤلفه است. فرمول این مرحله نیز به صورت زیر است:

$$m = \frac{\sum U_i}{n}$$

U_i = نشان دهنده حد بالای نظر خبره و n = تعداد خبرگان

1. L
2. M
3. U
4. Defuzzification

۴. فازی‌زدایی نهایی: پس از محاسبه سه مقدار (حد پایین، میانه و حد بالا)، این مقادیر در فرمول فازی‌زدایی ترکیب می‌شوند تا یک مقدار قطعی به‌دست آید که می‌توان از آن برای تحلیل و تصمیم‌گیری استفاده کرد.

$$Si = \frac{Ui + 4 \times Mi + Li}{6}$$

Si مقدار قطعی دی فازی شده مؤلفه i است.

جدول ۸: اعداد فازی متناظر با طیف لیکرت با متوسط اعداد فازی

متغیر کلامی	اعداد فازی متناظر با متغیر کلامی			متوسط اعداد فازی
	U	M	L	
خیلی کم	۰/۲۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰۸۳
کم	۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۰	۰/۲۵
متوسط	۰/۷۵	۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۵۰
زیاد	۱	۰/۷۵	۰/۵۰	۰/۷۵
خیلی زیاد	۱	۱	۰/۷۵	۰/۹۱

جدول ۹: محاسبه میانگین دلفی فازی مؤلفه‌ها

عناصر برنامه‌درسی	میانگین فازی مرحله اول			میانگین فازی مرحله دوم		
	U	M	L	U	M	L
روش‌های تدریس و سبک‌های آموزشی	۰/۴۰	۰/۶۴	۰/۸۵	۰/۴۵	۰/۷۰	۰/۹۲
کیفیت محتوا و مواد آموزشی	۰/۴۹	۰/۷۵	۰/۹۳	۰/۵۵	۰/۸۰	۰/۹۵
پشتیبانی و بازخورد اساتید	۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۸۹	۰/۴۳	۰/۶۷	۰/۹۰
استفاده از فناوری و ابزارهای آموزشی	۰/۴۵	۰/۶۹	۰/۸۹	۰/۵۰	۰/۷۵	۰/۹۳
تجربیات گروهی و همکاری تیمی	۰/۳۷	۰/۶۳	۰/۸۵	۰/۴۲	۰/۶۷	۰/۸۷
عوامل فردی و انگیزشی	۰/۳۱	۰/۵۳	۰/۷۵	۰/۳۵	۰/۵۸	۰/۸۰
تنوع و پیچیدگی مسائل علمی	۰/۳۹	۰/۶۳	۰/۸۴	۰/۳۸	۰/۶۳	۰/۸۳
مهارت‌های حل مسئله و توانایی تحلیل حل مسئله	۰/۳۸	۰/۶۴	۰/۸۴	۰/۴۷	۰/۷۲	۰/۹۰
آموزش‌های تخصصی	۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۸۶	۰/۴۰	۰/۶۵	۰/۸۵
پشتیبانی سازمانی	۰/۳۵	۰/۵۵	۰/۷۸	۰/۴۳	۰/۶۷	۰/۸۵
فرهنگ سازمانی	۰/۴۲	۰/۶۳	۰/۸۴	۰/۴۳	۰/۶۷	۰/۸۸
تجربیات عملی و علمی و تجربه عملی و آزمایشگاهی	۰/۳۶	۰/۶۱	۰/۸۳	۰/۳۸	۰/۶۲	۰/۸۲
کار و وظایف گروهی تعاملات میان رشته ای	۰/۳۷	۰/۵۹	۰/۸۱	۰/۴۰	۰/۶۵	۰/۸۷
پشتیبانی آموزشی	۰/۳۵	۰/۵۴	۰/۸۱	۰/۴۵	۰/۶۸	۰/۹۳
فشارهای شغلی و تحصیلی	۰/۳۷	۰/۵۹	۰/۸۳	۰/۴۲	۰/۶۷	۰/۸۸
تأثیرات محیط آموزشی و فرهنگی	۰/۳۸	۰/۶۴	۰/۸۴	۰/۴۵	۰/۷۰	۰/۹۰

مرحله دوم: معیارهای نهایی پذیرش مؤلفه‌ها

در روش دلفی فازی، چند نوع آستانه برای تصمیم‌گیری در مورد شاخص‌ها و مؤلفه‌ها تعریف می‌شود. آستانه پذیرش (تحمل) معمولاً مقداری بین ۰ و ۱ (مثلاً ۰/۷) است و اگر مقدار فازی‌زدایی شده شاخص از این حد بالاتر باشد، شاخص پذیرفته می‌شود و در غیر این صورت رد می‌گردد. آستانه توقف فرآیند دلفی زمانی اعمال می‌شود که اختلاف میانگین نتایج دو دور متوالی کمتر از یک مقدار مشخص (مثلاً ۰/۲) باشد؛ در این حالت فرآیند متوقف شده و اجماع خبرگان حاصل می‌شود. علاوه بر این، آستانه همگرایی یا اجماع خبرگان میزان نزدیکی نظرات را بررسی می‌کند و اگر اختلاف میانگین نظرات کمتر از حد مشخصی (مثلاً ۰/۲ تا ۰/۳) باشد، نشان‌دهنده دستیابی به اجماع است؛ در غیر این صورت ادامه مراحل دلفی لازم است. همچنین، آستانه اهمیت شاخص‌ها برای تعیین اعتبار هر شاخص به کار می‌رود و در صورتی که اهمیت شاخص کمتر از مقدار مشخصی (مثلاً ۰/۵ یا ۰/۶) باشد، آن شاخص نامعتبر تلقی شده و حذف می‌شود. این آستانه‌ها کمک می‌کنند تا شاخص‌های مهم شناسایی شده و فرآیند تصمیم‌گیری در دلفی فازی ساختارمند و هدفمند پیش رود.

با توجه به این که در فرآیند دلفی، معیارهای نهایی پذیرش مؤلفه‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در شناسایی عوامل معتبر دارند، در این پژوهش نیز چند شاخص کلیدی برای تصمیم‌گیری در خصوص پذیرش یا حذف مؤلفه‌ها به کار گرفته شد. نخست، آستانه پذیرش مؤلفه‌ها تعیین گردید. بر این اساس، مؤلفه‌هایی که امتیاز قطعی آن‌ها بالاتر از ۰/۷ بود، به عنوان مؤلفه‌های نهایی پذیرفته شدند و مؤلفه‌هایی که امتیاز کمتری داشتند، حذف شدند. این آستانه به منظور تمرکز بر مؤلفه‌های دارای بیشترین اهمیت و اتفاق نظر بین خبرگان در نظر گرفته شد. در ادامه، آستانه توقف فرایند دلفی مشخص شد. طبق این معیار، زمانی که اختلاف میانگین نظرات بین دو دور متوالی کمتر از ۰/۲ باشد، نشان‌دهنده دستیابی به اجماع میان خبرگان است و نیازی به ادامه دورهای بعدی وجود ندارد. همچنین، آستانه همگرایی یا اجماع خبرگان در نظر گرفته شد. زمانی که اختلاف میانگین نظرات به حدی کاهش یابد که به زیر ۰/۲ برسد، به معنای همگرایی دیدگاه‌ها و تأیید نهایی مؤلفه‌هاست. در نهایت، آستانه اهمیت مؤلفه‌ها نیز در تحلیل‌ها لحاظ شد. چنانچه درجه اهمیت مؤلفه‌ای کمتر از ۰/۵ باشد، آن مؤلفه به‌عنوان شاخصی با ارزش پایین تلقی شده و از فهرست نهایی حذف می‌شود. با در نظر گرفتن این چهار معیار، تنها مؤلفه‌هایی در فهرست نهایی باقی ماندند که از نظر خبرگان دارای اهمیت کافی، اجماع قابل قبول و پایداری در پاسخ‌ها بودند. این رویکرد باعث شد تا عوامل نهایی انتخاب‌شده، از اعتبار و پشتوانه نظری و تجربی مناسبی برخوردار باشند.

جدول ۱۰: مقایسه اعداد قطعی و توافقی یا عدم توافق مؤلفه‌ها

عوامل عناصر برنامه‌درسی	نتیجه مرحله اول						نتیجه مرحله دوم			اختلاف	نتیجه			
	میانگین فازی			مقدار قطعی			میانگین فازی			مقدار قطعی			مراحل	نهایی
	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L		
روش‌های تدریس و سبک‌های آموزشی	۰/۴۵	۰/۷۰	۰/۹۰	۰/۶۸	۰/۴۵	۰/۷۰	۰/۹۲	۰/۶۹	۰/۱۰	توافق				
کیفیت محتوا و مواد آموزشی	۰/۵۰	۰/۷۶	۰/۹۳	۰/۷۳	۰/۵۰	۰/۷۵	۰/۹۲	۰/۷۲	۰/۰۱	توافق				
پشتیبانی و بازخورد اساتید	۰/۴۳	۰/۶۵	۰/۸۸	۰/۶۵	۰/۴۳	۰/۶۷	۰/۹۲	۰/۶۷	۰/۰۲	توافق				
استفاده از فناوری و ابزارهای آموزشی	۰/۴۸	۰/۷۱	۰/۸۹	۰/۶۹	۰/۵۰	۰/۷۵	۰/۹۲	۰/۷۲	۰/۰۳	توافق				
تجربیات گروهی و همکاری تیمی	۰/۳۶	۰/۶۱	۰/۸۵	۰/۶۱	۰/۳۸	۰/۶۳	۰/۸۵	۰/۶۲	۰/۰۲	توافق				
عوامل فردی و انگیزشی	۰/۰۳	۰/۵۰	۰/۷۴	۰/۵۱	۰/۳۳	۰/۵۵	۰/۷۷	۰/۵۵	۰/۰۴	توافق				
تنوع و پیچیدگی مسائل علمی	۰/۳۷	۰/۶۰	۰/۸۰	۰/۵۹	۰/۳۷	۰/۶۲	۰/۸۲	۰/۶۰	۰/۰۱	توافق				
مهارت‌های حل مسئله و توانایی تحلیل حل مسئله	۰/۳۳	۰/۵۹	۰/۸۰	۰/۵۷	۰/۳۷	۰/۶۲	۰/۸۳	۰/۶۱	۰/۰۳	توافق				
آموزش‌های تخصصی	۰/۳۸	۰/۶۱	۰/۸۴	۰/۶۱	۰/۳۷	۰/۶۲	۰/۸۳	۰/۶۱	۰/۰	توافق				
پشتیبانی سازمانی	۰/۳۶	۰/۵۸	۰/۸۱	۰/۵۸	۰/۳۲	۰/۵۳	۰/۷۸	۰/۵۴	۰/۰۴	توافق				
فرهنگ سازمانی	۰/۴۳	۰/۶۴	۰/۸۵	۰/۶۴	۰/۴۵	۰/۶۸	۰/۸۸	۰/۶۷	۰/۰۳	توافق				

برنامه درسی و آموزش یادگیرنده محور، دوره ۵، شماره ۲، ۱۴۰۵

تجربیات عملی و علمی و تجربه عملی و آزمایشگاهی	۰/۳۷	۰/۶۳	۰/۸۵	۰/۶۱	۰/۴۰	۰/۶۵	۰/۸۳	۰/۶۳	۰/۰۱	توافق
کار و وظایف گروهی و تعاملات میان رشته‌ای	۰/۳۶	۰/۶۱	۰/۸۴	۰/۰۶	۰/۳۸	۰/۶۳	۰/۸۷	۰/۶۳	۰/۰۳	توافق
پشتیبانی آموزشی	۰/۴۳	۰/۶۴	۰/۸۹	۰/۶۵	۰/۴۳	۰/۶۷	۰/۹۲	۰/۶۷	۰/۰۲	توافق
فشارهای شغلی و تحصیلی	۰/۲۹	۰/۴۹	۰/۷۴	۰/۵۰	۰/۳	۰/۵۲	۰/۷۵	۰/۵۲	۰/۰۲	توافق
تأثیرات محیط آموزشی و فرهنگی	۰/۴۰	۰/۶۶	۰/۸۶	۰/۶۴	۰/۴۳	۰/۶۸	۰/۸۸	۰/۶۷	۰/۰۲	توافق

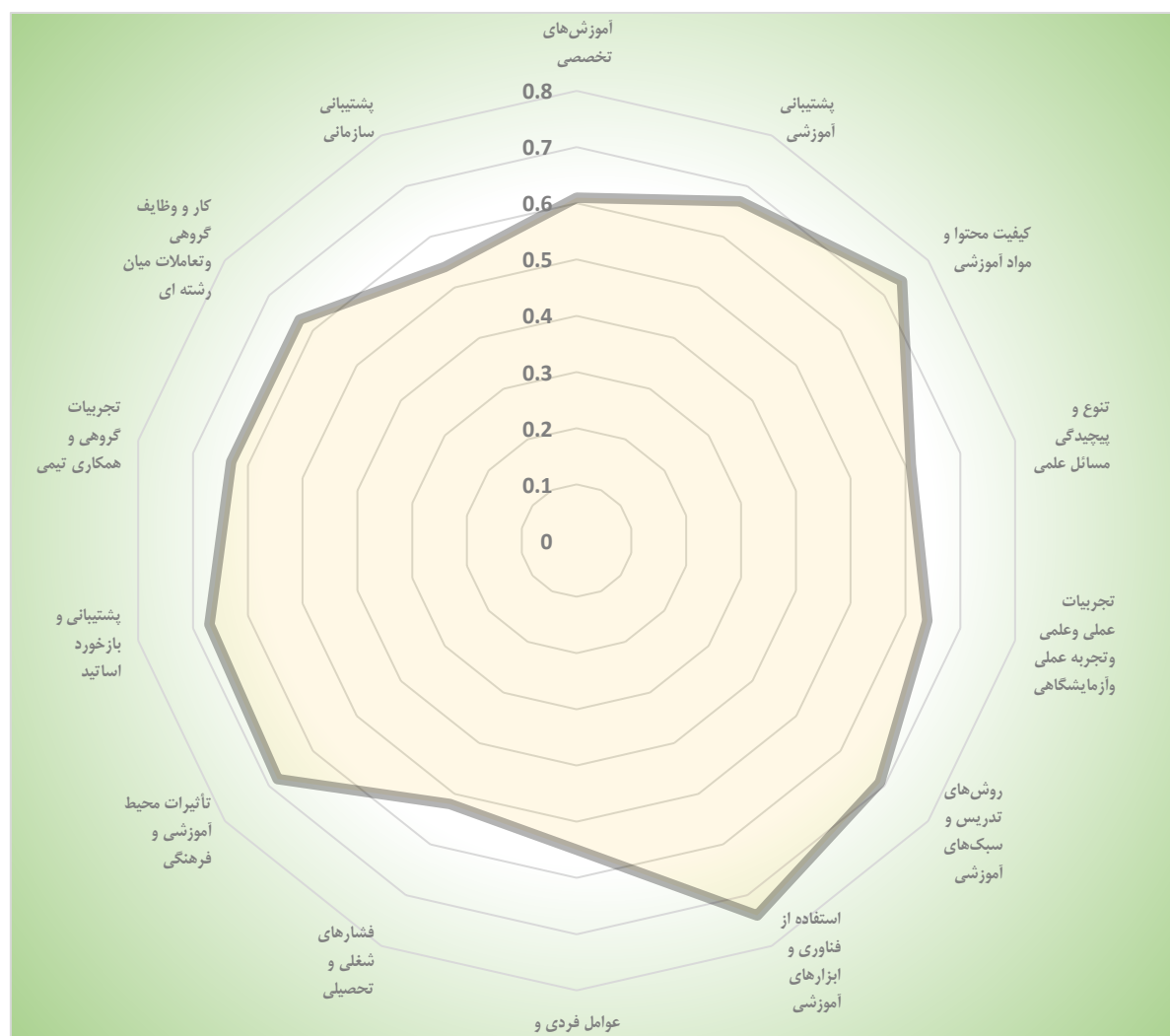
نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها با استفاده از روش دلفی و دلفی فازي نشان داد که مؤلفه‌های شناسایی شده از اعتبار بالایی برخوردارند. اختلاف میانگین نظرات خبرگان در دوره‌های دوم و سوم کمتر از ۰/۲ بوده و این میزان پایین اختلاف، بیانگر توافق بالا و همگرایی دیدگاه‌ها میان اعضای پنل دلفی است. همچنین، بررسی مقدار قطعی مؤلفه‌ها در دو دور متوالی نشان داد که این مقادیر نیز اختلافی کمتر از ۰/۲ داشته‌اند. با توجه به درصد بالای توافق (بیش از ۰/۷۰) و اختلاف اندک میانگین نظرات، می‌توان نتیجه گرفت که پژوهش به سطح قابل قبولی از اجماع خبرگان دست یافته است و نیازی به اجرای دور سوم دلفی وجود نداشته است. این سطح از همگرایی و تأیید جمعی، اعتبار مؤلفه‌های نهایی پژوهش را تأیید می‌کند.

جدول ۱۱: میانگین درصد توافق اعضا

درصد توافق اعضا	دور دوم دلفی	دور سوم دلفی
	۷۵٪	۷۷٪

جدول ۱۲: رتبه بندی عوامل مؤثر بر عناصر برنامه‌درسی

رتبه هر مولفه	امتیاز	درصد	مقدار	میانگین فازي			مؤلفه‌ها	ابعاد
				U	M	L		
۷	۰/۶۱	۹۹/۹۲	۰/۶۱	۰/۸۳	۰/۶۲	۰/۳۷	آموزش‌های تخصصی	هدف
۴	۰/۶۷	۹۹/۸۰	۰/۶۷	۰/۹۲	۰/۶۷	۰/۴۳	پشتیبانی آموزشی	
۱	۰/۷۴	۹۹/۹۲	۰/۷۲	۰/۹۲	۰/۷۵	۰/۵۰	کیفیت محتوا و مواد آموزشی	محتوا
۷	۰/۶۱	۹۹/۸۸	۰/۶۰	۰/۸۲	۰/۶۲	۰/۳۷	تنوع و پیچیدگی مسائل علمی	
۵	۰/۶۴	۹۹/۸۸	۰/۶۳	۰/۸۳	۰/۶۵	۰/۴۰	تجربیات عملی، علمی و آزمایشگاهی	
۲	۰/۶۹	۹۹/۹۱	۰/۶۹	۰/۹۲	۰/۷۰	۰/۴۵	روش‌های تدریس و سبک‌های آموزشی	توالی
۱	۰/۷۴	۹۹/۷۱	۰/۷۲	۰/۹۲	۰/۷۵	۰/۵۰	استفاده از فناوری و ابزارهای آموزشی	
۸	۰/۵۵	۹۹/۶۶	۰/۵۵	۰/۷۷	۰/۵۵	۰/۳۳	عوامل فردی و انگیزشی	یادگیرندگان
۱۰	۰/۵۲	۹۹/۸۳	۰/۶۳	۰/۷۵	۰/۵۲	۰/۳۰	فشارهای شغلی و تحصیلی	
۳	۰/۶۸	۹۹/۸۰	۰/۶۷	۰/۸۸	۰/۶۸	۰/۴۳	تأثیرات محیط آموزشی و فرهنگی	
۴	۰/۶۷	۹۹/۷۸	۰/۶۷	۰/۹۲	۰/۶۷	۰/۴۳	پشتیبانی و بازخورد اساتید	جریان
۶	۰/۶۳	۹۹/۸۵	۰/۶۲	۰/۸۵	۰/۶۳	۰/۳۸	تجربیات گروهی و همکاری تیمی	آموزشی
۶	۰/۶۳	۹۹/۷۹	۰/۶۳	۰/۸۷	۰/۶۳	۰/۳۸	کار و وظایف گروهی و تعاملات میان رشته‌ای	
۹	۰/۵۴	۹۹/۶۸	۰/۵۴	۰/۷۸	۰/۵۳	۰/۳۲	پشتیبانی سازمانی	ارزشیابی
۳	۰/۶۸	۹۹/۶۸	۰/۶۷	۰/۸۸	۰/۶۸	۰/۴۵	فرهنگ سازمانی	
۷	۰/۶۱	۹۹/۷۴	۰/۶۱	۰/۸۳	۰/۶۲	۰/۳۷	مهارت‌های حل مسئله و توانایی تحلیل حل مسئله	تطبیق



شکل ۲. نمودار راداری امتیاز فازی عوامل ارتقاء دهنده کیفیت تفکر نقادانه

در بعد هدف، مولفه «پشتیبانی آموزشی» با میانگین فازی (۰/۴۳، ۰/۶۷، ۰/۹۲)، مقدار دی‌فازی ۰/۶۷، درصد توافق ۹۹/۸۰، امتیاز فازی ۰/۶۷ و رتبه ۴ از اهمیت بیشتری نسبت به «آموزش‌های تخصصی» با امتیاز فازی ۰/۶۱ و رتبه ۷ برخوردار است. این نشان‌دهنده نقش کلیدی پشتیبانی در تحقق اهداف آموزشی است. در بعد محتوا، مولفه «کیفیت محتوا و مواد آموزشی» با میانگین فازی (۰/۵۰، ۰/۷۵، ۰/۹۲)، مقدار دی‌فازی ۰/۷۲، درصد توافق ۹۹/۹۲، امتیاز فازی ۰/۷۴ و رتبه ۱ بالاترین اهمیت را در میان تمامی مولفه‌ها دارد. در مقابل، «تنوع و پیچیدگی مسائل علمی» و «تجربیات عملی و علمی و تجربه عملی و آزمایشگاهی» به ترتیب با امتیازهای ۰/۶۱ (رتبه ۷) و ۰/۶۴ (رتبه ۵) در جایگاه‌های پایین‌تری قرار دارند. در بعد توالی، مولفه «استفاده از فناوری و ابزارهای آموزشی» با میانگین فازی (۰/۵۰، ۰/۷۵، ۰/۹۲)، مقدار دی‌فازی ۰/۷۲، درصد توافق ۹۹/۷۱، امتیاز فازی ۰/۷۴ و رتبه ۱ هم‌رتبه با «کیفیت محتوا و مواد آموزشی» است و نشان‌دهنده اهمیت بالای فناوری در ترتیب و توالی آموزشی است. مولفه «روش‌های تدریس و سبک‌های آموزشی» با امتیاز ۰/۶۹ و رتبه ۲ در جایگاه بعدی قرار دارد. در بعد یادگیرندگان، مولفه «تأثیرات محیط آموزشی و فرهنگی» با میانگین فازی (۰/۴۳، ۰/۶۸، ۰/۸۸)، مقدار دی‌فازی ۰/۶۷، درصد توافق ۹۹/۸۰، امتیاز فازی ۰/۶۸ و رتبه ۳ مهم‌ترین عامل در این بعد است. در مقابل، «عوامل فردی و انگیزشی» و «فشارهای شغلی و تحصیلی» به ترتیب با امتیازهای ۰/۵۵ (رتبه ۸) و ۰/۵۲ (رتبه ۱۰) از اهمیت کمتری برخوردارند. در بعد جریان آموزشی، مولفه «پشتیبانی و بازخورد اساتید» با میانگین فازی (۰/۴۳، ۰/۶۷، ۰/۹۲)، مقدار دی‌فازی ۰/۶۷، درصد توافق ۹۹/۷۸، امتیاز فازی ۰/۶۷ و رتبه ۴ از اهمیت بیشتری نسبت به «تجربیات گروهی و همکاری تیمی» و «کار و وظایف گروهی و تعاملات میان‌رشته‌ای» با امتیازهای ۰/۶۳ (رتبه ۶)

برخوردار است. در بعد ارزشیابی، مولفه «فرهنگ سازمانی» با میانگین فازی (۰/۴۵، ۰/۶۸، ۰/۸۸)، مقدار دی فازی ۰/۶۷، درصد توافق ۹۹/۶۸، امتیاز فازی ۰/۶۸ و رتبه ۳ مهم تر از «پشتیبانی سازمانی» با امتیاز ۰/۵۴ و رتبه ۹ است. در بعد تطبیق، مولفه «مهارت های حل مسئله و توانایی تحلیل حل مسئله» با میانگین فازی (۰/۳۷، ۰/۶۲، ۰/۸۳)، مقدار دی فازی ۰/۶۱، درصد توافق ۹۹/۷۴، امتیاز فازی ۰/۶۱ و رتبه ۷ قرار دارد که نشان دهنده اهمیت نسبی کمتر این مولفه در مقایسه با سایر ابعاد است. بر اساس نتایج حاصل از تحلیل داده ها و اجرای روش دلفی فازی، چارچوبی تلفیقی از عوامل مؤثر بر ارتقاء تفکر نقادانه در دو محیط آموزشی و سازمانی استخراج شد. این چارچوب شامل مجموعه ای از مؤلفه های کلیدی است که در سه سطح «برنامه درسی و آموزشی»، «تجربه های علمی و عملی» و «بسترهای فردی و سازمانی» طبقه بندی شده اند. همان گونه که در شکل زیر مشاهده می شود، این مؤلفه ها در تعامل با یکدیگر باعث ارتقاء کیفیت تفکر نقادانه را در دانشگاه ها و محیط های کاری را فراهم می سازند.



شکل ۳. رتبه بندی عوامل توسط خبرگان (در روش دلفی فازی)

در دنیای پیچیده و پویا امروز، آموزش و یادگیری به عنوان رکن اصلی پرورش علمی و حرفه ای نیازمند رویکردهای جامع و کارآمد است. در این راستا، ایجاد چارچوبی تلفیقی که بتواند عوامل مؤثر بر ارتقاء کیفیت تفکر نقادانه را در محیط های تحصیلی و کاری شناسایی و سازماندهی کند، اهمیت ویژه ای دارد. در این پژوهش، با بهره گیری از روش دلفی فازی و ترکیب نتایج مصاحبه با خبرگان متخصص در حوزه آموزش و سازمان ها، همچنین تحلیل پیشینه پژوهش های مرتبط، چارچوبی جامع طراحی شده است که علاوه بر سازمان دهی عوامل، به ایجاد بینشی عمیق برای بهبود فرآیندهای آموزش و پرورش مهارت های تفکر نقادانه کمک می کند. این چارچوب تلفیقی از دو بخش اصلی تشکیل شده است:

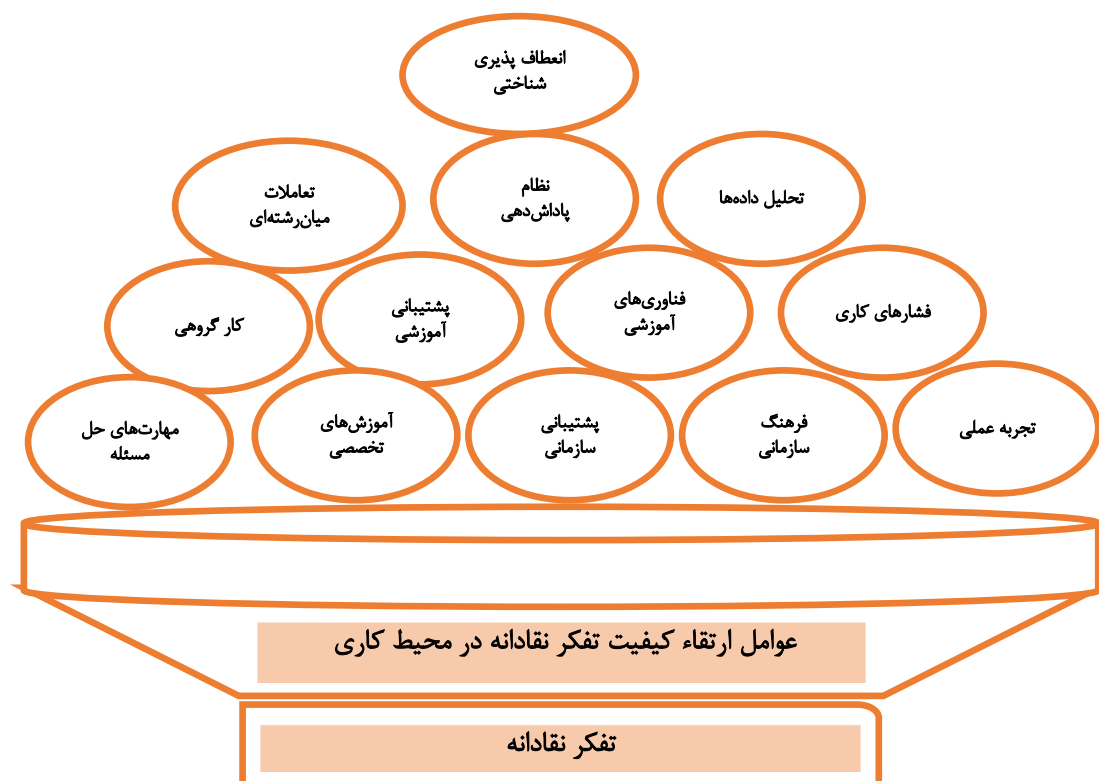
۱. **عوامل مؤثر در محیط های تحصیلی:** شامل عناصر برنامه درسی، روش های تدریس، تعاملات دانشجویی، فضای یادگیری و سایر مولفه هایی که در بستر دانشگاهی موجب ایجاد، بروز و تقویت تفکر نقادانه می شوند.

۲. **عوامل مؤثر در محیط های کاری و سازمانی:** شامل فرهنگ سازمانی، ساختارهای مدیریتی، فرایندهای تصمیم گیری، تعاملات میان کارکنان و سایر عوامل محیط کاری که به تقویت مهارت های تحلیلی، خلاقیت و تصمیم گیری منطقی کمک می کنند. با بررسی اشتراک و تفاوت های موجود در این دو دسته عوامل، چارچوبی عملیاتی و قابل اجرا طراحی شد که قابلیت به کارگیری در هر دو محیط را دارد. این چارچوب، ابزاری مؤثر برای ارزیابی دیدگاه دانشجویان، فارغ التحصیلان و کارکنان در مورد فرآیندهای ایجاد و تقویت تفکر نقادانه محسوب می شود. کاربرد این چارچوب فراتر از ارزیابی صرف است؛ از طریق آن می توان استراتژی های

آموزشی و مدیریتی هدفمند طراحی کرد که منجر به ارتقاء کیفیت تفکر نقادانه در هر دو محیط می‌شود. همچنین، در مطالعه های آینده گویه‌های پرسشنامه تحقیق بر اساس این چارچوب طراحی و رواسازی شده‌اند که نشان‌دهنده همسویی نتایج پژوهش با نیازهای عملی دانشگاه‌ها و سازمان‌هاست. در شکل زیر، نمودار کلی چارچوب تلفیقی عوامل ارتقاء تفکر نقادانه ارائه شده است که مسیرهای کلیدی تعامل بین عوامل تحصیلی و سازمانی را نمایش می‌دهد.



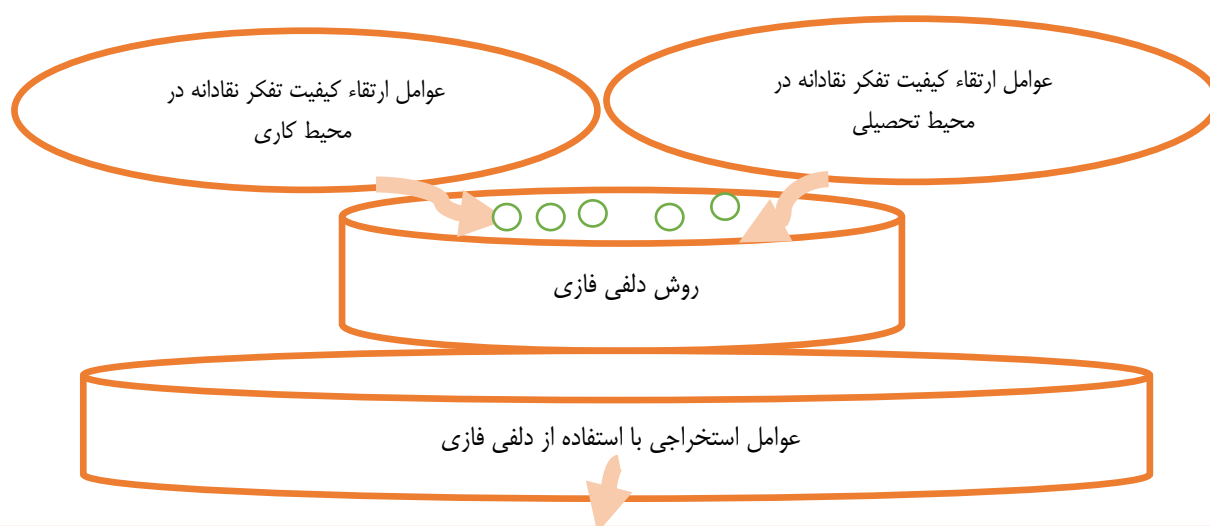
شکل ۴. عوامل ارتقاء دهنده کیفیت تفکر نقادانه در محیط درسی



شکل ۵. عوامل ارتقاء دهنده کیفیت تفکر نقادانه در محیط کاری

در گام نهایی، با ادغام دو چارچوب فوق، الگویی یکپارچه ارائه شد که نشان می‌دهد ارتقای کیفیت تفکر نقادانه نتیجه پیوستاری از تجربه آموزشی تا تجربه حرفه‌ای است. در این چارچوب تلفیقی:

- عوامل آموزشی زمینه‌ساز شکل‌گیری مهارت‌های اولیه تفکر نقادانه؛
 - عوامل سازمانی و حرفه‌ای موجب تعمیق، تثبیت و کاربردی‌شدن این مهارت‌ها می‌شوند؛
 - و عوامل فردی و انگیزشی به‌عنوان متغیرهای میانجی در هر دو بستر نقش‌آفرینی می‌کنند.
- بدین ترتیب، چارچوب نهایی پژوهش نشان می‌دهد که تقویت تفکر نقادانه نیازمند هم‌راستاسازی سیاست‌های آموزشی دانشگاه با فرهنگ و ساختار سازمان‌های حرفه‌ای است و نمی‌توان این مهارت را صرفاً در یک بستر منفک از دیگری پرورش داد.



۱	روش‌های تدریس و سبک‌های آموزشی	تنوع و پیچیدگی علمی و تکالیف متعدد
۲	کیفیت محتوا و مواد آموزشی	
۳	تجربیات عملی و علمی و تجربه عملی و آزمایشگاهی	پشتیبانی و بازخورد اساتید
۴	تأثیرات محیط آموزشی و فرهنگی	امکانات آموزشی و رفاهی
۵	استفاده از فناوری و ابزارهای آموزشی	
۶	آموزش‌های تخصصی	پشتیبانی آموزشی و حمایت‌های دانشگاهی و اساتید و بازخورد به موقع اساتید
۷	تجربیات گروهی و همکاری تیمی	تقویت مهارت حل مسئله و انعطاف پذیر شناختی
۸	عوامل فردی و انگیزشی	
۹	فرهنگ سازمانی و پشتیبانی سازمانی	

شکل ۶. چارچوب نهایی پژوهش

بحث

پژوهش حاضر با استفاده از روش دلفی فازی، ۱۶ عامل کلیدی را شناسایی کرده است که نقش مهمی در ایجاد، بروز و تقویت تفکر نقادانه در برنامه‌درسی مهندسی ایفا می‌کنند. این عوامل شامل مواردی مانند روش‌های تدریس و سبک‌های آموزشی، کیفیت محتوا و مواد آموزشی، پشتیبانی و بازخورد اساتید، استفاده از فناوری و ابزارهای آموزشی، تجربیات گروهی و همکاری تیمی، عوامل فردی و انگیزشی، تنوع و پیچیدگی مسائل علمی، مهارت‌های حل مسئله و توانایی تحلیل، آموزش‌های تخصصی، پشتیبانی

سازمانی، فرهنگ سازمانی، تجربیات عملی و آزمایشگاهی، وظایف گروهی و تعاملات میان‌رشته‌ای، پشتیبانی آموزشی، فشارهای شغلی و تحصیلی، و تأثیرات محیط آموزشی و فرهنگی می‌باشند.

این عوامل چارچوبی منسجم میان برنامه‌درسی و دستاوردهای تفکر نقادانه ایجاد کرده‌اند که تأثیرات گسترده‌ای بر دانشجویان، فارغ‌التحصیلان، دانش‌آموختگان و کارمندان در سازمان‌ها دارند. بر اساس جدول نتایج پژوهش، رتبه‌بندی این عوامل بر اساس امتیاز فازی از ۰/۷۴ تا ۰/۵۲ صورت گرفته است که تحلیل آن‌ها درک عمیق‌تری از نقش هر عامل ارائه می‌دهد. در صدر عوامل، «کیفیت محتوا و مواد آموزشی» و «استفاده از فناوری و ابزارهای آموزشی» هر دو با امتیاز فازی ۰/۷۴ و رتبه ۱ قرار دارند. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت بالای محتوای باکیفیت و ابزارهای فناورانه در تقویت تفکر نقادانه است. پژوهش (ژانگ، ۲۰۰۳) نیز تأیید می‌کند که محتوای آموزشی غنی و فناوری‌های پیشرفته، توانایی تحلیل دانشجویان را بهبود می‌بخشد و آن‌ها را برای حل مسائل پیچیده آماده می‌کند. در رتبه دوم، «روش‌های تدریس و سبک‌های آموزشی» با امتیاز فازی ۰/۶۹ جای دارد که نشان‌دهنده تأثیرگذاری رویکردهای نوین آموزشی، مانند یادگیری فعال، در تقویت تفکر نقادانه در دانشجویان مهندسی است (وو^۱ و همکاران، ۲۰۲۴). این عوامل، به دانشجویان پایه‌ای برای پرورش مهارت‌های تحلیلی می‌دهند و آن‌ها را برای ورود به بازار کار آماده می‌کنند؛ مثلاً استفاده از شبیه‌سازی‌های دیجیتال، سناریوهای واقعی را شبیه‌سازی کرده و دانشجویان را به ارائه راه‌حل‌های خلاقانه تشویق می‌کند. این عوامل به‌ویژه در سازمان‌ها فرهنگ پویایی ایجاد می‌کنند که کارکنان را به پرسشگری و تحلیل ترغیب می‌کند (حسن^۲، ۲۰۲۳). این عوامل به‌ویژه در سازمان‌ها فرهنگ پویایی ایجاد می‌کنند که کارکنان را به پرسشگری و تحلیل ترغیب می‌کند (اوآن^۳، ۲۰۲۴). «پشتیبانی آموزشی» و «پشتیبانی و بازخورد اساتید» با امتیاز فازی ۰/۶۷ و رتبه چهارم، نقشی حیاتی در افزایش انگیزه دانشجویان و تقویت توانایی ارزیابی نقادانه مسائل دارند (تام و تین^۴، ۲۰۲۴). فارغ‌التحصیلان بهره‌مند از این پشتیبانی در محیط‌های حرفه‌ای به‌عنوان افراد نوآور شناخته می‌شوند (شارما و چوهان^۵، ۲۰۲۴؛ فام و همکاران^۶، ۲۰۲۴).

«تجربیات عملی و آزمایشگاهی» (امتیاز فازی ۰/۶۴، رتبه پنجم) دانش نظری را با مهارت‌های عملی پیوند می‌دهد و به کارکنان امکان می‌دهد فرایندها را بهینه کنند (فام و همکاران، ۲۰۲۴). در رتبه ششم، «تجربیات گروهی و همکاری تیمی» و «وظایف گروهی و تعاملات میان‌رشته‌ای» با امتیاز فازی ۰/۶۳ قرار دارند که تفکر جمعی و نوآوری را تقویت می‌کنند (لوپز و همکاران^۷، ۲۰۲۵). برای مثال، پروژه‌های مشترک بین مهندسان و متخصصان داده، راه‌حل‌های نوآورانه‌ای برای مسائل صنعتی ارائه می‌دهند. «آموزش‌های تخصصی» (امتیاز فازی: ۰/۶۱، رتبه: ۷)، «تنوع و پیچیدگی مسائل علمی» «آموزش‌های تخصصی»، «تنوع و پیچیدگی مسائل علمی» و «مهارت‌های حل مسئله و توانایی تحلیل» با امتیاز فازی ۰/۶۱ در رتبه هفتم جای گرفته‌اند که به دانشجویان و کارکنان کمک می‌کنند با چالش‌های جدید سازگار شده و دانش خود را به‌روز نگه دارند (تیان و همکاران^۸، ۲۰۲۴). در رتبه‌های پایین‌تر، «عوامل فردی و انگیزشی» (امتیاز فازی ۰/۵۵، رتبه هشتم) به‌عنوان محرک تحلیل عمیق‌تر شناخته می‌شود (سوراپانی^۹، ۲۰۲۴). «پشتیبانی سازمانی» (امتیاز فازی ۰/۵۴، رتبه نهم) بستری برای رشد تفکر نقادانه در کارکنان فراهم می‌آورد (لیبوویچ و همکاران^{۱۰}، ۲۰۲۵). کمترین امتیاز متعلق به «فشارهای شغلی و تحصیلی» (امتیاز فازی ۰/۵۲، رتبه دهم) است که در صورت عدم مدیریت می‌تواند مانعی برای تفکر نقادانه باشد (تیان و همکاران، ۲۰۲۴؛ لیبوویچ و همکاران، ۲۰۲۵). در سازمان‌ها، این عوامل به پرورش فرهنگ سازمانی پویا و نظام پاداش مؤثر کمک می‌کنند؛ برای مثال، سازمان‌هایی که از فرهنگ سازمانی و پشتیبانی سازمانی حمایت می‌کنند، انگیزه کارکنان را با پاداش‌دهی به ایده‌های خلاقانه افزایش می‌دهند (اقبال^{۱۱}، ۲۰۲۵). این

1. Wu et al.
2. Hassan
3. Oanh
4. Tam & Tien
5. Sharma & Chauhan
6. Pham et al.
7. Lopes et al.
8. Tian et al.
9. Surapaneni
10. Leibovitch et al.
11. Iqbal

نظام پاداش به‌ویژه در شرکت‌های مهندسی می‌تواند به ارتقای شغلی یا پاداش‌های مالی منجر شود. در نهایت، این عوامل موجب پیشرفت سازمان‌ها می‌شوند؛ کارکنان با تفکر نقادانه، بهره‌وری را افزایش داده و سازمان را به سمت اهداف استراتژیک هدایت می‌کنند (پنگ و همکاران^۱، ۲۰۲۴). همچنین سازمان‌هایی که از همکاری تیمی و آموزش‌های تخصصی حمایت می‌کنند، شاهد بهبود فرآیندها و نوآوری هستند (سوراپانی، ۲۰۲۴؛ لیوویچ و همکاران، ۲۰۲۵).

از منظر کلان، این چارچوب می‌تواند به تقویت اقتصاد دانش‌بنیان کمک کند. افرادی با تفکر نقادانه، نوآوری را به‌عنوان موتور محرک پرورش پایدار پیش می‌برند و به سازمان‌ها و جوامع امکان می‌دهند تا با تغییرات سریع محیطی سازگار شوند. با این حال، پیاده‌سازی این چارچوب با چالش‌هایی همراه است. هزینه‌های بالای فناوری‌های آموزشی، مانند نرم‌افزارهای شبیه‌سازی یا تجهیزات آزمایشگاهی، ممکن است برای برخی دانشگاه‌ها یا سازمان‌ها محدودیت ایجاد کند. همچنین، مقاومت فرهنگی در برابر تغییر، به‌ویژه در محیط‌هایی با روش‌های سنتی، می‌تواند مانع پذیرش این رویکردها شود. علاوه بر این، مدیریت «فشارهای شغلی و تحصیلی» نیازمند برنامه‌ریزی دقیق است تا از اثرات منفی آن بر عملکرد افراد جلوگیری شود. در حالی که مطالعاتی مانند (لی و همکاران^۲، ۲۰۲۲؛ لی، ۲۰۱۶؛ لیم^۳، ۲۰۲۱) بیشتر بر عوامل فردی تمرکز دارند، این مطالعه تعامل بین عوامل آموزشی، سازمانی و محیطی را برجسته می‌کند. پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده، تأثیر بلندمدت این عوامل، راهکارهای کاهش «فشارهای شغلی و تحصیلی» (رتبه ۱۰)، و امکان‌سنجی پیاده‌سازی این چارچوب در سازمان‌های کوچک‌تر را بررسی کنند.

از منظر کاربردی، این چارچوب پیامدهای مهمی برای آموزش و سازمان‌ها دارد. در حوزه آموزش مهندسی، دانشگاه‌ها می‌توانند با تمرکز بر کیفیت محتوا، استفاده از فناوری‌های پیشرفته و روش‌های تدریس نوین، برنامه‌های درسی را به‌گونه‌ای طراحی کنند که تفکر نقادانه را به‌طور مؤثری پرورش دهند. این رویکرد، دانشجویانی با مهارت‌های نقادانه بالا تربیت می‌کند که قادرند در بازار کار رقابتی، عملکرد برجسته‌ای داشته باشند. برای فارغ‌التحصیلان، این عوامل به آن‌ها کمک می‌کنند تا به‌عنوان افرادی خلاق و تصمیم‌گیر در سازمان‌ها شناخته شوند و به حل مسائل پیچیده بپردازند. در سازمان‌ها، تقویت فرهنگ سازمانی، پشتیبانی سازمانی و همکاری تیمی، تفکر نقادانه را در میان کارمندان ترویج می‌دهد و به ایجاد نظام پاداش مبتنی بر نوآوری منجر می‌شود. این نظام، با پاداش‌دهی به ایده‌های خلاقانه، انگیزه و تعهد کارمندان را افزایش می‌دهد و در نهایت، بهره‌وری و پیشرفت سازمانی را به دنبال دارد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از روش دلفی فازی، توانست مجموعه‌ای از ۱۶ عامل کلیدی را شناسایی و رتبه‌بندی کند که هر یک به‌طور معناداری در شکل‌گیری، تقویت و بروز تفکر نقادانه در برنامه‌های درسی مهندسی نقش‌آفرینی می‌کنند. تحلیل یافته‌ها نشان می‌دهد که این عوامل ترکیبی از ابعاد آموزشی، سازمانی، فردی و محیطی هستند که در کنار یکدیگر، چارچوبی جامع را برای ارتقای کیفیت آموزش مهندسی فراهم می‌آورند. مهم‌ترین عامل‌ها مانند کیفیت محتوا و مواد آموزشی و استفاده از فناوری و ابزارهای آموزشی، که بالاترین امتیاز فازی را کسب کرده‌اند، تأکید می‌کنند که بدون محتوای غنی و فناوری‌های نوین، امکان پرورش مهارت‌های تحلیلی پیشرفته در دانشجویان محدود خواهد بود. همچنین، روش‌های تدریس نوآورانه و پشتیبانی مؤثر اساتید نقش قابل‌توجهی در انگیزش یادگیری عمیق و تقویت قضاوت نقادانه دانشجویان دارند.

از سوی دیگر، یافته‌ها بیانگر آن است که تجربیات عملی، پروژه‌های گروهی، تعامل میان‌رشته‌ای و آموزش‌های تخصصی زمینه‌ای فراهم می‌کنند تا دانشجویان مفاهیم نظری را در بستر واقعی تجربه کرده و مهارت‌های حل مسئله و تحلیل را توسعه دهند. این عوامل نه‌تنها در آموزش دانشگاهی، بلکه در محیط‌های حرفه‌ای نیز نقش مهمی در افزایش توانایی تصمیم‌گیری، نوآوری و سازگاری کارکنان دارند. همچنین مشخص شد که عوامل فردی و انگیزشی، هرچند در رتبه‌های پایین‌تر قرار می‌گیرند، محرک‌های ضروری برای تداوم یادگیری و تحلیل عمیق‌تر به شمار می‌آیند.

1. Peng et al.
2. Li et al.
3. lim

یکی از یافته‌های مهم پژوهش این است که فشارهای شغلی و تحصیلی کمترین امتیاز را کسب کرده و به‌عنوان عاملی بازدارنده مطرح شده است؛ بنابراین مدیریت صحیح استرس و فشارهای محیطی باید در هرگونه برنامه‌ریزی آموزشی و سازمانی مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر این، مشخص شد که پشتیبانی سازمانی، فرهنگ سازمانی پویا و نظام پاداش مبتنی بر نوآوری نقشی تعیین‌کننده در تقویت تفکر نقادانه کارکنان و بهبود عملکرد سازمان دارند. سازمان‌هایی که از همکاری تیمی، آموزش‌های تخصصی و ایده‌پردازی حمایت می‌کنند، در مسیر نوآوری و ارتقای بهره‌وری گام‌های مؤثرتری برمی‌دارند. از منظر کلان، چارچوب پیشنهادی این پژوهش می‌تواند به‌عنوان راهبردی مؤثر برای توسعه اقتصاد دانش‌بنیان مورد استفاده قرار گیرد. افرادی که مهارت تفکر نقادانه را در بستر آموزش و کار می‌آموزند، قادر خواهند بود در مواجهه با مسائل پیچیده، تصمیم‌های هوشمندانه اتخاذ کرده و سازمان‌ها را در مسیر تحول و پیشرفت یاری دهند. در کنار مزایا، اجرای این چارچوب مستلزم توجه به چالش‌هایی مانند هزینه بالای فناوری‌های آموزشی، مقاومت فرهنگی و محدودیت‌های ساختاری است که نیازمند برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری دقیق می‌باشد.

در مجموع، نتایج این پژوهش تأکید می‌کند که ارتقای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی تنها با اتکا به یک عامل ممکن نیست، بلکه نیازمند هم‌افزایی عوامل آموزشی، محیطی، سازمانی و فردی است. پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده به بررسی اثرات بلندمدت این عوامل، راهکارهای کاهش فشارهای محیطی و نحوه اجرای این مدل در دانشگاه‌ها و سازمان‌های کوچک‌تر بپردازند. بهره‌گیری از این چارچوب می‌تواند مسیر را برای تربیت مهندسانی توانمند، تحلیل‌گر و خلاق فراهم کند که نقشی اساسی در شکوفایی سازمان‌ها و توسعه پایدار جامعه ایفا می‌کنند.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که ارتقای کیفیت تفکر نقادانه در آموزش مهندسی، پدیده‌ای تک‌بعدی یا وابسته به یک عامل منفرد نیست، بلکه حاصل تعامل نظام‌مند و هم‌افزایی مجموعه‌ای از عوامل آموزشی، سازمانی، تجربی و فردی در دو محیط تحصیلی و کاری است. چارچوب استخراج‌شده با بهره‌گیری از روش دلفی فازی، تصویری یکپارچه از این عوامل کلیدی ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد که تفکر نقادانه زمانی به‌طور معنادار پرورش می‌یابد که برنامه‌های آموزشی از سطح انتقال صرف دانش فراتر رفته و به سمت ایجاد زیست‌بومی یادگیرنده‌محور حرکت کنند. بر اساس این چارچوب، کیفیت محتوا و مواد آموزشی به‌عنوان یکی از عوامل بنیادین، نقشی تعیین‌کننده در شکل‌دهی به توانایی تحلیل، ارزیابی و استدلال دانشجویان دارد. در کنار آن، تأثیرات محیط آموزشی و فرهنگی و امکانات آموزشی و رفاهی به‌عنوان بسترهای پشتیبان، شرایط لازم برای مشارکت فعال و یادگیری عمیق را فراهم می‌کنند. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که آموزش‌های تخصصی هدفمند، همراه با پشتیبانی آموزشی و حمایتی اساتید و بازخورد سازنده، نقش کلیدی در هدایت فرایند یادگیری به‌سوی تفکر نقادانه ایفا می‌کنند. از سوی دیگر، چارچوب پیشنهادی بر اهمیت بسترهای تجربی از جمله فعالیت‌های عملی، مواجهه با مسائل واقعی و تجربه‌های یادگیری مبتنی بر عمل تأکید دارد؛ عواملی که پیوند میان دانش نظری و کاربرد حرفه‌ای را تقویت می‌کنند. در نهایت، عوامل فردی و انگیزشی به‌عنوان لایه‌ای درونی، نقش تعیین‌کننده‌ای در فعال‌سازی ظرفیت‌های شناختی دانشجویان داشته و بدون توجه به آن‌ها، اثربخشی سایر عوامل با محدودیت مواجه خواهد شد. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ارتقای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی مستلزم نگاهی یکپارچه به برنامه درسی، شیوه‌های تدریس، ساختارهای حمایتی و ویژگی‌های فردی یادگیرندگان است. چارچوب استخراج‌شده می‌تواند به‌عنوان نقشه‌راهی عملی برای سیاست‌گذاران آموزشی، طراحان برنامه‌های درسی و اساتید مهندسی مورد استفاده قرار گیرد و زمینه‌ساز گذار از آموزش حافظه‌محور به سمت تربیت مهندسانی تحلیل‌گر، خلاق و توانمند در مواجهه با چالش‌های پیچیده تحصیلی و حرفه‌ای شود.

به‌رغم تلاش برای انجام پژوهشی نظام‌مند و دقیق، مطالعه حاضر با محدودیت‌هایی همراه بوده است که در تفسیر نتایج باید مورد توجه قرار گیرد:

نخست، جامعه آماری پژوهش به اساتید دانشگاه تهران محدود بوده است. این محدودیت ناشی از ماهیت دانشگاهی پژوهش و چارچوب اجرایی آن بوده و به‌منظور جلوگیری از تعمیم‌پذیری نادرست، دامنه نتایج به‌صورت آگاهانه به دانشگاه تهران محدود شده است. از این‌رو، تعمیم یافته‌ها به سایر دانشگاه‌ها یا محیط‌های صنعتی باید با احتیاط صورت گیرد.

دوم، روش دلفی فازی مبتنی بر قضاوت خبرگان است و اگرچه تلاش شد از طریق اجرای چند مرحله‌ای دلفی و دستیابی به اجماع (اختلاف میانگین کمتر از ۰/۲) روایی نتایج افزایش یابد، اما ماهیت ذهنی این روش همچنان یکی از محدودیت‌های ذاتی آن محسوب می‌شود.

سوم، تعداد خبرگان (۲۰ نفر) اگرچه با استانداردهای روش دلفی همخوانی دارد، اما افزایش تعداد مشارکت‌کنندگان در پژوهش‌های آتی می‌تواند به تقویت روایی بیرونی نتایج کمک نماید. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با گسترش دامنه جامعه آماری به سایر دانشگاه‌ها و نیز خبرگان صنعتی، و همچنین ترکیب روش دلفی با روش‌های کمی مکمل، به تعمیق و تعمیم‌پذیری بیشتر یافته‌ها بپردازند.

۱. بازطراحی محتوای دروس مهندسی با تمرکز بر مسائل واقعی و پیچیده‌ها توجه به جایگاه بالای «کیفیت محتوای آموزشی» و «مواجهه با مسائل پیچیده» در نتایج پژوهش، پیشنهاد می‌شود کارگروه‌های تخصصی بازنگری محتوای دروس مهندسی با مشارکت اساتید دانشگاه و متخصصان صنعتی تشکیل شود تا محتوای دروس به سمت مسئله‌محور، بین‌رشته‌ای و مبتنی بر چالش‌های واقعی صنعت هدایت گردد.

۲. نهادینه‌سازی روش‌های تدریس تعاملی و پروژه‌محور با توجه به اهمیت روش‌های تدریس تعاملی، پیشنهاد می‌شود دانشگاه‌ها دوره‌های توانمندسازی اساتید را با تمرکز بر یادگیری مبتنی بر پروژه، یادگیری مشارکتی و بحث‌های نقادانه طراحی و اجرا نمایند. این امر می‌تواند از طریق بازنگری آیین‌نامه‌های آموزشی و تشویق اساتید به استفاده از روش‌های فعال تحقق یابد.

۳. تقویت حمایت‌های علمی-سازمانی در سطح دانشکده‌ها با توجه به نقش معنادار حمایت‌های علمی-سازمانی، پیشنهاد می‌شود ساختارهایی برای تقویت تعامل استاد-دانشجو، ارائه بازخورد سازنده و توسعه همکاری‌های میان‌رشته‌ای ایجاد شود. تشکیل گروه‌های یادگیری، جلسات منتورینگ علمی و حمایت از فعالیت‌های پژوهشی دانشجویان می‌تواند در این راستا مؤثر باشد.

۴. توسعه بسترهای یادگیری تجربی در برنامه‌های درسی بر اساس نتایج پژوهش، فعالیت‌های گروهی، پروژه‌های عملی و مواجهه هدفمند با مسائل پیچیده نقش مهمی در پرورش تفکر نقادانه دارند. از این رو پیشنهاد می‌شود سهم واحدهای عملی، پروژه‌های تیمی و تعامل با مسائل واقعی در برنامه‌های درسی مهندسی افزایش یابد.

۵. توجه به عوامل فردی و محیطی دانشجویان در طراحی آموزش با توجه به تأثیر انگیزش، فرهنگ سازمانی و شرایط محیطی، پیشنهاد می‌شود برنامه‌های آموزشی به گونه‌ای طراحی شوند که ضمن کاهش فشارهای غیرضروری تحصیلی، انگیزش درونی و احساس مشارکت فعال دانشجویان در فرایند یادگیری تقویت گردد.

تقدیر و تشکر

از تمامی افرادی که در این پژوهش با ما همکاری داشتند، تقدیر و تشکر می‌گردد. همچنین از داوران محترم به خاطر ارائه نظرهای ساختاری و علمی سپاسگزاری می‌شود.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References

- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Waddington, D. I., Wade, C. A., & Persson, T. (2015). Strategies for teaching students to think critically: A meta-analysis. *Review of educational research*, 85(2), 275-314. <https://drive.google.com/file/d/1rXI6jtTnt99LGz-eHuknnn5NHChi75rq/view?pli=1>
- Ahern, A., Dominguez, C., McNally, C., O'Sullivan, J., & Pedrosa, D. (2019). A Literature review of critical thinking in engineering education. *Studies in Higher Education*, 44(5), 816-828.
- Ahern, A., O'Connor, T., McRuairc, G., McNamara, M., & O'Donnell, D. (2012). Critical thinking in the university curriculum—the impact on engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 37(2), 125-132.
- Akbari Pardanjan, Z., & Salehi, K. (2024). A systematic review of critical thinking outcomes in engineering education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 26(101), 47–84. <https://doi.org/10.22047/ijee.2024.421392.2017>. [In Persian]
- Akbari Pardanjan, Z., Hossainian, A., Salehi, K., & Javadipour, M. (2025). Explaining the influencing factors of critical thinking among chemical engineering graduates at the University of Tehran using ISM and MICMAC analysis. *Studies in Engineering Education Curriculum Planning*. Advance online publication. <https://doi.org/10.48308/mpes.2025.237116.150>. [In Persian]
- Akbari Pordanjan, Z., Salehi, K., Hosseinian, A., & Javadipour, M. (2025). Modeling the Key Factors in Fostering Critical Thinking among Engineering Students: An Exploratory Sequential Mixed Methods Study. *Journal of Learner Based Curriculum and Instruction*, 4(3), 51-83. DOI: [10.22034/cipj.2025.64534.1249](https://doi.org/10.22034/cipj.2025.64534.1249) [In Persian]
- Alikhani, M., & Aghaei, A. (2015). The effect of critical thinking training on cognitive emotion regulation strategies among third-grade female high school students in Isfahan. *Thinking & Children Journal*, 1, 94–667. <https://magiran.com/p1519992>. [In Persian]
- Alvesson, M. (2012). *Understanding organizational culture* (2nd ed.). Sage Publications
- Anjafi, F., Zeraat, Z., Soltanmohammadi, Z., Ghabechipour, K., & Kohan, F. (2009). Critical thinking skills among engineering and humanities students. *Strategies for Medical Education*, 2(1), 19. <https://magiran.com/p657894>
- Arias, A. M., Smith, P. S., Davis, E. A., Marino, J. C., & Palincsar, A. S. (2017). Justifying predictions: Connecting use of educative curriculum materials to students' engagement in science argumentation. *Journal of Science Teacher Education*, 28(1), 11-35.
- Arum, R., & Roksa, J. (2011). Limited learning on college campuses. *Society*, 48, 203-207. <https://doi.org/10.1007/s12115-011-9417-8>
- Baehr, J. (2019). Intellectual virtues, critical thinking, and the aims of education. In *The Routledge handbook of social epistemology* (pp. 447-456). Routledge. https://digitalcommons.lmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1300&context=phil_fac
- Bailin, S. (2002). Critical thinking and science education. *Science & education*, 11(4), 361-375.
- Behar-Horenstein, L. S., & Niu, L. (2011). Teaching critical thinking skills in higher education: A review of the literature. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, 8(2). <https://core.ac.uk/download/pdf/268111091.pdf>
- Bezanilla, M. J., Fernández-Nogueira, D., Poblete, M., & Galindo-Domínguez, H. (2019). Methodologies for teaching-learning critical thinking in higher education: The teacher's view. *Thinking skills and creativity*, 33, 100584.
- Biggs, J. (1999). *Teaching for quality learning at university* (1st ed.). McGraw-Hill
- Blömeke, S., Zlatkin-Troitschanskaia, O., Kuhn, C., & Fege, J. (2013). *Modeling and measuring competencies in higher education: Tasks and challenges*. SensePublishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6091-867-4>

- Bouckaert, M. (2023). The assessment of students' creative and critical thinking skills in higher education across OECD countries: A review of policies and related practices. *OECD Education Working Papers*, (293), 1-46.
- Boud, D., & Falchikov, N. (2006). Aligning assessment with long-term learning. *Assessment & evaluation in higher education*, 31(4), 399-413. <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/5027/1/2006005026.pdf>
- Boydak, A. (2008). *Learning Styles [Öğrenme Stilleri]*. Istanbul: Beyaz Publications.
- Brookfield, S. D. (1987). *Developing critical thinkers*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Cameron, K. S. (2011). Diagnosing and changing organizational culture: Based on the competing values framework.
- Carless, D. (2006). Differing perceptions in the feedback process. *Studies in higher education*, 31(2), 219-233. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28093/1/1001901.pdf#page=426>
- Charmaz, K. (2014). Constructing grounded theory. https://toc.library.ethz.ch/objects/pdf03/e01_978-0-85702-914-0_01.pdf
- Chingos, M. M., & Whitehurst, G. J. (2012). Choosing Blindly: Instructional Materials, Teacher Effectiveness, and the Common Core. *Brookings Institution*. <https://www.brookings.edu/>
- Coates, H. (2015). Assessment of learning outcomes. *The European higher education area: Between critical reflections and future policies*, 399-413. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/28093/1/1001901.pdf#page=426>
- Collins, A., & Halverson, R. (2018). *Rethinking education in the age of technology: The digital revolution and schooling in America*. Teachers College Press. https://ocw.mit.edu/courses/mas-714j-technologies-for-creative-learning-fall-2009/d618b0b20780773b64cb1afa397dbcec/MITMAS_714JF09_read03_coll.pdf
- Cook, D. A., & Triola, M. M. (2009). Virtual patients: a critical literature review and proposed next steps. *Medical education*, 43(4), 303-311
- Crawley, E. F., Brodeur, D. R., & Soderholm, D. H. (2008). The education of future aeronautical engineers: Conceiving, designing, implementing and operating. *Journal of Science Education and Technology*, 17(2), 138-151.
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Lucas, W. A., & Brodeur, D. R. (2011, June). The CDIO syllabus v2. 0. An updated statement of goals for engineering education. In *Proceedings of the 7th International CDIO Conference* (Vol. 20, No. 23, pp. 16-19). Copenhagen: Technical University of Denmark.
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Lucas, W. A., & Brodeur, D. R. (2011, June). The CDIO syllabus v2. 0. An updated statement of goals for engineering education. In *Proceedings of the 7th International CDIO Conference* (Vol. 20, No. 23, pp. 16-19). Copenhagen: Technical University of Denmark. https://cdio.org/files/document/file/cdio_syllabus_v2.pdf
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., & Brodeur, D. R. (2007). *Rethinking engineering education: The CDIO approach*. Boston, MA: Springer US <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/30091/1/13.Edward%20F.%20Crawley.pdf>
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., & Brodeur, D. R. (2010). *Rethinking engineering education: the CDIO approach. (No Title)*.
- Davis, B. G. (2009). *Tools for teaching*. John Wiley & Sons.
- Davis, E. A., & Krajcik, J. S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational researcher*, 34(3), 3-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X034003003>
- de Oliveira Santos, M. J., Lopes, J. P., Imaginário, C. I., Silva, H. S., & Morais, E. E. V. A. (2025). Influence of Demographic and Academic Variables on Portuguese Nursing Undergraduate Students' Critical Thinking. *Enfermería Global*, (75), 1. <https://revistas.um.es/eglobal/article/download/624341/376081/2471881>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2013). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer Science & Business Media.

- Derry, S. J., Sherin, M. G., & Sherin, B. L. (2014). Multimedia learning with video.
- Dewey, J., Llavador, J. B., & Llavador, F. B. (1997). *Mi credo pedagógico*. León: Universidad de León.
- Dill, D. D., & Beerkens, M. (2013). Designing the framework conditions for assuring academic standards: Lessons learned about professional, market, and government regulation of academic quality. *Higher Education*, 65, 341-357. <https://doi.org/10.1007/s10734-012-9548-x>
- Douglass, J. A., Thomson, G., & Zhao, C. M. (2012). The learning outcomes race: The value of self-reported gains in large research universities. *Higher education*, 64, 317-335. <https://doi.org/10.1007/s10734-011-9496-x>
- Elder, L., & Paul, R. (2004). Critical Thinking... and the Art of Close Reading (Part II). *Journal of Developmental Education*, 27(3), 36-37.
- Elder, L., & Paul, R. (2020). *Critical thinking: Tools for taking charge of your learning and your life*. Rowman & Littlefield.
- Ennis, R. H. (1962). *A concept of critical thinking* (p. 84). Harvard educational review.
- Exploring barriers to achieving critical thinking in education. *Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 3(1). <https://cipj.tabrizu.ac.ir>
- Facione, P. (1990). Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The Delphi Report). <https://philarchive.org/archive/faccta>
- Facione, P. A. (2011). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight assessment*, 1(1), 1-23. https://www.academia.edu/download/71022740/what_why98.pdf
- Facione, P. A., & Facione, N. C. (2013). Critical thinking for life: Valuing, measuring, and training critical thinking in all its forms. *Inquiry: Critical thinking across the disciplines*, 28(1), 5-25. <https://doi.org/10.5840/inquiryct20132812>
- Farkhmehr, H. (2005). *Developing thinking in the classroom*. Tehran: Abed-e Noavar. [In Persian]
- Felder, R. M., & Brent, R. (2003). Designing and teaching courses to satisfy the ABET engineering criteria. *Journal of Engineering education*, 92(1), 7-25.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2003). Random thoughts: learning by doing. *Chemical engineering education*, 37(4), 282-283. <https://journals.flvc.org/cee/article/download/122714/121752>
- Fraser, B. (2012). *Classroom Environment (RLE Edu O)*. Routledge.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the national academy of sciences*, 111(23), 8410-8415.
- Fuentes, M. A., Zelaya, D. G., & Madsen, J. W. (2021). Rethinking the course syllabus: Considerations for promoting equity, diversity, and inclusion. *Teaching of Psychology*, 48(1), 69-79. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/0098628320959979>
- Fuentes, S. Q., & Ma, J. (2018). Promoting teacher learning: A framework for evaluating the educative features of mathematics curriculum materials. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21(4), 351-385. <https://doi.org/10.1007/s10857-017-9366-2>
- Gharib, M. (2006). The relationship between critical thinking skills and the tendency toward critical thinking among senior medical students. (Master's thesis). Tehran University of Medical Sciences. [In Persian]
- Gharibi, H., Salahian, A., Moradveisi, J., & Naderian, A. (2024). *Analyzing the obstacles to the realization of critical thinking in the field of education*. Curriculum and Instruction Planning Journal, 3(1). <https://doi.org/10.22034/cipj.2024.61039.1119>. [In Persian]
- Gunn, T. M., Grigg, L. M., & Pomahac, G. A. (2008). Critical thinking in science education: Can bioethical issues and questioning strategies increase scientific understandings?. *The Journal of Educational Thought (JET)/Revue de La Pensée Educative*, 165-183.

- Hagedorn, L. S., & Purnamasari, A. V. (2014). The evolution of community college administration and leadership programs. *In quest of doctoral degree guidelines—Commemorating, 120*, 145-168. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=0a51608ccaadeef302ffd49a49201beba47e3a7b>
- Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: Disposition, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American psychologist*, 53(4), 449.
- Halpern, D. F. (2013). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking*. Psychology press.
- Hassan, A. (2023). Developing an ESP-Based Language Learning Environment to Help Students Improve Critical Thinking Skills in Written Output. Available at SSRN. <https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm?abstractid=4405697>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=a341536770fc149df10408865bfb58f76246cfdc>
- Holmboe, E. S., Sherbino, J., Englander, R., Snell, L., Frank, J. R., & Icbme Collaborators. (2017). A call to action: the controversy of and rationale for competency-based medical education. *Medical teacher*, 39(6), 574-581. https://cmaphublic2.ihmc.us/rid=1XS6VVRLY-18Q09JG-1HDS/Holmboe%20et%20al_2017_A%20call%20to%20action.pdf
- Hounsell, D. (2007). Towards more sustainable feedback to students. In *Rethinking assessment in higher education* (pp. 111-123). Routledge. https://www.researchgate.net/profile/Dai-Hounsell/publication/354889264_Towards_more_sustainable_feedback/links/6152dd7af8c9c51a8af43334/Towards-more-sustainable-feedback.pdf
- Hsu, Y. L., Lee, C. H., & Kreng, V. B. (2010). The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. *Expert systems with Applications*, 37(1), 419-425.
- Huber, C. R., & Kuncel, N. R. (2016). Does college teach critical thinking? A meta-analysis. *Review of educational research*, 86(2), 431-468. <http://cfznzr36v53.77stgame.com/2utir9k5q.pdf>
- Imanzadeh, A., Dehghanzadeh, H., Nouri, H., & Hosseinzadeh, S. M. (2025). The relationship between media literacy and problem-solving skills and critical thinking of University of Tabriz students. *Curriculum Planning and Learner-Centered Education*, 4(3), 122-143. <https://doi.org/10.22034/cipj.2023.58950.1101>. [In Persian]
- Imanzadeh, A., Dehqanzadeh, H., Nouri, H., & Hosseinzadeh, S. M. (2023). The relationship between media literacy and problem-solving and critical thinking skills among students of Tabriz University. *Contemporary Innovations in Psychological Sciences (CIPJ)*, 4(1), 1-20. <https://doi.org/10.22034/cipj.2023.58950.1101> [In Persian]
- Iqbal, J., Aukhoon, M. A., & Paray, Z. A. (2025). Cultivating creativity: the dynamic link between transformational leadership, employee taking charge and employee wellbeing. *Journal of Asia Business Studies*.
- Iyer, R. (2010). Literacy models across nations: Literacy and critical literacy in teacher training programs in India. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4424-4428. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810007457/pdf?md5=7d69fe67837e076b8260ce77386f9534&pid=1-s2.0-S1877042810007457-main.pdf&valck=1>
- Jacob, E., Duffield, C., & Jacob, D. (2018). Development of an Australian nursing critical thinking tool using a Delphi process. *Journal of advanced nursing*, 74(9), 2241-2247. <https://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=5626&context=ecuworkspost2013>
- Jain, S., Dubey, S., & Jain, S. (2016). Designing and validation of questionnaire. *International dental & medical journal of advanced research*, 2(1), 1-3.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (1998). Cooperative learning returns to college what evidence is there that it works?. *Change: the magazine of higher learning*, 30(4), 26-35. [https://wsac.wa.gov/sites/default/files/2014.ptw.\(49\).pdf](https://wsac.wa.gov/sites/default/files/2014.ptw.(49).pdf)

- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational technology research and development*, 48(4), 63-85.
- Jönsson, A., & Dahlström, M. (2013). Stress, coping, and self-regulation in the university context: A study of student life and work. *Higher Education Research & Development*, 32(3), 319-334.
- Jouppila, K. (2021). Supporting the development of critical thinking in early childhood education. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/502597/Critical%20Thinking%20in%20Early%20Childhood.pdf?sequence=2>
- Kenney, J. (2013). Fostering Critical Thinking Skills: Strategies for Use with Intermediate Gifted Readers. *Illinois Reading Council Journal*, 41(2).
- Kirkwood, A., & Price, L. (2014). Technology-enhanced learning and teaching in higher education: what is 'enhanced' and how do we know? A critical literature review. *Learning, media and technology*, 39(1), 6-36. <https://oro.open.ac.uk/36675/7/TEL%20in%20Higher%20Education-What%20is%20enhanced%20and%20how%20do%20we%20know.pdf>
- Knight, P. T., & Yorke, M. (2003). Employability and good learning in higher education. *Teaching in Higher education*, 8(1), 3-16. https://www.ses.unam.mx/curso2009/materiales/m3/s2/M3_Sesion2_PeterKnight.pdf
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
- Kolmos, A., Holgaard, J. E., Routhe, H. W., Winther, M., & Bertel, L. (2024). Interdisciplinary project types in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 49(2), 257-282. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/03043797.2023.2267476>
- Ku, K. Y., Kong, Q., Song, Y., Deng, L., Kang, Y., & Hu, A. (2019). What predicts adolescents' critical thinking about real-life news? The roles of social media news consumption and news media literacy. *Thinking Skills and Creativity*, 33, 100570.
- Kuh, G. D., Kinzie, J., Schuh, J. H., & Whitt, E. J. (2011). *Student success in college: Creating conditions that matter*. John Wiley & Sons.
- Kurnaz, A. (2011). *Activities for teaching critical thinking* [Eleştirel düşünme öğretimi etkinlikleri]. Konya: Eğitim Akademi Kitabevi.
- Lai, E. R. (2011). Critical thinking: A literature review. *Pearson's research reports*, 6(1), 40-41. <https://www.dau.edu/sites/default/files/12-2023/CriticalThinkingReview.pdf>
- Lamal, P. (2007). Our Underachieving Colleges: A Candid Look at How Much Students Learn and Why They Should Be Learning More.
- Laschinger, H. K. S., & Fida, R. (2014). A time-lagged analysis of the effect of authentic leadership on workplace bullying, burnout, and occupational turnover intentions. *European Journal of work and organizational psychology*, 23(5), 739-753. https://ueaeprints.uea.ac.uk/id/eprint/55066/1/laschinger_fida_2014_preprint.pdf
- Laurillard, D. (2013). *Rethinking university teaching: A conversational framework for the effective use of learning technologies*. Routledge. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=317e47b7169c6b3c962daba65cb0d946b08b4c54#page=61>
- Learn, H. P. (2000). Brain, mind, experience, and school. *Committee on Developments in the Science of Learning*, 14-15.
- Leibovitch, Y. M., Beencke, A., Ellerton, P. J., McBrien, C., Robinson-Taylor, C. L., & Brown, D. J. (2025). Teachers' (evolving) beliefs about critical thinking education during professional learning: A multi-case study. *Thinking Skills and Creativity*, 56, 101725. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871187124002669>
- Lewis, J. E., & Bays, C. (2011, June). Undergraduate engineering students and critical thinking: A preliminary analysis. In *2011 ASEE Annual Conference & Exposition* (pp. 22-1566). <https://peer.asee.org/18493.pdf>

- Li, L. (2016). Thinking skills and creativity in second language education: Where are we now? *Thinking Skills and Creativity*, 22, 267-272. <https://ore.exeter.ac.uk/repository/bitstream/handle/10871/33700/Introduction%20Final.pdf?sequence=1>
- Li, M., Heydarnejad, T., Azizi, Z., & Rezaei Gashti, Z. (2022). Modeling the role of emotion regulation and critical thinking in immunity in higher education. *Frontiers in psychology*, 13, 1005071. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.1005071/pdf>
- Lim, E. W. C. (2021). Technology-enhanced learning of quantitative critical thinking. *Education for Chemical Engineers*, 36, 82-89.
- Lipman, M. (1988). *Philosophy goes to school*. Philadelphia, PA: Temple University Press.
- Lipman, M. (2003). *Thinking in education*. Cambridge university press.
- Litzinger, T., Lattuca, L. R., Hadgraft, R., & Newstetter, W. (2011). Engineering education and the development of expertise. *Journal of Engineering Education*, 100(1), 123-150. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/j.2168-9830.2011.tb00006.x>
- Liu, C. H., Gan, B., & Zhang, Y. E. (2015). Why “they” occupies the critical network positions?. *Management Decision*, 53(1), 100-123.
- MacKnight, C. B. (2000). Teaching critical thinking through online discussions. *Educause Quarterly*, 23(4), 38-41.
- Memarian, H. (2011a). Preparing goals and outcomes of engineering education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 13(49), 43-69. [In Persian]
- Memarian, H. (2011b). Deficiencies in Iran’s engineering education programs. *Iranian Journal of Engineering Education*, 13(50), 53-74. [In Persian]
- Memarian, H. (2025). Recommendations to improve the quality of engineering education in Iran. *Iranian Journal of Engineering Education*, 26(104), 29-48. <https://doi.org/doi:10.22047/ijee.2024.447763.2065>. [In Persian]
- Meyers, C. (1986). *Teaching Students to Think Critically. A Guide for Faculty in All Disciplines*. Jossey-Bass Higher Education Series. Jossey-Bass Inc., Publishers, 433 California Street, Suite 1000, San Francisco, CA 94104-2091.
- Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works?. *Advances in physiology education*.
- Michaelsen, L. K., Knight, A. B., & Fink, L. D. (Eds.). (2023). *Team-based learning: A transformative use of small groups in college teaching*. Taylor & Francis.
- Mohammadi, R., Khodaei, E., & Eshaghi, F. (2024). *The quantitative expansion of engineering education in Iran and the challenges of its quality enhancement*. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25, 105-128. <https://doi.org/doi:10.22047/ijee.2024.432193.2040>. [In Persian]
- Motahari-Nejad, H. (2015a). Gap analysis between the current and desired status of engineering education: A case study of universities in Kerman Province. *Iranian Journal of Engineering Education*, 17(67), 1-21. [In Persian]
- Motahari-Nejad, H. (2015b). Integrated curriculum: A necessity for engineering education (Establishing the bridge between knowing/doing/becoming). *Iranian Journal of Engineering Education*, 17(66), 17-38. <https://doi.org/10.22047/ijee.2015.8008>. [In Persian]
- Motahhari Nejad, H., Ghourchian, N. G., Jafari, P., & Yaghoubi, M. (2012). Quality assurance standards of engineering education in Iran: a global approach. *Iranian Journal of Engineering Education*, 14(54), 21-42. [In Persian]
- Moursund, D. (2007). Introduction to problem solving in the information age. *College of Education, University of Oregon. Ps-in-1A. pdf*. <https://www.academia.edu/download/51936264/PS-in-1A.pdf>
- Narong, D. K., & Hallinger, P. (2024). The evolution of service learning in engineering education: a bibliometric review of research (1995-2023). *European Journal of Engineering Education*, 49(5), 834-855. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/03043797.2024.2368148>

- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I.,... & Chertkow, H. (2003). Montreal cognitive assessment. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in higher education*, 31(2), 199-218. <https://uclearningandteaching.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/04/nicol-macfarlane-dick-2006-seven-principles-of-good-feedback-practice.pdf>
- Nosich, G. M. (2012). Learning to think things through: A guide to critical thinking across the curriculum.
- Oanh, T. T. H., Thuy, L. T., & Huyen, N. T. T. (2024). The effect of simulation-based training on problem-solving skills, critical thinking skills, and self-efficacy among nursing students in Vietnam: a before-and-after study. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 21. <https://synapse.koreamed.org/articles/1516088555>
- Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & management*, 42(1), 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002>
- Pascarella, E. T., & Terenzini, P. T. (2005). *How College Affects Students: A Third Decade of Research. Volume 2*. Jossey-Bass, An Imprint of Wiley. 10475 Crosspoint Blvd, Indianapolis, IN 46256.
- Paul, A., Wilson, S., Belham, C. M., Robinson, C. J., Scott, P. H., Gould, G. W., & Plevin, R. (1997). Stress-activated protein kinases: activation, regulation and function. *Cellular signalling*, 9(6), 403-410. https://www.academia.edu/download/43665937/Stress_activated_protein_kinases_Activat20160312-26856-rusmnf.pdf.
- Paul, R. W., Elder, L., & Bartell, T. (1997). *California teacher preparation for instruction in critical thinking: Research findings and policy recommendations*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED437379.pdf>
- Paul, R., & Elder, L. (2006). Critical thinking: The nature of critical and creative thought. *Journal of Developmental Education*, 30(2), 34.
- Paul, R., & Elder, L. (2008). Critical thinking: The art of Socratic questioning, part III. *Journal of Developmental Education*, 31(3), 34-35. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ832681.pdf>
- Paul, R., & Elder, L. (2019). *The miniature guide to critical thinking concepts and tools*. Rowman & Littlefield.
- Peng, Y., Chen, C., & Huang, G. (2024). 2024 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA).
- Peterson, J. (2024). Observing Coworkers' Violations and Managers' Discipline: The Effect of Violation and Punishment Severity on Coworkers. *Journal of Leadership, Accountability & Ethics*, 21(3).
- Pettersson, H. (2020). De-idealising the educational ideal of critical thinking. *Theory and Research in Education*, 18(3), 322-338. <https://oulurepo.oulu.fi/bitstream/handle/10024/29245/nbnfi-fe202103197884.pdf?sequence=1>
- Pham, T. P., Van Nguyen, T., Van Nguyen, P., & Ahmed, Z. U. (2024). The pathways to innovative work behavior and job performance: Exploring the role of public service motivation, transformational leadership, and person-organization fit in Vietnam's public sector. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(3), 100315. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2199853124001094>
- Phipps, E., Prasanna, D., Brima, W., & Jim, B. (2016). Preeclampsia: updates in pathogenesis, definitions, and guidelines. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 11(6), 1102-1113. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4891761/>
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of educational psychology*, 82(1), 33. <https://www.academia.edu/download/11161825/self-regulated%20learning-motivation.pdf>
- Pithers, R. T., & Soden, R. (2000). Critical thinking in education: A review. *Educational research*, 42(3), 237-249.

- Prince, E. S. (2019). *7 Skills for the Future: Adaptability, Critical Thinking, Empathy, Integrity, Optimism, Being Proactive, Resilience*. Pearson UK.
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of engineering education*, 95(2), 123-138.
- Rahimi, G. (1999). *Engineering education in future national development programs*. *Iranian Journal of Engineering Education*, 1(3), 1-11. [In Persian]
- Ralston, P. A., & Bays, C. L. (2015). Critical thinking development in undergraduate engineering students from Freshman Through Senior Year: a 3-Cohort Longitudinal Study. *American Journal of Engineering Education*, 6(2), 85-98.
- Rayneri, L. J., Gerber, B. L., & Wiley, L. P. (2006). The relationship between classroom environment and the learning style preferences of gifted middle school students and the impact on levels of performance. *Gifted child quarterly*, 50(2), 104-118. <https://doi.org/10.1177/001698620605000203>
- Rudd, R., Baker, M., & Hoover, T. (2000). Undergraduate agriculture student learning styles and critical thinking abilities: Is there a relationship?. *Journal of agricultural education*, 41(3), 2-12. <https://jae-online.org/index.php/jae/article/download/803/648>
- Sadler, D. R. (2016). Three in-course assessment reforms to improve higher education learning outcomes. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 41(7), 1081-1099.
- Saldaña, J. (2021). The coding manual for qualitative researchers. <https://www.karlancer.com/api/file/۱۶۸۹۰۷۶۵۲۹-m۴EL.pdf>
- Salehi, K., & Golafshani, N. (2010). Commentary: Using mixed methods in research studies: An opportunity with its challenges. *International journal of multiple research approaches*, 4(3), 186-191. <https://doi.org/10.5172/mra.2010.4.3.186>. [In Persian]
- Schein, E. H. (2010). *Organizational culture and leadership* (Vol. 2). John Wiley & Sons.
- Schoenfeld, A. H., & Sloane, A. H. (2016). *Mathematical thinking and problem solving*. Routledge.
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (1997). Social origins of self-regulatory competence. *Educational psychologist*, 32(4), 195-208. <https://core.ac.uk/download/pdf/149233980.pdf>
- Sebastian, J., & Huang, H. (2016). Examining the relationship of a survey based measure of math creativity with math achievement: Cross-national evidence from PISA 2012. *International Journal of Educational Research*, 80, 74-92. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.08.010>
- Sharma, R., & Chauhan, R. Enhancing Creative Thinking in Higher Education through E-Learning Systems in Virtual Learning Environments.
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of educational research*, 78(1), 153-189. http://myweb.fsu.edu/vshute/pdf/shute%202008_b.pdf
- Slavin, R. E. (1996). Research on cooperative learning and achievement: What we know, what we need to know. *Contemporary educational psychology*, 21(1), 43-69.
- Snow, C. E. (2010). Academic language and the challenge of reading for learning about science. *science*, 328(5977), 450-452.
- Sobhaniyan, S., Rezaei, E., & Mosallinejad, L. (2015). The relationship between academic achievement of students at Jahrom University of Medical Sciences and participation in pre-university enrichment classes. *Development of Education in Medical Sciences*, 8(19), 53-61. <https://sid.ir/paper/219366/fa>
- Soltani, A. (2013). A systemic approach to curriculum development and modernization in engineering education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 15(59), 1-24. <https://doi.org/10.22047/ijee.2013.3956>
- Soltani, A. (2013). Systems approach in curriculum development and renovation for engineering education. *Majallah-i Amuzih-i Muhandisi-i Iran*, 15(59), 1
- Springer, L., Stanne, M. E., & Donovan, S. S. (1999). Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: A meta-analysis. *Review of educational research*, 69(1), 21-51. <https://doi.org/10.3102/00346543069001021>

- Sriraman, B., & Juter, K. (2013). The interfaces of innovation in mathematics and the arts. In *The Routledge International Handbook of Innovation Education* (pp. 360-370). Routledge.
- Sriraman, B., & Knott, L. (2009). The mathematics of estimation: Possibilities for interdisciplinary pedagogy and social consciousness. *Interchange*, 40(2), 205-223. <https://doi.org/10.1007/s10780-009-9090-7>
- Starcke, K., & Brand, M. (2012). Decision making under stress: a selective review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(4), 1228-1248.
- Starko, A. J. (2021). *Creativity in the classroom: Schools of curious delight*. Routledge.
- Sternberg, R. J. (1987). Liking versus loving: A comparative evaluation of theories. *Psychological bulletin*, 102(3), 331.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research*. Sage publications. https://www.academia.edu/download/63418658/Basics_of_Qualitative_Research20200525-48749-xole4d.pdf
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research techniques*.
- Surapaneni, K. M. (2024). Innovative Self-directed, Problem-oriented, lifelong learning, Integrated Clinical case Exercise (SPLICE) modules promote critical thinking skills, early clinical exposure, and contextual learning among first professional-year medical students. *Advances in Physiology Education*, 48(1), 69-79. <https://journals.physiology.org/doi/pdf/10.1152/advan.00211.2023>
- Tam, N. T. T., & Tien, T. N. (2024). Unveiling Critical Thinking Pedagogy: Classroom-Based Assessment Strategies in Higher Education. *rEFlections*, 31(3). <https://doi.org/10.61508/refl.v31i3.276846>
- Terenzini, P. T., & Reason, R. D. (2005, November). Parsing the first year of college: A conceptual framework for studying college impacts. In *annual meeting of the Association for the Study of Higher Education, Philadelphia, PA*.
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf
- Tian, S., Wang, L., Shangguan, W., Ji, X., & Zhang, F. (2024). Assessing Undergraduates' Critical Thinking Disposition: A Top University in China as a Case Study. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 24(5), 82-98. <https://doi.org/10.33423/jhetp.v24i5.7055>
- Van den Beemt, A., MacLeod, M., & Van der Veen, J. (2020). Interdisciplinarity in tomorrow's engineering education. In *48th Annual Conference on Engaging Engineering Education, SEFI 2020: Engaging Engineering Education* (pp. 61-74). European Society for Engineering Education (SEFI). https://research.tue.nl/files/250733490/61_74.pdf
- Wang, P. (2020). A Reflective Learning Approach To Teaching Computer And Information Technology Courses. *Issues in Information Systems*, 21(2). https://iacis.org/iis/2020/2_iis_2020_19-29.pdf
- Willingham, D. T. (2007). Critical thinking: Why it is so hard to teach?. *American federation of teachers summer 2007*, p. 8-19. https://eduq.info/xmlui/bitstream/handle/11515/19710/Crit_Thinking.pdf
- Wu, T. T., Lee, H. Y., Li, P. H., Huang, C. N., & Huang, Y. M. (2024). Promoting self-regulation progress and knowledge construction in blended learning via ChatGPT-based learning aid. *Journal of Educational Computing Research*, 61(8), 3-31. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/07356331231191125>
- Zajacova, A., Lynch, S. M., & Espenshade, T. J. (2005). Self-efficacy, stress, and academic success in college. *Research in higher education*, 46, 677-706. <https://doi.org/10.1007/s11162-004-4139-z>
- Zhang, L. F. (2003). Contributions of thinking styles to critical thinking dispositions. *The Journal of Psychology*, 137(6), 517-544. <https://hub.hku.hk/bitstream/10722/53492/1/88592.pdf?accept=1>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into practice*, 41(2), 64-70. http://dx.doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2