بررسی نظام‌مند دستاوردهای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی

زهرا اکبری پردنجانی[۱] و کیوان صالحی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۷/۲۸ ، تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۱۲/۱۴

DOI: 10.22047/ijee.2024.421392.2017

چکیده: شناسایی، پرورش و توسعه شایستگی‌های تفکر نقادانه (Critical thinking)، از مهم‌ترین عوامل موفقیت مهندسان در مسئله‌یابی، مسئله‌محوری، مسئله‌آفرینی، تشخیص راه‌حل‌های نوآورانه و حل مسائل پیچیده است. در مطالعه حاضر تلاش شد تا جایگاه تفکر نقادانه در آموزش مهندسی از طریق شناسایی دستاوردهای آن، مورد واکاوی قرار گیرد. از این رو در یک بررسی نظام‌مند، بر اساس دستورالعمل پریزما، مقالات نمایه‌شده در پایگاه‌های داده‌های اسکوپوس (Scopus)، گوگل‌اسکولار (Google Scholar) و ساینس‌دایرکت (ScienceDirect) در بازه زمانی۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳، با استفاده از ترکیب کلیدواژه‌های ""Critical Thinking" OR "Engineering Education" OR "Critical Thinking in Engineering Education" AND "Outcomes OR results" AND "Engineering Education" OR "Engineering" AND Benefits, AND Limitations OR Critical Thinking شناسایی و بازیابی شد. نهایتاً ۲۱ مقاله پس از بررسی ملاک‌های ورود و خروج، برای تحلیل نهایی انتخاب شد. مقاله‌ها باید شرایط چهارگانه مرتبط بودن با موضوع پژوهش، انتشار در بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳، چاپ نسخه نهایی و برخورداری از عبارات «تفکر نقادانه» و «آموزش مهندسی» را داشته باشند. یافته‌ها به شناسایی نُه دستاورد، استفاده از تفکر نقادانه در آموزش مهندسی منجر گردید. نتایج نشان می‌دهد که برای آموزش مؤثر تفکر نقادانه و ورود آن در برنامه‌های درسی مهندسی، به رویکرد منسجم‌تری نیاز است تا در سراسر برنامه درسی، به‌گونه‌ای مفید و اثربخش، بستر رسمی برای ارتقای دانش، بینش، ارزش‌ها و مهارت‌های مورد نیاز دانشجویان در نظر گرفته شود. بنابراین، نیاز است شیوه‌های آموزش تفکر نقادانه را به استادان مهندسی ارائه داد و زمینه ملموس، عملی و قابل درک برای پرورش این شایستگی در دانشجویان آموزش مهندسی را فراهم نمود. پرواضح است که با توجه به دستاوردهای حیاتی تفکر نقادانه، بررسی و آماده‌سازی الزامات و شرایط مورد نیاز برای بازنگری و به‌روزرسانی سیاستگذاری‌های آموزشی و دستورالعمل‌های خُرد و کلان توانمندسازی استادان مهندسی در پرورش تفکر نقادانه در دانشجویان مهندسی نه‌تنها ضرورت دارد که انکارناپذیر است؛ به نظر می‌رسد تاکنون نه تنها این الزامات مورد توجه قرار نگرفته، بلکه حتی در عمل، مورد کم‌توجهی قرار گرفته و به همین دلیل هم این شایستگی اصیل، پرورش نیافته‌است.

واژگان کلیدی: تفکر نقادانه، تفکر انتقادی، آموزش مهندسی، مرور نظام‌مند، سنجش دستاوردها

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته آموزش مهندسی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه تهران، ایران. zahra.akbari.7193@ut.ac.ir
۲- دانشیار دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) keyvansalehi@ut.ac.ir

۱. مقدمه

تفکر نقادانه (CT)، نوعی تفکر منطقی است که در یک فرایند چندسطحی و چندبُعدی (Tobin & Bittner, 1998) ضمن درک ارتباط بین ایده‌ها (Adair & Jaeger, 2016)، مبتنی بر ارزیابی معقول و بی‌طرفانه واقعیت‌ها و شواهد، نتیجه‌گیری‌هایی خلاقانه‌ای حاصل می‌شود (Facione,1990). گرچه تعاریف مختلفی درباره تفکر نقادانه ارائه شده‌است، اما آن چه بیشتر مورد اجماع قرار دارد، شایستگی‌هایی است که می‌تواند در شکل‌گیری و تقویت آن مؤثر باشد. برخی از نظریه‌پردازان، تفکر نقادانه را شامل مهارت‌های تحلیل، ارزشیابی و استنباط دانسته‌اند (Duchscher, 1999). به‌رغم مباحث جدیدی که در حوزه مهارت‌های مورد نیاز برای تقویت آن مطرح شده است، اهمیت تفکر و ضرورت تقویت قابلیت اندیشه‌ورزی قدمتی به اندازه تاریخ بشری دارد. تفکر نقادانه از زمان فیلسوفان اولیه یونان، مثل افلاطون و سقراط، تا امروز وجود داشته و دارد. تفکر خودراهبر، تفکر خودانضباط، تفکر خودنظارتی و تفکر خوداصلاحی، از ویژگی‌های تفکر نقادانه است (Adair &Jaeger, 2016). در دهه اخیر، مطالعات گسترده‌ای در زمینه‌های حل مسئله (Mina et al., 2003; Papadopoulos et al., 2006; Bruno et al., 2005)، طراحی تفکر نقادانه (Gurmen et al., 2003) کاربست تفکر نقادانه در موضوعات مهندسی، مانند تصمیم‌گیری اخلاقی و اخلاق حرفه‌ای، تأثیرات اجتماعی فناوری و تأثیر فناوری بر جامعه (Nelson, 2001)، و تعیین موقعیت دانشجویان و مهندسان از موضع و جایگاه اجتماعی و همچنین عدالت اجتماعی (Baillie, 2013) انجام شده است؛ یکی از مباحث عمده در این حوزه، جایگاه و اهمیت توسعه مهارت‌های تفکر نقادانه است.

توسعه مهارت‌های تفکر نقادانه در دانشجویان برای درجه بالایی از آموزش و یادگیری، حیاتی و انکارناپذیر است. به عبارت دیگر، امروزه به دلیل این که بهبود فرایند اندیشیدن، در قلب تفکر نقادانه جای دارد (Paul, 1993)، پرورش تفکر نقاد به یکی از اهداف اصلی آموزش تبدیل شده است. اهمیت این مهارت، به اندازه‌ای است که از آن به عنوان یکی از مهم‌ترین توانایی‌های فردی مورد نیاز و انتظار از عملکرد یک مهندس، در حل مسائل محیط تحصیل و کار یاد می‌شود. (Nainwal et al., 2019) مهندسان اکنون بیش از هر زمان دیگری به مهارت‌های تفکر نقادانه برای مقابله با دنیایی با تغییرات سریع و پیچیدگی نیاز دارند (Fleming, 1995) . متخصصان حوزه آموزش مهندسی بر ضرورت آموزش و توسعه مهارت‌های تفکر نقادانه در دانشجویان مهندسی برای زمینه‌سازی موفقیت در رقابت‌پذیری خود و اقتصاد جهانی تأکید دارند (Godfrey & Parker, 2010). هیئت اعتباربخشی فنی و فناوری، بر نیاز به ترکیب آموزش تفکر نقادانه (CT) با سایر قابلیت‌های مهندسی اساسی در برنامه‌های درسی مهندسی (ABET) تأکید دارد (Nainwal et al., 2019). به‌رغم اجماع درباره اهمیت این مهارت برای دانشجویان، به ویژه دانشجویان مهندسی، چگونگی توسعه مهارت‌های تفکر نقاد، یکی از مباحث عمده‌ای است که در حال حاضر موضوع بسیاری از مطالعات است. پرواضح است که برای زمینه‌سازی تحقق آموزش مؤثر مهارت‌های تفکر نقادانه

در دانشجویان مهندسی، ضرورت دارد تا با بهره‌گیری از تجارب موجود و آگاهی نسبت به دستاوردهای تفکر نقادانه، نسبت طرح‌ریزی و اجرایی‌سازی دوره‌های توانمندساز آن اقدام نمود.

۲. بیان مسئله

فرایند حل مسئله یک نیاز ضروری برای هر مهندس است (Rosales-Vera, 2023; Kirn & Benson, 2018; Nazzal, 2015; Michaluk et al., 2016; Ismail et al., 2019). مک‌نیل و همکاران در مطالعه خود از حل مسئله به عنوان یک فعالیت اصلی در عمل مهندسی[1] یاد کرده‌اند (McNeill et al., 2016). در چشم‌انداز فناوری به سرعت در حال تحول امروز، متخصصان مهندسی برای حل مشکلات پیچیده، تصمیم‌گیری آگاهانه و هدایت نوآوری، بیش از این که به تخصص فنی نیاز داشته باشند، باید به مهارت‌های تفکر نقادانه و مهارت‌های تحلیلی مسلح باشند. به عبارت دیگر، با تکامل مهندسی، توانایی تفکر نقادانه و تحلیلی اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده است. به گفته هالپرن[2]، برای برآوردن نیازهای یک دنیای دائماً درحال‌تغییر و به شدت رقابتی، ضروری است که به دانشجویان مهارت‌های تفکر نقادانه آموزش داده شود (Halpern,1998). به گفته ون گلدر[3]، تفکر نقادانه یک گرایش طبیعی نیست بلکه باید آن را آموخت (Gelder, 2005). به گفته مهدیه و همکاران، دانشجویان مهندسی، متفکرانی هستند که بیشتر از دانشجویان رشته‌های علوم اجتماعی، علوم پایه و دروس انسانی به تفکر نقادانه نیاز دارند. نیاز به تفکر نقادانه و مهارت‌های حل مسئله در سال‌های آینده، با توجه به نیاز مبرم به بینش‌های جدید در مورد روش‌های مدیریت پیچیدگی و عدم قطعیت توسط افراد افزایش خواهد یافت .(Mahdyeh et al., 2014)

یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های متولیان آموزش مهندسی، زمینه‌سازی برای ارتقای مهارت‌های تفکر نقادانه در دانشجویان است. در این فرایند، چگونگی شکل‌گیری و تقویت آن با ابهامات و نظرات متفاوتی همراه است. هالپرن معتقد است که مهارت‌های تفکر نقادانه را می‌توان از طریق آموزش آموخت (Halpern, 1999). توصیه‌های مکرر نهادهای آموزشی بین‌المللی، مانند هیئت اعتباربخشی مهندسی و فناوری (ABET) به اهمیت تعبیه آموزش تفکر نقادانه همراه با سایر شایستگی‌های مهندسی عمومی (که به عنوان مهارت‌های نرم شناخته می‌شوند) در برنامه‌های درسی مهندسی اشاره دارد. مطالعات پژوهشی نشان می‌دهد که مربیان می‌توانند با ادغام تفکر نقادانه در برنامه درسی مهندسی، از طریق یادگیری مبتنی بر مسئله، مطالعات موردی، شبیه‌سازی‌ها و بحث‌های کلاسی، مهارت‌های تحلیلی لازم برای موفقیت در صنعت را پرورش دهند. درگیرکردن دانشجویان در این شیوه‌ها، آنها را برای تبدیل‌شدن به مهندسان مبتکر و حل‌کننده‌های مشکل آماده می‌کند که می‌توانند با چشم‌انداز

1- Central activity of engineering practice
2- Halpern
3- Van Gelder

دائمی درحال‌تغییر فناوری سازگار شوند (Kirn & Benson, 2018). به عبارت دیگر، تفکر نقادانه به عنوان یکی از مهارت‌های نرم مهندسی شناخته شده است و باید در برنامه‌های درسی مهندسی به عنوان یکی از مهارت‌های اساسی آموزش داده شود. ABET به عنوان یکی از نهادهای مهم در اعتباربخشی برنامه‌های درسی مهندسی، به طور مکرر تأکید کرده است که برنامه‌های درسی مهندسی باید شامل آموزش تفکر نقادانه باشند. این آموزش به دانشجویان کمک می‌کند تا بتوانند بهترین تصمیمات را در مورد مسائل پیچیده مهندسی بگیرند و به طور کلی، بهبود کیفیت کار و افزایش بازدهی در صنعت مهندسی را به همراه داشته باشند (Naimpally et al., 2012).

کیفیت تفکر دانشجویان و مهندسان و نحوه تفکر آنها، تعیین‌کننده کیفیت چیزی است که آنها طراحی یا تولید می‌کنند (Claris & Riley, 2012). مهندسان اکنون بیش از هر زمان دیگری به مهارت‌های تفکر نقادانه قوی برای مقابله با دنیایی با تغییرات سریع و پیچیدگی نیاز دارند. اهمیت پرورش تفکر نقادانه در دانشجویان، بارها از طریق مدیران مهندسی و دانشگاهیان به عنوان یک ویژگی حیاتی مورد تأکید قرار گرفته است (Ahern et al., 2019). نتیجه مطالعه (Dominguez et al., 2018) نشان داد که دانشجویان و دانش‌آموختگان مهندسی، به رغم برخورداری از مهارت‌های فنی قوی، مهارت‌های تفکر نقادانه کافی ندارند. همچنین مطالعه نشان داد که دانشجویان رشته‌های مهندسی نسبت به دانشجویان رشته‌های غیرمهندسی از نحوه تعریف تفکر نقادانه اطمینان کمتری دارند و تعاریف و نظراتی که در مورد تفکر نقادانه داشتند، کمتر مشخص و انتزاعی‌تر بوده است. بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که دانشجویان و دانش‌آموختگان در رشته‌ها و دانشکده‌های مهندسی، به سختی منظورشان را از تفکر نقادانه درک می‌کردند و می‌دانستند. به همین دلیل، ضرورت دارد تا درک کنیم که دانشگاه‌ها برای پرورش تفکر نقادانه به دانشجویان، چه اقدامی انجام می‌دهند و تشخیص دهیم که آیا دانشکده‌های مهندسی راهبردهای آموزشی مقدماتی برای تفکر نقادانه را در نظر گرفته‌اند یا خیر؛ بررسی مطالعات منتشرشده و شواهد میدانی نشان می‌دهد که به رغم تلاش‌های مختلفی که توسط اساتید در دوره چهارساله کارشناسی انجام شده بود، نگرش و توانایی ایده‌پردازی‌های دانشجویان مهندسی برای حل مسائل در سطوح پایینی قرار دارد. به رغم مستندات گسترده درباره اهمیت تفکر نقادانه در آموزش مهندسی (Kirn & Benson , 2018)، تحقیقات اندکی وجود دارد که دستاوردهای برآمده از آموزش تفکر نقادانه را تجمیع و تبیین کرده باشد. این مطالعه تلاش می‌کند تا دستاوردهای مبتنی بر تفکر نقادانه در آموزش مهندسی را از طریق بررسی نظام‌مند مبانی نظری، بررسی کند و به این سؤال پاسخ دهد که دستاوردهای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی چیست؟

۳. روش کار

در این مطالعه، مقاله‌های مرتبط با موضوع در مجله‌های بین‌المللی که به زبان لاتین نگارش شده

است، به صورت نظام‌مند و با الهام‌گیری از مراحل مورد استفاده (Baniasadi et al., 2023) انجام شد و مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی مبانی نظری، زمینه‌ای را برای انباشت دانش، کشف شکاف‌های موجود در تحقیق و تشخیص مسیر سایر پژوهش‌ها فراهم نموده (Marangunić& Granić,2015) و مرحله مهمی قبل از انجام هر مطالعه تحقیقاتی است (Emran et al., 2019). در این مطالعه، دستورالعمل‌های (Kitchenham & Charters., 2007) برای انجام یک بازبینی منظم مورد استفاده قرار گرفت (Costa et al., 2016; Zahedi et al., 2016). اجرای این بررسی نظام‌مند، در چهار مرحله شناسایی ملاک‌های ورود و خروج، منابع داده و راهبرد جستجو، ارزیابی کیفیت و کدگذاری و تحلیل داده‌ها انجام شد. جزئیات این مراحل در زیربخش‌های زیر نشان داده شده است.

۳-۱. ملاک‌های ورود و خروج

در جدول ۱، ملاک‌های ورود و خروج مقالاتی که در این مطالعه مورد تحلیل نقادانه قرار گرفت، شرح داده شده است. بنابراین مقاله‌هایی که ملاک‌های ورودی جدول یک را داشتند و از ملاک‌های خروج به دور بودند، مورد مطالعه دقیق قرار گرفت.

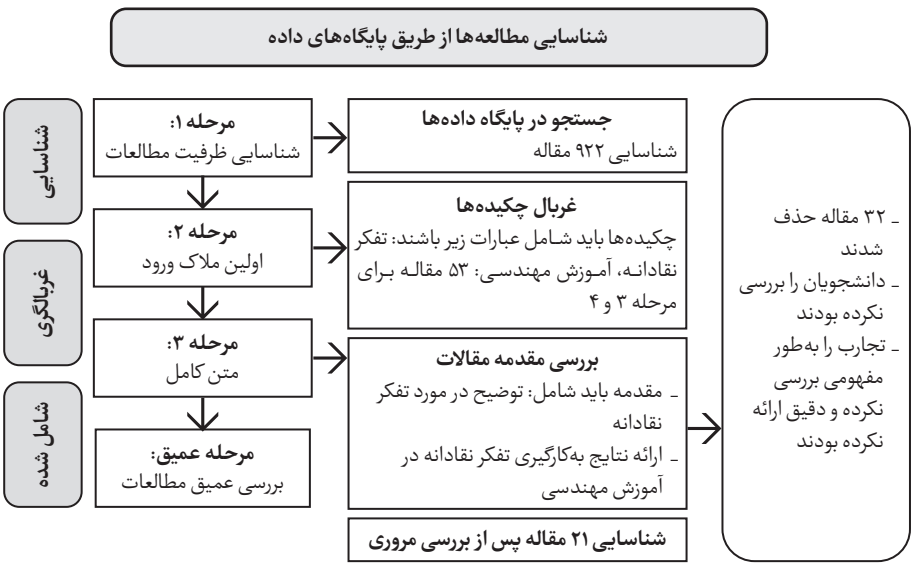
جدول ۱. ملاک‌های ورود و خروج

ملاک‌های ورود	ملاک‌های خروج
• باید شامل تفکر نقادانه/ تفکر انتقادی، آموزش مهندسی باشد • باید به انگلیسی نوشته شده باشد • باید شامل دسترسی به تمام متن مقاله باشد	• در حیطه آموزش مهندسی نباشد و مطالب و یافته‌ها خارج از موضوع مورد بررسی باشد • به زبانی غیر از زبان انگلیسی نوشته شده باشد • فقط چکیده آنها در دسترس باشد

۳-۲. منابع داده و راهبرد جستجو

بر اساس دستورالعمل PRISMA مقالات نمایه‌شده در پایگاه‌های داده بین‌المللی Scopus، Google Scholar و ScienceDirect در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳، با استفاده از ترکیب کلیدواژه‌های"Critical Thinking" OR "Engineering Education" OR "Critical Thinking in Engineering Education" AND "Outcomes OR results" AND "Engineering Education" OR "Engineering" AND "Benefits "AND "Advantages" OR "Critical Thinking"" شناسایی، بازیابی و مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج اولیه جستجو، به شناسایی ۹۲۲ مقاله انجامید. با اعمال محدودیت‌ها و استفاده از ملاک‌های خروج، این تعداد به ۵۳ مقاله دارای شرایط ورود و خروج کاهش یافت که پس از بررسی‌های عمیق‌تر، تعداد ۱۲ مقاله که از کیفیت بالا برخوردار بودند، در فرایند تحلیل قرار گرفتند. مراحل جستجو و اصلاح در این مطالعه مروری بر اساس موارد گزارشگری ترجیحی برای مرورهای نظام‌مند فراتحلیل (PRISMA) انجام شد (Moher et al., 2009). شکل ۱ نمودار جریان PRISMA را نشان می‌دهد. این مطالعه شامل یک

بررسی منظم و ترکیبی از مقالات تحقیقاتی بررسی‌شده و منتشرشده بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۳ بود که ابتدا از طریق جستجو در پایگاه‌های داده‌های، گوگل‌اسکولار، اسکوپوس، ساینس دایرکت شناسایی شدند. سپس بر اساس یک ملاک تعریف‌شده برای گنجاندن انتخاب شدند. رویکرد ما استفاده از عناصر پروتکل ارائه‌شده توسط (Khan et al., 2003)، شامل شناسایی کار مرتبط، ارزیابی کیفیت مطالعات، جمع‌بندی شواهد و تفسیر یافته‌ها بود. مقاله‌ها باید از شرایط چهارگانه برخوردار باشند: ۱. مرتبط با موضوع پژوهش باشند؛ ۲. بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ منتشرشده باشند؛ ۳. مقالات به چاپ نهایی رسیده باشند؛ ۴. مقالات باید از کلمات تفکر نقادانه، آموزش مهندسی.



شکل ۱. نمودار روش کار (PRISMA)

۳-۳. ارزیابی کیفیت اسناد مورد مطالعه

یکی از مراحل اساسی که در کنار ملاک‌های ورود و خروج باید رعایت شود، ارزیابی کیفیت اسناد بازیابی شده است (Baniasadi et al., 2023). در پژوهش حاضر، پس از بررسی‌های اولیه و مشخص‌شدن مقالات اصلی توسط نویسنده اول، ارزیابی کیفیت اسناد انجام شد. در فرایند ارزیابی، پنج سؤال مورد بررسی قرار گرفت: ۱- آیا اهداف پژوهش به وضوح مشخص شده است؟ ۲-آیا روش‌های جمع‌آوری داده‌ها به اندازه کافی دقیق هستند؟ ۳-آیا مطالعه، قابلیت اطمینان و اعتبار ملاک‌ها را توضیح می‌دهد؟ ۴- آیا نتایج به وضوح مشخص شده‌اند؟ ۵- آیا مطالعه به دانش و درک مخاطبان می‌افزاید؟ هر سؤال بر اساس مقیاس سه‌درجه‌ای، امتیازدهی شد که "بله" ۱ امتیاز، "نه" ۰ امتیاز و "تا حدی" ۰٫۵ امتیاز است. از این رو، هر

مطالعه می‌تواند بین ۰ تا ۵ امتیاز داشته باشد. هر چه نمره کل یک مطالعه بالاتر باشد، از کیفیت بالاتری برخوردار است. جدول ۲ نتایج ارزیابی اسناد را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که همه اسناد از کیفیت لازم برای ورود به بخش تحلیل نهایی برخوردار بوده‌اند. ارزیابی کیفیت توسط سه ارزیاب انجام شده است و سپس ضریب کاپا برای آنها محاسبه گردید که نشان از وضعیت قابل قبول است.

جدول ۲. ارزیابی کیفیت اسناد مورد مطالعه

کد مقاله	نویسنده/ سال	عنوان مقاله	مجله	جامعه/نمونه آماری	کشور	سؤال۱	سؤال۲	سؤال۳	سؤال۴	سؤال۵	کل	درصد
۱	Pereira & Krippahl 2007	On teaching critical thinking to engineering students	International Conference on Thinking Norrköping	۰۴۰۴	پرتغال	۱	۱	۱	۵/۰	۱	۵/۴	٪۹۰
۲	Nor &Sihes, 2021	Critical thinking skills in education: a systematic literature review	Thinking skills and creativity	۰۴۰۴	مالزی	۱	۱	۱	۵/۰	۱	۵/۴	٪۹۰
۳	Barry,2013	Developing critical thinking, creativity and innovation skills of undergraduate students (invited paper)	In Education and Training in Optics and Photonics	۰۴۰۴	آمریکا	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۴	Bastías et al., 2021	Evaluation of critical thinking in online software engineering teaching: a systematic mapping study	IEEE	۰۴۰۴	شیلی	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۵	Witarsa &Rizki, 2022	Critical thinking as a necessity for social science students capacity development: how it can be strengthened through project based learning at university	Frontiers in Education	۰۴۰۴	گرجستان	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۶	Magrabi et al., 2018	Classroom teaching to enhance critical thinking and problem-solving skills for developing iotapplications	Engineering Education Transformations	۰۴۰۴	هند	۱	۱	۵/۰	۱	۱	۵/۴	٪۹۰

ادامه جدول ۲

۷	Putra et al., 2021	Exploring students' critical thinking skills using the engineering design process in a physics classroom	Asia-Pacific Education Researcher	م.م.م.	اندونزی	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۸	Ahern et al., 2019	A literature review of critical thinking in engineeringjd education	Studies in Higher Education	م.م.م.	ایرلند	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۹	Ismail et al., 2019	The essential of engineering education involving critical thinking and problems solving skills among mechanical engineer employees	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	د.م.م.	مالزی	۱	۱	۱	۵/۰	۱	۵/۴	٪۹۰
۱۰	Ivleva, 2016	Teaching critical thinking to engineering students through reading profession-oriented texts	Materials Science and Engineering	د.م	روسیه	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۱	Gray et al., 2012	Analysis of critical thinking skills of international masters students in engineering for a crossinstitutional group	4th International Symposium for Engineering Education	د.آ.م.	انگلستان	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۲	Qamar et al., 2022	Assessment of critical thinking skills in engineering education	2022 ASEE Annual Conference & Exposition	م.م.م.	آمریکا	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۳	Douglas 2012	Defining and measuring critical thinking in engineering	Department of Materials Science and Engineering	د.م	مالزی/ امریکا	۱	۵/۰	۰	۵/۰	۱	۵/۲	٪۵۰
۱۴	Husband, 2006	An analysis of critical thinking skills in computer information technology using the california critical thinking skills test	The Graduate School University of Wisconsin-Stout Menomonie, WI	د.م	امریکا	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰

ادامه جدول ۲

۱۵	Schneider et al.,2012	Mapping the development of applied critical thinking skills in engineering, technology & computing majors	Rochester Institute of Technology Rochester, New York	د.م	امریکا	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۶	Malekjafarian 2018	Integrating critical thinking in a civil engineering module	Conference Paper · University College Dublin	د.م	ایرلند	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۷	Tahmasebzadeh et al, 2022	The role of critical thinking and entrepreneurial spirit in predicting burnout and academic procrastination of engineering students	Iranian Journal of Engineering Education	د.م	ایران	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۸	Amini et al., 2014	A study of engineering students' critical thinking skills	Iranian Journal of Engineering Education	د.م	ایران	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۹	Shannon, Bennett 2012	A case study: applying critical thinking skills to computer science and technology	Information Systems Education Journal (ISEDJ)	د.م	امریکا	۱	۰	۵/۰	۱	۵/۲	۱	٪۵۰
۲۰	Adair & Jaeger 2016	Incorporating critical thinking into an engineering undergraduate learning environment	International Journal of Higher Education	د.م	کانادا	۱	۵/۰	۰	۱	۵/۳	۱	٪۷۰
۲۱	Welch et al., 2015	A systematic approach to teaching critical thinking skills to electrical and computer engineering undergraduates	American Journal of Engineering Education – December 2015	د.م	امریکا	۱	۱	۵/۰	۱	۵/۴	۱	٪۹۰

د. م. = دانشجویان مهندسی د. آ. م. = دانشجویان آموزش مهندسی م. م= مطالعات مروری

۳-۴. کدگذاری و تحلیل داده‌ها

پس از مطالعه مقالات انتخاب‌شده و دسته‌بندی مطالب مربوط، مطالب مطابق با موضوع مورد مطالعه استخراج و کدگذاری می‌شوند و دستاوردهای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی توسط محقق دسته‌بندی و در قالب جداول ارائه گردید.

۴. یافته‌های تحقیق

دانشجویان با وجود آمادگی در رشته تحصیلی خود، در زندگی روزمره و تصمیم‌های آن مردد هستند و در نقد ادعاهای غیرعلمی مشکل دارند. پس از بررسی موضوع پژوهش در پایگاه‌های داده معتبر و استفاده از نمودار موجود در شکل ۱ تعداد ۲۱ مقاله برای بررسی نهایی انتخاب گردیدند که در جدول شماره ۳ اطلاعات مربوط به مقالات گزارش شده است.

جدول ۳. مروری بر مقاله‌های منتخب مورد مطالعه

کد مطالعه	روش	جامعه / نمونه	ابزار	خلاصه نتایج
۱	م. م.	مقالات	فهرست وارسی	ـ درک سریع جنبه‌های مهم تفکر نقادانه ـ بهبود ظرفیت‌های ذهنی برای تحلیل موضوعات مختلف ـ افزایش توانایی در تحلیل مسائل و مشکلات به صورت منطقی و دقیق
۲	م. م.	مقالات ۱۹۴۴ تا ۲۰۲۰	فهرست وارسی	ـ معرفی مهارت‌های تفکر نقادانه ـ تبیین مهارت‌های تفکر نقادانه مورد نیاز برای فعالیت در حوزه‌های آموزش
۳	م. م.	دانشجویان دوره کارشناسی	مصاحبه و نظرسنجی	ـ ضرورت وجود عضو هیئت علمی باتجربه به دلیل گسترگی و تنوع مباحث ـ ضرورت استفاده از عضو هیئت علمی مسلط در انواع کاربردهای مهندسی و علوم ـ ارتقای توانایی در ارزیابی و انتخاب گزینه‌های بهتر و مناسب‌تر
۴	م. ن	مقالات ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱	فهرست وارسی	ـ گزارش نحوه اجرای یک مطالعه نقشه‌برداری نظام‌مند ـ شناسایی، سازمان‌دهی و مشخص‌کردن ابعاد خاص در آموزش-یادگیری برخط تفکر نقادانه برای مهندسی نرم‌افزار ـ پیش‌نیازهای توسعه توانایی در ارتباط با دیگران و همکاری در گروه‌های کاری ـ افزایش توانایی در پذیرش و تحمل نظرات و دیدگاه‌های مختلف ـ توسعه توانایی در حل مسائل به صورت خلاقانه و نوآورانه
۵	م. م.	دانشجویان علوم اجتماعی	فهرست وارسی	ـ توسعه توانایی در ارتباط با دیگران و همکاری در گروه‌های کاری ـ افزایش توانایی در پذیرش و تحمل نظرات و دیدگاه‌های مختلف ـ ارتقای توانایی در ارزیابی و انتخاب گزینه‌های بهتر و مناسب‌تر ـ بهبود معنادار افزایش توانایی تفکر نقادانه دانشجویان گروه تجربی در مقایسه با کلاس گواه
۶	م. م.	دانشجویان و اساتید آموزش مهندسی	پرسش‌نامه‌ای و نظرسنجی	ـ امکان ارتقای مهارت‌های تفکر نقادانه دانشجو با استفاده صحیح استادان از راهبردهای آموزشی متناسب ـ تأثیر معنادار استفاده از راهبردهای یادگیری فعال به صورت فرایند بر ارتقای مهارت‌های نقادانه دانشجویان ـ نقش بازدارنده رویکردهای غالب سخنرانی‌محور و تأکیدکننده بر به‌خاطرسپاری مطالب

ادامه جدول ۳

				ـ تأکید بر ضرورت تمرکز آموزش بر فرایند یادگیری به جای رویکرد غالب صرفاً تمرکز و تأکید بر محتوای نظریه ـ اهمیت استفاده از فنون ارزیابی چالش‌برانگیز در فراهم‌سازی امکان ایجاد یک نمونه اولیه به جای تقویت یادآوری حافظه ـ زمینه‌ساز بودن آموزش تفکر نقاد در توسعه توانایی در ارائه دلایل و استدلال‌های قوی و متقن ـ افزایش توانایی در تحلیل و بررسی مسائل و مشکلات به صورت منطقی و دقیق
۷	م. ن.	دانشجویان	مصاحبه‌ای	ـ اهمیت آموزش مهارت‌های تفکر نقادانه به دانشجویان در محیط یادگیری به منظور موفقیت در پاسخ به چالش‌های قرن ۲۱ ـ ضرورت اجرای رویکردهای خاص آموزشی در محیط یادگیری به منظور تقویت مهارت‌های تفکر نقادانه
۸	م. م.	مقالات منتخب	فهرست وارسی	ـ تأکید بر ضعف برنامه‌های درسی مهندسی در ارتقای مهارت‌های تفکر نقادانه ـ ارائه شواهد مناسب لزوم آموزش تفکر نقادانه در زمینه مهندسی و به ویژه آموزش و یادگیری ادبیات دانشگاهی ـ ارائه چارچوب‌های نظری و مفهومی مناسب برای آموزش تفکر نقادانه در زمینه مهندسی
۹	م. م.	دانشجویان مهندسی مکانیک	پرسش‌نامه	ـ ارائه شواهد ضروری برای نیاز مبرم به عناصر تفکر نقادانه و مهارت‌های حل مسئله برای پرورش مهندسان رقابتی در صنایع ـ تأثیر آموزش تفکر نقاد بر افزایش توانایی در پذیرش و تحمل نظرات و دیدگاه‌های مختلف ـ توسعه توانایی در حل مسائل به صورت خلاقانه و نوآورانه ـ افزایش توانایی در تصمیم‌گیری‌های مؤثر و متقن ـ توسعه توانایی در ارتباط با دیگران و همکاری در گروه‌های کاری
۱۰	م. آ	مقالات	فهرست وارسی	ـ لزوم استفاده و گنجاندن تفکر نقادانه به عنوان یک پیامد یادگیری ضروری در برنامه‌های درسی آموزش مهندسی ـ اهمیت و امکان استفاده از آموزش تفکر نقادانه برای تعمیم و توسعه کاربرد آن در زندگی ـ حیاتی بودن کسب مهارت‌های تفکر نقاد از طریق تحصیل در مدرسه و دانشگاه
۱۱	م. م. ک.	دانشجویان آموزشی مهندسی	پرسش‌نامه و نظرسنجی	ـ بررسی مفهوم‌سازی تفکر نقادانه دانشجویان ـ وجود تنوع در بین گروه‌های فرهنگی به عنوان شاهدی برای پرداختن به تفاوت‌ها در درک دانشجویان از تفکر نقادانه ـ تأکید بر ضرورت گنجاندن و آموزش تفکر نقادانه در برنامه‌های درسی مهندسی یا در طول دوره مقدماتی
۱۲	م. ن.	مقالات	فهرست وارسی	ـ ارائه مسائل مختلف مربوط به آموزش مهارت‌های تفکر نقادانه در آموزش مهندسی ـ ارائه مسائل مختلف مربوط به ارزیابی مهارت‌های تفکر نقادانه در آموزش مهندسی

ادامه جدول ۳

۱۳	م.آ	دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی	آزمون و مصاحبه	ـ تأکید بر اهمیت آموزش مهندسی در توسعه مهارت‌های تفکر نقادانه ـ تأکید بر پرورش و توسعه تفکر نقادانه در مهندسان ـ ضرورت آموزش مهندسان برای شناسایی و تشخیص راه‌حل‌ها از تجربیات و مفاهیم آموخته‌شده ـ ضرورت استفاده از تمرین تفکر خاص داشتن برای شناسایی و تشخیص راه‌حل‌ها از تجربیات و مفاهیم آموخته‌شده
۱۴	م.ع	دانشجویان کالج فنی Northcentral ((NTC	آزمون ارزیابی تفکر نقادانه واتسون/ کرنل آزمون هوشیاری تورستون، آزمون تفکر نقادانه کالیفرنیا	ـ ایجاد شواهد چگونگی ارزیابی مهارت‌های تفکر نقادانه افراد در حوزه خاص ـ بررسی رابطه بین نمرات کل در CCTST و زمان صرف‌شده برای تکمیل آزمون ـ CCTST (تحلیل مهارت‌های تفکر نقادانه در فناوری اطلاعات رایانه‌ای) ـ ارائه شواهدی برای درک چگونگی ارتباط بین زمان صرف‌شده برای تکمیل تکالیف و عملکرد در آزمون ـ ارتقای توانایی در ارزیابی و انتخاب گزینه‌های بهتر و مناسب‌تر
۱۵	م.آ	دانشجویان سال اول تا چهارم دانشگاه روچستر	آزمون	ـ ضرورت تخصیص زمان و تمرین برای توسعه توانایی تفکر نقادانه ـ ضرورت آموزش تفکر نقادانه به عنوان بخشی طبیعی و بی‌درنگ از آموزش ـ ضرورت ارتقای درک و نیاز دانشجویان برای توسعه تفکر نقاد در خویش ـ افزایش توانایی در تصمیم‌گیری‌های مؤثر و متقن به‌عنوان ره‌آورد آموزش تفکر نقادانه
۱۶	م.م.ک	دانشجویان مهندسی عمران سال سوم در کالج دوبلین	آزمون	ـ ارائه مهارت‌های خاص مورد نیاز در یک ماژول مهندسی عمران به منظور ارتقای مهارت‌های تفکر نقادانه ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی تحلیل و ارزیابی اطلاعات و داده‌های مختلف ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی تفکر نظام‌مند و دیدگاه گسترده ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی تفکر خلاق و نوآورانه ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی تفکر منطقی و تحلیلی ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی تفکر نقادانه، توانایی حل مسئله و تصمیم‌گیری بهتر ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی ارتباط برقرارکردن و همکاری با دیگران ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی در ارزیابی و انتخاب گزینه‌های بهتر و مناسب‌تر
۱۷	م.م	دانشجویان کارشناسی فنی و مهندسی دانشگاه تبریز	پرسش‌نامه تفکر نقادانه ریتکس	ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در ارتقای روحیه کارآفرینی ـ استفاده از تفکر نقاد برای پیش‌بینی فرسودگی و اهمال‌کاری تحصیلی دانشجویان فنی و مهندسی

ادامه جدول ۳

				ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در کاهش فرسودگی و اهمال‌کاری تحصیلی دانشجویان فنی و مهندسی ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در افزایش توانایی در پذیرش و تحمل نظرات و دیدگاه‌های مختلف ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در توسعه توانایی در حل مسائل به صورت خلاقانه و نوآورانه
۱۸	م.م	جامعه: دانشجویان دانشگاه کاشان در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳ نمونه: تصادفی طبقه‌ای	آزمون مهارت‌های تفکر نقادانه کالیفرنیا	ـ عدم تأیید فرضیه بالاتر بودن تفکر نقاد در دانشجویان نیمسال‌های بالاتر نسبت به دانشجویان نیمسال‌های پایین ـ عدم تأیید فرضیه بالاتر بودن تفکر نقاد در دانشجویان دوره کارشناسی‌ارشد نسبت به دانشجویان دوره کارشناسی ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در توسعه توانایی در حل مسائل به صورت خلاقانه و نوآورانه ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در افزایش توانایی در تصمیم‌گیری‌های مؤثر و متقن ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در توسعه توانایی در ارتباط با دیگران و همکاری در گروه‌های کاری
۱۹	م.م	جامعه آماری: دانشجویان درس مقدماتی کامپیوتر نمونه: ۱۱۷ دانشجوی	آزمون ارزیابی تفکر نقادانه (CAT)	ـ تأیید کمبود معنادار مهارت‌های تفکر نقادانه در دانشجویان مهندسی ـ تأیید ضعف عملی دانشجویان مهندسی در مهارت‌های تفکر نقادانه، به ویژه در ارائه استدلال معتبر در هنگام تصمیم‌گیری بر اساس سناریوهای مورد مطالعه ـ مهارت‌های تفکر نقادانه در دانشجویان مهندسی ـ تأیید تأثیر آموزش تفکر نقاد در توسعه توانایی در حل مسائل به صورت خلاقانه و نوآورانه ـ تأیید تأثیر آموزش تفکر نقاد در افزایش توانایی در تصمیم‌گیری‌های مؤثر و متقن
۲۰	م.م	دانشجویان مهندسی	آزمون	ـ تأیید تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد بر بهبود مهارت‌های تفکر نقادانه دانشجویان مهندسی ـ تأیید تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد بر توسعه توانایی در ارائه دلایل و استدلال‌های قوی و متقن
۲۱	م.م مطالعه طولی	دانشجویان مهندسی برق و کامپیوتر (ECE)	آزمون	ـ ارائه الگوی ادغام آموزش و ارزیابی تفکر نقادانه در آموزش مهندسی برق و کامپیوتر ـ تأیید تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد بر ارتقای توانایی در ارزیابی و انتخاب گزینه‌های بهتر و مناسب‌تر ـ تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد در افزایش توانایی تحلیل و بررسی مسائل به صورت منطقی و دقیق ـ تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد در توسعه توانایی در ارائه دلایل و استدلال‌های قوی و متقن ـ تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد در افزایش توانایی در پذیرش و تحمل نظرات و دیدگاه‌های مختلف

ادامه جدول ۳

				ـ تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد در افزایش توسعه توانایی در حل مسائل به صورت خلاقانه و نوآورانه ـ تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد در افزایش توانایی تصمیم‌گیری‌های مؤثر و متقن ـ تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد در توسعه توانایی در ارتباط با دیگران و همکاری در گروه‌های کاری

م. م. ک = مطالعه موردی اکتشافی

م.م= مروری

ع.م=علی مقایسه‌ای

م. آ= مطالعه آزمایشگاهی

م. ن = مرور نظام‌مند

۵. دستاوردهای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی

مرور مطالعات پیرامون دستاوردهای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی نشان داد که اکثر محققان در این زمینه، تحقیقاتی را به صورت مروری اکتفا کرده‌اند و درصد اندکی از آنها به صورت موردی و کمّی و شبیه‌سازی، نتایجی را ارائه داده‌اند. هر چند تحقیقات در این زمینه اندک است و هنوز منابع اطلاعاتی قوی و مکفی در دسترس نیست، با اکتفا به مقالات مذکور در مقاله به یافته‌ها رسیده‌ایم.

بررسی نظام‌مند دستاوردها، به شناسایی و دسته‌بندی نُه دسته از دستاوردهای ناشی از آموزش و تقویت تفکر نقادانه در فارغ‌التحصیلان آموزش مهندسی، شامل زمینه‌سازی برای «شفافیت در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه»، «تفکّر عملی در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه»، «تفکّر خلّاق در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه»، «دقت در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه»، «وفاداری حرفه‌ای در انجام و وظایف درسی و شغلی»، «تصمیم‌گیری نظام‌مند در انجام وظایف شغلی و تحصیلی»، «توجه مستمر در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه»، «تسهیل فرایند رشد و ترقی فارغ‌التحصیلان با تقویت شایستگی‌های مرتبط با انجام بهترین ارزشیابی و مناسب‌ترین انتخاب‌ها»، و «نوآوری و کشف راه‌حل‌های جدید» منجر گردید. در ادامه ابتدا برخی از مفاهیمی که رویه عقلانی‌سازی تفکر نقادانه، مستلزم آن موارد است، تعریف می‌شود و پس از آن، دستاوردهای شناسایی‌شده معرفی می‌گردد.

برای مواجهه هوشمندانه با موقعیت‌های زندگی واقعی، توانایی‌های تفکر نقادانه ضروری است. پرورش سطوح عالی تفکر نقادانه، به فرد کمک می‌کند تا اندیشه‌های خود را به بهترین شکل و با شفافیت تمام، به ایده و ایده را به مرحله اجرا و عمل درآورد. یکی از اهداف اساسی و عالی آموزش عالی همواره این بوده است که همچنان عادت به تفکر نقادانه در دانش‌پژوهان، آموزش آماده‌سازی

آنها برای افرادی مسئولیت‌پذیر و ارزشیاب باشد. شکل‌گیری، پرورش و توسعه تفکر نقادانه، یک رویه عقلانی و مستلزم خودراهبری، خوداصلاحی، خودنظارتی و خودانضباطی (خودنظم‌دهی) است (Barry,2013; Putra et al., 2023; Qamar et al., 2022; Nor & Sihes, 2021, 2022). در ادامه به اختصار به هر یک پرداخته می‌شود.

خودراهبری: خودراهبری فرایند واپایش هدف‌دار رفتار به منظور نیل به شکوفایی فردی است (Haisten, 2008). خودراهبری فرایندی است که افراد را قادر می‌سازد تا خود یا زندگی حرفه‌ای و شخصی خود را به واسطه به‌کارگیری راهبردهای رفتاری، انگیزشی و شناختی تنظیم و هدایت کنند (James, 2009). سازمان‌های مدرن امروزی در شرایط متغیر و سرعت بالا، وجود فناوری‌های پیشرفته و محیط رقابتی مبتنی بر اطلاعات، با چالش‌های بی‌سابقه‌ای مواجه هستند. بر این اساس، تمام اعضا و کارکنان سازمان (از مدیران سطوح بالا تا کارکنان سطوح پایین) باید مسئولیت بیشتری نسبت به وظایف و نقش‌های خود تقبل نمایند. بنابراین، خودراهبری، نقش حیاتی و اجتناب‌ناپذیری دریافت می‌کند (Yoho & Houghton, 2005). اجزای خودراهبری، شامل خودپرورشی، مدیریت زمان، مهارت‌های ارتباطی، مدیریت اسناد، برنامه‌ریزی رشد حرفه‌ای، حفظ سلامت جسمی و روانی است. مفهوم خودراهبری تفکر را مورد تأکید قرار می‌دهد و برای آن اهمیت بیشتری قائل است. با توجه به این نظریه، انسان‌ها بیشتر به عنوان خودسازمان‌دهنده، پیش‌نگر (پیش‌فعال)، خوداندیش و خودتنظیم‌شونده مورد مشاهده قرار می‌گیرند. بر اساس این رویکرد، فرد خودراهبر به دنبال توسعه و گسترش تفکرات مثبت و متعالی در درون خود است و به این ترتیب توسعه و هدایت رفتار و عملکرد فردی خود را دنبال می‌کند (Reyes et al., 2007). ریشه این مفهوم به نظریه‌های مربوط به تأثیر بر خود برمی‌گردد که در آن تأکید بر خوداهیابی و واپایش خود است. بنابراین خودراهبری مجموعه مهارت‌های درونی و فردی است که افراد به واسطه آن رفتار، اعمال و عملکرد خود را در راستای اهداف و مقاصد فردی، اجتماعی و کاری و شغلی هدایت و جهت‌دهی می‌نمایند. افراد برخوردار از این قابلیت‌ها، قادر به رشد و توسعه سایر مهارت‌ها و قابلیت‌های خود نیز هستند و به این ترتیب، در سایر عرصه‌های زندگی و کاری موفق و توانمندند. خودراهبری به معنای توانایی فرد در مدیریت و واپایش خودش و تصمیم‌گیری در مورد زندگی و شغل خود است. این ویژگی شامل توانایی‌هایی، مانند تصمیم‌گیری نظام‌مند، تفکر عملی، تفکر خلاق، دقت، شفافیت اعمال، توجه و وفاداری است. فردی که دارای خودراهبری است، می‌تواند بهترین تصمیم‌ها را در مورد زندگی و شغل خود بگیرد و به رشد و پیشرفت خود برسد.

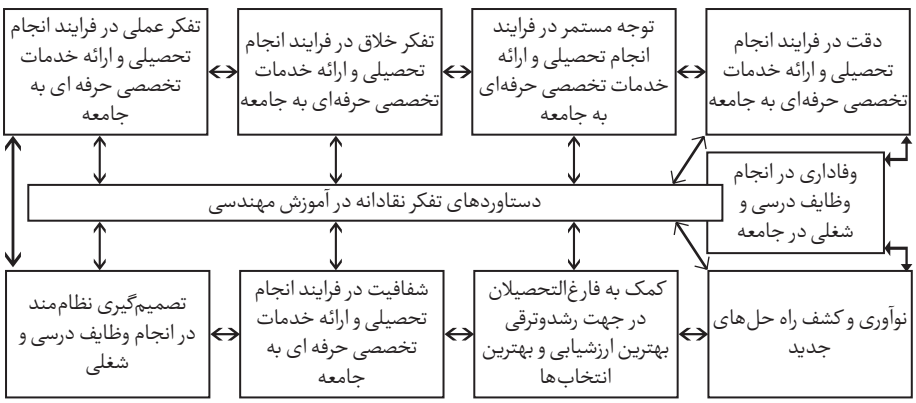
خودانضباطی (خودنظم‌دهی): پرورش فراگیران خودنظم‌ده، از مهم‌ترین اهداف عالی در تمامی نظام‌های آموزشی به شمار می‌رود که می‌تواند زمینه لازم برای تحول و توسعه پایدار در هر جامعه‌ای را فراهم آورد (Ashrafian & Salehi, 2021). خودانضباطی «توانایی وادارکردن خود به انجام

کارهایی است که می‌دانید باید انجام دهید، حتی زمانی که نمی‌خواهید» (Oxford Dictionaries Online, 2016). در یک مطالعه اکتشافی مبتنی بر روش پژوهش نظریه برخاسته از داده‌ها (Ashrafian & Salehi, 2021) با ارائه نظریه‌ای میانی، به معرفی فرایند پرورش فراگیران خودنظم‌ده پرداختند. در پرورش فراگیران خودمُنضبط، بر شکل‌دهی و توسعه «توانایی واپایش احساسات و غلبه بر نقاط ضعف خود» تأکید می‌شود که «انضباط نفس به اشکال مختلف، مانند استقامت، خویشتن‌داری، استقامت، فکر کردن قبل از اقدام، پایان دادن به کاری که شروع به انجام می‌دهی، و به عنوان توانایی انجام تصمیم‌ها و برنامه‌ها، با وجود ناراحتی‌ها، سختی‌ها یا موانع ظاهر می‌شود. خودانضباطی همچنین به معنای خودواپایشی، توانایی اجتناب از افراط و تفریط ناسالم از هر چیزی است که می‌تواند منجر به عواقب منفی شود» (Sasson, 2016). سطح پایین خودانضباطی فردی (خودواپایشی به عنوان شکل خودانضباطی) منجر به مشکلات متفاوتی در زندگی اجتماعی و شخصی می‌شود (Duckworth& Seligman, 2005) و بالعکس، اعتمادبه‌نفس قوی و سطح بالای خودانضباطی موفقیت، دستاوردهای بهتر و رسیدن به اهداف را تسهیل می‌کند (De Ridder et al., 2012) که به نوبه خود خلق‌وخو را بهبود می‌بخشد و افراد را شادتر می‌کند. (Hofmann et al., 2013) افراد با نظم و انضباط بالا بسیار بهتر می‌توانند فعالیت‌های روزمره خود را واپایش کنند و در نتیجه معمولاً از مشکلات اجتناب می‌کنند، از عهده وظایف بر می‌آیند و بر مشکلات احتمالی غلبه می‌کنند. چنین افرادی همیشه سعی می‌کنند مناسب‌ترین راه‌حل را برای حل یک مشکل بیابند و میل مقاومت آنها در شرایط نامطلوب طولانی‌تر از افرادی است که خودواپایشی ندارند (Hofmann et al., 2012) خودمنضبطی می‌تواند به عنوان یکی از ویژگی‌های مهم در موفقیت شخصی و حرفه‌ای مطرح شود. این ویژگی به توانایی فرد در واپایش و مدیریت خودش، انجام وظایف و تصمیم‌گیری‌های مؤثر برای رسیدن به اهدافش اشاره دارد. در تفکر نقادانه، خودمنضبطی می‌تواند به عنوان یکی از ویژگی‌های مهم برای ارزیابی و بررسی مؤثر حقایق و شواهد موجود در مورد یک موضوع مطرح شود. به عنوان مثال، فردی که دارای خودمنضبطی است، می‌تواند بهترین تصمیم‌ها را در مورد یک موضوع بگیرد و به رشد و پیشرفت خود برسد.

خودنظارتی: یک ویژگی شخصیتی است که شامل توانایی نظارت و تنظیم خودنمایی‌ها، احساسات و رفتارها در پاسخ به محیط‌ها و موقعیت‌های اجتماعی است. این شامل آگاهی از رفتار و تأثیر آن بر محیط است. همچنین به توانایی شما در اصلاح رفتارهایتان در پاسخ به متغیرهای محیطی، موقعیتی یا اجتماعی اشاره دارد. افرادی که خودنظارتی بالایی دارند، به احتمال زیاد رفتار خود را تغییر می‌دهند تا خود را با شرایط وفق دهند یا منطبق کنند. کسانی که از نظر خودنظارتی پایین هستند، بر اساس نیازها و احساسات درونی خود رفتار می‌کنند. نظریه خودتنظیمی بیان می‌کند که خودنظارتی مقدم بر ارزیابی خود از پیشرفت به‌سوی هدف و تقویت خود برای پیشرفت انجام شده است. (Kanfer& Gaelick-Buys, 1991) بنابراین، فرایند تغییر عادات نیازمند مهارت‌های خودتنظیمی توسعه یافته

است .(Kanfer, 1971,1970) نظارت بر خود در این فرایند نقش اساسی دارد و شامل توجه عمدی به جنبه‌ای از رفتار فرد و ثبت برخی جزئیات آن رفتار است. برای تغییر رفتار، افراد باید به اعمال خود و همچنین شرایطی که تحت آن رخ می‌دهند و اثرات آنی و بلندمدت آن توجه کافی داشته باشند. بنابراین، خودتنظیمی موفق تا حدی به صداقت، ثبات و به موقع بودن خودنظارتی دررابطه‌با عملکرد رفتار هدف، به عنوان مثال، خوردن بستگی دارد (Bandura, 1998).

خوداصلاحی: به گفته (Nation, 2008)، خوداصلاحی فنی است که در آن افراد باید با بررسی دقیق کار خود، اشتباهات خود را اصلاح کنند (Andrade & Du , 2007)، توضیح می‌دهند که فن خود اصلاحی فرایندی است که در آن افراد کیفیت کار و یادگیری خود را بررسی و ارزیابی می‌کنند، اهداف یا معیارهای صریح بیان‌شده را می‌شناسند، کار خود را از نظر نقاط قوت و نقص ارزیابی می‌کنند و آن را به‌روز می‌کنند. این بدان معنی است که فن خودتصحیح دانش افراد را بر اساس برگه راهنمای فن خوداصلاحی افزایش می‌دهد. علاوه بر این (Harmer, 2004) بیان می‌کند که اصلاح یک فرایند جذاب در رابطه معلم و فراگیر در کلاس درس است. (Maftoon et al., 2010) استدلال می‌کنند که فن خوداصلاحی یک بازخورد غیرمستقیم است که در آن یاددهنده، گزینه‌هایی را در اختیار یادگیرندگان قرار می‌دهد تا بتوانند شکل صحیح را به تنهایی تعیین کنند. فن خوداصلاحی دو فعالیت اساسی نظارت و ارزیابی کیفیت افکار و رفتار در طول یادگیری، و شناسایی راه‌هایی برای افزایش درک و توانایی‌های فراگیران (Mcmillan & Hearn, 2008). را در برمی‌گیرد.



شکل ۲. دستاوردهای تفکر نقادانه حیاتی برای دانشجویان آموزش مهندسی

الف) شفافیت در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه: مشاهده شده است که یک محیط کاری شفاف، تأثیر مهمی در مؤثرتر، شادتر و خلاق‌تر کردن گروه‌ها دارد (Lencion, 2016) این مهم، به توسعه ارتباطات منسجم کمک می‌کند تا اعضای آن احساس

امنیت کرده و ایده‌هایی را برای افزایش خلاقیت پیشنهاد کنند (Lencion, 2016). هر کارمند یا دانش‌پژوه باید شایستگی‌های لازم را برای کار مؤثر با دیگران داشته باشد. به عبارت دیگر، افراد در هر گروه در مجموعه‌ای از وظایف مرتبط که برای دستیابی به یک نوع هدف برنامه‌ریزی شده است، همکاری می‌کنند. از این رو، هر یک از اعضا در قبال کمک به بهترین دستاوردهای گروه، مسئولیت و تعهد مشخصی دارند. به نظر می‌رسد شفافیت یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌هایی است که می‌تواند به طور قابل توجهی بر موفقیت و دستیابی گروه در هر محل کار تأثیر بگذارد (Salem& Fouda, 2021). برخی از محققان در این زمینه استدلال می‌کنند که شفافیت سنگ بنای موفقیت گروه‌ها با عملکرد بالا است. (Schein & Gray, 2018) برخی از آنها معتقدند که ارائه یک نمای کلی از پروژه با جزئیات کافی به اعضای گروه از طریق نوشتار، توجیه شفاهی در نوعی آموزش حضوری و یا از طریق هیئت مدیره پروژه مشترک آنها، امری ضروری است (Ahuja et al.,2017). باید یک محیط کاری شفاف ایجاد شود تا بهره‌وری عملیاتی به وقوع بپیوندد (Schein &Gray, 2018). شفافیت می‌تواند به افزایش سطح مطلوب اعتماد بین اعضای گروه کمک کند (Salem & Fouda, 2021). به گفته برخی از محققان، ایجاد ارزش‌های مشترک، اعتماد متقابل، چشم‌انداز الهام‌بخش، مهارت‌های قابل اعتماد و خلاقیت پاداش‌دهنده در گروهی که غمگین است و از کمبود یک محیط کاری شفاف رنج می‌برد، بسیار دشوار است (Lee, 2006; Posner, 2009). از سوی دیگر، هنگامی‌که شفافیت اضافه شود، کارکنان و دانش‌پژوهان به چشم‌انداز و مأموریت سازمان، درگیر و متعهدتر خواهند بود (Schein&Gray, 2018).

ب) تفکّر عملی[1] در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه: این نوع تفکر، تفکری است که در مسائل ساده روزانه به وقوع می‌پیوندد، مانند تفکر درباره این که چگونه فعالیت یک روز خود را تنظیم کنیم یا عمل خاصی را به‌طور عادی انجام دهیم. برای حفظ توانایی‌های خود می‌توان مهارت تفکر عملی را از طریق تصمیم‌گیری مؤثر در زندگی روزمره، که به طور غیرمستقیم به شکوفایی جامعه کمک کند را تقویت نمود (Sternberg et al., 2016; Newman et al., 2016)، از این رو، برنامه آموزشی باید شامل فعالیت‌های حل مسئله برای توسعه و حفظ تفکر تحلیلی، خلاق و عملی در بین دانشجویان باشد.

پ) تفکّر خلّاق[2] در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه: تفکّر خلّاق به آن نوع فعالیت فکری گفته می‌شود که به حل مشکلات و مسائل سخت و حل‌نشده می‌پردازد یا برای مسائل حل‌نشده گذشته، راه‌حل‌های جدیدی کشف می‌کند. این گونه تفکّر، معمولاً به ابداع و اختراع منجر می‌شود. خلاقیت‌های علمی، هنری، صنعتی، کشاورزی و داشتن بینش‌های نو در مسائل سیاسی، اقتصادی و اجتماعی، همگی نتیجه این نوع تفکر است (Hosseini, 2023). خلاقیت

1- Practical thinking
2- Creative thinking

شامل تولید چیزی است که هم اصیل و هم ارزشمند باشد و نشأت گرفته از فرایندهای خودآگاه و ناخودآگاه انسان است. از نظر یک دیدگاه علمی، محصولات تفکر خلاق گاهی به تفکر واگرا ارجاع داده می‌شود. همانند دیگر پدیده‌ها، در علم یک دیدگاه یا تعریف یگانه از خلاقیت وجود ندارد و به طور متنوع به موارد زیر منسوب شده است: فرایند شناختی، محیطی اجتماعی، ویژگی فردی، شانس و همچنین مواردی مانند نبوغ، بیماری‌های روانی و شوخ‌طبعی پیوند داده شده‌است. تعریف مناسب دیگر فرایند فرضیه‌ها شکسته‌است. تفکرات خلاق زمانی تولید می‌شوند که شخص، پیش‌فرض‌ها را کنار گذارد و دیدگاه جدیدی را جستجو کند که دیگران به آن نپرداخته‌اند. خلاقیت نیاز به حضور هم‌زمان تعدادی از ویژگی‌ها، از قبیل هوش، پشتکار، غیرمتعارف بودن و توانایی تفکر به سبکی خاص دارد.

ت) دقت در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه: تفکر نقادانه یک مهارت تحلیلی است که موضوع را می‌شکافد، اجزای آن را دانه‌دانه می‌سنجد و در ادامه، شیوهٔ ترکیب آنها را وارسی می‌کند. فردی تفکر نقادانه دارد که قادر است با قصد محک زدن مسئله یا مبحثی، در مورد آن مسئله یا مبحث، پرسش‌های مناسب بپرسد و اطّلاعات مربوط به آن را جمع‌آوری کند. سپس آن داده‌ها را دسته‌بندی کند و با استفاده از منطق و استدلال، به نتیجه‌گیری برسد. دقت در تفکر نقادانه، به معنای توجه به جزئیات و اطلاعات دقیق و دسترسی به منابع معتبر است. همچنین، برای تفکر نقادانه، باید از تصمیمات منظم استفاده شود و موانعی مانند سوگیری و تبعیض برطرف شوند. پرورش شایستگی‌های مرتبط با تفکر نقادانه در مهندسی، زمینه مناسب برای بازسازی الگوی باورهای فرد بر پایه تجارب گسترده‌تر، ارائه قضاوت‌های دقیق درباره کیفیت‌ها و چیزهای خاص در زندگی روزمره و مهارت و تمایل برای شرکت در یک فعالیت همراه با تردید فکری را فراهم می‌نماید.

ث) وفاداری حرفه‌ای در انجام و وظایف درسی و شغلی: وفاداری در تفکر نقادانه به معنای پایبندی به استدلال‌های منطقی و شواهد قابل اثبات است. به عبارت دیگر، در تفکر نقادانه، فرد باید برای دستیابی به حقیقت امور، با استدلال‌های منطقی و شواهد معتبر و قابل اتکاء، به دنبال بررسی تأیید یا رد فرضیه‌ها خود باشد. وفاداری در تفکر نقادانه به معنای عدم تعصب و پیش‌داوری نسبت به یک موضوع یا دیدگاه خاص است. به عبارتی به معنای بررسی و ارزیابی منطقی و دقیق ادعاها، مفاهیم و اطلاعات می باشد . در این نوع تفکر، فرد به دنبال یافتن حقیقت و رسیدن به نتایجی منطقی و قابل قبول است. وفاداری در تفکر نقادانه به معنای پایبندی به معیارهای منطقی و عدم تحریف و تغییر در ارزیابی و بررسی ادعاها و اطلاعات است. به عبارت دیگر، وفاداری به معنای عدم تحریف و تغییر در نتایج تحلیل و بررسی‌های منطقی و دقیق است. معنای وفاداری به معیارهای منطقی ذهنی است. در واقع، به معنای این است که فرد باید به‌صورت وفادار به استدلال‌های منطقی و معیارهای منطقی عمل کند و صرفاً به منافع شخصی و گروهی خود توجه نکند. وفاداری به معیارهای منطقی و استدلال‌های منطقی، یکی از مهارت‌های اساسی تفکر نقادانه است.

ج) تصمیم‌گیری نظام‌مند در انجام وظایف شغلی و تحصیلی: فرایندی است که با شناسایی یک تصمیم، جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل و ارزیابی راه‌حل‌های جایگزین، تصمیم‌گیری را انجام می‌دهد. این فرایند تصمیم‌گیری، با چندین فرایند ممکن متفاوت، به ساختار تصمیم‌گیری منجر می‌شود. برای تعیین واقعیت فرایند تصمیم‌گیری، باید به دانش فراتر از ساختار تصمیم‌گیری توجه شود. باورها، شخصیت‌ها و نحوه تفکر شرکت‌کنندگان، تأثیر مستقیمی بر فرایند تصمیم‌گیری دارند. علاوه بر این، نیروهای خارجی نیز بر دیدگاه شرکت‌کنندگان تأثیر خواهند داشت. در این فرایند، معیارهای مختلفی برای انتخاب بهترین گزینه مورد استفاده قرار می‌گیرند و عوامل مختلفی، مانند عواقب احتمالی گزینه‌ها و منابع لازم برای اجرایی‌کردن تصمیم در نظر گرفته می‌شوند. هدف این روش، به دست آوردن بهترین راه‌حل برای مسئله مورد نظر است (Rosati, 1981).

چ) توجه مستمر در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه: توجه در تفکر نقاد به معنای تمرکز بر جزئیات ارزش‌آفرین موضوع مورد بررسی است. این به معنای توجه به جزئیات و اطلاعات دقیق، بررسی موضوع از زوایای مختلف و تحلیل دقیق آن است. توجه به جزئیات و دقت در تحلیل موضوعات، به فرد کمک می‌کند تا مناسب‌ترین تصمیم را در مواجهه با چالش‌های روزانه خود بگیرد. همچنین، توجه به جزئیات و دقت در تحلیل موضوعات، به فرد کمک می‌کند تا از طریق ارزیابی منطقی و استدلال قوی، از نقاط ضعف و نقص‌های موجود در اطلاعات و استدلال‌ها مطلع شود و بدین ترتیب از تصمیمات نادرست جلوگیری کند. بر اساس مطالعات، مهندسانی که از توانایی‌های تفکر نقادانه استفاده می‌کنند، هم در سطح شخصی و هم در سطح حرفه‌ای عملکرد بهتری دارند. رشته‌های خاص مهندسی به چنین توانایی‌هایی از دانشجویان نیاز دارند.

ح) تسهیل فرایند رشد و ترقی فارغ‌التحصیلان با تقویت شایستگی‌های مرتبط با انجام بهترین ارزشیابی و مناسب‌ترین انتخاب‌ها: بر اساس مطالعات، مهندسانی که تفکر نقادانه دارند، هم در زندگی حرفه‌ای و هم در زندگی شخصی بهتر عمل می‌کنند. در دانشکده مهندسی، ما بر اهمیت یادگیری و تمرین توانایی‌های تفکر نقادانه توسط دانشجویان تأکید می‌کنیم. این آنها را قادر می‌سازد تا داده‌ها را به اطلاعات عملی تبدیل کنند که برای دستیابی به نتایج مطلوب به راحتی قابل‌درک باشد. علاوه بر این، توانایی‌های تفکر نقادانه در طول زمان افزایش می‌یابد زیرا یادگیری، یک فرایند مستمر و مادام‌العمر است. (Putra et al., 2023; Bastías et al., 2021; Gray et al., 2012) در صورتی فارغ‌التحصیلان می‌توانند در جهت رشد و ترقی بهترین ارزشیابی و مناسب‌ترین انتخاب را داشته باشند که در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی و حرفه‌ای خود، با توجه مستمر به جامعه، با دقت به تفکر خلاق و تفکر عملی بپردازد و متناسب با شرایط، به تصمیم‌گیری نظام‌مندی دست بزنند.

خ) نوآوری و کشف راه‌حل‌های جدید: خلاقیت، مفهومی است که تعریف آن در طول زمان، با تغییر و دگرگونی‌های بسیاری همراه شده است، به گونه‌ای که به‌رغم وجود اشتراک معنایی، پژوهشگران

مختلف تعاریف متعددی برای آن ارائه کرده‌اند. «خلاقیت، به عنوان یک فرایند ذهنی تعریف شده‌است که افراد را قادر می‌سازد تا درباره ایده‌های نوین و کاربردی فکر کنند (Gaspersz, 2007). خلاقیت معمولاً به عنوان کلید اثربخشی سازمان و یک الزام برای موفقیت طولانی‌مدت تعریف شده است (Amabile & Conti , 1999; Porter, 1990). خلاقیت شامل ایجاد تمایزات فکری است که ممکن است هم به صورت انفرادی و هم به صورت اجتماعی رخ دهد (Florida, 2002). خلاقیت یک مهارت ذهنی (پایا) یا یک فرایند (پویا) است که ما را برای ایجاد هر گونه ایده جدید در هر زمینه تجهیز می‌کند. پس خلاقیت اساساً شاخه دانش یا علم نیست. در عوض، این مهارتی است که ممکن است از طریق روش‌های مختلف بهبود یابد. از آن جایی‌که خلاقیت به یک مزیت رقابتی تبدیل شده است که می‌تواند پایه و اساس مفاهیم را در «عصر مفهومی» متمایز نماید، سازمان‌ها راه‌های متنوعی را برای به دست آوردن خلاقیت و نوآوری اتخاذ کرده‌اند (Isaksen & Treffinger , 1985), (CPS)[1] (حل خلاقانه مسئله) و (آموزش نیروی کار خلاق و ایجاد خلاقیت و ایجاد قابلیت‌های نوآورانه در افراد) (Burroughs et al., 2011). مهندسان در فرایند طراحی محصولات خود، از مهندسی مکانیکی، الکترونیکی و کلاسیک استفاده می‌کنند اما تعداد رو به افزایشی از مدیران، متخصصان و معلمان در طراحی مهندسی، از طریق ادغام اندیشیدن طراحی برای تحریک نوآوری استفاده می‌کنند. این رویکرد طراحی به نام "تفکر طراحی[2]" است که به صورت مرکزی بر روی نیازهای افراد تمرکز دارد و به صورت ایجادی و خلاقانه به حل مسائل می‌پردازد. این رویکرد به طور گسترده‌ای در فرایند طراحی محصولات و خدمات مورد استفاده قرار می‌گیرد و به عنوان یک مهارت ضروری در حوزه‌های مختلف شغلی شناخته شده‌است. (Brown & Katz , 2011; Dym et al., 2005).

خلاقیت به تولید ایده‌های اصیل و قابل اجرا به حل یک مسئله اشاره می‌کند (Selig & Preacher , 2012;Verganti, 2012). تفکر خلاق، دنباله‌ای از افکار و اقداماتی است که به تولید نوآورانه و سازگار منجر شده و توانایی‌های فکری مختلفی در مراحل چهارگانه آماده‌سازی، کمون یا رمزگذاری، الهام‌بخشی و ارزیابی و بازنگری را در فارغ‌التحصیلان تقویت می‌کند. در مرحله آماده‌سازی، فرد مسئله را شناسایی و تعریف می‌کند و اطلاعات مربوطه را جمع‌آوری می‌نماید تا زمینه‌ای برای تفکر خلاق فراهم شود. در مرحله کمون یا رمز گذاری، فرد به صورت ناخودآگاه به پردازش اطلاعات می‌پردازد و ایده‌های جدید در ذهن او شکل می‌گیرد؛ در ادامه و در مرحله الهام‌بخشی، ایده‌های جدید به صورت ناگهانی به ذهن فرد خطور می‌کند و او را به حل مسئله ترغیب می‌نماید در انتها و در مرحله ارزیابی و بازنگری، فرد ایده‌های جدید را ارزیابی و بازنگری می‌کند تا مطمئن شود که به راه‌حل مناسبی دست یافته است (Lubart &Mouchiroud, 2003). تلاش خلاقانه، به تلاشی مداوم نیازمند است. این تلاش‌ها در برخی

1- Creative problem solving
2- Design thinking

موارد، ممکن است به نتایج نامعلوم و ناامیدکننده‌ای منجر شود (Bandura, 1998). منابع برای فرایند خلاق شامل ترکیبی از جنبه‌های خاص هوش، دانش، سبک‌های شناختی، شخصیت، انگیزه، اثر و زمینه‌های محیطی فیزیکی و اجتماعی فرهنگی است (Mouchiroud et al., 2015; Lubart et al., 2013). خودکارآیی، که از آن به عنوان "اعتقاد به داشتن توانایی تولید نتایج خلاقانه" (Tierney et al., 2002) یاد می‌شود، از سازوکارهایی است که ممکن است خلاقیت را ترویج دهند. خودکارآمدی خلاقیت یک پیش‌بین مهم برای تولید ایده و عملکرد خلاق و بهترین شکل از آموزش راهبردهای شناختی برای اندیشیدن خلاق است که می‌تواند از طریق آموزش اثربخشی شناختی، تلاش‌های خلاقانه را تحریک کند (Mathisen et al., 2009; Scott et al., 2004).

مهندسان آینده با چنین توانایی‌های خارق‌العاده‌ای نسبت به همکاران و همتایان خود، در سطح حرفه‌ای و شخصی مزیت رقابتی خواهند داشت. علاوه بر این، توانایی‌های تفکر نقادانه را نمی‌توان یک‌شبه به دست آورد یا بر آن مسلط شد زیرا این وظیفه سازمان‌های آموزشی پیشرفته است که فضای ایده‌آلی را برای رشد و گنجاندن چنین استعدادهایی برای دانش‌آموزان فراهم کنند (Gray et al., 2012; Putra et al., 2023). متفکران نقادانه برای به دست آوردن کیفیات فکری، مرتباً ارزش‌های هوشمندانه را برای بخش‌هایی از منطق به کار می‌گیرند. ضرورت دارد در تشخیص دانشجوی مهندسی، ملاک‌هایی نظیر وضوح، دقت، مرتبط بودن، منطق، دقت و گستردگی، مورد استفاده قرار گیرد.

۶. بحث

آماده‌سازی دانشجویان مهندسی برای حل مسائل پیچیده مهندسی[1]، یک فرانیاز در آموزش مهندسی است (Jonassen, 2010; Beckmann & Guthke, 2014). در اوایل دهه ۱۹۶۰ تحولی در مؤسسات آموزش عالی رخ داد و مهارت‌های تفکر نقادانه به عنوان مهارت‌های بسیار مهمی که دانشجویان باید در یک رشته تحصیلی توسعه دهند و برای پیشرفت دانش اهمیت دارند، مرکز توجه قرار گرفتند (Gellin,2003) از آن زمان به بعد، یک یکپارچه‌سازی سریع از مهارت‌های تفکر نقادانه در آموزش عالی انجام شد که بیشتر در دانشگاه‌های غربی انجام شد .(Clarke et al., 2004; Halx & Reybold, 2005) به گفته کلارک و گابرت (۲۰۰۴)، اگر چه اعضای هیئت علمی و دانشگاه‌ها کاملاً از این تغییر حمایت کردند، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد به دلیل فقدان امکانات و پشتیبانی لازم از سوی مدیران، امکانات ناکافی، در نظر نگرفتن زمان و محتوای لازم در دوره‌های تحصیلی یا آموزش‌های ضمن خدمت، بخش قابل توجهی از مدرسان از آموزش و مهارت‌های لازم برای ایجاد فرصت در تقویت مهارت‌های نقادانه دانشجویان برخوردار نیستند (Lane, 2019) و این کاستی به کاهش قدرت تصمیم‌گیری، طراحی و تولید ایده‌ها و

1- Complex engineering problems

محصولات نوآورانه دامن زده است (Clarke et al., 2004; McGowan et al., 2020) . این نقص در اجرای منظم و هدفمند آموزش‌های مورد نیاز مهندسان، به ویژه در دوره‌های کارشناسی، در حالی که شرایطی دنیای کار و مسائل مرتبط با آن به صورت دم‌افزون پیچیده‌تر، چندسطحی و پویاتر شده است، مخاطرات دوچندانی را به همراه داشته است. ادعا شده است که این رویه در سال‌های اخیر در اکثر دانشگاه‌ها ادامه داشته و به تبع آن، توان دانشجویان در مهارت‌های تفکر نقادانه تحت تأثیر قرار گرفته است.

اهمیت حیاتی پرورش شایستگی‌های تفکر نقادانه و ظرفیت شگرف آموزش آن از یک‌سو و وجود ضعف‌های متعدد در حوزه پرورش اندیشه‌ورزی و به‌ویژه تفکر نقاد در نظام آموزشی کشورمان از سویی دیگر، ضرورت آسیب‌شناسی فرایندها و رویه‌های موجود، برای طراحی اقدامات عاجل مورد نیاز را در قالب فرانیازی انکارناپذیر برجسته ساخته است. تحقق این مهم در گروه برنامه‌ریزی کلان، پشتیبانی، هماهنگی و نظارت مستمر در سطوح وزارتی و دانشگاهی است. زمینه‌سازی برای پرورش تفکر نقاد در دانشجویان، نه تنها یک فعالیت غیرضرور یا تجملی نیست، بلکه از ضروریات امروز و اقتضائات آینده است. پرواضح است کم‌توجهی به آن و تداوم رویکردهای انفعالی موجود، می‌تواند تبعات پردامنه‌ای را برای نسل‌های آینده و شکست ناشی از آن به همراه داشته باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد تناسب اولیه مورد انتظار بین روش‌های تدریس، کیفیت تکالیف، شیوه‌های سنجش عملکرد و امکانات با اقتضائات رشته‌ای و تعداد دانشجویان دانشگاه‌ها وجود نداشته و تبعات این ناترازی، باعث شده است تا در بسیاری از دانشجویان نگرش، دانش و مهارت‌های مورد نیاز به ویژه در سطوح مورد انتظار تفکر نقادانه برای مبارزه با این تهدید روبه‌رشد، شکل نگیرد.

با توجه به اهمیت دائمی تفکر نقادانه، در کشورهایی نظیر انگلیس، مهارت‌های تفکر نقادانه، به عنوان یکی از مهم‌ترین اهداف آموزشی مطرح و اخیراً نیز توسط بسیاری از کشورهای دیگر جهان پذیرفته شده است (Tan, 2017). بنابراین، مهارت‌های تفکر نقادانه باید در طراحی برنامه درسی و آموزش کلاس‌های تدریس مرکزی باشند تا این مهارت‌ها در میان دانش‌آموزان ترویج و توسعه یابند (Smith,2002, 2003; Elder, 2005; Hammersley-Fletcher& Hanley, 2016).

برای حل مشکلات پیچیده و چندبعدی در جامعه امروزی، به ویژه زمانی که مربوط به فناوری هستند، به مهندسان خلاق نیاز است (Felder, 1987). تربیت مهندسین خلاق، نه تنها مزایای چندگانه‌ای را در سطح مؤسسات آموزشگاهی به همراه دارد، بلکه به ایجاد زمینه برای حل مسائل پیچیده در جامعه کمک می‌نماید. در پرورش تفکر نقاد در فضای دانشگاهی، مشکلات متعددی وجود دارد که بررسی میدانی این مشکلات و تعیین سطح و میزان و فرایند بروز و تشدید آن، از مهم‌ترین پیشنهادهای این پژوهش است. به نظر می‌رسد، بخشی از این مشکلات، به دلیل کم‌توجهی و آموزش ندادن شایستگی‌های مرتبط با تفکر نقادانه، تفکر خلاق و عملی به دانشجویان در دوره کارشناسی است. شواهد میدانی و بررسی برنامه‌های درسی مصوب و اجراشده نشان می‌دهد که به جای تمرکز

بر آموزش و توسعه این شایستگی اصیل و ارزش‌آفرین به دانشجویان، با جای دادن و تمرکز بر دروس نظری در برنامه درسی، نه تنها زمینه مورد نیاز برای توسعه دانشجویان شکل نمی‌گیرد، بلکه به گسترش تفکر قالبی دامن زده شده است. پرواضح است که این رویه می‌تواند دانشجویان و جامعه را از پرورش تفکر نقادانه، تفکر خلاق و تفکر عملی محروم سازند. یکی از پیشنهادهای نویسندگان در این حوزه، زمینه‌سازی برای توسعه مهارت‌های روش‌شناسی پژوهش مبتنی بر استدلال ابداعی[1] و پرورش راهبردهای مفهوم‌پردازی و نظریه‌پردازی در دانشجویان مهندسی است.

شواهد موجود در جهتی عکس، نشان می‌دهد که در حال حاضر بخش عمده و اصلی تلاش‌های آموزشی در دانشگاه‌ها، بر استفاده از شیوه‌های غیرفعال آموزشی و انتقال اطلاعات علمی به دانشجویان استوار است. سؤالی مطرح می‌شود که آیا تداوم این رویه می‌تواند به پرورش دانشجویان و دانش‌آموختگان تراز مهندسی و توسعه راهبردهای فراشناختی مورد نیاز برای حل مسئله و مسئله‌آفرینی و حرکت در راستای مرجعیت علمی در حوزه مهندسی بیانجامد؟ در این حوزه، بررسی‌های تکمیلی پیشنهاد می‌شود. شواهد میدانی و برخی از اسناد پژوهشی در سایر حوزه‌های علمی، نظیر مطالعه (Mohammadzadeh & Salehi, 2015, 2016, 2023)، نشان می‌دهد که به‌دلیل استیلای پارادایم اثبات‌گرایی و نگاه‌های مبتنی بر آن در آموزش، پژوهش و فرهنگ سازمانی در دانشگاه‌ها، نه تنها شرایط لازم برای خلق دانش، حرکت در راستای مرجعیت علمی و توسعه نظام شایستگی‌های مرتبط در دانشجویان وجود ندارد (Ghorbankhani & Salehi, 2022,2021)، بلکه در نقطه عکس آن زمینه افت نشاط و پویایی فراهم شده‌است (Mohammadzadeh & Salehi, 2015, 2016, 2023). این امر ضرورت بازاندیشی جامع در سیاست‌گذاری‌های کلان آموزشی و پژوهشی را دوچندان می‌سازد. بررسی (Felder, 1984) نیز نشان داد که در غالب فضاهای دانشگاهی، به دلایلی متعددی، نگاه‌های یکسان وجود دارد و اعضای هیات علمی برای تدریس نوآورانه و فعالیت‌های پژوهشی ارزش‌آفرین فراتر از هنجارهای موجود گروهی، حتی در همان سطح تحقیق نیز پاداشی متناسب را دریافت نمی‌کنند. این شرایط، به زمینه‌ای دامن می‌زند که استادان مجرب انگیزه اندکی برای آموزش به شیوه‌های نوآورانه و فعال داشته باشند و هر استاد جز بر اساس رضایت، رغبت و میل شخصی به این نوع آموزش، به آموزش این تفکرات نمی‌پردازد. این مهم، ضرورت بازاندیشی و تجدیدنظر در راهبردها و رویه‌های ارزشیابی و تشویقی در آیین‌نامه‌های درون و برون‌دانشگاهی و فاصله گرفتن از نگاه‌های غالب یکسان‌نگر به فعالیت‌ها، رشته‌ها و موضوعات تخصصی را انکارناپذیر می‌نماید. پیشنهاد می‌شود در پژوهشی جامع و با رویکردی آسیب‌شناسانه، مفاهیم و رویه‌های تحول‌زُدا و مُوجد یا مشوق تفکرات قالبی و نگاه‌های یکسان‌نگر در حوزه‌های متنوع و به‌ویژه در آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌ها، شناسایی گردد و در کارگروه‌های تخصصی

1- Abductive

برای برطرف‌سازی آن، تصمیم و اقدام عاجلی انجام شود. اجرای مطالعات تطبیقی و برگزاری همایش‌ها و نشست‌های تخصصی انتقال تجارب موفق ملی و بین‌المللی و به‌ویژه برخی تجارب در دانشگاه‌ها که با اخذ تصمیم‌هایی به پویایی و بهره‌وری فعالیت‌های آموزشی، پژوهشی و فرهنگی متناسب با کمّیت و کیفیت فعالیت‌های دانشجویی و اعضای هیات علمی منجر شده، از دیگر پیشنهادها در این حوزه به شمار می‌رود.

در حالی که ایده‌ها و گرایش‌های نوآورانه زیادی در تدریس امروزی وجود دارد (Ghafoori & Salehi, 2023; Adair et al., 2014; Seymour, 2002)، همچنین تمایل بیش از حدی به انجام تکالیف غیراصیل در قالب آزمون سنتی مداد کاغذی و روش تدریس سخنرانی دیده می‌شود (Norozidaeni et al., 2023). گرچه تلاش برای آموزش، زمینه‌سازی و عاملیت‌بخشی به این نوع تفکرات در دوره کارشناسی، روشی کارآمد برای ارائه دانش و مهارت دانشجویان را فراهم می‌آورد اما مطالعات تجربی کافی، نشان داده نشده است که این شیوه در تولید مهارت‌های تفکر نقاد و نوآورانه مورد نیاز برای حل مسائل دشوار فناورانه، مؤثر باشد؛ به همین دلیل پیشنهاد می‌شود که درسی با عنوان «تفکر نقادانه» در برنامه درسی کارشناسی رشته‌های مهندسی گنجانده شود.

برگزاری کارگاه پرورش تفکر نقادانه در دوره‌های کارشناسی مهندسی از ضرورت دوچندانی برخوردار است. همچنین حمایت اعضای هیئت علمی، به تداوم این کارگاه‌های آموزشی کمک می‌کند زیرا آنها، این قدرت را دارند که کارگاه‌های تفکر نقادانه و تفکر عملی و خلاق را در قسمت اصلی بحث خود بگنجانند و نیز سمینارها یا جلسات مباحثه برای دانشجویان یک دانشکده و نیز جلسات مباحثه بین دانشکده‌ای در مورد گنجاندن تفکر نقاد در کلاس درس در ابتدای سال تحصیلی و چندین بار در طول یک نیمسال در نظر گرفته شود. پیشنهاد می‌شود این کارگاه‌ها، مطابق با پنج مؤلفه حیاتی در نظریه ارائه‌شده توسط (Glaser, 1942) برگزار شود؛ در بین مولفه‌های پنجگانه تقویت تفکر نقادانه، اولین مؤلفه به ضرورت برخورداری از دانش خاص در حوزه مورد بررسی اختصاص دارد، بدین‌منظور ضرورت دارد تا زمینه لازم فراهم شده تا مهندسان از دانش پایه‌ای مورد نیاز برخوردار شوند؛ رعایت این پیش‌نیاز کمک می‌کند تا برنامه‌های درنظر گرفته‌شده برای تقویت شایستگی‌های مرتبط با تفکر نقادانه در دانشجویان، با موفقیت همراه شود.

تقویت و جاری‌سازی پرورش تفکر نقادانه در برنامه‌های مهندسی به رویکرد منسجم‌تری نیاز دارد، به‌گونه‌ای که مهارت‌ها در سراسر برنامه آموزش داده می‌شود و در آن پیوندها و روابطی وجود دارد که در ماژول‌ها و مراحل شکل می‌گیرد (Rizki & Witarsa, 2022). بیشتر استادان مهندسی فکر می‌کنند که ذاتاً تفکر منطقی و نقادانه را به دانشجویان خود آموزش می‌دهند. پرواضح است استدلال دقیق و منطقی یکی از نشانه‌های حرفه آنهاست و آنها بر این عقیده هستند. دانشجویانی که فرمول‌ها را به خاطر بسپارند و در امتحانات درون‌کلاسی موفق نیستند، اغلب فاقد مهارت تحلیل دقیق یک مسئله،

شناسایی نیازها و محدودیت‌های کلیدی در مشکلات دنیای واقعی هستند.

طبق برخی از مقالات و عملکرد دانشجویان مهندسی در حین تحصیل و انجام پروژه‌های درسی و انجام کارآموزی خود، دانشجویان بدون تفکر نقادانه یاد می‌گیرند که چگونه مسائل را حفظ و توصیف و ارائه کنند. این در حالی است که با داشتن مهارت تفکر نقادانه می‌توانند با دقت و توجه بیشتری به حل مسائل درسی خود بپردازند و با به‌کارگیری تفکر خلاق و تفکر عملی، ایده‌های مهندسی خود را با تصمیمات نظام‌مند به مرحله انتخاب و بعد از انتخاب به مرحله اجرا برسانند و با شفافیت بیشتری به انجام وظایف درسی خود بپردازند. همچنین در آینده شغلی خود می‌توانند با به‌کارگیری مهارت تفکر نقادانه، با وفاداری بیشتر به کارفرما و حس مسئولیت‌پذیری بیشتری به انجام کارها در کارهای گروهی و انفرادی بپردازند. این در حالی است که در عین حال بر مغالطات و باورهای نادرست از طریق تفکر نقادانه غلبه می‌کنند. در واقع دانشجویان مهندسی با وجود تفکر نقادانه به یک مهارت فراشناختی در حل مسئله و حل وظایف و انجام کارهای خود می‌رسند. به عبارتی اساتید با گنجاندن تفکر نقادانه در الگوی عناصر برنامه درسی می‌توانند مهارتی را به دانشجویان مهندسی آموزش دهند که در واقع به فکرکردن خودشان بیندیشند و یک‌لایه بالاتر از اندیشه فردی خویش قرار می‌گیرند. برای این کار باید اصول استدلال را به‌خوبی به دانشجویان آموزش دهند و در مورد استدلال‌های فردی، به نوعی یک خودارزیابی انجام داد. در نتیجه نیازمند این هستند که تلاشی آگاهانه را در جهت بهبود افکار شخصی، مقابله با سوگیری‌های ذهنی و حفظ بی‌طرفی و واقع‌گرایی در موقعیت‌های مختلف به انجام برسانند.

همچنین تفکر نقادانه در الگوی عناصر برنامه درسی به‌خوبی گنجانده نشده است و به نظر می‌رسد تعداد محدودی از دانشگاه‌های مهندسی و دانشکده مهندسی، اصول و قواعد تفکر نقادانه را به صورت اصولی به دانشجویان آموزش می‌دهند و یا آموزش تفکر نقادانه در آموزش مهندسی به کل نادیده گرفته شده است، به طوری که طبق گلایه‌های کارفرمایان و طبق عملکرد دانش‌آموختگان در رشته صنایع و همچنین در فعالیت‌های شغلی خودشان، آنها نگاه خلاقانه‌ای بر انجام وظایف شغلی خود ندارند و از تفکر خلاقانه و تفکر عملی استفاده نمی‌کنند و در انجام وظایف خود به روش سنتی و روش‌های معمول و مرسوم عمل می‌کنند. این در حالی است که اگر آنها از تفکر نقادانه بهره‌مند بودند، با به‌کارگیری تفکر خلاق و تفکر عملی در حل مشکلات و مسائل خود، به ایده‌های جدید و نوآوری‌های تازه‌ای می‌رسیدند و با تصمیمات نظام‌مند منجر به انتخاب بهترین راه‌حل ممکن می‌شدند. تفکر نقادانه کمک می‌کند که بتوان ایرادها، شکاف‌ها و فرضیه‌های بی‌اساس و پوچ در استدلال‌های دیگران را درک کنیم. این در صورتی است که شرکت‌ها، به ویژه در گرایش رشته‌های مهندسی، شاهد کاهش این توانایی فارغ‌التحصیلان و دانش‌آموختگان هستند که منجر به افت عملکرد آنها در شرکت‌ها شده است. بسیاری از مدیران مهندسی معتقدند که دارندگان مدرک و مدارج مهندسی، فاقد توانایی‌های تفکر نقادانه هستند چراکه به تفکر نقادانه در برنامه‌های درسی مهندسی، توجهی نشده است و این،

به رویکرد سازمان‌یافته‌تری نیاز دارد، جایی که شایستگی‌ها در سراسر برنامه درسی آموخته می‌شوند و کلیه راه‌های منتهی به موفقیت‌های علمی، از ابتدا تا انتها آموزش داده می‌شوند و نهال بی‌ثمر تفکرات علمی عملاً به درخت تنومند و پرارزش علم و دانش منتهی می‌شود. شایسته است که در این راه بتوان اصول و قواعد تفکر نقادانه را در عناصر برنامه درسی جای داد تا بتوان در این راستا، این نهال را با دقت و توجه بیشتر در انجام وظایف و پروراندن تفکر خلاق و تفکر عملی و آموزش تصمیم‌گیری نظام‌مند به انتخاب‌های مهمی منتهی کرد و با شفافیتی کامل انجام وظایف را برایش توجیه نمود تا موفقیتش در این راستا، به وفاداری او، چه در گروه و چه به صورت انفرادی، منتهی شود.

طراحی محصول، به طبع، یک فرایند بسیار خلاقانه است و مشکلات در رویکرد طراحی مربوط به انتخاب، استفاده و سازماندهی ابزارهای مختلف است. برای مواجهه با انواع مختلف پروژه‌های نوآوری، معمولاً به مهندسان روش‌های اساسی آموزش داده می‌شود تا فرایند طراحی و توسعه محصول را سفارشی و بهینه کنند. موفقیت در پرورش خلاقیت و تقویت نگرش‌های خلاقانه در دانشجویان مهندسی به نگرشی هوشمندانه و اقداماتی طولانی‌مدت نیازمند بوده و همچنان به عنوان موضوع و دغدغه‌ای اساسی مطرح است (Daly et al., 2014). رویکرد اولیه که در برنامه‌های درسی مهندسی اتخاذ شد، شامل تمرینات خلاقیتی مانند ایده‌پردازی، تحلیل ریخت‌شناختی یا شبیه‌سازی تصادفی بود (Felder, 1987, 1988). یادگیری مبتنی بر پروژه، به ویژه مطالعات موردی، نیز به طور گسترده‌ای برای افزایش تفکر نقادانه و نگرش‌های خلاقانه ترویج می‌شود (Stouffer et al., 2004; Zhou et al., 2012). محیط آموزشی که از طریق نگرش اساتید آغاز می‌شود، باید برای تقویت خلاقیت نیز مؤثر باشد. این شامل پذیرش ابهام و پذیرش خطر، دیدن شکست به عنوان فرصتی برای یادگیری، یا عادت به جستجوی پاسخ‌های چندگانه، فراتر از یک پاسخ صحیح است (Cropley, 2015; Kazerounian & Foley, 2007). چنین نگرش خلاقانه‌ای می‌تواند توسط زبان‌های برنامه‌نویسی ماژولار و پلتفرم‌های ساخت ماژولار مانند LEGO (Klemeš et al., 2013) یا ابزارهای چندرسانه‌ای (Danahy et al., 2014) پشتیبانی شود.

اگر چه طی مطالعات، دلایل جالب و ارزشمندی برای حمایت از تفکر نقادانه آمده است اما تأثیر آنها بر مهارت‌های دانشجو، محدود به نظر می‌رسد چرا که هنوز به آموزش آن در دانشجویان مهندسی توجه گسترده‌ای نشده است. بنابراین لازم است که به آموزش تفکر نقادانه، به عنوان بخشی از یک رویکرد بزرگ‌تر توجه نمود و با توجه به اهمیت آن پیشنهاد می‌شود که به‌عنوان درسی دو واحدی با رویکرد عملی در برنامه درسی دانشجویان مهندسی گنجانده شود. به دلیل جهانی شدن اقتصاد و پیشرفت در علم و فناوری، کارفرمایان در زمان‌های اخیر به دنبال فارغ‌التحصیلانی هستند که نه تنها در حیطه علمی و کار و موضوع مورد نظر خود کارآمد باشند، بلکه ویژگی‌های فکری، مانند مهارت‌های تفکر نقادانه برای یک کارمند کارآمد با مهارت‌های خوب تفکر مستقل، حل مسئله، تصمیم‌گیری و

دیگر مهارت‌ها را نیز داشته باشند (Behar-Horenstein& Niu , 2011; Kirn & Benson, 2018) و بتوانند با دقت و توجه بیشتری مسائل را مورد بررسی قرار دهند و با تصمیم‌گیری نظام‌مند بتوانند راه‌حل مورد نظر را انتخاب کنند و با به‌کارگیری تفکر خلاق ایده خود را به تفکر عملی تبدیل نمایند و با شفافیت راه‌حل مورد نظر را بیان نمایند و با این کار وفاداری خود را به کارفرما اثبات نماید.

بررسی بخشی از یافته‌های مقالات مجلاتی نظیر تایم و فوربس نشان می‌دهد که کارفرمایان از کمبود مهارت‌های خلاقیت و حل مسئله فارغ‌التحصیلان جدید دانشگاه‌ها و فقدان توانمندی لازم برای مواجهه با مسائل و چالش‌های متنوع محیط کسب و کار گلایه دارند. این مطالعات نشان می‌دهد که اساتید و والدین با یکدیگر موافقند که ضرروت دارد خلاقیت و شیوه‌های تقویت آن به طور عمیق‌تری در برنامه‌های درسی گنجانده شود؛ به رغم اینکه اساتید ادعا می‌کنند که ارزش و اهمیت خلاقیت و لزوم پرروش آن را تأیید می‌کنند، اما استفاده از رویه‌های یکسان و کم‌توجهی به تنوع بخشی به شیوه‌های نوین تدریس و سنجش عملکرد، موید آن است که در عمل آن را در اولویت قرار نمی‌دهند؛ بر اساس یک مطالعه جدید، آزمون‌های عینی و تکالیف غیراصیل، دستورالعمل‌ها و کمبود منابع، مانع پرورش خلاقیت در کلاس‌های درس هستند. به گفته (Cropley, 2015) اساتید، اغلب تبعیض‌ها و سوگیری‌هایی علیه دانشجویان خلاق دارند و از آن می‌ترسند که خلاقیت ایشان در کلاس مزاحمت ایجاد کند. آنها ویژگی‌های شخصیتی خلاقیت، مانند جسارت، تنبلی و استقلال را کم‌ارزش می‌دانند و خلاقیت را با تمرکز بر تکرار دانش و اطاعت در کلاس محدود می‌کنند. موانع مختلفی برای بروز و تقویت خلاقیت در کلاس‌ها نقش دارد. گاهی اوقات، در ملاک‌ها و رویه‌های کلاسی نگاه یکسانی حکم‌فرما می‌شود و فرصت لازم برای انجام و تحویل پروژه‌های خلاقانه تخصیص داده نمی‌شود. گاهی از فعالیت‌های خلاقانه، به عنوان یک ملاک اصلی در انجام و ارزشیابی پروژه‌ها نام برده می‌شود اما گاهی اوقات، به عنوان یک موضوع فرعی، بدون در نظر گرفتن شرایط مورد نیاز، دیده می‌شود. اگر چه در کلام و همچنین مطالعات بسیاری بر ارزشمندی خلاقیت تأکید می‌شود اما در عمل، این اولویت مورد توجه قرار نگرفته است و اقتضائات مورد نیاز آن در نظر گرفته نمی‌شود. این تعارض در خواست، تنوع و سیلقه‌گرایی در نوع نگاه و رویه‌های اجرایی نشان می‌دهد که به تغییرات اساسی در ملاک‌های سنجش، رویه‌های ارزشیابی و آموزش نیاز است (Alizadeh et al., 2017) تا زمینه شکل‌گیری، ترویج و ارزش‌گذاری خلاقیت در کلاس‌ها فراهم شود. پرواضح است که آموزش تفکر نقاد و زمینه‌سازی برای تقویت تفکر نقادانه، می‌تواند بستر لازم برای بروز، تکامل و تجلی خلاقیت در فضای آموزشی و محیط کاری و شغلی و درسی را فراهم نماید.

۷. نتیجه‌گیری

۱. در این مطالعه دستاوردهای ناشی از پرورش تفکر نقادانه در آموزش مهندسی بازشناسی

و دسته‌بندی شده است و با ارائه راهکارهایی، زمینه ارتقای شایستگی‌های تفکر نقادانه فارغ‌التحصیلان در دوره‌های مهندسی فراهم شد. یافته‌ها نشان داد که شکل‌گیری، پرورش و توسعه تفکر نقادانه، یک‌رویه عقلانی و مستلزم توجه به راهبردهای خودراهبری، خوداصلاحی، خودنظارتی، خودانضباطی و خودنظم‌دهی است.

۲. بسیاری از تحقیقات در تفکر نقادانه مبتنی بر مفاهیم نظری و چارچوب‌های مفهومی است که به طور گسترده توسط محققان در این حوزه مطالعاتی توصیف شده است. با این حال، این بررسی نشان می‌دهد که از دیدگاه مربی، به لحاظ ظرفیت موضوعی، بین مبانی نظری تفکر نقادانه و ماهیت آموزش تفکر نقادانه در مهندسی رابطه وجود دارد اما در عمل شرایط، امکانات، و مهارت‌های لازم برای برقراری این ارتباط و توسعه مهارت‌های مرتبط با تفکر نقادانه وجود نداشته است و این مهارت‌ها، به گونه‌ای که نیاز است و انتظار می‌رود، شکل نمی‌گیرند.

۳. در مهندسی، به نظر می‌رسد بخش اندکی از مفاهیم تفکر نقادانه در گروهی از اعضای هیئت علمی رشته‌های مهندسی شکل گرفته است. این کاستی‌های نظری نشانگر آن است که آگاهی محدودی از نظریه‌های تفکر نقادانه بین آنها وجود دارد، به گونه‌ای که تفکر نقادانه توصیف‌شده در بسیاری از مطالعات، ذهنی است و دیدگاه‌های ارائه‌شده، از طریق مبانی نظری تفکر نقادانه پشتیبانی نمی‌شوند. بنابراین، ضرورت دارد تا بعد از آسیب‌شناسی وضعیت موجود، با استفاده از دوره‌های آموزشی شایسته‌پرور[1] و پرهیز از دوره‌های رایج صرفاً دانش‌افزا یا مهارت‌افزا، فرصت لازم برای تغییر نگرش، اصلاح بینش، افزایش و تقویت توانمندی و درونی‌سازی مفاهیم نظری مرتبط با تفکر نقادانه به اعضای هیئت علمی و دست‌اندرکاران مهندسی فراهم شود و علاوه بر این که ضرورت دارد دوره‌های توان‌افزایی، به گونه‌ای ملموس، منسجم، مستمر، عملی و قابل درک اجرایی شود، لازم است شرایط و امکانات لازم برای پیاده‌سازی آموزش‌های ارائه‌شده فراهم شود و در نظام سنجش عملکرد استادان، به موفقیت در فرصت‌سازی پرورش تفکر نقاد در دانشجویان مهندسی توجه ویژه‌ای گردد.

۸. پیشنهادها

۱. به توجه به اهمیت شفاف بودن اهداف دوره‌های آموزشی و ابهاماتی که در اهداف موجود در برنامه‌های درسی و طرح‌درس‌های مدرسان وجود داشته و در نتیجه هنگام تدریس چندان کمکی به ایشان در اجرای برنامه‌های درسی نمی‌کند، پیشنهاد می‌شود تمهیداتی در نظر گرفته شود که شیوه هدف‌نویسی در برنامه‌های در حال بازنگری و طرح درس‌ها، به گونه‌ای شفاف، عملکردی

1- Competency based training

و عملیاتی تدوین‌شده و از محوریت و تمرکز افراطی بر اهداف حوزه شناختی امروز، به محوریت شایسته‌نگری و تمرکز به حوزه‌های نگرشی و مهارتی تغییر یابد. این تمهیدات می‌توانند مواردی نظیر برگزاری دوره آموزشی یا کارگاه‌های توانمندسازی یا تدوین راهنما و دستورالعمل اجرا باشد.

۲. به دلیل تبعات ناشی از ابهام اهداف کلی و در نتیجه برخورد سلیقه‌ای یا تقلیل‌گرایانه با ابعاد و مولفه‌های آن، لازم است که اهداف موجود در برنامه‌های درسی، طرح‌های درس و دستورالعمل‌های آموزشی، پژوهشی و فرهنگی، به‌گونه‌ای به اجزای کوچک‌تری تقسیم شوند تا صراحت و قابلیت طرح‌ریزی، تحقق و پایش بیشتری داشته باشند؛ لذا پیشنهاد می‌شود با به‌کارگیری تفکر نقادانه، خلاق و عملی، زمینه‌ای فراهم شود تا از افعال عملکردی کامل (اهداف رفتاری کامل) در تدوین اهداف جزئی استفاده شود تا حالتی روشن، صریح، قابل اجرا و رصد پیدا نماید. لازم به ذکر است که یک هدف رفتاری کامل، دارای سه جزء اساسی رفتار، شرایط و معیار است. منظور از رفتار، عمل، فعالیت یا توانایی است که بروز آن را از فراگیر انتظار داریم. مراد از شرایط، موقعیتی است که رفتار مورد نظر در آن بروز می‌کند و معیار به حداقل میزان قابل قبول بروز رفتار مورد نظر (Porter, 2005) اشاره دارد. بنابراین ضرورت دارد تا با تمهیداتی، نظیر ایجاد شرایط لازم برای آموزش هدف رفتاری کامل به استادان و دیگر افراد مرتبط که در طراحی طرح‌های درس کلاسی و بازنگری برنامه‌های درسی نقش دارند، زمینه‌ای برای تدوین هدف رفتاری با شفافیتی که در اجرای فعالیت‌ها بدان نیاز است فراهم گردد.

۳. انتخاب راهبردهای یاددهی- یادگیری نوین نظیر تدریس فعال[1]، تدریس معکوس[2]، روش‌های گفتگومحور دیالکتیکی[3]، از مهم‌ترین عناصر برنامه‌ریزی درسی محسوب و پیشنهاد می‌شود مبتنی بر الزامات و ویژگی‌های تفکر نقادانه، تصمیمات جامع و مرتبط برای تهیه و تولید مواد آموزشی مورد نیاز، آموزش شیوه‌های تدوین، به‌کارگیری و ارزیابی تکالیف اصیل[4]، (Norozidaeni et al., 2023) طراحی دستورالعمل شیوه‌های نوین اجرا و ارزیابی تدریس اعضای هیئت علمی و سنجش عملکرد فراگیران با محوریت رویکرد سنجش به مثابه یادگیری[5] (Alizadeh et al., 2017) در نظر گرفته شود.

۴. با توجه به تبعات ناشی از بیش‌باری (اضافه‌بار) در برنامه درسی[6] در کاهش فرصت و امکان مورد نیاز برای تقویت تفکر نقادانه در دانشجویان (Askary et al., 2023)، پیشنهاد می‌شود زمینه‌ای فراهم شود تا ضمن شناسایی و حذف مطالب زائد در برنامه‌های درسی، به برقراری توالی فعالیت‌ها، متناسب‌سازی حجم مطالب و سازماندهی آنها و اجرای راهبردهای مورد نیاز در تحقق شایستگی‌های تفکر نقادانه کمک شود. توجه عملی به این راهبرد، بستری را فراهم می‌کند تا دانشجویان با شفافیت‌های رویه‌ای و فرصت‌های اقتضایی بیشتری در تدریس و انجام وظایف

1- Active teaching
2- Flipped classroom
3- Dialectic method is also known as "Socratic Method"
4- Athentic task
5- Assessment as learning
6- Curriculum overload

درسی همراه شوند، زمینه لازم برای ارتقای آینده شغلی خویش را مهیا ببینند و در نهایت با احساس مسئولیت و وفاداری بیشتری به انجام وظایف خود بپردازند.

۵. به نظر می‌رسد بخشی اصلی مطالعاتی که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفت، بودجه خارجی نداشته و عمدتاً از تلاش‌های مربیان فردی یا گروهی از مربیان برای توسعه مهارت‌های تفکر نقادانه در دانشجویانی که آموزش می‌دهند، نتیجه گرفته شده است. برای جبران عقب‌افتادگی در این حوزه و اطمینان بیشتر از اینکه تفکر نقادانه، به وضوح در برنامه‌های درسی دانشگاه تعبیه شده‌است، ضرورت دارد برنامه‌های تحقیقاتی با بودجه مناسبی وجود داشته باشد که امکان توسعه و آزمایش روش‌های مختلف را در دوره‌های طولانی در برنامه‌های مهندسی آموزش عالی فراهم کند.

۶. یکی از محصولات نهایی هر طرح برنامهٔ درسی، تولید انواع گوناگون مواد آموزشی است که پیشنهاد می‌شود اساتید با به‌کارگیری تفکر نقادانه، عملی و خلاق شخصاً به تدوین و به‌روزرسانی مستمر طرح درس خود و مشارکت در بازنگری برنامهٔ درسی و تدوین برنامه توسعه فردی خویش بپردازند. به نظر می‌رسد تدوین برنامه‌های مورد نیاز و استفاده از این راهبردها، می‌تواند ظرفیت و زمینه لازم برای استفاده بهینه از انواع مواد آموزشی در دسترس را فراهم کند و در نهایت بستری مناسب برای ارتقای توانمندی دانشجویان در یادگیری دروس و دستیابی به سطوح اهداف عالی و فرایندهای شناختی‌ـ‌تربیتی را به دست دهد.

۷. پیشنهاد می‌شود با ایجاد سازوکارهایی، شرایط فراهم شود تا اعضای هیئت علمی گروه‌های مهندسی با به کارگیری و تمرکز بیشتر بر ویژگی‌های تفکر نقادانه، با دقت، فرصت، حساسیت و مسئولیت بیشتری محتوای برنامهٔ درسی را پیاده‌سازی کنند و در آموزش ایده‌های نو به دانشجویان، با توفیق بیشتری همراه شوند.

۸. پیشنهاد می‌شود شرایطی فراهم شود تا اعضای هیئت علمی، با استفاده از راهبردهای مناسب، تسلط بر محتوای آموزشی را به گونه‌ای از دانشجویان مهندسی درخواست کنند که لازم شود دانشجویان با به‌کارگیری تفکر خلاق، ایده‌های خود را محک بزنند و در عمل، آن را به مرحله اجرا برساند. پرواضح است که استفاده از این راهبردها می‌تواند شرایطی را مهیا سازد که دانشجویان به دانش‌آموختگانی تبدیل شوند که با تفکر نقادانه در حیطه درسی و شغلی خود با وفاداری بیشتری به انجام وظایف حرفه‌ای خویش بپردازند و بتوانند در هر مرحله‌ای از کار خود، با تفکرات نظام‌مند وظایف شغلی و تصمیمات حرفه‌ای خود را انتخاب و به مرحله اجرا برسانند.

۹. در یک رساله دکتری، مبتنی بر روش نظریه برخاسته از داده‌ها[1]، فرایند پرورش تفکر نقادانه در دانشجویان مهندسی شناسایی و بازنمایی گردد. بدین‌منظور می‌توان با استفاده از طرح سازاگرا یا

1- Grounded theory

تحلیل ابعاد این فرایند را شناسایی و بازنمایی کرد.

۱۰. مبتنی بر مدل توسعه ابزار، ابزارهای بومی و میزان‌شده‌ای[1] برای سنجش تفکر نقادانه برای تعیین میزان و کیفیت پرورش تفکر نقادانه در دانش‌آموختگان مهندسی، طراحی و توسعه داده شود.

۱۱. پیشنهاد می‌شود در نشانگرهای ارزشیابی عملکرد اعضای هیئت علمی، مهم‌ترین نشانگرهای معرف در پرورش روحیه تفکر نقادانه در دانشجویان لحاظ شود و از رویکرد موجود ارزشیابی که اشکالات متعددی بر آن وارد است، فاصله گرفته شود.

۱۲. روبریکی برای سنجش کیفیت فرایند یاددهی- یادگیری اعضای هیئت علمی، در پرورش روحیه تفکر نقادانه در دانشجویان تدوین شود.

References

- Adair, D., & Jaeger, M. (2016). Incorporating critical thinking into an engineering undergraduate learning environment. *International Journal of Engineering Education*, *5*(2), 23-39.
- Adair, D., Bakenov, Z., & Jaeger, M. (2014). Building on a traditional chemical engineering curriculum using computational fluid dynamics. *Education for Chemical Engineers*, *9*(4), e85-e93.
- 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.
- Ahuja, C. S., Wilson, J. R., Nori, S., Kotter, M., Druschel, C., Curt, A., & Fehlings, M. G. (2017). Traumatic spinal cord injury. *Nature Reviews Disease Primers*, *3*(1), 1-21.
- Alizadeh, S., Salehi, K., & Moghadamzadeh, A. (2017). Examining the quality of teachers' classroom assessment: a mixed methods research. *Research in School and Virtual Learning*, *5*(1), 63-84 [In Persian].
- Amabile, T. M., & Conti, R. (1999). Changes in the work environment for creativity during downsizing. *Academy of Management Journal*, *42*(6), 630-640.
- Amini, M., Madani, A., & Asgarzadeh, Z. (2014). A Study of engineering students' critical thinking skills. *Iranian Journal of Engineering Education*, *16*(63), 39-59. doi: 10.22047/ijee.2014.7716 [In Persian].
- Andrade, H., & Du, Y. (2007). Student responses to criteria-referenced self-assessment. *Asessment & Evaluation in Higher Education*, *32*(2), 159-181.
- Ashrafian, N., & Salehi, K. (2021). Using grounded theory to explain the process of developing self-regulated students in elementary schools with emphasis on the role of teachers. *Journal of Educational Research* (JER), *9 (43), 51-104, URL:* http://erj.khu.ac.ir/article-1-908-fa.html [In Persian].
- Askary, F., javadipour, M., Hakimzadeh, R., & Salehi, K. (2023). Identifying the Dimensions and Characteristics of Overloaded Curriculum in the Primary Education. *Journal of Research in Educational Systems*, *17*(63), 34-48. https://doi/10.22034/jiera.2024.420665.3058 [In Persian].
- Baillie, C. A. (2013). Reimagining engineering and its education. *Reimagining Engineering and its Education* (p. 8pp). European Society for Engineering Education.
- Bandura, A. (1998). Personal and collective efficacy in human adaptation and change. In Adair, J. G., Belanger, D., & Dion, K. L. (Eds.), Advances in psychological science, Vol. 1: Personal, Social and Cultural Aspects (pp. 51-71). Hove, UK: Psychology Press.
- Baniasadi, A., Salehi, K., Khodaie, E., Bagheri Noaparast, K., & Izanloo, B. (2023). Fairness in classroom assessment: a systematic review. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 32, 91-109.
- Barry, A. (2013). *Material politics: disputes along the pipeline*. John Wiley & Sons.

1- Standardized tool

- Bastías, O. A., Díaz, J., & Rodríguez, C. O. (2021). Evaluation of critical thinking in online software engineering teaching: a systematic mapping study. *IEEE Access*, *9*, 167015-167026.
- Beckmann, J. F., & Guthke, J. (2014). Complex problem solving, intelligence, and learning ability. In *Complex Problem Solving* (pp. 177-200). Psychology Press.
- 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), 25-41.
- Bittner, N. P., & Tobin, E. (1998). Critical thinking: strategies for clinical practice. *Journal for Nurses in Professional Development*, *14*(6), 267-272.
- Brown, T., & Katz, B. (2011). Change by design. *Journal of Product Innovation Management*, *28*(3), 381-383.
- Bruno, B. A., & Anderson, A. M. (2005, January). Using objective-driven heat transfer lab experiences to simultaneously teach critical thinking skills and technical content. *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, 42320, 177-189.
- Burroughs, J. E., Dahl, D. W., Moreau, C. P., Chattopadhyay, A., & Gorn, G. J. (2011). Facilitating and rewarding creativity during new product development. *Journal of Marketing*, 75(4), 53-67.
- Claris, L., & Riley, D. (2012). Situation critical: critical theory and critical thinking in engineering education. *Engineering Studies*, *4*(2), 101-120. https://doi.org/10.1080/19378629.2011.649920
- Clarke, L. E., & Gabert, T. E. (2004). Faculty issues related to adult degree programs. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 103, 31-40. https://doi.org/10.1002/ace.146.
- Cropley, D. H. (2015). Promoting creativity and innovation in engineering education. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, *9*(2), 161-171. https://doi.org/10.1037/aca0000008
- Daly, S. R., Mosyjowski, E. A., & Seifert, C. M. (2014). Teaching creativity in engineering courses. *Journal of Engineering Education*, *103*(3), 417-449.
- Danahy, E., Wang, E., Brockman, J., Carberry, A., Shapiro, B., & Rogers, C. (2014). Lego-based robotics in higher education: 15 years of student creativity. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, *11*(2), 27-39.
- De Ridder, D. T., Lensvelt-Mulders, G., Finkenauer, C., Stok, F. M., & Baumeister, R. F. (2012). Taking stock of self-control: a meta-analysis of how trait self-control relates to a wide range of behaviors. *Personality and Social Psychology Review*, *16*(1), 76-99.
- Dominguez, C. E., Dumitru, D., Bigu, D., Elen, J., Jiang, L., Railiene, A., ... & Palaigeorgiou, G. (2018). A european collection of the critical thinking skills and dispositions needed in different professional fields for the 21st century. CRTHINKEDU. Critical Thinking Acroos the European Higher Education Currcula.
- Douglas, E. P. (2012). Defining and measuring critical thinking in engineering. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *56*, 153-159. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.642.
- Duchscher, J. E. B. (1999). Catching the wave: understanding the concept of critical thinking. *Journal of Advanced Nursing*, *29*(3), 577-583. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10210453/.
- Duckworth, A. L., & Seligman, M. E. (2005). Self-discipline outdoes iq in predicting academic performance of adolescents. *Psychological Science*, *16*(12), 939-944. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2005.01641.x.
- Elder, L. (2005) Critical thinking as the key to the learning college: a professional development model. *New Directions for Community Colleges*, 130, 39-48. https://doi.org/10.1002/cc.194.
- Emran, M., Mezhuyev, V., & Kamaludin, A. (2019). PLS-sem in information systems research: A comprehensive methodological reference. *Proceedings of the International Conference on Advanced Intelligent Systems and Informatics 2018 4* (pp. 644-653). Springer International Publishing.
- Facione P. A. (1990). *Critical thinking: a statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. Research findings and recommendations.* Newark, DE: American Philosophical Association. (ERIC Document Reproduction Service No. ED315423).
- Felder, R. M. (1984). Does engineering education have anything to do with either one? Reynolds Industries Award Distinguished Lecture Series, *North Carolina State University, Oct.*
- Felder, R. M. (1987). On creating creative engineers. *Engineering Education*, 77(4), 222-227.

- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, *78*(7), 674-681.
- Fleming, J., Garcia, N., & Morning, C. (1995). The critical thinking skills of minority engineering students: an exploratory study. *The Journal of Negro Education*, *64*(4), 437-453. https://doi.org/10.2307/2967266.
- Florida, R. (2002). *The rise of the creative class* (Vol. 9). New York: Basic Books.
- Gaspersz, J. B. (2007). *Compete with creativity: Prepared for the innovation lecture 'Compete with Creativity' 2005, organized by the Dutch Ministry of Economic Affairs* (No. 07-05). Nyenrode Business Universiteit.
- Gelder, T. (2005). Teaching critical thinking: some lessons from cognitive science. *College Teaching*, *53*(1), 41-48.
- Gellin, A. (2003). The effect of undergraduate student involvement on critical thinking: a meta-analysis of the literature 1991-2000. *Journal of College Student Development*, *44*(6), 746-762.
- Ghafoori, A., & Salehi, K. (2023). Dimensional analysis of increasing students' interest in work and technology courses from the perspective of students and teachers: A study of the grounded theory and Schatzman dimensional analysis. *The Journal of New Thoughts on Education*, *19*(4), 45-7. https://doi.org/10.22051/jontoe.2021.33776.3186 [In Persian].
- Ghorbankhani, M., & Salehi, K. (2021). A Phenomenological approach to the study of obstacles of creation of knowledge in humanities based on the perception and lived experience of the university elites and scholars., *Strategy for Culture, 13*(52), 75-110. https://doi.org/10.22034/jsfc.2021.126583[In Persian].
- Ghorbankhani, M., & Salehi, K. (2022). Explanation the deterrent dysfunctions of scientific authority in the humanities. *Iranian Pattern of Progress*, *10*(3), 35-70. https:// dorl.net/dor/20.1001.1.23295599.1401.10.3.6.4 [In Persian].
- Glaser, E. M. (1942). An experiment in development of critical thinking. *Teachers College Record*, *43*(5), 1-18.
- Godfrey, E., & Parker, L. (2010). Mapping the cultural landscape in engineering education. *Journal of Engineering Education*, *99*(1), 5-22.
- Gray, L., Bramhall, M. D., Corker, C., & Garnett, K. (2012, August). Analysis of critical thinking skills of international master's students in engineering for a crossinstitutional group. In *4th International Symposium for Engineering Education*. https://doi.org/10.5367/ihe.2012.0109
- Gurmen, N. M., Lucas, J. J., Malmgren, R. D. & Folger, H. S. (2003). Improving critical thinking and creative problem solving skills by interactive troubleshooting. *Proc. 108th ASEE Ann. Conf., Nashville, TN.*
- Haisten J.M. (2008). Self-Leadership skills in academically underprepared students in a Florida community college setting, dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy education, Walden University.
- Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: dispositions, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American Psychologist*, 53(4), 449-455.
- Halpern, D. F. (1999). Teaching for critical thinking: helping college students develop the skills and dispositions of a critical thinker. *New Directions for Teaching and Learning*, 80(4), 69-74.
- Halx, M.D. & Reybold, L. (2005) A pedagogy of force: faculty perspectives of critical thinking capacity in undergraduate students. *The Journal of General Education*, 54 (4), 293-315.
- Hammersley-Fletcher, L., & Hanley, C. (2016). The use of critical thinking in higher education in relation to the international student: shifting policy and practice. *British Educational Research Journal*, 42(6), 978-992.
- Harmer, J. (2004). *How to Teach Writing. Harlow*: Pearson Education Ltd.
- Hofmann, W., Baumeister, R. F., Förster, G., & Vohs, K. D. (2012). Everyday temptations: an experience sampling study of desire, conflict, and self-control. *Journal of Personality and Social Psychology*, 102, 1318-1335.
- Hofmann, W., Luhmann, M., Fisher, R.R., Vohs, K.D., & Baumeister, R.F. (2013). Yes, but are they happy? effects of trait self-control on affective well-being and life satisfaction. *Journal of Personality*, 82 (4), 265-277. DOI: 10.1111/jopy.12050.
- Hosseini, S.H (2023). Analyzing the relationship between critical thinking and creative thinking with the evolution

of human sciences, *Journal of Sociological Cultural Studies,* 13(4), 1-16[In Persian].

- Houghton, J. D., & Yoho, S. K. (2005). Toward a contingency model of leadership and psychological empowerment: when should self-leadership be encouraged. *Journal of Leadership & Organizational Studies*, *11*(4), 65-83. https://doi.org/10.1177/107179190501100406.
- Husband, G. (2006). An analysis of critical thinking skills in computer information technology using the california critical thinking skills test. Ms thesis, University of Wisconsin, Stout. http://www2.uwstout.edu/content/lib/thesis/2006/2006husbandg.pdf
- Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (1985). *Creative problem solving. the basic course.* New York: Bearly.
- Ismail, W. O. A. S. W., Hamzah, N., Fatah, I. Y. A., & Muhammad, A. K. (2019). The essential of engineering education involving critical thinking and problems solving skills among mechanical engineer employees. *IOP Conference Series: Naterials Science and Engineering* (697 (1)012017). IOP Publishing.
- Ivleva, N. V. (2016). Teaching critical thinking to engineering students through reading profession-oriented texts. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* Vol. 155, No. 1, p. 012022. IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1757-899X/155/1/012022.
- James, A. M. (2009). *Self-leadership and self-regulated learning: an investigation of theoretical relationships* (Doctoral dissertation, Capella University).
- Jonassen, D. H. (2010). Learning to solve problems: a handbook for designing problem-solving learning environments. *Routledge*.
- Kanfer, F. H. (1970). Self-Monitoring: methodological limitations and clinical applications. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 35(2), 148-152. https://doi.org/10.1037/h0029874.
- Kanfer, F. H. (1971). The maintenance of behavior by self-generated stimuli and reinforcement. *The Psychology of Private Events*, 39-59. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-379650-9.50009-5.
- Kanfer, F. H., & Gaelick-Buys, L. (1991). Self-management method. In F. H. Kanfer & A. P. Goldstein. (Eds.). *Helping people to change: Textbook of methods* (4th ed., pp 305-360). The United States of America: Pergamon Press.
- Kazerounian, K., & Foley, S. (2007). Barriers to creativity in engineering education: a study of instructors and students perceptions. *ASME. J. Mech.* Des. July 2007; 129(7), 761-768. Https://doi.org/10.1115/1.2739569.
- Khan, K. S., Kunz, R., Kleijnen, J., & Antes, G. (2003). Five steps to conducting a systematic review. *Journal of the Royal Society of Medicine*, *96*(3), 118-121.
- Kirn, A., & Benson, L. (2018). Engineering students' perceptions of problem solving and their future. *Journal of Engineering Education*, *107*(1), 87-112.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. software engineering group, school of computer science and mathematics, Keele University1–57. Https://doi. Org/10. 1145/1134285. 1134500.
- Klemeš, J. J., Kravanja, Z., Varbanov, P. S., & Lam, H. L. (2013). Advanced multimedia engineering education in energy, process integration and optimisation. *Applied Energy*, *101*, 33-40.
- Lane, J. I. (2019). *Understanding the educational and career pathways of engineers.*The National Academies Press.
- Lee, Y. C. (2006). An empirical investigation into factors influencing the adoption of an e-learning system. *Online Information Review*, 30(5), 517-541.
- Lencion, P. M. (2016). *The ideal team player: how to recognize and cultivate the three essential virtues.* John Wiley & Sons.
- Lubart, T. I., & Mouchiroud, C. (2003). Creativity: A source of difficulty in problem solving. *The Psychology of Problem Solving*, 127-148.
- Lubart, T., Zenasni, F., & Barbot, B. (2013). Creative potential and its measurement. *International Journal for Talent Development and Creativity*, *1*(2), 41-51.
- Maftoon, P., Shirazi, M. A., & Daftarifard, P. (2010). The effect of recast vs. self-correction on writing accuracy: the role of awareness. Brain. *Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 2(1), 17-28.

- Magrabi, S. A. R., Pasha, M. I., & Pasha, M. (2018). Classroom teaching to enhance critical thinking and problem-solving skills for developing iot applications. *Journal of Engineering Education Transformations,* 31(3), 152-157.
- Mahdyeh, N., & Arefi, M. (2014). A comparison of critical thinking, self-efficacy and academic performance among students of faculty of humanities and engineering. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, *4*(1), 153-162.
- Malekjafarian, A. (2018). Integrating critical thinking in a civil engineering module, conference. *Civil Engineering Research in Ireland* [In Persian].
- Marangunić, N., & Granić, A. (2015). Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, 14(1), 81–95. Https://doi.org/10. 1007/s10209-014-0348-1.
- Mathisen, G. E., & Bronnick, K. S. (2009). Creative self-efficacy: an intervention study. *International Journal of Educational Research*, *48*(1), 21-29.
- McGowan, V. C., & Bell, P. (2020). Engineering education as the development of critical sociotechnical literacy. *Science & Education*, *29*(4), 981-1005.
- McMillan, J. H., & Hearn, J. (2008). Student self-assessment: the key to stronger student motivation and higher achievement. *Educational Horizons*, *87*(1), 40-49. https://www.jstor.org/stable/42923742.
- McNeill, N. J., Douglas, E. P., Koro-Ljungberg, M., Therriault, D. J., & Krause, I. (2016). Undergraduate students' beliefs about engineering problem solving. *Journal of Engineering Education*, *105*(4), 560-584.
- Michaluk, L. M., Martens, J., Damron, R. L., & High, K. A. (2016). Developing a methodology for teaching and evaluating critical thinking skills in first-year engineering students. *International Journal of Engineering Education*, *32*(1), 84-99.
- Mina, M., Omidvar, I., & Knott, K. (2003). *Learning to think critically to solve engineering problems: revisiting john dewey's ideas for evaluating engineering education.* Paper presented at the *American Society for Engineering Education National Conference and Exhibition*, Nashville, TN.
- Mohammadzadeh, Z., & Salehi, K. (2015). Pathology of scientific vitality and dynamism in scientific and academic centers: a study according to "phenomenology". *Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies*, *3*(Vol 3- No 11), 1-25. https://www.jmsp.ir/article_11013.html?lang=en [In Persian].
- Mohammadzadeh, Z., & Salehi, K. (2016). Explanation of the phenomenon of scientific vitality and dynamism in scientific centers from perspective of academic elites: a study according to "phenomenology". *Strategy*, *25*(2), 227-258. https://rahbord.csr.ir/article_124595.html?lang=en [In Persian].
- Mohammadzadeh, Z., & Salehi, K. (2023). Using grounded theory to explain the process of formation of scientific vitality and dynamism in scientific and academic centers. *Strategic Management Thought*, *17*(1), -. https://doi.org/10.30497/Smt.2023.244096.3445 [In Persian].
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., & PRISMA Group*. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*, *151*(4),264-269.
- Naimpally, A., Ramachandran, H., & Smith, C. (2012). *Lifelong learning for engineers and scientists in the information age. Amsterdam: Elsevier.*
- Nainwal, N., Jawla, S., Singh, R., & Saharan, V. A. (2019). Transdermal applications of ethosomes–a detailed review. *Journal of Liposome Research*, 29(2), 103-113.
- Nation, I.S.P. (2008). Teaching esl efl reading and writing (Esl & Applied linguistics professional). New York: *Routledge 270 Madison Ave.*
- Nazzal, L. J. (2015). Engineering creativity: differences in creative problem solving stages across domains (Unpublished doctoral dissertation). University of Connecticut, Storrs, CT. http://digitalcommons.uconn.edu/dissertations/753.
- Nelson, S. (2001). Impact of technology on individuals and society: a critical thinking and lifelong learning class for engineering students. *Proc. 31 Ann. Frontiers Education Conf., Reno, NV.*
- Nor, H. M., & Sihes, A. J. (2021). Critical thinking skills in education: a systematic literature review. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(11), 198-201.

- Nor, H. M., & Sihes, A. J. (2022). The evolution of critical thinking in the classroom: a bibliometric analysis. *Journal of Positive School Psychology*, *6*(3), 540-550.
- Norozidaeni, M., Salehi, K., & Dehghani, M. (2023). Criteria and indicators for assessing authentic task in elementary school: a qualitative study. *Journal of Curriculum Studies*, *18*(69), 157-194 [In Persian].
- Oxford Dictionaries. (2016). Definition of "self-discipline" in english. Oxford: Oxford University Press. Retrieved 10 March, 2016 from http://www.Oxforddictionaries.Com/Definition/English/Self-Discipline.
- Papadopoulos, C., Rahman, A., & Bostwick, J. (2006). Assessing critical thinking in mechanics in engineering education. *2006 Annual Conference & Exposition* (pp. 11-235).
- Paul, R. W. (1993). *Critical thinking: how to prepare students for a rapidly changing world.*Santa Rosa, CA: Foundation for Critical Thinking.
- Pereira, L. M., & Krippahl, L. (2007). On teaching critical thinking to engineering students. *In the 13th International Conference on Thinking Norrköping*; Sweden June 17-21; 2007 (No. 021, pp. 153-158). Linköping University Electronic Press.
- Porter, C. O. (2005). Goal orientation: effects on backing up behavior, performance, efficacy, and commitment in teams. *Journal of Applied Psychology*, *90*(4), 811-818.
- Porter, M.E. (1990) The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, 68(2), 73-93.
- Posner, R. A. (2009). *The Problematics of Moral and Legal Theory*. Harvard University Press.
- Preacher, K. J., & Selig, J. P. (2012). Advantages of monte carlo confidence intervals for indirect effects. *Communication Methods and Measures*, *6*(2), 77-98.
- Putra, P.D.A., Sulaeman, N.F., Supeno ., & Wahyuni, S. (2023). Exploring students' critical thinking skills using the engineering design process in a physics classroom. *Asia-Pacific Edu Res 32*, 141-149. https://doi.org/10.1007/s40299-021-00640-3.
- Qamar, S. Z., Qamar, S., & Al-Hinai, N. (2022). Assessment of critical thinking skills in engineering education. *ASEE 2022 Annual Conference & Exposition, 26-29-Jun-2022,* Minneapolis, Minnesota*, USA.*
- Rosales-Vera, M. (2023). How to solve engineering problems involving turbulent drag: exact, asymptotic analytical and numerical techniques. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, https://doi.org/10.1177/03064190231202931.
- Rosati, J. A. (1981). Developing a systematic decision-making framework: bureaucratic politics in perspective. *World Politics*, 33(2), 234-252.
- Salem, S. S., & Fouda, A. (2021). Green synthesis of metallic nanoparticles and their prospective biotechnological applications: an overview. *Biological Trace Element Research*, 199, 344-370.
- Sasson, R. (2016). What is self-discipline? definitions. Retrieved 1 March, 2016 from http://www.successconsciousness.com/blog/innerstrength/what-is-self-discipline-definitions/.
- Schein, C., & Gray, K. (2018). The theory of dyadic morality: reinventing moral judgment by redefining harm. *Personality and Social Psychology Review*, *22*(1), 32-70.
- Schneider, J., Wahl, A., & Long, M (2012). Mapping the development of applied critical thinking skills in engineering, Technology & Computing Majors. https://www.rit.edu/provost/sites/rit.edu.provost/files/images/Mapping-crtical-thinking-Schneider.pdf.
- Scott, G., Leritz, L. E., & Mumford, M. D. (2004). The effectiveness of creativity training: a quantitative review. *Creativity Research Journal*, *16*(4), 361-388.
- Seymour, E. (2002). Tracking the processes of change in us undergraduate education in science, mathematics, engineering and technology. *Science Education*, 86(1), 79-105. Http://dx.doi.org/10.1002/sce.1044.
- Shannon, L. J. Y., & Bennett, J. (2012). A case study: applying critical thinking skills to computer science and technology. *Information Systems Education Journal*, *10*(4), 41-48.
- Smith, G.F. (2002) Thinking skills: the question of generality. *Journal of Curriculum Studies*, 34(6), 659-678.
- Smith, G.F. (2003) Beyond critical thinking and decision thinking and decision-making: teaching business students how to think. *Journal of Management Education*, 27 (1), 24-51.

- Sternberg RJ, Lipka J, Newman T, Wildfeuer S &Grigorenko EL (2016). Triarchically-based instruction and assessment of sixth-grade mathematics in a yup'ik cultural setting, *Alaska.Gifted and Talented International*, 21(2), 9–19. https://doi.org/10.1080/15332276.2006.11673471.
- Stouffer, B., & Russell, J. (2004, June). Making the strange familiar: creativity and the future of engineering education. *2004 Annual Conference* (pp. 9-883).
- Tahmasebzadeh Sheikhlar, D., Pashaeifakhr, A. S., & Kashi, F. (2021). The role of critical thinking and entrepreneurial spirit in predicting burnout and academic procrastination of engineering students. *Iranian Journal of Engineering Education*, *23*(91), 75-94 [In Persian].
- Tan, C. (2017) Teaching critical thinking: cultural challenges and strategies in singapore. *British Educational Research Journal*, 43 (5), 988-1002.
- Tierney, P., & Farmer, S. M. (2002). Creative self-efficacy: its potential antecedents and relationship to creative performance. *Academy of Management Journal*, *45*(6), 1137-1148.
- Welch, K.C.W.C., Hieb, J., & Graham, J. (2015). A Systematic approach to teaching critical thinking skills to electrical and computer engineering undergraduates. *American Journal of Engineering Education (AJEE)*, *6*(2), 113-124.
- Witarsa, R. W., & Rizki, L. M. (2022). An analysis of student pedagogical skills in applying mathematics learning in elementary schools. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, *14*(2), 1777-1784.
- Zahedi, M., Shahin, M., & Babar, M. A. (2016). A systematic review of knowledge sharing challenges and practices in global software development. *International Journal of Information Management*, 36(6), 995-1019.
- Zhou, C., Kolmos, A., & Dalsgaard Nielsen, J. (2012). A problem and project-based learning (pbl)approach to motivate group creativity in engineering education.*International Journal of Engineering Education*,*28*(1), 3-16.

◀ **دکتر کیوان صالحی:** دانشیار بخش تخصصی پژوهش و سنجش در دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران است. ایشان دارای دکترای تخصصی سنجش آموزش (Educational Assessment) است. علاقه‌مندی مطالعاتی و پژوهشی‌شان در زمینه‌هایی نظیر رویکردهای نو در سنجش آموزش، ساخت و میزان‌کردن ابزارها و فنون گردآوری داده‌ها، مفهوم‌پردازی و نظریه‌پردازی در علوم رفتاری، مطالعات حوزه مراکز سنجش و توسعه، کاربست هوش مصنوعی در سنجش آموزش، رویکردهای پژوهش پساکیفی، کیفی، کمّی و آمیخته در علوم رفتاری و ارزشیابی، اعتبارسنجی و تضمین کیفیت در نظام آموزشی است.

◀ **زهرا اکبری پردنجانی:** دانشجوی کارشناسی‌ارشد آموزش مهندسی دانشگاه تهران و دانش‌آموخته رشته علوم کامپیوتر دانشگاه شهرکرد هستند. علایق پژوهشی در حوزه‌هایی نظیر ریاضیات و هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق و داده‌کاوی است.