

The Impact of Artificial Intelligence Literacy Education on Enhancing Critical Thinking among Male Secondary School Students

Norouz Ali Farahmandnia 

MA Student in Knowledge and Information Science, Kharazmi University, Tehran, Iran. Email:

nafarahmandnia@khu.ac.ir

Davoud Haseli 

Assistant Professor, Department of Knowledge and Information Science, Kharazmi University, Tehran, Iran.

(Corresponding Author), Email: dhaseli@khu.ac.ir

Ali Azimi Vaghar 

Assistant Professor, Department of Knowledge and Information Science, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Email: azimia@khu.ac.ir

Received: 2025-09-09	Revised: 2026-01-03	Accepted: 2026-02-07	Published: 2026-05-10
Citation: Farahmandnia, N., Haseli, D. & Azimi Vaghar, A. (2026). The Impact of Artificial Intelligence Literacy Education on Enhancing Critical Thinking among Male Secondary School Students. <i>Library and Information Science Research</i> . 16(1), 30-54. doi: 10.22067/infosci.2026.96855.1263			

Abstract

Introduction: Given the imperative to cultivate critical thinking in students and the expanding influence of artificial intelligence (AI) in contemporary society, the present study is warranted by a dual rationale. First, critical thinking is acknowledged as an essential 21st-century competency for academic achievement and societal engagement. Second, the pervasive integration of AI technologies necessitates that younger generations develop the capacity to critically and knowledgeably assess these systems. Consequently, this research investigates the impact of AI literacy instruction on the enhancement of critical thinking skills among ninth-grade male students. The study specifically focuses on measuring transformations in core components of critical thinking—namely, creativity, cognitive development, and intellectual commitment—following an eight-session AI literacy intervention. While constrained by the sample and methodological instruments employed, the findings offer preliminary evidence underscoring the value of incorporating AI literacy into educational curricula. Such insights may further assist educators and curriculum designers in formulating effective strategies to foster students' critical thinking abilities.

Methodology: The methodology of this study employed a quantitative approach and utilized a true experimental design involving pre-test and post-test measures with a control group. The study population comprised 64 male ninth-grade students from Ferdowsi High School in Tehran, who were assigned to experimental and control groups through convenience sampling. To assess students' critical thinking, the Ricketts Critical Thinking Test (2003) was administered, an instrument consisting of 33 items measuring three subscales: creativity, maturity, and commitment. In this research, the experimental group participated in an eight-session AI literacy intervention program. This instructional program was designed and implemented using interactive and project-based pedagogical strategies, appropriately



©2026 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

tailored to the cognitive development and learning capacities of secondary school students. In accordance with curriculum development frameworks, the program content was structured around five core modules corresponding to proposed curricular themes for AI education in schools, with particular emphasis on the secondary education level (Chiu, 2021; Chiu et al., 2021; Lee et al., 2021; Michaeli et al., 2022; Steinbauer et al., 2021). The training intervention, comprising eight sessions totalling twelve instructional hours, was structured as follows: (1) an introduction to artificial intelligence (AI) and its contemporary societal roles; (2) the fundamentals of data and its critical importance for AI systems; (3) core algorithms and an overview of machine learning; (4) an exploration of AI applications across diverse professional and industrial fields; (5) a discussion of prominent challenges and ethical considerations in AI development and deployment; (6 & 7) hands-on, practical introductions to common AI tools; and (8) a comprehensive review, evaluation of course content, and a forward-looking discussion on the future trajectory of AI. A pre-test questionnaire was administered to participants in the experimental group at the commencement of the first session. Simultaneously, the control group completed an identical instrument. Throughout the subsequent intervention period, the control group received no specialized training. Upon conclusion of the eighth and final session, an identical post-test questionnaire was administered to both the experimental and control groups. The reliability of the assessment instrument was established, yielding a Cronbach's alpha coefficient of 0.88. Data analysis employed both descriptive and inferential statistical methods. To isolate and examine the specific effect of the training intervention while controlling for pre-test scores, an independent samples t-test and an analysis of covariance (ANCOVA) were conducted.

Findings: The results demonstrated that the AI literacy program exerted a statistically significant and substantively meaningful effect on the development of students' overall critical thinking. Particularly notable were the pronounced gains observed in the domains of creativity (effect size = 0.825), maturity (0.760), and engagement (0.876), culminating in an aggregate critical thinking effect size of 0.629. In the majority of cases, pretest scores exhibited negligible influence on posttest outcomes, further highlighting the efficacy of the structured intervention. Adjusted R^2 values, ranging from 76.7% to 89.7%, indicate that the model accounts for a high proportion of variance, thereby corroborating the robust impact of AI literacy education on both cognitive and attitudinal dimensions of student development.

Discussion and Conclusion: The findings of the present study demonstrate that AI literacy education, particularly when delivered through a structured and multifaceted program, exerts a significant positive influence on the enhancement of students' critical thinking. This impact was evident not only at the level of overall critical thinking but also across its three constituent dimensions—creativity, growth, and commitment—all of which exhibited statistically significant improvements with substantial effect sizes. This outcome suggests that well-designed and effectively implemented AI education can transcend the mere transmission of technical knowledge to foster the development of students' cognitive, ethical, and social capacities. The educational program employed in this research, integrating theoretical foundations, practical application, collaborative discourse, and ethical reflection, created a learning environment wherein students engaged not only with technological concepts but also with their individual and societal implications. Consequently, this integrative approach encouraged students to adopt more creative, responsible, and analytical modes of thinking throughout the learning process and to critically re-evaluate their perspectives on emerging technologies. Furthermore, the incorporation of authentic AI tools

within instructional sessions provided students with tangible and motivating hands-on experience, which contributed markedly to strengthening their commitment to and engagement with the learning material. Given the expanding integration of artificial intelligence across all domains of life—from education and employment to social interaction—the findings of this study offer a scientific foundation for re-evaluating current education and training policies. The development of new curricular frameworks, in which AI literacy is positioned as a core competency alongside critical thinking, problem-solving, and digital ethics, may serve a vital function in equipping future generations for life in an increasingly technological and complex society. This research demonstrates that education in artificial intelligence represents not merely a technological imperative but also a pedagogical opportunity to foster informed, analytically capable, and socially responsible citizens.

Keywords: Artificial Intelligence Literacy, AI Literacy Education, Critical Thinking, Male Students, Secondary Education



تأثیر آموزش سواد هوش مصنوعی بر ارتقای تفکر انتقادی دانش‌آموزان دوره متوسطه پسر

نوروزعلی فرهمندنیا ^{ID}دانشجوی کارشناسی ارشد علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. nafarahmandnia@khu.ac.irداود حاصلی ^{ID}استادیار، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). dhaseli@khu.ac.irعلی عظیمی وقار ^{ID}استادیار، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. azimia@khu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۱۸	تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۰/۱۳	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۱۸	تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۲/۲۰
استناد: فرهمندنیا، نوروزعلی؛ حاصلی، داود؛ عظیمی وقار، علی (۱۴۰۵). تأثیر آموزش سواد هوش مصنوعی بر ارتقای تفکر انتقادی دانش‌آموزان دوره متوسطه پسر، پژوهش‌نامه کتابداری و اطلاع‌رسانی، ۱۶(۱)، ۵۴-۳۰. doi: 10.22067/infosci.2026.95833.1257			

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر کشف تأثیر آموزش سواد هوش مصنوعی بر پرورش تفکر انتقادی دانش‌آموزان پسر پایه نهم براساس یک طرح تجربی بود.

روش‌شناسی: روش‌شناسی این پژوهش مبتنی بر رویکرد کمی و طرح آزمایشی واقعی از نوع پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل ۶۴ دانش‌آموز پسر پایه نهم از دبیرستان فردوسی شهر تهران بود که به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس در دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند. گروه آزمایش در هشت جلسه آموزشی یک‌ونیم‌ساعته، مفاهیم سواد هوش مصنوعی را شامل مباحث نظری، کاربردی، اخلاقی و عملی فرا گرفتند، درحالی‌که گروه کنترل هیچ مداخله‌ای دریافت نکرد. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه تفکر انتقادی ریکتس بود که سه مؤلفه خلاقیت، بالندگی و تعهد را می‌سنجد و پایایی آن با آلفای کرونباخ ۰/۸۸ تأیید شد. برای تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی شامل آزمون t مستقل و تحلیل کوواریانس جهت بررسی تأثیر آموزش و کنترل اثرات پیش‌آزمون استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که آموزش سواد هوش مصنوعی در قالب برنامه‌ای هشت‌جلسه‌ای تأثیر معنادار و قوی بر ارتقاء تفکر انتقادی دانش‌آموزان پسر پایه نهم داشته است. این آموزش‌ها موجب بهبود چشمگیر در سه مؤلفه اصلی تفکر انتقادی شامل خلاقیت (اندازه اثر ۰/۸۲۵)، بالندگی (۰/۷۶۰) و تعهد (۰/۸۷۶) شدند و در مجموع نیز تفکر انتقادی کلی با اندازه اثر ۰/۶۲۹ تحت تأثیر مثبت قرار گرفت. در بیشتر موارد، پیش‌آزمون نقش معناداری در نتایج نهایی نداشت یا تأثیر آن نسبت به مداخله آموزشی بسیار کمتر بود. میزان تبیین واریانس نمرات پس‌آزمون در تمامی مؤلفه‌ها بالا و قابل توجه بود (بین ۷۶/۷ درصد تا ۸۹/۷ درصد) که نشان‌دهنده اثربخشی قوی آموزش سواد هوش مصنوعی در تقویت مهارت‌های شناختی و نگرشی دانش‌آموزان بود.

نتیجه‌گیری: پژوهش حاضر نشان داد که آموزش سواد هوش مصنوعی در قالب برنامه‌ای هشت‌جلسه‌ای، تأثیر معنادار و قوی بر ارتقاء تفکر انتقادی و مؤلفه‌های خلاقیت، بالندگی و تعهد در دانش‌آموزان پسر پایه نهم دارد. این آموزش‌ها با بهره‌گیری از

مفاهیم فناورانه، فعالیت‌های عملی، بحث‌های اخلاقی و آینده‌نگر، توانستند مهارت‌های شناختی و نگرشی دانش‌آموزان را بهبود بخشند. با توجه به اهمیت روزافزون هوش مصنوعی در زندگی فردی و اجتماعی، نتایج این پژوهش می‌تواند مبنایی برای توسعه برنامه‌های آموزشی نوین و سیاست‌گذاری‌های تربیتی در نظام آموزش و پرورش باشد.

اصالت: با وجود انجام پژوهش‌های متعدد در زمینه سواد هوش مصنوعی و تفکر انتقادی به صورت جداگانه، پژوهش حاضر برای نخستین بار به تأثیر این دو پدیده می‌پردازد. این پژوهش با رفع این خلأ، با یک طرح تجربی گامی نوآورانه در تبیین و تحلیل این تأثیر برداشته است.

کلیدواژه‌ها: سواد هوش مصنوعی، آموزش سواد هوش مصنوعی، تفکر انتقادی، دانش‌آموزان پسر، مقطع متوسطه

مقدمه

تفکر انتقادی فرآیند شناختی است که شامل تجزیه و تحلیل و ارزیابی اطلاعات یا موقعیت‌ها به شیوه‌ای نظام‌مند و منطقی برای اتخاذ تصمیمات آگاهانه است (Paul & Elder, 1992). این امر مستلزم آن است که فرد قبل از رسیدن به نتیجه، مفروضات را زیر سؤال ببرد، سوگیری‌ها را تشخیص دهد و دیدگاه‌های متعددی را در نظر بگیرد (Facione, 2011). اهمیت تفکر انتقادی در توانایی آن برای کمک به افراد برای تفکر واضح‌تر و تصمیم‌گیری منطقی نهفته است (Pettersson, 2023). تفکر انتقادی مردم را قادر می‌سازد بین واقعیت و عقیده تمایز قائل شوند، مغالطه‌های منطقی را شناسایی کنند و از قضاوت‌های عجولانه اجتناب کنند (Mason, 2007). با تفکر انتقادی، افراد می‌توانند مهارت‌های حل مسئله خود را بهبود بخشند، خلاقیت خود را افزایش دهند و در تجزیه و تحلیل مسائل پیچیده ماهرتر شوند. چندی بعد از تفکر انتقادی وجود دارد که در توسعه این مهارت ضروری است. این ابعاد عبارت‌اند از:

- ✓ شناخت مفروضات: متفکران انتقادی می‌توانند مفروضات زیربنایی استدلال‌ها و گزاره‌ها را شناسایی کرده و اعتبار آن‌ها را ارزیابی کنند.
- ✓ ارزیابی شواهد: متفکران انتقادی می‌توانند شواهد را به‌طور عینی بررسی کنند و ارتباط و پایایی آن را در حمایت از یک ادعا یا استدلال تعیین کنند.
- ✓ تفسیر اطلاعات: متفکران انتقادی در تفسیر و تجزیه و تحلیل اطلاعات، شناخت الگوها و روابط در داده‌ها برای نتیجه‌گیری منطقی مهارت دارند.
- ✓ کاربرد استدلال: متفکران انتقادی از استدلال و منطق صحیح برای ارزیابی استدلال‌ها و تصمیم‌گیری براساس شواهد به‌جای احساسات یا شهود استفاده می‌کنند.
- ✓ تفکر انعکاسی: متفکران انتقادی با در نظر گرفتن سوگیری‌ها و دیدگاه‌های خود به تفکر انعکاسی می‌پردازند و برای تجدیدنظر در باورهای خود در پرتو شواهد یا اطلاعات جدید آماده هستند (Halonon, 1995; Siegel, 1980).

همان‌طور که در بالا اشاره شد، تفکر انتقادی فرآیند ذهنی پیچیده‌ای است که شامل تجزیه و تحلیل اطلاعات، ارزیابی شواهد و نتیجه‌گیری براساس منطق و عقل است (Tuhtaboevich, 2023). عوامل متعددی از جمله احساسات (Akcaoglu et al., 2023)، آموزش و تحصیلات (Elbyaly & Elfeky, 2023; Shaw et al., 2020)، تجربه (Qureshi et al., 2023; Ramdani et al., 2021) و سوگیری‌های شناختی (Almulla & Al-Rahmi, 2023) وجود دارد که می‌تواند بر توانایی فرد در مشارکت در تفکر انتقادی تأثیر بگذارد (Aston, 2024; Moghadam et al., 2023).

به‌غیر از عواملی که در بالا اشاره شد، یکی از عوامل مهمی که در تفکر انتقادی دانش‌آموزان تأثیر می‌گذارد سواد هوش مصنوعی است (Muthmainnah et al., 2022). هوش مصنوعی به توسعه نظام‌های رایانه‌ای اشاره دارد که می‌توانند کارهایی را انجام دهند که معمولاً به هوش انسانی نیاز دارند، مانند ادراک بصری، تشخیص گفتار، تصمیم‌گیری و ترجمه زبان. از آنجایی که فناوری هوش مصنوعی به پیشرفت خود ادامه می‌دهد و بیشتر در زندگی روزمره ما ادغام می‌شود، برای افراد بسیار مهم است که در این زمینه سواد داشته باشند تا بتوانند به‌طور مؤثر از ابزارها و سیستم‌های هوش مصنوعی استفاده کنند (Jia & Tu, 2024). سواد هوش مصنوعی می‌تواند از چند طریق بر تفکر انتقادی تأثیر بگذارد. در مرحله اول، افرادی که درک اولیه از مفاهیم و اصول هوش مصنوعی دارند بهتر می‌توانند قابلیت اطمینان و اعتبار اطلاعات تولیدشده توسط سیستم‌های هوش مصنوعی را ارزیابی کنند (Shin, 2021). آن‌ها می‌توانند محدودیت‌ها، سوگیری‌ها و خطاهای بالقوه الگوریتم‌های هوش مصنوعی را تشخیص دهند و پیامدهای تکیه بر داده‌ها و تحلیل‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی را به‌طور انتقادی ارزیابی کنند (Walter, 2024).

ثانیاً، سواد هوش مصنوعی می‌تواند مهارت‌های حل مسئله و فرآیندهای تصمیم‌گیری را افزایش دهد. دانش‌آموزانی که با فناوری‌های هوش مصنوعی آشنا هستند، می‌توانند از آن‌ها برای جمع‌آوری، پردازش و تجزیه و تحلیل مجموعه‌های داده پیچیده‌تر به نحو مؤثرتری استفاده کنند که منجر به تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌تر و مبتنی بر شواهد می‌شود (Huang & Qiao, 2024). آن‌ها همچنین می‌توانند فرصت‌هایی را برای استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی به روش‌های نوآورانه برای مقابله با چالش‌ها و ایجاد راه‌حل‌های جدید شناسایی کنند (Panciroli & Rivoltella, 2023). علاوه بر این، سواد هوش مصنوعی می‌تواند آگاهی بیشتری از پیامدهای اخلاقی و اجتماعی فناوری‌های هوش مصنوعی را تقویت کند. کودکان دارای تفکر انتقادی که به‌خوبی در هوش مصنوعی مسلط هستند، می‌توانند در مورد ملاحظات اخلاقی توسعه و استقرار هوش مصنوعی، مانند نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی، تعصب الگوریتمی و تأثیر بر بازار کار، وارد بحث شوند. آن‌ها می‌توانند پیامدهای اجتماعی برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی را ارزیابی کنند و از حاکمیت و مقررات هوش مصنوعی مسئولانه دفاع کنند (Spector & Ma, 2019).

آموزش سواد هوش مصنوعی دانش‌آموزان را با دانش و مهارت‌های مورد نیاز برای ارزیابی انتقادی اطلاعاتی که در جامعه مبتنی بر داده امروزی با آن مواجه می‌شوند، آشنا می‌کند (Rusandi et al., 2023). در واقع، آموزش سواد هوش مصنوعی به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا درک کنند که سیستم‌های هوش مصنوعی چگونه کار می‌کنند، چگونه از آن‌ها استفاده می‌شود و پیامدهای بالقوه‌ای که بر جامعه دارند. با درک محدودیت‌ها و سوگیری‌های الگوریتم‌های هوش مصنوعی، دانش‌آموزان می‌توانند به‌طور مؤثرتری قابلیت اطمینان و صحت اطلاعات ارائه شده توسط سیستم‌های هوش مصنوعی را ارزیابی کنند (Rădoi et al., 2025). علاوه بر این، آموزش سواد هوش مصنوعی با کمک به دانش‌آموزان در توسعه توانایی تجزیه و تحلیل و ارزیابی مسائل پیچیده از دیدگاه‌های مختلف، تفکر انتقادی را ترویج می‌کند (Nappi & Cuocolo, 2020). با درک نحوه طراحی سیستم‌های هوش مصنوعی و داده‌هایی که بر آن‌ها تکیه می‌کنند، دانش‌آموزان می‌توانند خطرات و مزایای بالقوه استفاده از هوش مصنوعی را در زمینه‌های مختلف بهتر ارزیابی کنند. این امر دانش‌آموزان را قادر می‌سازد تا تصمیمات آگاهانه بگیرند و به‌طور انتقادی در مورد پیامدهای اخلاقی فناوری‌های هوش مصنوعی فکر کنند (Rădoi et al., 2025). علاوه بر این، آموزش سواد هوش مصنوعی به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا مهارت‌های مورد نیاز برای استفاده از این فناوری به سرعت در حال تکامل را توسعه دهند. با به دست آوردن درک اساسی از مفاهیم و فناوری‌های هوش مصنوعی، دانش‌آموزان می‌توانند موقعیت بهتری برای شغل‌های آینده در حوزه‌های فناوری اطلاعات، تحلیل داده و نوآوری دیجیتال پیدا کنند (Funmi & Qian, 2020).

با توجه به اهمیت پرورش تفکر انتقادی در میان دانش‌آموزان و نقش روزافزون فناوری‌های هوش مصنوعی در زندگی روزمره، انجام پژوهش حاضر ضرورتی دوگانه دارد: از یک سو، تفکر انتقادی به عنوان یکی از مهارت‌های کلیدی قرن بیست و یکم برای موفقیت تحصیلی و اجتماعی دانش‌آموزان شناخته می‌شود؛ و از سوی دیگر، گسترش سریع فناوری‌های هوش مصنوعی نیازمند آن است که نسل جوان بتواند این فناوری‌ها را با دیدی نقادانه و آگاهانه درک و ارزیابی کند. بر این اساس، پژوهش حاضر به بررسی تأثیر آموزش سواد هوش مصنوعی بر ارتقای مهارت‌های تفکر انتقادی دانش‌آموزان پسر پایه نهم می‌پردازد. تمرکز اصلی پژوهش حاضر بر سنجش تغییرات در مؤلفه‌های تفکر انتقادی (خلاقیت، بالندگی و تعهد) پس از یک دوره آموزشی سواد هوش مصنوعی هشت جلسه‌ای است. یافته‌های این پژوهش، هرچند محدود به نمونه و ابزار مورد استفاده، می‌تواند شواهد اولیه‌ای فراهم آورد که اهمیت گنجاندن آموزش سواد هوش مصنوعی در برنامه‌های درسی را نشان دهد و به معلمان و برنامه‌ریزان آموزشی در طراحی راهبردهای مؤثر برای تقویت تفکر انتقادی دانش‌آموزان کمک کند.

پیشینه

پیشینه‌های مرتبط با موضوع پژوهش حاضر در چهار محور دسته‌بندی شدند: مطالعات ایرانی، مطالعات خارجی مرتبط با سواد هوش مصنوعی و تفکر انتقادی، مطالعات متمرکز بر ابعاد سواد هوش مصنوعی، و مطالعات مربوط به سنین مختلف و محیط‌های آموزشی.

در ایران، برخی پژوهش‌ها به کاربردهای عمومی هوش مصنوعی در آموزش پرداخته‌اند. عزیزپور و عزیزپور (Azizpour & Azizpour, 2023) بر نقش هوش مصنوعی در تولید محتوای متنوع و تقویت خلاقیت و حل مسئله تأکید کرده‌اند. پیروزفر و همکاران (Pirouzfard et al., 2024) مزایای هوش مصنوعی در بهبود بهره‌وری و مدیریت منابع آموزشی را نشان داده‌اند. همچنین سعداوی و رفیعی‌تقانی (Saeedavi & Rafiei-Taghanaki, 2023) در پژوهشی مروری، کاربردهای هوش مصنوعی در ارتقای تفکر انتقادی، تعامل و انگیزه یادگیری را برجسته ساخته‌اند. این پژوهش‌ها بیشتر بر کاربردهای عمومی هوش مصنوعی در آموزش تمرکز داشته‌اند و ارتباط مستقیم میان سواد هوش مصنوعی و تفکر انتقادی کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

برخی از پژوهش‌های خارجی مرتبط با سواد هوش مصنوعی و تفکر انتقادی بودند. والتر (Walter, 2024) نشان می‌دهد ادغام هوش مصنوعی در آموزش نیازمند سواد هوش مصنوعی و مهارت مهندسی سریع است که به تقویت تفکر انتقادی، به‌ویژه در بُعد خلاقیت کمک می‌کند. فقیه (Faqi, 2023) گزارش می‌کند تجربه مستقیم مواجهه با سواد هوش مصنوعی نگرش دانشجویان را تغییر داده و موجب افزایش تعهد به استفاده مسئولانه و تقویت مهارت‌های انتقادی شده است. ویمن-سندیق (Weimann-Sandig, 2023) با بررسی پیامدهای چت‌جی‌پی‌تی در آموزش عالی، فرصت‌هایی برای خلاقیت و بازتاب نظری-عملی و درعین حال چالش‌هایی برای بالندگی انتقادی دانشجویان شناسایی کرده است.

برخی پژوهش‌ها بر ابعاد و مؤلفه‌های سواد هوش مصنوعی تمرکز داشته‌اند. استالپ و هالستروم (Stolpe & Hallström, 2024) سواد هوش مصنوعی را شامل ابعاد علمی-شناختی (تعریف، شناسایی، تفکر سیستمی) و اخلاقی-اجتماعی می‌دانند که می‌تواند زمینه‌ساز بالندگی انتقادی باشد. فتح‌الله و همکاران (Fathahillah et al., 2023) با مدل یادگیری ترکیبی نشان داده‌اند مفاهیم و مزایا/معایب هوش مصنوعی اثر مثبت بر امنیت و حریم خصوصی دارند و اخلاق و قوانین نقش تعدیل‌کننده مهمی ایفا می‌کنند؛ این یافته‌ها به بُعد تعهد اخلاقی مرتبط هستند. نگ و همکاران (Ng et al., 2024) با مرور ۵۰ پژوهش، آموزش سواد هوش مصنوعی در مدارس متوسطه را بررسی کرده و نشان داده‌اند یادگیری مبتنی بر پروژه و حل مسئله بین‌رشته‌ای رایج‌ترین رویکرد است که به تقویت خلاقیت و بالندگی انتقادی منجر می‌شود.

پژوهش‌های دیگری به سنین مختلف و محیط‌های آموزشی پرداختند. سو و همکاران (Su et al., 2023) بر اهمیت ادغام سواد هوش مصنوعی در دوران کودکی تأکید کرده و نشان داده‌اند مواجهه زودهنگام با سواد هوش مصنوعی موجب رشد خلاقیت و بالندگی انتقادی می‌شود. کاجیوارا و همکاران

(Kajiwara et al., 2023) با طراحی محیط یادگیری مبتنی بر بازی برای دبیرستان، افزایش خلاقیت و آمادگی برای آینده‌ای با ضرورت سواد هوش مصنوعی را گزارش کرده‌اند. ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2023) با اجرای کارگاه‌های فنی و اخلاقی برای دانش‌آموزان راهنمایی، افزایش دانش و علاقه به هوش مصنوعی و تقویت تعهد و بالندگی انتقادی را نشان داده‌اند. سانوسی و همکاران (Sanusi et al., 2023) در مدرسه آفریقایی با کارگاه‌های یادگیری ماشین، درک بهتر الگوریتم‌ها و پردازش داده‌ها را تسهیل کرده و علاقه دانش‌آموزان به یادگیری بیشتر را افزایش داده‌اند؛ این یافته‌ها به بُعد خلاقیت و تعهد یادگیری مربوط می‌شود. لی و همکاران (Lee et al., 2021) نشان داده‌اند آموزش سواد هوش مصنوعی باعث تغییر مثبت در ادراک اخلاقی دانشجویان شده و بر ضرورت تجربه عملی برای درک مسائل اخلاقی تأکید می‌کند؛ این یافته‌ها به بُعد تعهد اخلاقی مرتبط هستند. استوز و همکاران (Estevez et al., 2019) نیز با آموزش مفاهیم پایه هوش مصنوعی از طریق زبان برنامه‌نویسی اسکریپت نشان داده‌اند که آموزش عملی و جذاب می‌تواند مفاهیم پیچیده را قابل فهم کرده و علاقه و توانمندی دانش‌آموزان را در کشف امکانات این حوزه افزایش دهد؛ این امر به تقویت بُعد خلاقیت منجر می‌شود.

مرور پیشینه‌ها نشان می‌دهد که پژوهش‌های ایرانی عمدتاً بر کاربردهای عمومی هوش مصنوعی یا تفکر انتقادی تمرکز داشته‌اند و ارتباط مستقیم میان دو متغیر اصلی پژوهش حاضر یعنی سواد هوش مصنوعی و تفکر انتقادی کمتر بررسی شده است. در مقابل، پژوهش‌های خارجی به‌طور مشخص‌تر نشان داده‌اند که آموزش سواد هوش مصنوعی در سطوح مختلف آموزشی می‌تواند با مؤلفه‌های تفکر انتقادی هم‌پوشانی داشته باشد: تعهد در استفاده مسئولانه و اخلاقی، بالندگی در تحلیل پیامدهای اجتماعی و اخلاقی، و خلاقیت در یادگیری مبتنی بر پروژه و فعالیت‌های عملی. این هم‌پوشانی نشان می‌دهد که آموزش سواد هوش مصنوعی ظرفیت ارتقای مؤلفه‌های تفکر انتقادی را دارد. با این حال، خلأ پژوهشی در ایران و فقدان بررسی تجربی مستقیم این رابطه، ضرورت انجام پژوهش حاضر را آشکار می‌سازد.

روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف، در زمره پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد و از لحاظ ماهیت و روش اجرا، پژوهش تجربی با رویکرد کمی محسوب می‌شود که از طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه آزمایش و کنترل بهره برده است. جامعه آماری این پژوهش را دانش‌آموزان پایه نهم دوره متوسطه در مدرسه فردوسی شهر تهران (منطقه ۱۱، خیابان انقلاب، خیابان فخر رازی)، تشکیل داده‌اند. در مجموع، ۶۴ دانش‌آموز این مدرسه در دو گروه مساوی شامل گروه آزمایش (۳۲ نفر) و گروه کنترل (۳۲ نفر) که هر یک در کلاسی مجزا حضور داشتند، وارد پژوهش شدند.

در این پژوهش، برای سنجش تفکر انتقادی دانش‌آموزان، از آزمون تفکر انتقادی ریکتس (Ricketts, 2003) استفاده شد. این مقیاس سنجش تفکر انتقادی دارای ۳۳ سؤال و شامل ۳ زیر مقیاس است.

قسمت اول شامل ۱۱ سؤال برای سنجش مقیاس خلاقیت، قسمت دوم شامل ۹ سؤال در خصوص مقیاس بالندگی و قسمت سوم شامل ۱۳ سؤال برای مقیاس تعهد است، که آزمودنی براساس مقیاس پنج گزینه‌ای از کاملاً موافق تا کاملاً مخالف به آن پاسخ می‌گوید.

در این پژوهش، گروه آزمایش در یک برنامه آموزش سواد هوش مصنوعی هشت جلسه‌ای شرکت کرد. این آموزش به شیوه‌های تعاملی و پروژه‌محور و با در نظر گرفتن سطح شناختی و توانایی‌های یادگیری دانش‌آموزان دوره متوسطه طراحی و تدوین شد. منابع تدوین برنامه آموزشی شامل پنج مقاله در خصوص سرفصل‌های برنامه درسی پیشنهادی هوش مصنوعی برای دانش‌آموزان مدارس به‌ویژه در مقطع متوسطه (Chiu, 2021; Chiu et al., 2021; Lee et al., 2021; Michaeli et al., 2022; Steinbauer et al., 2021) بود. محتوای هشت جلسه و ۱۲ ساعت آموزشی به شرح زیر بود:

جلسه اول: آشنایی با مفهوم هوش مصنوعی و نقش آن در زندگی امروز

در نخستین جلسه، هدف اصلی آشنایی دانش‌آموزان با مفهوم «هوش مصنوعی» و جایگاه آن در زندگی روزمره بود. مربی با طرح پرسش‌هایی مانند «هوش مصنوعی چیست؟» و «آیا تابه‌حال با هوش مصنوعی برخورد داشته‌اید؟» ذهن دانش‌آموزان را به سمت موضوع جلسه هدایت کرد. سپس ویدیوها و تصاویر کوتاهی از کاربردهای هوش مصنوعی در زندگی واقعی (مانند دستیارهای صوتی، فیلترهای شبکه‌های اجتماعی، خودروهای خودران و ترجمه ماشینی) نمایش داده شد. پس‌از آن، دانش‌آموزان به صورت گروهی مثال‌هایی از کاربردهای هوش مصنوعی جمع‌آوری و به کلاس ارائه کردند. این فعالیت‌ها زمینه‌ای فراهم می‌ساخت تا دانش‌آموزان با مفاهیم پایه و نقش هوش مصنوعی در زندگی امروزی آشنا شوند.

جلسه دوم: داده‌ها و اهمیت آن‌ها در هوش مصنوعی

در دومین جلسه، تمرکز بر اهمیت داده‌ها به عنوان سوخت اصلی هوش مصنوعی بود. مربی با توضیح ساده درباره انواع داده‌ها (متنی، تصویری، عددی) و نحوه جمع‌آوری آن‌ها، دانش‌آموزان را با این مفهوم آشنا کرد. سپس فعالیت عملی اجرا شد: دانش‌آموزان انواع داده‌هایی را که در شبکه‌های اجتماعی به اشتراک می‌گذاشتند را جمع‌آوری و در قالب جدول سازمان‌دهی کردند. در ادامه، بحثی درباره اهمیت کیفیت داده و تأثیر داده‌های نادرست بر نتایج هوش مصنوعی شکل گرفت. این جلسه به دانش‌آموزان کمک می‌کرد تا نقش داده‌ها و اهمیت دقت و صحت آن‌ها را در عملکرد هوش مصنوعی درک کنند.

جلسه سوم: الگوریتم‌ها و یادگیری ماشین

در سومین جلسه، دانش‌آموزان با مفهوم الگوریتم و یادگیری ماشین آشنا شدند. مربی ابتدا با مثال‌هایی از زندگی روزمره (مانند دستور پخت غذا یا حل یک مسئله ریاضی) مفهوم الگوریتم را توضیح داد. سپس با معرفی یادگیری ماشین و مثال‌هایی مانند تشخیص دست خط یا فیلتر هرزنامه پست الکترونیکی، نحوه یادگیری ماشین‌ها از داده‌ها را به زبان ساده بیان کرد. برای درک بهتر، یک بازی

گروهی اجرا شد که در آن دانش‌آموزان نقش داده و الگوریتم را بازی کردند تا یک الگو را کشف کنند. این فعالیت‌ها به تقویت درک مفاهیم پایه‌ای هوش مصنوعی و نحوه عملکرد آن کمک می‌کرد.

جلسه چهارم: آشنایی با کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف

در این جلسه، دانش‌آموزان با کاربردهای متنوع هوش مصنوعی در حوزه‌هایی مانند سلامت، آموزش، حمل‌ونقل، سرگرمی و محیط‌زیست آشنا شدند. مربی با ارائه نمونه‌های واقعی و مطالعه موردی مانند استفاده از هوش مصنوعی در تشخیص بیماری‌ها یا مدیریت ترافیک، دانش‌آموزان را به تفکر درباره تأثیرات مثبت و منفی این فناوری دعوت کرد. سپس هر گروه یک حوزه را انتخاب و درباره فرصت‌ها و چالش‌های هوش مصنوعی در آن حوزه تحقیق و نتایج را به کلاس ارائه کرد. این جلسه به تقویت مهارت تحلیل و ارائه دانش‌آموزان کمک می‌کرد.

جلسه پنجم: چالش‌ها و مسائل اخلاقی هوش مصنوعی

پنجمین جلسه به بررسی چالش‌ها و مسائل اخلاقی مرتبط با هوش مصنوعی اختصاص داشت. مربی با طرح پرسش‌هایی مانند «آیا هوش مصنوعی همیشه عادلانه است؟» یا «چه کسی مسئول تصمیمات هوش مصنوعی است؟» بحث را آغاز کرد. سپس یک داستان یا سناریوی اخلاقی درباره استفاده از هوش مصنوعی در استخدام یا نمره‌دهی ارائه شد و دانش‌آموزان به گروه‌های کوچک تقسیم شدند تا درباره پیامدهای اخلاقی و اجتماعی آن گفت‌وگو کنند. در ادامه، هر گروه منشور اخلاقی کوتاهی را برای استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی تدوین و به کلاس ارائه کرد. این جلسه به دانش‌آموزان کمک می‌کرد تا نسبت به مسئولیت‌پذیری و پیامدهای اجتماعی و اخلاقی هوش مصنوعی حساس شوند.

جلسه ششم و هفتم: آشنایی عملی با ابزارهای هوش مصنوعی

در ششمین و هفتمین جلسه، دانش‌آموزان به صورت عملی با برخی ابزارهای ساده هوش مصنوعی آشنا شدند. مربی ابزارهایی مانند Gemini، Copilot، ChatGPT یا ابزارهای ترجمه ماشینی را معرفی کرد و دانش‌آموزان با راهنمایی مربی، از این ابزارها برای حل یک مسئله یا تولید محتوا (مانند خلاصه‌نویسی یک متن یا ترجمه یک پاراگراف) استفاده کردند. سپس دانش‌آموزان به صورت گروهی نقاط قوت و ضعف این ابزارها را بررسی و نتایج را به کلاس ارائه دادند. این جلسه مهارت‌های عملی و تحلیل انتقادی دانش‌آموزان را تقویت می‌کرد.

جلسه هشتم: مرور، ارزیابی و آینده هوش مصنوعی

در آخرین جلسه، مروری بر تمامی مفاهیم و مهارت‌های آموخته‌شده صورت گرفت. این مرور در قالب یک بازی رقابتی یا پرسش و پاسخ تعاملی انجام شد تا دانش‌آموزان به صورت فعال در یادآوری مطالب مشارکت کنند. در ادامه، بحثی آزاد درباره آینده هوش مصنوعی، فرصت‌ها و تهدیدهای آن و نقش دانش‌آموزان در جامعه آینده شکل گرفت. این جلسه نه تنها نقش مرور و تثبیت را ایفا می‌کرد، بلکه

مبنایی برای سنجش نهایی تأثیر آموزش‌ها و ایجاد انگیزه برای یادگیری بیشتر در حوزه هوش مصنوعی فراهم می‌آورد.

در آغاز جلسه نخست، پرسش‌نامه پیش‌آزمون میان اعضای گروه آزمایش توزیع شد و هم‌زمان، گروه کنترل نیز همان پرسش‌نامه را دریافت و تکمیل کرد. گروه کنترل در طول دوره هیچ‌گونه مداخله یا آموزش خاصی دریافت نکرد. در انتهای جلسه هشتم، پرسش‌نامه پس‌آزمون مجدداً در بین اعضای گروه آزمایش توزیع شد و هم‌زمان گروه کنترل نیز به تکمیل همان پرسش‌نامه پرداخت.

پرسش‌نامه سنجش تفکر انتقادی ریکتس، پیش‌تر در پژوهش‌های گوناگون ((Izadifard & Sepasi, Ashtiani, 2010; pakmehr et al., 2013) از نظر روایی مورد تأیید قرار گرفته است. همچنین به‌منظور بررسی پایایی ابزار، ضریب آلفای کرونباخ برای سه مؤلفه اصلی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون ۰/۸۸ برآورد شد که حاکی از پایایی مناسب ابزار است. برای تحلیل داده‌ها و مقایسه عملکرد دو گروه آزمایش و کنترل و سنجش اثربخشی آموزش سواد هوش مصنوعی، از آزمون‌های آماری تی‌مستقل و تحلیل کوواریانس استفاده شد.

یافته‌ها

جدول (۱) اطلاعات توصیفی پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر تفکر انتقادی و مؤلفه‌های آن را در گروه کنترل و آزمایش نشان می‌دهد.

جدول ۱. اطلاعات توصیفی متغیرهای پژوهش به تفکیک گروه و مرحله

مؤلفه‌ها	گروه	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		اختلاف پیش و پس‌آزمون
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
مؤلفه خلاقیت	کنترل	۳/۱۶	۰/۵۸۳	۳/۱۸	۰/۶۴۷	۰/۰۲
	آزمایش	۳/۲۴	۰/۶۰۱	۳/۹۱	۰/۶۱۸	۰/۶۷
مؤلفه بالندگی	کنترل	۳/۲۳	۰/۵۷۴	۳/۲۹	۰/۶۴۹	۰/۰۶
	آزمایش	۳/۱۲	۰/۶۲۱	۳/۹۹	۰/۶۳۵	۰/۸۷
مؤلفه تعهد	کنترل	۳/۰۸	۰/۵۶۷	۳/۲۱	۰/۶۳۴	۰/۱۳
	آزمایش	۳/۰۰	۰/۵۹۱	۳/۸۶	۰/۶۷۰	۰/۸۶
متغیر تفکر انتقادی	کنترل	۳/۱۶	۰/۵۸۹	۳/۲۳	۰/۶۴۷	۰/۰۷
	آزمایش	۳/۱۲	۰/۴۴۴	۳/۹۲	۰/۴۳۳	۰/۸۰

براساس اطلاعات جدول (۱) اختلاف میانگین بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای گروه آزمایش بیش از گروه کنترل است. یعنی میانگین متغیر تفکر انتقادی و مؤلفه‌های آن برای گروه آزمایش بیش از گروه کنترل در مرحله پس‌آزمون افزایش یافته است.

در این پژوهش از آزمون نیکوئی برازش کولموگروف-اسمیرنوف جهت بررسی نرمال بودن مشاهدات استفاده شده است (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف

گروه	متغیر/ مؤلفه‌ها	کنترل	
		K-S	معناداری
کنترل	مؤلفه خلاقیت	۰/۱۰۹	۰/۰۶۸
	مؤلفه بالندگی	۰/۱۰۶	۰/۰۷۰
	مؤلفه تعهد	۰/۱۱۰	۰/۰۶۵
	متغیر تفکر انتقادی	۰/۰۹۷	۰/۲۰۰ ^a
آزمایش	مؤلفه خلاقیت	۰/۱۰۰	۰/۱۸۶
	مؤلفه بالندگی	۰/۱۰۳	۰/۰۸۸
	مؤلفه تعهد	۰/۰۹۴	۰/۲۰۰ ^a
	متغیر تفکر انتقادی	۰/۱۱۱	۰/۰۶۶

a حد پایین معناداری

با توجه به جدول (۲) با سطح اطمینان ۰/۹۵ کجی داده‌ها معنادار نیست، و شرط نرمال بودن داده‌ها برقرار هست. لذا برای بررسی اختلاف آماری بین پیش‌آزمون‌ها و پس‌آزمون‌های دو گروه کنترل و آزمایش از آزمون پارامتریک تی‌مستقل استفاده می‌کنیم. از آزمون تی‌مستقل برای بررسی اختلاف بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر تفکر انتقادی استفاده شد. جدول (۳) نتایج آزمون لوین برای بررسی همگنی اختلاف واریانس‌های داده‌ها و نتایج آزمون تی‌مستقل برای اختلاف آماری بین پیش‌آزمون‌ها و پس‌آزمون‌های دو گروه کنترل و آزمایش را نشان می‌دهد.

جدول ۳. نتایج آزمون لوین و تی‌مستقل

گروه	متغیر/ مؤلفه‌ها	آزمون لوین		آماره آزمون	درجه آزادی	سطح معناداری	اختلاف میانگین‌ها
		آماره آزمون	سطح معناداری				
کنترل	مؤلفه خلاقیت	۰/۵۲۸	۰/۴۷۰	۰/۵۹۱	۶۲	۰/۵۵۷	-۰/۰۸۷۵۰
	مؤلفه بالندگی	۱/۰۰۹	۰/۳۱۹	۰/۷۲۱	۶۲	۰/۴۷۴	۰/۱۰۷۸۱
	مؤلفه تعهد	۰/۵۲۴	۰/۴۷۲	۰/۵۷۸	۶۲	۰/۵۶۵	۰/۰۸۳۷۵
	متغیر تفکر انتقادی	۱/۰۶۹	۰/۳۰۵	۰/۲۶۶	۶۲	۰/۷۹۱	۰/۰۳۴۶۹
آزمایش	مؤلفه خلاقیت	۰/۰۱۵	۰/۹۰۲	-۴/۶۴۹	۶۲	۰/۰۰۰	-۰/۷۳۵۶۲

گروه	متغیر/ مؤلفه‌ها	آزمون لوین		آماره آزادی	درجه آزادی	سطح معناداری	اختلاف میانگین‌ها
		آماره آزمون	سطح معناداری				
	مؤلفه بالندگی	۰/۰۱۵	۰/۹۰۴	-۴/۳۵۰	۶۲	۰/۰۰۰	-۰/۶۹۸۱۳
	مؤلفه تعهد	۰/۲۱۳	۰/۶۴۶	-۳/۹۴۰	۶۲	۰/۰۰۰	-۰/۶۴۲۱۹
	متغیر تفکر انتقادی	۳/۳۱۳	۰/۰۹۵	-۴/۹۷۵	۶۲	۰/۰۰۰	-۰/۶۸۵۰۰

طبق اطلاعات جدول (۳) آزمون لوین برای متغیر تفکر انتقادی و مؤلفه‌های آن نشان داد که همگن هستند. به همین دلیل سطر مربوط به داده‌های همگن را در آزمون تی مستقل گزارش کردیم. نتایج آزمون تی مستقل، نیز نشان داد برای گروه کنترل سطح پس‌آزمون متغیر تفکر انتقادی و مؤلفه‌های آن نسبت به مرحله پیش‌آزمون تفاوتی ندارد. اما برای گروه آزمایش سطح پس‌آزمون نسبت به مرحله پیش‌آزمون ارتقا یافته است.

با توجه به تفاوت معنادار نتایج مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایش برای تأیید تأثیر مداخله و کنترل از تحلیل کوواریانس استفاده شد. ابتدا پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس شامل (۱) نرمال بودن باقیمانده داده‌های مدل، (۲) همگنی واریانس باقیمانده‌های مدل، و (۳) آزمون شیب همگنی واریانس‌ها بررسی شد. آزمون کلموگروف-اسمیرنوف نشان داد باقیمانده‌های تولیدشده در آزمون تحلیل کوواریانس نرمال هستند؛ آزمون لوین همگنی واریانس باقیمانده‌های مدل را تأیید کرد؛ و فرض همگنی شیب رگرسیون نیز توسط آزمون لوین تأیید شد.

تأثیر آموزش سواد هوش مصنوعی بر خلاقیت

جدول (۴) نتایج آزمون تحلیل کوواریانس را برای تأثیر آموزش مهارت‌های سواد اطلاعاتی بر خلاقیت دانش‌آموزان پسر متوسطه نشان می‌دهد.

جدول ۴. نتایج آزمون اثرات بین‌گروهی مؤلفه خلاقیت

مؤلفه	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	مقدار معناداری	اندازه اثر
مدل اصلاح‌شده	۲۹/۱۶۱ ^a	۳	۹/۷۲۰	۱۳۴/۶۵۸	۰/۰۰۰	۰/۸۷۱
رهگیری	۰/۳۹۵	۱	۰/۳۹۵	۵/۴۷۶	۰/۰۲۳	۰/۰۸۴
مؤلفه خلاقیت پیش‌آزمون	۰/۱۶۰	۱	۰/۱۶۰	۲/۲۱۳	۰/۱۴۲	۰/۰۳۶
گروه	۲۰/۴۶۲	۱	۲۰/۴۶۲	۲۸۳/۴۵۶	۰/۰۰۰	۰/۸۲۵
مؤلفه خلاقیت پیش‌آزمون * گروه	۰/۰۰۵	۱	۰/۰۰۵	۰/۰۶۴	۰/۸۰۲	۰/۰۰۱

مقدار خطا	۴/۳۳۱	۶۰	۰/۰۷۲		
کل	۸۳۷/۶۴۰	۶۴			
کل اصلاح شده	۳۳/۴۹۲	۶۳			
a. مربع R = ۰/۸۷۱ (مربع R تعدیل شده = ۰/۸۶۴)					

- در این بخش تأثیر متغیرهای مستقل و کووریت (پیش‌آزمون مؤلفه خلاقیت) بررسی شده است:
- اثر گروه (آموزش سواد هوش مصنوعی) بر مؤلفه خلاقیت معنادار است و مقدار اندازه اثر آن ۰/۸۲۵ است که نشان‌دهنده تأثیر قوی مداخله بر مؤلفه خلاقیت است.
- اثر کووریت (متغیر پیش‌آزمون خلاقیت) معنادار نیست، یعنی پیش‌آزمون در نمرات پس‌آزمون نقش ندارد.
- مقدار مربع R تعدیل شده (۰/۸۶۴) نشان می‌دهد که ۸۶/۴ درصد از واریانس نمرات پس‌آزمون توسط متغیرهای وارد شده در مدل (آموزش و متغیر مؤلفه خلاقیت) تبیین شده است، که مقدار بالایی محسوب می‌شود.

در کل آموزش سواد هوش مصنوعی تأثیر معناداری بر افزایش مؤلفه خلاقیت دانش‌آموزان پسر متوسطه داشته است و اندازه اثر بزرگ (۰/۸۲۵) نشان می‌دهد که تأثیر این مداخله قوی بوده است. همچنین اثر متغیر کووریت (پیش‌آزمون)، در نتایج پس‌آزمون مؤثر نبوده است.

تأثیر آموزش سواد هوش مصنوعی بر بالندگی

جدول (۵) نتایج آزمون تحلیل کوواریانس را برای تأثیر آموزش مهارت‌های سواد اطلاعاتی بر بالندگی دانش‌آموزان پسر متوسطه نشان می‌دهد.

جدول ۵. نتایج آزمون اثرات بین‌گروهی مؤلفه بالندگی

مؤلفه	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	مقدار معناداری	اندازه اثر
مدل اصلاح شده	۲۷/۲۱۵ ^a	۳	۹/۰۷۲	۸۸/۷۹۰	۰/۰۰۰	۰/۸۱۶
رهگیری	۰/۹۰۹	۱	۰/۹۰۹	۸/۸۹۵	۰/۰۰۴	۰/۱۲۹
مؤلفه بالندگی پیش‌آزمون	۰/۵۹۸	۱	۰/۵۹۸	۵/۸۴۹	۰/۰۱۹	۰/۰۸۹
گروه	۱۹/۳۹۵	۱	۱۹/۳۹۵	۱۸۹/۸۳۷	۰/۰۰۰	۰/۷۶۰
مؤلفه بالندگی پیش‌آزمون * گروه	۰/۰۳۹	۱	۰/۰۳۹	۰/۳۷۸	۰/۵۴۱	۰/۰۰۶
مقدار خطا	۶/۱۳۰	۶۰	۰/۱۰۲			
کل	۸۸۰/۴۴۶	۶۴				

کل اصلاح‌شده	۳۳/۳۴۵	۶۳			
a. مربع $R = ۰/۷۸۱$ (مربع R تعدیل‌شده = $۰/۷۵۳$)					

- در جدول (۵) تأثیر متغیرهای مستقل و کووریت (پیش‌آزمون مؤلفه بالندگی) بررسی شده است: اثر گروه (آموزش سواد هوش مصنوعی) بر مؤلفه بالندگی معنادار است و مقدار اندازه اثر آن $۰/۷۶۰$ است که نشان‌دهنده تأثیر قوی مداخله بر مؤلفه بالندگی است.
- اثر کووریت (پیش‌آزمون مؤلفه بالندگی) نیز معنادار است، یعنی پیش‌آزمون در نمرات پس‌آزمون نقش دارد، اما اندازه اثر آن ($۰/۰۸۹$) به نسبت اثر مداخله ($۰/۷۶۰$) اندک است.
- مقدار مربع R تعدیل‌شده ($۰/۷۸۱$) نشان می‌دهد که $۷۸/۱$ درصد از واریانس نمرات پس‌آزمون توسط متغیرهای واردشده در مدل (آموزش و مؤلفه بالندگی اولیه) تبیین شده است، که مقدار بالایی محسوب می‌شود.

در کل آموزش سواد هوش مصنوعی تأثیر معناداری بر افزایش مؤلفه بالندگی دانش‌آموزان پسر متوسطه داشته است و اندازه اثر بزرگ ($۰/۷۶۰$) نشان می‌دهد که تأثیر این مداخله قوی بوده است. با توجه به معنادار بودن متغیر کووریت (پیش‌آزمون)، سطح اولیه مؤلفه بالندگی نیز در نتایج پس‌آزمون مؤثر بوده است اما تأثیر آن کم است.

تأثیر آموزش سواد هوش مصنوعی بر تعهد

جدول (۶) نتایج آزمون تحلیل کوواریانس را برای تأثیر آموزش مهارت‌های سواد اطلاعاتی بر تعهد دانش‌آموزان پسر متوسطه نشان می‌دهد.

جدول ۶. نتایج آزمون اثرات بین‌گروهی مؤلفه تعهد

مؤلفه	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	مقدار معناداری	اندازه اثر
مدل اصلاح‌شده	$۲۹/۷۱۰^a$	۳	$۹/۹۰۳$	$۱۸۳/۲۳۱$	$۰/۰۰۰$	$۰/۹۰۲$
رهگیری	$۰/۲۴۶$	۱	$۰/۲۴۶$	$۴/۵۵۴$	$۰/۰۳۷$	$۰/۰۷۱$
مؤلفه تعهد پیش‌آزمون	$۰/۱۶۲$	۱	$۰/۱۶۲$	$۲/۹۸۹$	$۰/۰۸۹$	$۰/۰۴۷$
گروه	$۲۲/۹۹۷$	۱	$۲۲/۹۹۷$	$۴۲۵/۴۸۱$	$۰/۰۰۰$	$۰/۸۷۶$
مؤلفه تعهد پیش‌آزمون * گروه	$۰/۰۱۹$	۱	$۰/۰۱۹$	$۰/۳۵۳$	$۰/۵۵۵$	$۰/۰۰۶$
مقدار خطا	$۳/۲۴۳$	۶۰	$۰/۰۵۴$			
کل	$۸۳۲/۶۴۱$	۶۴				
کل اصلاح‌شده	$۳۲/۹۵۳$	۶۳				

$$a. \text{مربع } R = 0.2/0.897 \text{ (مربع } R \text{ تعدیل شده } = 0.897)$$

- اثر گروه (آموزش سواد هوش مصنوعی) بر مؤلفه تعهد معنادار است و مقدار اندازه اثر آن ۰/۸۷۶ است که نشان‌دهنده تأثیر قوی مداخله بر مؤلفه تعهد است.

- اثر کووریت (پیش‌آزمون مؤلفه تعهد) معنادار نیست، یعنی پیش‌آزمون در نمرات پس‌آزمون نقش ندارد.
- مقدار مربع R تعدیل‌شده (۰/۸۹۷) نشان می‌دهد که ۸۹/۷ درصد از واریانس نمرات پس‌آزمون توسط متغیرهای واردشده در مدل (آموزش و مؤلفه تعهد اولیه) تبیین شده است، که مقدار بالایی محسوب می‌شود.

در کل آموزش سواد هوش مصنوعی تأثیر معناداری بر افزایش مؤلفه تعهد دانش‌آموزان پسر متوسطه داشته است و اندازه اثر بزرگ (۰/۸۷۶) نشان می‌دهد که تأثیر این مداخله قوی بوده است. همچنین متغیر کورریت (پیش‌آزمون)، سطح اولیه مؤلفه تعهد در نتایج پس‌آزمون مؤثر نبوده است.

جدول (۷) نتایج آزمون تحلیل کوواریانس را برای تأثیر آموزش مهارت‌های سواد اطلاعاتی بر متغیر تفکر انتقادی دانش‌آموزان پسر متوسطه نشان می‌دهد.

جدول ۷. نتایج آزمون اثرات بین‌گروهی متغیر تفکر انتقادی

متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	مقدار معناداری	اندازه اثر
مدل اصلاح شده	۲۹/۴۶۴ ^a	۳	۰/۸۲۱	۶۹/۹۷۸	۰/۰۰۰	۰/۷۷۸
رهگیری	۱/۷۶۶	۱	۱/۷۶۶	۱۸/۱۱۷	۰/۰۰۰	۰/۲۳۲
متغیر تفکر انتقادی پیش‌آزمون	۱/۵۴۶	۱	۱/۵۴۶	۱۵/۸۵۹	۰/۰۰۰	۰/۲۰۹
گروه	۹/۹۳۴	۱	۹/۹۳۴	۱۰۱/۹۰۵	۰/۰۰۰	۰/۶۲۹
متغیر تفکر انتقادی پیش‌آزمون * گروه	۰/۶۵۴	۱	۰/۰۵۴	۶/۷۰۶	۰/۱۱۲	۰/۱۰۱
مقدار خطا	۵/۸۴۹	۶۰	۰/۰۹۷			
کل	۸۴۴/۹۸۸	۶۴				
کل اصلاح شده	۲۶/۳۱۳	۶۳				

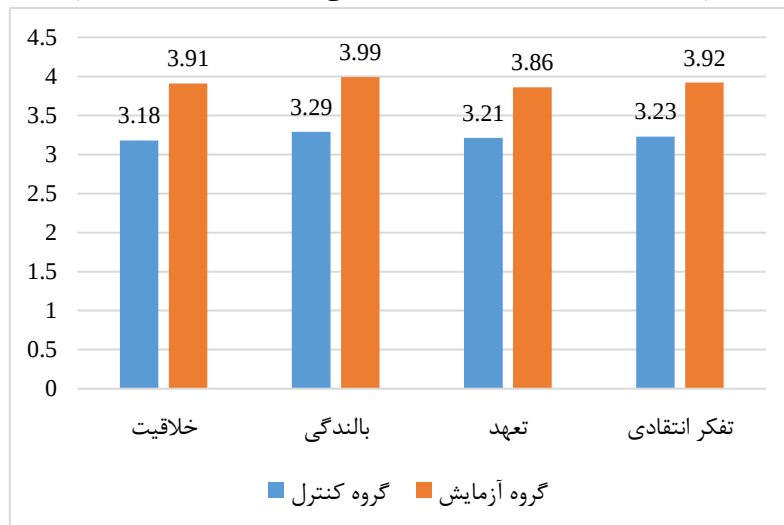
a. مربع R = ۰/۷۷۸ (مربع R تعدیل شده = ۰/۷۶۷)

در جدول (۷) بخش تأثیر متغیرهای مستقل و کوواریت (پیش‌آزمون متغیر تفکر انتقادی) بررسی شده است:

- اثر گروه (آموزش سواد هوش مصنوعی) بر متغیر تفکر انتقادی معنادار است و مقدار اندازه اثر آن ۰/۶۲۹ است که نشان‌دهنده تأثیر قوی مداخله بر متغیر تفکر انتقادی است.
- اثر کوواریت (پیش‌آزمون متغیر تفکر انتقادی) نیز معنادار است، یعنی پیش‌آزمون در نمرات پس‌آزمون نقش دارد، اما اثر آن کم است (۰/۲۰۹) و کمتر از اندازه اثر مداخله (۰/۶۲۹) است.
- مقدار مربع R تعدیل‌شده (۰/۷۶۷) نشان می‌دهد که ۷۶/۷ درصد از واریانس نمرات پس‌آزمون توسط متغیرهای واردشده در مدل (آموزش و متغیر تفکر انتقادی اولیه) تبیین شده است، که مقدار بالایی محسوب می‌شود.

در کل آموزش مهارت‌های سواد هوش مصنوعی تأثیر معناداری بر افزایش متغیر تفکر انتقادی دانش‌آموزان پسر متوسطه داشته است و اندازه اثر بزرگ (۰/۶۲۹) نشان می‌دهد که تأثیر این مداخله قوی بوده است. همچنین متغیر کوواریت (پیش‌آزمون)، سطح اولیه متغیر تفکر انتقادی در نتایج پس‌آزمون مؤثر بوده است. اما تأثیر آن کم (۰/۲۰۹) است.

نمودار (۱) میانگین پس‌آزمون متغیر تفکر انتقادی و مؤلفه‌های آن را برای دانش‌آموزان در دو گروه کنترل و آزمایش را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که تفاوت از نظر مهارت‌های متغیر تفکر انتقادی مؤلفه‌های آن را در مرحله پس‌آزمون به سطح معنادار رسیده است. بنابراین، مهارت‌های متغیر تفکر انتقادی و مؤلفه‌های آن در دانش‌آموزان پس از آموزش مؤلفه‌های هوش مصنوعی به‌طور معناداری افزایش پیدا کرده است.



نمودار ۱. میانگین پس‌آزمون متغیر تفکر انتقادی و مؤلفه‌های آن در گروه کنترل و آزمایش

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که آموزش سواد هوش مصنوعی تأثیر معنادار و قابل توجهی بر ارتقاء تفکر انتقادی دانش‌آموزان پسر پایه نهم داشته است. این تأثیر با اندازه اثر بالا، نشان‌دهنده اثربخشی واقعی و عمیق برنامه آموزشی طراحی شده است. تفکر انتقادی به عنوان توانایی تحلیل، ارزیابی و استدلال منطقی، در مواجهه با اطلاعات پیچیده و فناوری‌های نوین اهمیت ویژه‌ای دارد. جلسات آموزشی این پژوهش، با تمرکز بر مفاهیم بنیادین هوش مصنوعی، کاربردهای اجتماعی و چالش‌های اخلاقی، بستری فراهم آوردند تا دانش‌آموزان بتوانند در فضایی تعاملی و مسئله‌محور، مهارت‌های تفکر انتقادی خود را تمرین و تقویت کنند. پژوهش‌های پیشین (Saadat-Dorabi & Ahmadzadeh, 2023; Faqih, 2023; Meymand, 2024; Walter, 2024) نیز بر نقش آموزش‌های فناورانه، مشارکتی و اخلاق‌محور در ارتقاء تفکر انتقادی تأکید کرده‌اند. در این پژوهش، استفاده از سناریوهای واقعی، بحث‌های گروهی، و تحلیل پیامدهای اجتماعی هوش مصنوعی، موجب شد تا دانش‌آموزان با دیدی چندجانبه به مسائل نگاه کنند و توانایی قضاوت منطقی و مسئولانه را در خود پرورش دهند. همچنین، معنادار نبودن اثر پیش‌آزمون نشان می‌دهد که مداخله آموزشی عامل اصلی ارتقاء بوده و نه صرفاً تفاوت‌های اولیه بین دانش‌آموزان. خلاقیت به عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی تفکر انتقادی، براساس نتایج آزمون تحلیل کوواریانس و اندازه به‌دست‌آمده در این پژوهش، تحت تأثیر مثبت و قوی (اثر ۸۲/۵ درصدی) آموزش سواد هوش مصنوعی قرار گرفت. فعالیت‌های عملی، تولید محتوا، کار با ابزارهای هوش مصنوعی و تحلیل کاربردهای واقعی، فرصت‌هایی برای تجربه‌سازی، ایده‌پردازی و نوآوری فراهم کردند. دانش‌آموزان در جریان این آموزش‌ها، نه تنها با فناوری آشنا شدند، بلکه توانستند از آن برای خلق راه‌حل‌های جدید، طراحی پروژه‌های ساده و بیان دیدگاه‌های نو استفاده کنند. این یافته با پژوهش‌های دیگر (Azizpour & Azizpour, 2023; Estevez et al., 2019; Kajiwar et al., 2023) هم‌راستا است که نشان دادند آموزش‌های فناورانه و پروژه‌محور موجب رشد خلاقیت و حل مسئله در دانش‌آموزان می‌شود. همچنین، استفاده از ابزارهایی مانند ChatGPT و پلتفرم‌های تعاملی، به دانش‌آموزان امکان داد تا با فناوری به صورت ملموس و هدف‌مند تعامل داشته باشند و از طریق تجربه مستقیم، خلاقیت خود را شکوفا کنند. مؤلفه بالندگی، که شامل درک مسئولیت‌های اجتماعی، توانایی قضاوت اخلاقی و ثبات رفتاری است، در این پژوهش تحت تأثیر مثبت (اثر ۸۶/۴ درصد) آموزش سواد هوش مصنوعی قرار گرفت. پرداختن به مسائل اخلاقی در جلسه پنجم، از جمله بررسی سناریوهای واقعی مانند استفاده از هوش مصنوعی در استخدام یا نمره‌دهی، موجب شد تا دانش‌آموزان با پیامدهای انسانی و اجتماعی فناوری آشنا شوند. تدوین منشور اخلاقی توسط گروه‌های دانش‌آموزی، تمرینی عملی برای درک مسئولیت‌پذیری و بالندگی فکری بود. پژوهش‌های قبلی (Deldar et al., 2022; Lee et al., 2021) نیز نشان داده‌اند که آموزش‌های اخلاق‌محور می‌توانند موجب ارتقاء بالندگی عاطفی و شناختی دانش‌آموزان شوند. در این

پژوهش، معنادار بودن اثر پیش‌آزمون نشان می‌دهد که سطح اولیه بالندگی نقش داشته، اما اندازه اثر آموزش بسیار بیشتر بوده و نشان‌دهنده تأثیر واقعی مداخله است. این امر اهمیت طراحی آموزش‌هایی با رویکرد اخلاقی و اجتماعی را در تربیت نسل آینده برجسته می‌سازد.

تعهد به‌عنوان مؤلفه‌ای از تفکر انتقادی که شامل مسئولیت‌پذیری، انگیزه درونی و پایبندی به ارزش‌هاست، در این پژوهش تحت تأثیر بسیار قوی (اثر ۸۹/۷ درصد) آموزش سواد هوش مصنوعی قرار گرفت. فعالیت‌های پایانی در جلسه هشتم، شامل مرور مفاهیم، بحث درباره آینده هوش مصنوعی و نقش دانش‌آموزان در جامعه آینده، موجب شد تا آنان نگرشی هدفمند و متعهدانه نسبت به یادگیری و کاربرد فناوری پیدا کنند. در این پژوهش، دانش‌آموزان با درک نقش خود در جامعه دیجیتال، تمایل بیشتری برای مشارکت فعال در فرآیندهای یادگیری و تصمیم‌گیری نشان دادند. اندازه اثر بسیار بالا در این مؤلفه، نشان‌دهنده موفقیت برنامه آموزشی در پرورش نگرش‌های پایدار و مسئولانه است.

نتایج پژوهش حاضر به‌روشنی نشان داد که آموزش سواد هوش مصنوعی، به‌ویژه در قالب برنامه آموزشی ساختارمند و چندوجهی، می‌تواند تأثیر چشمگیری بر ارتقاء تفکر انتقادی دانش‌آموزان داشته باشد. این تأثیر نه تنها در سطح کلی تفکر انتقادی مشاهده شد، بلکه در سه مؤلفه مهم آن یعنی خلاقیت، بالندگی و تعهد نیز به‌طور معنادار و با اندازه اثر بالا نمایان شد. چنین یافته‌ای بیانگر آن است که آموزش هوش مصنوعی، اگر به‌درستی طراحی و اجرا شود، می‌تواند فراتر از انتقال دانش فنی عمل کرده و به پرورش مهارت‌های شناختی، اخلاقی و اجتماعی دانش‌آموزان کمک کند.

برنامه آموزشی مورد استفاده در این پژوهش با ترکیب مفاهیم نظری، فعالیت‌های عملی، بحث‌های گروهی و تأملات اخلاقی، توانست بستری فراهم آورد که در آن دانش‌آموزان نه تنها با فناوری آشنا شوند، بلکه نسبت به پیامدهای آن در زندگی فردی و اجتماعی نیز حساسیت پیدا کنند. این رویکرد چندلایه موجب شد تا دانش‌آموزان در فرآیند یادگیری، به تفکر خلاقانه، مسئولانه و تحلیلی روی آورند و نگرش خود را نسبت به فناوری‌های نوین بازنگری کنند. همچنین، استفاده از ابزارهای واقعی هوش مصنوعی در جلسات آموزشی، تجربه‌ای ملموس و انگیزشی برای دانش‌آموزان فراهم کرد که نقش مهمی در افزایش تعهد و علاقه‌مندی آنان به یادگیری داشت.

با توجه به روند روبه‌رشد نفوذ هوش مصنوعی در تمامی ابعاد زندگی، از آموزش گرفته تا اشتغال و ارتباطات اجتماعی، نتایج این پژوهش می‌تواند به‌عنوان مبنایی علمی برای بازنگری در سیاست‌های آموزشی و تربیتی مورد استفاده قرار گیرد. طراحی برنامه‌های درسی نوین که در آن سواد هوش مصنوعی به‌عنوان مهارتی پایه در کنار مهارت‌های تفکر انتقادی، حل مسئله و اخلاق دیجیتال آموزش داده شود، می‌تواند نقش مهمی در آماده‌سازی نسل آینده برای زیستن در جامعه‌ای فناورانه و پیچیده ایفا کند. این پژوهش نشان داد که آموزش هوش مصنوعی نه تنها ضرورتی فناورانه، بلکه فرصتی تربیتی برای پرورش شهروندانی آگاه، تحلیل‌گر و مسئولیت‌پذیر است.

- در ادامه چند پیشنهاد برای پژوهش‌های آینده ارائه می‌شود:
- ◇ انجام پژوهش‌های مشابه با نمونه‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تر از نظر جنسیت، پایه تحصیلی و منطقه جغرافیایی: یافته‌های این پژوهش نشان داد آموزش سواد هوش مصنوعی تأثیر معناداری بر ارتقای تفکر انتقادی دانش‌آموزان پسر پایه نهم دارد. برای بررسی میزان تعمیم‌پذیری این نتایج، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با نمونه‌های گسترده‌تر و متنوع‌تر انجام شوند.
 - ◇ بررسی اثرات بلندمدت آموزش سواد هوش مصنوعی بر عملکرد تحصیلی و رفتارهای اجتماعی دانش‌آموزان: نتایج نشان داد آموزش کوتاه‌مدت هشت‌جلسه‌ای اثر قابل‌توجهی بر تفکر انتقادی دارد. بنابراین، پژوهش‌های آینده می‌توانند اثرات پایدارتر و بلندمدت این آموزش‌ها را بر سایر ابعاد یادگیری و رفتار اجتماعی بررسی کنند.
 - ◇ مقایسه اثربخشی روش‌های مختلف آموزش هوش مصنوعی (حضور، مجازی، ترکیبی) بر مؤلفه‌های شناختی: چون این پژوهش صرفاً از آموزش حضوری استفاده کرد، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی روش‌های مختلف آموزش مقایسه شوند تا مشخص شود کدام شیوه در ارتقای تفکر انتقادی مؤثرتر است.
 - ◇ تحلیل نقش واسطه‌ای متغیرهایی مانند انگیزه، همدلی، یا سواد رسانه‌ای در رابطه بین آموزش هوش مصنوعی و تفکر انتقادی: یافته‌های این پژوهش نشان داد آموزش سواد هوش مصنوعی به‌طور مستقیم بر مؤلفه‌های تفکر انتقادی اثرگذار است. پژوهش‌های آینده می‌توانند بررسی کنند که آیا متغیرهای روان‌شناختی یا اجتماعی نقش واسطه‌ای در این رابطه دارند یا خیر.

References

- Akcaoglu, M. Ö., Mor, E., & Külekçi, E. (2023). The mediating role of metacognitive awareness in the relationship between critical thinking and self-regulation. *Thinking Skills and Creativity*, 47, 101187. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101187>
- Almulla, M. A., & Al-Rahmi, W. M. (2023). Integrated social cognitive theory with learning input factors: The effects of problem-solving skills and critical thinking skills on learning performance sustainability. *Sustainability*, 15(5), 3978.
- Aston, K. J. (2024). 'Why is this hard, to have critical thinking?' Exploring the factors affecting critical thinking with international higher education students. *Active Learning in Higher Education*, 25(3), 537–550. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/14697874231168341>
- Azizpour, M., & Azizpour, A. (2023). *Using Artificial Intelligence Technology in Educational Content Production to Increase Students' Learning and Creativity* Second International Conference on Educational Sciences, Counseling, Psychology and Social Sciences, Hamadan. [In Persian]. <https://civilica.com/doc/1757166>
- Chiu, T. K. (2021). A holistic approach to the design of artificial intelligence (AI) education for K-12 schools. *TechTrends*, 65(5), 796–807.

- Chiu, T. K., Meng, H., Chai, C.-S., King, I., Wong, S., & Yam, Y. (2021). Creation and evaluation of a pretertiary artificial intelligence (AI) curriculum. *IEEE Transactions on Education*, 65(1), 30–39. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/TE.2021.3085878>
- Deldar, H., Razavi, M. R., & Faghih Nia, M. A. (2022). The effect of media literacy training on the use of social networks and improving the emotional maturity of senior high school students. *Technology of Education Journal (TEJ)*, 16(2), 401–412. [In Persian]. <https://doi.org/https://doi.org/10.22061/tej.2022.7753.2579>
- Elbaly, M. Y. H., & Elfeky, A. I. M. (2023). The impact of problem-solving programs in developing critical thinking skills. *European Chemical Bulletin*, 12, 6636–6642. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0001-9208-8537>
- Estevez, J., Garate, G., & Graña, M. (2019). Gentle introduction to artificial intelligence for high-school students using scratch. *IEEE access*, 7, 179027–179036.
- Facione, P. A. (2011). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight assessment*, 1(1), 1–23. <https://www.insightassessment.com/wp-content/uploads/ia/pdf/whatwhy.pdf>
- Faqih, N. (2023). Developing literacy and critical thinking with AI: What students say. Proceeding of Annual International Conference on Islamic Education (AICIED),
- Fathahillah, F., Fakhri, M. M., & Ahmar, A. S. (2023). Analysis of artificial intelligence literacy in the blended learning model in higher education. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, 3(4), 566–575.
- Funmi, K., & Qian, X. (2020). Critical thinking an antidote to artificial intelligence threat: An innovation in teacher education practices. *Proc. Int. Conf. Educ*,
- Halonen, J. S. (1995). Demystifying critical thinking. *Teaching of psychology*, 22(1), 75–81. https://doi.org/https://doi.org/10.1207/s15328023top2201_23
- Huang, X., & Qiao, C. (2024). Enhancing computational thinking skills through artificial intelligence education at a STEAM high school. *Science & Education*, 33(2), 383–403. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11191-022-00389-5>
- Izadifard, R., & Sepasi-Ashtiani, M. (2010). The effectiveness of cognitive-behavioral therapy with problem-solving skills training in reducing symptoms of test anxiety. *Journal of Behavioral Sciences*, 4(1), 23–28. [In Persian].
- Jia, X.-H., & Tu, J.-C. (2024). Towards a new conceptual model of AI-enhanced learning for college students: The roles of artificial intelligence capabilities, general self-efficacy, learning motivation, and critical thinking awareness. *Systems*, 12(3), 74. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/systems12030074>
- Kajiwar, Y., Matsuoka, A., & Shinbo, F. (2023). Machine learning role playing game: Instructional design of AI education for age-appropriate in K-12 and beyond. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100162. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100162>
- Lee, I., Ali, S., Zhang, H., DiPaola, D., & Breazeal, C. (2021). Developing middle school students' AI literacy. Proceedings of the 52nd ACM technical symposium on computer science education,
- Mason, M. (2007). Critical thinking and learning. *Educational philosophy and theory*, 39(4), 339–349. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2007.00343.x>
- Michaeli, T., Romeike, R., & Seegerer, S. (2022). What students can learn about artificial intelligence—recommendations for K-12 computing education. IFIP World Conference on Computers in Education,

- Moghadam, Z. B., Narafshan, M. H., & Tajadini, M. (2023). The effect of implementing a critical thinking intervention program on English language learners' critical thinking, reading comprehension, and classroom climate. *Asian-Pacific Journal of Second and Foreign Language Education*, 8(1), 15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40862-023-00194-z>
- Muthmainnah, Ibna Seraj, P. M., & Oteir, I. (2022). Playing with AI to investigate human-computer interaction technology and improving critical thinking skills to pursue 21st century age. *Education Research International*, 2022(1), 6468995. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2022/6468995>
- Nappi, C., & Cuocolo, A. (2020). The machine learning approach: Artificial intelligence is coming to support critical clinical thinking. *Journal of Nuclear Cardiology*, 27(1), 156–158. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00330-020-06918-x>
- Ng, D. T. K., Su, J., Leung, J. K. L., & Chu, S. K. W. (2024). Artificial intelligence (AI) literacy education in secondary schools: a review. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 6204–6224. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2255228>
- pakmehr, H., mirdrogi, F., ghanaei, A., & karami, M. (2013). Reliability, Validity and Factor Analysis of Ricketts' Critical Thinking Disposition Scales in High School. *Quarterly of Educational Measurement*, 4(1), 33–54. [In Persian]. https://jem.atu.ac.ir/article_2678.html?lang=en
- Panciroli, C., & Rivoltella, P. C. (2023). Can an algorithm be fair?: intercultural biases and critical thinking in generative artificial intelligence social uses. *Schol : rivista di educazione e studi culturali: LXI*, 2, 2023, 67–84.
- Paul, R., & Elder, L. (1992). Critical thinking: What, why, and how. *New Directions for Community Colleges*, 1992, 3–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cc.36819927703>
- Pettersson, H. (2023). From critical thinking to criticality and back again. *Journal of Philosophy of Education*, 57(2), 478–494. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1467-9752.12744>
- Pirouzfard, K., Azad, R., & Moalemi, S. (2024). Application of Artificial Intelligence in Teaching and Learning. *International Conference on Humanities, Educational Sciences, Law and Social Sciences*. [In Persian] <https://civilica.com/doc/1669151>
- Qureshi, M. A., Khaskheli, A., Qureshi, J. A., Raza, S. A., & Yousufi, S. Q. (2023). Factors affecting students' learning performance through collaborative learning and engagement. *Interactive Learning Environments*, 31(4), 2371–2391. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1799036>
- R doi, M.-C., Gabor, E., Oancea, M., & Saftiu, B. (2025). Ethical Implications of Artificial Intelligence in Higher Education. *SCIENTIA MORALITAS-International Journal of Multidisciplinary Research*, 10(1), 288–298. <https://scientiamoralitas.com/index.php/sm/article/view/313>
- Ramdani, A., Jufri, A., Gunawan, G., Fahrurrozi, M., & Yustiqvar, M. (2021). Analysis of students' critical thinking skills in terms of gender using science teaching materials based on the 5E learning cycle integrated with local wisdom. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(2), 187–199. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jpii.v10i2.30053>
- Ricketts, J. C. (2003). *Critical thinking skills of selected youth leaders: The efficacy of leadership development, critical thinking dispositions, and student academic performance* University of Florida].

- Rusandi, M. A., Ahman, Saripah, I., Khairun, D. Y., & Mutmainnah. (2023). No worries with ChatGPT: building bridges between artificial intelligence and education with critical thinking soft skills. *Journal of Public Health*, 45(3), e602–e603. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/pubmed/fdad062>
- Saadat-Dorabi, F., & Ahmadzadeh Meymand, P. (2024). Modeling the effect of collaborative learning on critical thinking mediated by empathy in junior high school students (case study of Nir region). *Journal of New Research Approaches in Management And Accounting*, 8(1), 1032–1041. [In Persian].
- Saeedavi, S., & Rafiei-Taghanaki, F. (2023). *vestigating the role of artificial intelligence in students' learning and performance* Third National Conference on Applied Ideas in Educational Sciences, Psychology and Cultural Studies, Bushehr. [In Persian]. <https://civilica.com/doc/1833981>
- Sanusi, I. T., Oyelere, S. S., Vartiainen, H., Suhonen, J., & Tukiainen, M. (2023). Developing middle school students' understanding of machine learning in an African school. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100155. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100155>
- Shaw, A., Liu, O. L., Gu, L., Kardonova, E., Chirikov, I., Li, G., Hu, S., Yu, N., Ma, L., & Guo, F. (2020). Thinking critically about critical thinking: validating the Russian HEIghTen® critical thinking assessment. *Studies in Higher Education*, 45(9), 1933–1948. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1665327>
- Shin, S. (2021). A study on the framework design of artificial intelligence thinking for artificial intelligence education. *International Journal of Information and Education Technology*, 11(9), 392–397. <https://doi.org/https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.9.1541>
- Siegel, H. (1980). Critical thinking as an educational ideal. *The Educational Forum*, 44(1), 1–11.
- Spector, J. M., & Ma, S. (2019). Inquiry and critical thinking skills for the next generation: from artificial intelligence back to human intelligence. *Smart Learning Environments*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40561-019-0093-6>
- Steinbauer, G., Kandhofer, M., Chklovski, T., Heintz, F., & Koenig, S. (2021). A differentiated discussion about AI education K-12. *KI-Künstliche Intelligenz*, 35(2), 131–137. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13218-021-00724-8>
- Stolpe, K., & Hallström, J. (2024). Artificial intelligence literacy for technology education. *Computers and Education Open*, 6, 100159. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100159>
- Su, J., Ng, D. T. K., & Chu, S. K. W. (2023). Artificial intelligence (AI) literacy in early childhood education: The challenges and opportunities. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100124. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100124>
- Tuhtaboevich, T. A. (2023). Developing critical thinking skills for university success in the age of digital technology. *JournalNX*, 9(3), 125–132.
- Walter, Y. (2024). Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s41239-024-00404-9>
- Weimann-Sandig, N. (2023). Digital literacy and artificial intelligence—does chat gpt introduce the end of critical thinking in higher education? EDULEARN23 Proceedings,

Zhang, H., Lee, I., Ali, S., DiPaola, D., Cheng, Y., & Breazeal, C. (2023). Integrating ethics and career futures with technical learning to promote AI literacy for middle school students: An exploratory study. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(2), 290–324.