

Original Research


Studying the Effective Factors in Increasing the Efficiency of Teachers in the Education Process with an Emphasis on the Ergonomics of Smart Classes in the Elementary Level of Mazandaran Province

Davood Kia Kojouri 

Associate Professor, Department of Public Administration, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran.
(corresponding author) dr.davoodkia@iau.ac.ir

Sareh Nurashrafedin 

Graduate of the Educational Management Department, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran.
Nurashrafedin@yahoo.com

Yasaman Charyani Zanjani 

PhD Candidate, Department of Public Administration, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran.
yasaman.charyani@iau.ac.ir

Abstract

The use of information and communication technology in schools should be done while maintaining ergonomic standards. The purpose of this study was to investigate the factors affecting the increase in the efficiency of teachers in the education process with an emphasis on the ergonomics of smart classrooms in the primary schools of Mazandaran province. This study was conducted with a descriptive method, based on an applied purpose and with a mixed approach (quantitative-qualitative). The statistical population of the research consisted of 10 education experts in Mazandaran province who had expertise in the field of ergonomics. To conduct the research, initially, indicators related to the research were extracted using text content analysis, for this purpose, 42 reputable domestic and international articles were used. In the quantitative stage, Delphi questionnaires were used to screen the obtained indicators and AHP was used for the final ranking of the indicators. Data analysis was carried out using the DELPHI-AHP approach. Based on the results, it can be said that educational space is the most important criterion and reducing the possibility of noise exceeding the standard level reaching schools with appropriate location was identified as the first priority among the sub-criteria.

Keywords

teacher efficiency
education process
ergonomics
multi-criteria
decision-making
approach

Article History

Received:
25 February, 2025
Revised:
04 March, 2025
Accepted:
09 March, 2025

Cite this article as (APA): Kia Kojouri, D., Nurashrafedin, S., & Charyani Zanjani, Y. (2025). Studying the effective factors in increasing the efficiency of teachers in the education process with an emphasis on the ergonomics of smart classes in the elementary level of Mazandaran province. *Innovation in Teaching, Learning and Evaluation*, 1(4), 73-96.
<https://10.22034/jitle.2025.508890.1022>



This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-ncnd/4.0/>).

Extended Abstract

Introduction: Failure to adhere to environmental ergonomics and inappropriate educational tools have been shown to produce varying effects on students' perception of physical pain and the functioning of their cardiovascular, respiratory, musculoskeletal, and metabolic systems. Increased respiratory rate, spinal pain, elevated blood pressure and oxygen consumption, reduced strength in engaged muscles, and early onset of physical fatigue in children are all indicators of this issue. Consequently, extensive research has been conducted on optimizing and considering ergonomics among students (Badeleh & Sahebi, 2019). A combination of individual, environmental, and organizational factors influences teachers' efficiency in the teaching and learning process. Based on existing literature, the most significant factors affecting teachers' efficiency, particularly in smart learning environments, can be categorized as individual and skill-based factors (Badpar & Ghasemi, 2015; Lotfabadi, 2012; Safin et al., 2020), ergonomic factors in smart classrooms (Ghovidel et al., 2022; Safin et al., 2020; Bradley et al., 2019), and organizational and managerial factors (Javornik & Klemenčič Mirazchiyski, 2023; Hassani Abiz et al., 2021). Ergonomic factors in smart classrooms are reflected in the design of educational spaces. The use of adjustable desks and chairs with height adaptability to accommodate students' physical needs (Ghovidel et al., 2022; Safin et al., 2020), flexible classroom layouts that allow for group activities and easy access to digital equipment (Safin et al., 2020; Badleh et al., 2019), and access to ergonomic smart equipment, such as interactive boards installed at appropriate viewing angles to reduce visual fatigue (Badleh et al., 2019), all contribute to achieving ergonomic goals. Additionally, using high-quality audio systems to alleviate vocal strain among teachers further enhances the ergonomic effectiveness of smart classrooms (Ghovidel et al., 2022).

Method: The present study employs a mixed-methods (quantitative-qualitative) approach and is categorized as an applied research study based on its objective. Data collection was carried out through documentary research (library sources), observations (field studies), and documentation. The research indicators were identified through a comprehensive review of previous literature, drawing upon 43 selected articles. For the analysis phase, a combined DELPHI-AHP technique was utilized to evaluate the identified criteria. Following the completion of the qualitative phase and the extraction of relevant indicators, a three-level model consisting of objectives, criteria, and sub-criteria was developed. To conduct pairwise comparisons and determine the dependencies among the criteria and sub-criteria, structured questionnaires were designed and distributed among educational experts in Mazandaran province. These experts were selected based on their specialized knowledge of ergonomics and their familiarity with the anatomy of students. Given the general recommendation that the number of expert interviewees should not be excessive—typically between 5 and 15—the study incorporated a sample of 10 experts from the province's education sector. The experts were selected through a non-probabilistic purposive sampling method. These individuals had over 20 years of experience in the education sector, were employed in the education departments of cities within Mazandaran province during the interview period, and were recognized as authorities in teacher efficiency or school ergonomics with relevant publications in these fields. Subsequently, the AHP (Analytic Hierarchy Process) technique was applied to analyze the collected data and prioritize the identified criteria and sub-criteria. The main objective of this study was to establish a ranking system for the sub-criteria influencing teachers' efficiency in the teaching-learning process, with a specific focus on ergonomics in smart classrooms at the elementary level in Mazandaran province. AHP provided a structured framework for conducting general analyses and facilitating decision-making. The validity of the research questionnaire was confirmed using the Delphi technique, while reliability was assessed by calculating the inconsistency ratio, which remained below 0.1 in all pairwise comparisons, ensuring the robustness of the findings.

Findings: The study aimed to identify criteria and sub-criteria to enhance teacher efficiency in smart elementary classrooms in Mazandaran province, Iran, emphasizing ergonomic design. A systematic

review of 87 articles was conducted, with 42 selected for final analysis. Through Delphi rounds and the Analytic Hierarchy Process (AHP), four main criteria were prioritized: "Educational Space" (0.418), "Lighting" (0.252), "Noise" (0.197), and "Temperature/Air Quality" (0.133). Sub-criteria were weighted, revealing critical factors such as noise reduction through strategic school placement (0.110), maximizing natural light via large windows (0.098), and ergonomic classroom layouts (0.058). Temperature control systems (0.037) and ventilation to prevent disease spread (0.027) were also emphasized. The Delphi method confirmed consensus among experts, with Kendall's coefficients of 0.411 and 0.452 in two rounds, both statistically significant ($p < 0.05$). The AHP results highlighted the dominance of "Educational Space," encompassing physical, psychological, and cultural adaptations, including furniture design (0.033), sanitary facilities (0.024), and policies to reduce heavy backpack use (0.022). Lighting and acoustic adjustments were deemed vital for student focus, while air quality measures addressed health concerns. Overall, the findings underscore the need for holistic classroom design integrating ergonomic principles, tailored to regional student demographics. Prioritizing infrastructure adjustments—such as optimal space allocation, natural lighting, and climate control—can enhance both teacher efficiency and student well-being. This model provides a framework for policymakers and educators to create safer, more productive learning environments aligned with ergonomic best practices.

Discussion and Conclusion: This study highlights that the ergonomic design of smart classrooms, digital equipment, teachers' preparedness in utilizing technology, organizational support, and professional motivation are key factors in enhancing teachers' efficiency in the educational process. Adhering to ergonomic principles—such as appropriate lighting, standardized temperature, comfortable furniture, and optimized equipment layout—not only reduces physical and psychological strain on teachers but also improves teaching quality and student interaction. However, implementing advanced technologies without considering teachers' cognitive and psychological capacities may increase stress and reduce productivity. Continuous training programs to enhance teachers' technological skills, develop practical guidelines, and provide technical support can boost their confidence in smart environments. Additionally, creating incentive systems, improving supportive policies, and involving teachers in technology-related decision-making strengthen their motivation and professional engagement. Regular monitoring of technology's impact on teaching outcomes through periodic research and feedback systems enables continuous optimization.

Teachers' physical and mental well-being must be prioritized through stress-management workshops, welfare services, and mitigating health issues caused by prolonged digital device use. Implementing these measures, alongside minimizing distractions like environmental noise and improper screen glare, enhances job satisfaction and productivity. Ultimately, integrating ergonomic design, teacher empowerment, organizational support, and ongoing evaluation can significantly improve educational efficiency in smart classrooms and elevate the quality of primary education.


Funding: The authors did not receive any funding.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest in this article.


Acknowledgement: The authors thank the participants for their time and assistance.

مطالعه عوامل مؤثر بر افزایش کارآیی معلمان در فرایند تعلیم و تربیت با تأکید بر ارگونومی


کلاس‌های هوشمند در مقطع ابتدایی استان مازندران

داود کیاکجوری 

دانشیار گروه مدیریت دولتی، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران. (نویسنده مسئول) dr.davoodkia@iau.ac.ir

سیده ساره نوراشرف الدین 

دانش آموخته گروه مدیریت آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران

یاسمن چریانی زنجانی 

دانشجوی دکتری گروه مدیریت دولتی، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

چکیده

واژگان کلیدی
کارآیی معلمان
فرایند تعلیم و تربیت
ارگونومی
رویکرد تصمیم‌گیری
چندمعیاره

استفاده از فناوری ارتباطات و اطلاعات در مدارس باید با حفظ استانداردهای ارگونومی باشد. هدف از انجام این مطالعه بررسی عوامل مؤثر بر افزایش کارآیی معلمان در فرایند تعلیم و تربیت با تأکید بر ارگونومی کلاس‌های هوشمند در مقطع ابتدایی استان مازندران بوده است. این تحقیق با روش توصیفی، بر اساس یک هدف کاربردی و با رویکرد آمیخته (کمی-کیفی) انجام گرفته است. جامعه آماری تحقیق ۱۰ نفر از خبرگان آموزش و پرورش استان مازندران که در حوزه ارگونومی صاحب‌نظر بوده‌اند، تشکیل می‌شد. برای انجام تحقیق در ابتدا با استفاده از تحلیل محتوای متنی شاخص‌های مرتبط با تحقیق استخراج گردیدند، برای این منظور از ۴۲ مقاله معتبر داخلی و بین‌المللی بهره گرفته شد. در مرحله کمی از پرسشنامه‌های دلفی برای غربال شاخص‌های به دست آمده و AHP برای رتبه‌بندی نهایی شاخص‌ها بهره گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از رویکرد DELPHI-AHP صورت گرفت. بر اساس نتایج می‌توان گفت که فضای آموزشی مهم‌ترین معیار و کاهش امکان رسیدن صدای فراتر از سطح استاندارد به مدارس با مکان‌یابی مناسب به‌عنوان اولویت اول در میان زیر-معیارها شناسایی شدند.

تاریخچه مقاله
دریافت:
۷ اسفند ۱۴۰۳
بازنگری:
۱۴ اسفند ۱۴۰۳
پذیرش:
۱۹ اسفند ۱۴۰۳

استناد به این مقاله (APA): کیاکجوری، داود، نوراشرف الدین، سیده ساره، چریانی زنجانی، یاسمن. (۱۴۰۳). مطالعه عوامل مؤثر بر افزایش کارآیی معلمان در فرایند تعلیم و تربیت با تأکید بر ارگونومی کلاس‌های هوشمند در مقطع ابتدایی استان مازندران. نوآوری آموزشی، یادگیری و ارزشیابی، ۱(۱)، ۷۳-۹۶. <https://10.22034/jitle.2025.508890.1022>



This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-ncnd/4.0/>).

ارگونومی در آفرینش فضای داخلی است تا به اتکای مفاهیم و پیکربندی تئوریک و عملی آن، بیش از پیش به حوزه مطالعات برنامه‌ریزی غنا بخشد. زیرا مطالعات نشان می‌دهند موارد زیادی می‌تواند به کاهش کیفیت آموزشی دامن زند و یکی از این مواردی که می‌تواند کیفیت آموزش را بر هم زند، عدم توجه نکردن به اصول ارگونومی می‌باشد و لذا، عدم توجه به فاکتورهای ارگونومی و رعایت نکردن آنها در فضای آموزشی، منجر به پرداخت هزینه‌های بسیار زیادی، توسط دانش‌آموز در محیط آموزشی خود می‌شود که نتیجه‌ای جز اتلاف انرژی، وقت، هزینه و عدم پرورش‌دهی نیروی متخصص توسط مدرسه می‌گردد و از این رو، موجب کاهش کارایی، کیفیت و افزایش تنش بین دانش‌آموزان یک محیط آموزشی می‌شود (Koulivand Solouki et al., 2021; Pouryazdani, 2021). در جهان صنعتی امروز بسیاری از کاربران ناچارند خود را با شرایط نامناسبی که محیط و ابزار استفاده شده بر آنها تحمیل می‌کنند منطبق و متناسب ساخته و با محدودیت‌های ایجاد شده به‌گونه‌ای کنار آیند، پیامد چنین مصالحه‌ای می‌تواند بسیار وخیم بوده و بر زندگی فرد، تندرستی، ایمنی و بهره‌وری وی اثر نامطلوب بگذارد. در چنین وضعیتی گاهی فراگیر از نظر جسمی یا روانی با نوع آموزش یا تجهیزاتی که استفاده می‌کند یا در محیطی که در آن زندگی کرده یا به کار می‌پردازد، تناسبی ندارد (Naderi & Saremi, 2024).

پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که رعایت نکردن ارگونومی محیطی و استفاده از ابزارهای نامناسب مرتبط با آموزش، آثار متفاوتی را در میزان ادراک دردهای جسمانی و عملکرد دستگاه‌های قلبی عروقی، تنفسی، عضلانی اسکلتی و متابولیسم بدن دانش‌آموزان نشان می‌دهد. افزایش تعداد تنفس، احساس درد در ناحیه ستون فقرات، افزایش فشارخون و اکسیژن مصرفی، کاهش قدرت عضلات درگیر و خستگی بدنی زودرس کودکان شواهدی دال بر این مدعاست و به همین دلیل پژوهش‌های زیادی در زمینه مناسب‌سازی و توجه به ارگونومی در ارتباط با دانش‌آموزان انجام شد (Sahebi & Badeleh, 2017). یکی از مهم‌ترین نیاز و سرمایه‌های هر انسانی در طول حیات خود، داشتن عزت‌نفس و خلاقیت است، با توجه به مسائل ذکر شده بسیار مهم است تا در عصر تکنولوژی با سلامت به سمت حیات طیبه گامی برداشته شود. برنامه درسی مبتنی بر تجهیزات هوشمند و فناوری اطلاعات و ارتباطات، پیش‌زمینه‌ای را برای دانش‌آموزان فراهم می‌کند تا توانمندی‌های فردی‌شان را فعال کرده و به کسب استقلال بپردازند (Ghafari Mejlej, 2023).

محیط‌های یادگیری هوشمند به‌عنوان جایگزینی بهینه برای آموزش سنتی مطرح شده‌اند که از طریق ارگونومی، محیطی مناسب‌تر ارائه می‌دهند که تجربه آموزشی هر دانش‌آموز را بهبود می‌بخشد. ارگونومی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های تعیین‌کننده در طراحی محیط‌های مناسب آموزشی مبتنی بر کلاس‌ها و مدارس هوشمند شناخته می‌شود (García-Tudela et al., 2020). ارگونومی آموزشی شامل پنج مؤلفه اصلی ارگونومی یادگیری، ارگونومی آموزشی، ارگونومی تسهیلات آموزشی، ارگونومی تجهیزات آموزشی و ارگونومی محیط آموزشی بوده که همه این مؤلفه‌ها به بهبود کارایی معلمان و افزایش انگیزه آنها در فرایند آموزش کمک می‌کنند (Arghavani et al., 2024). از اولین عوامل محیطی که برای ارگونومی کلاس‌های هوشمند تداعی می‌شود؛ رنگ، فرم و چیدمان کلاس‌ها، نورپردازی و تهویه، دکوراسیون داخلی و تجهیزات آموزشی است که در ایجاد علاقه و انگیزه برای یادگیری دانش‌آموزان مؤثر هستند. حضور ارگونومی در فضاهای آموزشی کیفیت یادگیری را افزایش داده و استرس و اضطراب را کاهش می‌دهد (Safdari & Ghafari Mejlej, 2024; Soltaninejad et al., 2021). از سوی دیگر، شرایط ارگونومیک در آموزش کودکان به بهبود فرایند آموزشی کمک کرده و توسعه جامع فرد و ویژگی‌های فردی او را کارآمدتر می‌سازد. این شرایط همچنین به حفظ سلامت کودکان و جلوگیری از بیماری‌های اسکلتی، عضلانی و در کل بیماری‌های مرتبط با تحصیل کودکان کمک کرده و به‌صورت همزمان کارایی معلمان را نیز افزایش می‌دهد (Safdari & Mobashshernia, 2021).

آگاهی معلمان از عوامل ارگونومیکی، برای ایمنی و سلامت دانش‌آموزان در محیط کلاس ضروری است. معلمان با معرفی تمرینات فیزیکی مناسب و آگاهی‌بخشی در مورد وضعیت بدنی صحیح، به حفظ سلامت و فعالیت کودکان در ساعات مدرسه کمک می‌کنند (Farzi & Yousefi, 2024). بنابراین ارگونومی در محیط‌های یادگیری هوشمند و آموزشی نقش مهمی در بهبود کارایی معلمان و افزایش انگیزه آنها دارد (Ezeoguine & Kasumu, 2025; Safdari & Ghafari Mejlej, 2024). با توجه به اهمیت ارگونومی در طراحی فضاهای آموزشی و آگاهی معلمان از این موضوع، می‌توان به بهبود کیفیت آموزش و سلامت دانش‌آموزان دست یافت. این عوامل به‌طور کلی به ایجاد محیطی امن و مؤثر برای یادگیری کمک می‌کنند (Ghafari Mejlej, 2023).

در حال حاضر با پیشرفت علم، تفکیک تکنولوژی و فضای کلاس درس تقریباً ناممکن است و این بررسی کمک می‌کند تا برنامه‌ریزی‌هایی برای تبدیل کلاس‌های هوشمند به محیطی سالم و امن صورت گیرد، در خصوص رابطه ارگونومی کلاس‌های هوشمند و سلامت عمومی دانش‌آموزان در مدارس اطلاعات اندکی وجود دارد، لذا محقق در این مقاله درصدد مطالعه عوامل مؤثر بر افزایش کارایی معلمان در فرایند تعلیم و تربیت با تأکید بر ارگونومی کلاس‌های هوشمند در مقطع ابتدایی استان مازندران گردید و امید است یافته‌های پژوهش در مدارس تسهیل‌گر امر یادگیری در دانش‌آموزان و یاددهی در معلمان باشد و زمانی که از انواعی از روش‌های آموزشی استفاده می‌شود، یادگیرنده بهتر می‌آموزد. هر یادگیرنده‌ای به روشی متفاوت بهترین یادگیری را خواهد داشت. در هنگام تدریس، فناوری‌های متعدد به‌عنوان رسانه‌ها یا تجهیزات آموزشی بهره‌برداری می‌شوند تا تجربه‌های یادگیری متنوع‌تری را در اختیار یادگیرندگان قرار دهند. اما طراحی آموزش مبتنی بر فناوری، مستلزم طراحی محیط یادگیری یا همان کلاس درس مبتنی بر فناوری است، چرا که بدون زیرساخت‌ها، اجرای آموزش مبتنی بر فناوری ممکن نیست، توسعه سریع فناوری‌ها، فرایند تدریس یادگیری را بشدت متحول کرده و مراکز آموزشی را بر آن داشته است تا نسبت به تجهیز و استفاده‌ی بهینه از امکانات اقدام کنند. محتوا و رسانه‌های گوناگون از قبیل متن، تصویر، صدا، پویانمایی، فیلم و شبیه‌سازی‌ها توسط ابزارهای متعدد با رویکردهای تعاملی و اجتماعی برای ایجاد محیط یادگیری مفید و لذت‌بخش ارائه می‌شوند. هدف اصلی این مقاله آشنا کردن همکاران با تجهیزات آموزشی در کلاس‌های درس و آگاهی مسئولان آموزشگاه از وضع موجود، فاصله آنها با وضع مطلوب و در نهایت، بهبود فرایند تدریس و افزایش پایداری در یادگیری است.

ادبیات پژوهش

کارایی معلمان در فرایند تعلیم و تربیت تحت تأثیر ترکیبی از عوامل فردی، محیطی و سازمانی قرار دارد. با توجه به منابع موجود، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر افزایش کارایی معلمان به‌ویژه در محیط‌های آموزشی هوشمند را می‌توان شامل مواردی چون عوامل فردی و مهارتی معلمان (Lotfabadi, 2012; Badpar & Ghasemi, 2015; Safin et al., 2020)، عوامل ارگونومیک در کلاس‌های هوشمند (Badeleh & Sahebi, 2019; Ghavidel Heidari et al., 2022; Safin et al., 2020) و عوامل سازمانی و مدیریتی (Badeleh & Sahebi, 2019; Javornik & Klemenčič Mirazchiyski, 2023) دانست. بهبود کارایی معلمان در کلاس‌های هوشمند دوره ابتدایی مستلزم بهینه‌سازی طراحی ارگونومیک، یکپارچه‌سازی فناوری و پشتیبانی سازمانی است. عوامل کلیدی شامل راحتی فیزیکی، شرایط محیطی، استفاده مؤثر از فناوری و سیاست‌های سیستمی که بار شناختی را کاهش می‌دهند، می‌شود (1).

عوامل فردی و مهارتی معلمان از اهمیت فراوان برخوردار است، دانش حرفه‌ای و مهارت‌های ارتباطی معلمان بدین گونه مورد توجه قرار می‌گیرد که معلمان کارآمد نیازمند تسلط بر محتوای درسی، روش‌های تدریس فعال و مهارت‌های ارتباطی پیشرفته برای تعامل مؤثر با دانش‌آموزان هستند (Lotfabadi, 2012; Badpar & Ghasemi, 2015). معلمان کارآمد دارای نگرش مثبت و انگیزه شغلی هستند؛ احساس رضایت شغلی، مشارکت در تصمیم‌گیری‌ها و دریافت حمایت از سوی مدیران مدرسه به‌طور مستقیم بر انگیزه معلمان تأثیر می‌گذارد (Lotfabadi, 2012; Safin et al., 2020). تعهد به توسعه مستمر معلمان، کارآمدی آنان را بیشتر می‌کند.

نماید. یادگیری مادام‌العمر و به‌روزرسانی روش‌های تدریس متناسب با فناوری‌های جدید از ویژگی‌های کلیدی معلمان اثربخش است (Badpar & Ghasemi, 2015; Badeleh & Sahebi, 2019).

عوامل ارگونومیک در کلاس‌های هوشمند در طراحی فضاهای آموزشی نمود پیدا می‌کند. استفاده از میز و صندلی‌های قابل تنظیم با قابلیت تغییر ارتفاع برای تطابق با نیازهای جسمی دانش‌آموزان (Ghavidel Heidari et al., 2022; Safin et al., 2020)، چیدمان انعطاف‌پذیر کلاس با امکان تشکیل گروه‌های کاری و دسترسی آسان به تجهیزات دیجیتال (Badeleh & Safin et al., 2020) (Sahebi, 2019); و دسترسی به تجهیزات هوشمند ارگونومیک شامل نصب تخته‌های تعاملی با زاویه دید مناسب و کاهش خستگی بصری (Badeleh & Sahebi, 2019) و استفاده از سیستم‌های صوتی با کیفیت برای کاهش فشار بر تارهای صوتی معلمان (Ghavidel Heidari et al., 2022) می‌تواند اهداف ارگونومیک را قابل دسترس‌تر نماید.

مبانی نظری پژوهش نشان می‌دهد مبلمان قابل تنظیم مانند میز و صندلی‌های با ارتفاع متغیر که برای معلمان و دانش‌آموزان طراحی شده‌اند، فشار فیزیکی را کاهش داده و وضعیت بدن را در جلسات طولانی تدریس بهبود می‌بخشند (Hassani Abiz et al., 2021). قرارگیری فناوری‌های مانند تخته‌های هوشمند و تبلت‌ها در ارتفاع‌های ارگونومیک، حرکات تکراری مانند خم شدن یا کشش را به حداقل می‌رساند (Nasrollahi et al., 2020). چیدمان انعطاف‌پذیر کلاس با طرح‌های دایره‌ای یا ماژولار، تحرک معلم و تعامل دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد (Javadi & Nouri Hasan, 2022).

شرایط محیطی نیز نقش بسزایی ایفا می‌کند. ترکیب نور طبیعی با سیستم‌های قابل تنظیم LED ضمن کاهش فشار چشم، تمرکز را بهبود می‌بخشد (Arslan et al., 2023). استفاده از مواد جاذب صدا در دیوارها و سقف‌ها، نویز محیطی را کاهش داده و ارتباطات شفاف را تضمین می‌کند (Arslan et al., 2023; Alipour, 2024). سیستم‌های تهویه مطبوع با تهویه مناسب که خستگی را کاهش می‌دهند و سبب بهبود عملکرد می‌شود (Arslan et al., 2023; Hassani Abiz et al., 2021) در حوزه فناوری، رابطه‌ای کاربرپسند با کنترل‌های ساده شده برای نرم‌افزارهای آموزشی، اختلالات مرتبط با فناوری را تا ۴۰٪ کاهش می‌دهند (Nasrollahi et al., 2020) ایستگاه‌های شارژ و سیستم‌های مدیریت کابل از شلوغی جلوگیری می‌کنند، درحالی‌که صفحات لمسی متناسب با مهارت‌های حرکتی کودکان، استقلال را تقویت می‌کنند (Nasrollahi et al., 2020).

بهبود سلامت روانی-اجتماعی با کاهش استرس معلمان از طریق کنترل نورپردازی، دمای مناسب و سیستم‌های تهویه هوای کارآمد (Shahabi Sani et al., 2020; Badeleh & Sahebi, 2019) و نیز طراحی فضایی که امکان حرکت آزادانه و تغییر پوزیشن‌های کاری را فراهم می‌کند (Safin et al., 2020) صورت می‌پذیرد.

عوامل سازمانی و مدیریتی که سبب بهبود کارایی معلمان از طریق بهره‌گیری از ارگونومی می‌شود، حمایت از توسعه حرفه‌ای بوده که با برگزاری دوره‌های آموزشی مرتبط با فناوری‌های آموزشی و روش‌های تدریس در محیط‌های دیجیتال صورت می‌پذیرد (Lotfabadi, 2012; Badpar & Ghasemi, 2015). مدیریت مشارکتی بوده که برای دستیابی به این مهم باید فضایی ایجاد شود که معلمان در تصمیم‌گیری‌های مربوط به طراحی کلاس‌ها و انتخاب تجهیزات نقش داشته باشند (Safin et al., 2020; Javornik et al., 2023) و ارزیابی و بازخورد مستمر صورت پذیرد و نیز از سیستم‌های پایش دیجیتال برای سنجش اثربخشی روش‌های تدریس و اصلاح فرایندها استفاده شود (Badeleh & Sahebi, 2019; Javornik & Klemenčič Mirazchiyski, 2023).

پشتیبانی سازمانی شامل ابزارهای مدیریت حجم کار مانند سیستم‌های اتوماسیون ثبت حضور است که هفته‌ای حدود ۵ ساعت صرفه‌جویی زمانی ایجاد می‌کند (Javadi & Noori Hasanabadi, 2022). آموزش مداوم در استفاده ارگونومیک از فناوری و تکنیک‌های مدیریت استرس، نرخ فرسودگی شغلی را کاهش می‌دهد (Javadi & Noori Hasanabadi, 2022; Safdari &)

(Mobashshernia, 2021). سیستم‌های بازخورد منظم از معلمان درباره اصلاحات طراحی کلاس، اطمینان می‌دهد که راه‌حل‌ها با نیازهای واقعی همسو هستند (Hassani Abiz et al., 2021). رویکرد کلی تلفیق طراحی ارگونومیک، فناوری پاسخگو و حمایت نهادی، کارآیی معلمان را حداکثر کرده و محیطی ایجاد می‌کند که معلمان بجای تمرکز بر موانع محیطی یا لجستیکی، بر پداگوژی متمرکز شوند (Alipour, 2024).

پیش از این محققان مختلفی در زمینه موضوعات پیرامون افزایش کارآیی معلمان در فرایند تعلیم و تربیت با تأکید بر ارگونومی کلاس‌های هوشمند به تحقیق پرداختند، مطالعات اخیر از یک سوء اهمیت عوامل مختلف در بهبود اثربخشی معلمان و نتایج یادگیری دانش‌آموزان در محیط‌های آموزشی مدرن و از سوی دیگر، اهمیت ارگونومی در آموزش، به‌ویژه در عملکرد و رفاه معلمان را برجسته کرده‌اند. غفاری مجلج (Ghafari Mejlaj, 2024) در تحقیق خود دریافتند که مداخلات ارگونومیک در محیط‌های یادگیری دیجیتال می‌توانند از شکایت‌های مربوط به سلامت جسمی بکاهند و تمرکز و بازدهی یادگیری دانش‌آموزان را بهبود بخشند. پنانوئا و باگوئو (Penanueva & Baguio, 2025) دریافتند که رفتار مدیریتی کلاس درس، از جمله جنبه‌هایی مانند ایجاد روابط و تصمیم‌گیری و تکنولوژی‌های تسهیل‌کننده این روابط، به‌طور قابل توجهی بر بهره‌وری معلمان در مدارس ابتدایی تأثیر می‌گذارد. نوئر و دومیگل (Nuere & de Miguel, 2021) اعلام کردند که اجرای فناوری‌های آموزشی هوشمند، مانند واقعیت مجازی و واقعیت افزوده، برای تربیت متخصصان کارآمد در حوزه‌های تخصصی ضروری است. کنوسو (Cañoso, 2025) به این نتیجه رسید که انگیزه معلمان، خودکارآمدی و شایستگی آنها بشدت با یکدیگر مرتبط هستند و بسته به موقعیت‌های حرفه‌ای متفاوتند، که این موضوع لزوم تدوین راهبردهای توسعه حرفه‌ای متناسب، به‌ویژه برای معلمان در سطوح پایین‌تر، را تأکید می‌کند. نوسو و همکاران (Nwosu et al., 2024) دریافتند عوامل ارگونومی نقش حیاتی در تعیین رویکردها و استراتژی‌های بهینه تدریس در مدارس ابتدایی ایفا می‌کنند. دهیمن و همکاران (Dhiman et al., 2024) در تحقیق خود نشان دادند که ارتباط معناداری بین ارگونومی و اختلالات اسکلتی-عضلانی (MSDs) در میان معلمان مدارس وجود دارد، به‌طوری که هر دو گروه معلمان ابتدایی و متوسطه در سطح خطر متوسطی برای ابتلا به این اختلالات قرار دارند. عالی‌پور (Alipour, 2024) اعلام کردند که عملکرد معلمان تحت تأثیر عوامل درونی و بیرونی است. عوامل درونی شامل انضباط کاری، حرفه‌ای‌گرایی و شایستگی هستند، در حالی که عوامل بیرونی شامل رهبری مدرسه، فرهنگ کاری و شرایط حمایتی می‌شوند هم‌نوایی بین این عوامل چرخه‌ای مثبت ایجاد می‌کند که تأثیر قابل توجهی بر موفقیت آموزشی دارد. در نظر گرفتن اصول ارگونومی در طراحی کلاس‌ها و شیوه‌های تدریس می‌تواند بهره‌وری معلمان را افزایش دهد، یادگیری و مشارکت دانش‌آموزان را تقویت کند و خطر مشکلات سلامتی مرتبط با کار را برای مربیان کاهش دهد.

نعمتی‌ثانی (Nemati Sani, 2023) ارگونومی کلاس درس را در افزایش کارآیی دانش‌آموزان و معلمان بسیار مؤثر دانستند. عباسی و همکاران (Abbasi et al., 2023) اعلام کردند که آموزش‌های ارگونی می‌تواند یک روش مؤثر برای کاهش ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی در محیط‌های کاری باشد. عظیمی و همکاران (Azimi et al., 2023) دریافتند که مشاوران مدرسه در نتیجه‌ی شرکت در جلسات آموزشی مبتنی بر الگوی توانمندسازی، در ابعاد دانش، مهارت، نگرش و رفتار عملکرد مثبت و معناداری داشته و افزایش کارآیی کسب می‌نمایند. قویدل‌حیدری و همکاران، (Ghavidel Heidari et al., 2022) و بادله و همکاران (Badeleh & Sahebi, 2019) نشان دادند که بهبود شرایط ارگونومیک کلاس‌های هوشمند می‌تواند تا ۳۰ درصد بر کارآیی تدریس معلمان و ۲۵ درصد بر مشارکت دانش‌آموزان تأثیر بگذارد. این بهبودها مستلزم همکاری بین بخش آموزش و پرورش، طراحان فضای آموزشی و متخصصان فناوری آموزشی است. کولیوندسالوکی و همکاران (Koulivand Solouki et al., 2021) عواملی چون نحوه‌ی قرارگیری ساختمان مدرسه، وجود فضای سبز و طراحی فضاهای موقت در حیاط مدرسه، تعداد و کیفیت مناسب فضاهای ورزشی و بهداشتی معیارهای مهمی در طراحی حیاط مطلوب است و می‌تواند کارآیی آن را به شکل چشمگیری افزایش دهد.

این یافته‌ها ماهیت چندوجهی عوامل مؤثر بر کارآیی معلمان و اهمیت تطبیق روش‌های آموزشی با نیازهای فناورانه و تربیتی در حال تحول را نشان می‌دهند. با وجود مطالعات متعدد در حوزه تأثیر ارگونومی بر کارآیی معلمان و محیط آموزشی، از جمله پژوهش غفاری مجلج (Ghafari Mejlaj, 2024) در زمینه مداخلات ارگونومیک در محیط‌های یادگیری دیجیتال، پژوهش‌های نعمتی‌ثانی (Nemati Sani, 2023) و عباسی و همکاران (Abbasi et al., 2023) در کاهش ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی، و بررسی‌های قویدل‌حیدری و همکاران (Ghavidel Heidari et al., 2022) و بادل و صاحبی (Badeleh & Sahebi, 2019) در بهبود کارآیی کلاس‌های هوشمند، شکاف قابل توجهی در بررسی جامع عوامل ارگونومیک خاص کلاس‌های هوشمند مشاهده می‌شود. تحقیقات پیشین عمدتاً بر جنبه‌های عمومی ارگونومی (Dhiman et al., 2024; Nwosu et al., 2024) یا عوامل غیربومی (Nuere & de Cañoso, 2025; Miguel, 2021) متمرکز بوده‌اند و به تأثیر ترکیبی عوامل محیطی (مانند طراحی فضا، فناوری آموزشی، و شرایط اقلیمی)، فرهنگی (الگوهای تعامل معلم-دانش‌آموز)، و ساختاری (همکاری نهادهای آموزشی و فنی) در یک بافت جغرافیایی-آموزشی خاص (مازندران) پرداخته‌اند. همچنین، اگرچه مطالعاتی مانند پژوهش عظیمی و همکاران (Azimi et al., 2023) بر نقش آموزش معلمان در توانمندسازی تأکید کرده‌اند، اما کمبود شواهد تجربی در خصوص نحوه تعامل ارگونومی کلاس‌های هوشمند با ویژگی‌های بومی مدارس ابتدایی (از جمله تنوع محیطی، دسترسی به فناوری، و سبک‌های مدیریتی محلی) وجود دارد که لزوم انجام پژوهشی زمینه‌محور را برای تدوین راهبردهای افزایش کارآیی معلمان در این منطقه تقویت می‌کند.

روش پژوهش

پژوهش حاضر بر حسب نوع روش، آمیخته یا کمی-کیفی و از لحاظ نوع هدف، کاربردی است. روش گردآوری اطلاعات مبتنی بر روش‌های اسنادی (کتابخانه‌ای)، مشاهده (مطالعات میدانی) و مستندسازی می‌باشد، شاخص‌های تحقیق با استفاده از مرور دقیق ادبیات پیشین و با بهره‌گیری از ۴۳ مقاله استخراج شده‌اند. در بخش تحلیل، از تکنیک تلفیقی DELPHI-AHP برای ارزیابی استفاده شده است. در این پس از اتمام بخش کیفی و استخراج شاخص‌ها، ابتدا یک مدل سه سطحی از هدف، معیارها، زیر معیارها ارائه گردید.

سپس به منظور انجام مقایسات زوجی و تعیین وابستگی‌های بین معیارها و زیرمعیارها، پرسشنامه‌های طراحی شده میان افراد خبرگان آموزش و پرورش استان مازندران که درباره ارگونومی صاحب‌نظر بوده و به آناتومی بدن دانش‌آموزان آشنایی کامل داشتند توزیع گشت. با اشاره به این نکته که تعداد خبرگان به‌عنوان مصاحبه شونده نباید زیاد باشد در کل ۵ الی ۱۵ نفر را پیشنهاد می‌کنند. در نتیجه تعداد ۱۰ نفر از خبرگان آموزش و پرورش استان مازندران به‌عنوان نمونه مورد بررسی استفاده شده‌اند. این خبرگان با استفاده از روش هدفمند غیراحتمالی انتخاب شدند، که افرادی بودند که بیش از ۲۰ سال در آموزش و پرورش مشغول به کار بودند و در هنگام مصاحبه در ادارات آموزش و پرورش شهرهای مازندران مشغول به کار بودند و در زمینه کارآیی معلمان یا ارگونومی مدارس صاحب‌نظر بوده و تألیفات داشتند. در ادامه جهت تحلیل داده‌ها (اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه‌ها) و اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارها، از تکنیک AHP استفاده شده است.

با عنایت بر مطالب گفته شده، به دنبال پاسخ به این هدف که چگونگی رتبه‌بندی زیر معیارهایی مرتبط با افزایش کارآیی معلمان در فرایند تعلیم و تربیت با تأکید بر ارگونومی کلاس‌های هوشمند در مقطع ابتدایی استان مازندران به‌عنوان مطالعه موردی بر اساس نظر خبرگان با استفاده از روش AHP پرداخته‌است. فرایند تحلیل شبکه‌ای، چارچوبی اجرایی برای تحلیل‌های عمومی و همکاری در تصمیم‌گیری‌ها ارائه می‌نماید. روایی پرسشنامه تحقیق با استفاده از تکنیک دلفی و پایایی آن با محاسبه نرخ ناسازگاری محاسبه شد و در تمام مقایسات زوج مقداری کمتر از ۰/۱ به دست آمد.

یافته‌های پژوهش

برای استخراج معیارها و زیرمعیارهای تحقیق ۸۷ مقاله مورد بررسی قرار گرفت که برخی از آنها در مراحل اولیه مطالعه موضوع، مطالعه چکیده و مطالعه متن حذف گردیدند. از این بین ۴۲ مقاله به صورت نهایی انتخاب گردیدند تا از آنها شاخص‌های مرتبط استخراج گردند. کدگذاری این مقالات در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱. کدگذاری مقالات منبع بخش کیفی

موضوع	سال	نویسنده	کد
A Survey on the Intensity of Lighting in Elementary Schools of Bojnurd City	۲۰۲۲	SEPAHI ZOERAM, PAKRAVAN, ESMAILZADE KAVAKI, & VAHIDI	E1
Doing Reggio? Exploring the complexity of 'curriculum' migration through a comparison of Reggio Emilia, Italy and the EYFS	۲۰۲۲	Chicken	E2
Process-explicit models reveal the structure and dynamics of biodiversity patterns	۲۰۲۲	Pilowsky, Colwell, Rahbek, & Fordham	E3
A basic protocol for the acoustic characterization of small and medium-sized classrooms	۲۰۲۲	Astolfi, Minelli & Puglisi	E4
The impact of the implementation of preventive measures due to COVID-19 on work design and early childhood professionals' well-being—A qualitative study	۲۰۲۲	Gritzka, Angerer, Pietrowsky, & Diebig	E5
Energy-efficient lighting and visually impaired users in homelike environments	۲۰۲۲	Mattsson	E6
Understanding Psychosocial Dimensions of Geriatric Patients with Effective and Efficient Approach: Comprehensive and Contributing Factors	۲۰۲۱	Makwana	E7
Human health and productivity outcomes associated with indoor air quality: a systematic review	۲۰۲۱	Palacios, Steele & Zheng	E8
Ergonomics factors influencing school education during the COVID-19 pandemic: A literature review	۲۰۲۱	Soltaninejad, Babaei-Pouya, Poursadeqiyani, & Feiz Arefi	E9
Bracing Biophilia: When biophilic design promotes pupil's attentional performance, perceived restorativeness and affiliation with Nature	۲۰۲۱	Barbiero, Berto, Venturella & Maculan	E10
Health, safety, and environmental status of Iranian school: A systematic review	۲۰۲۰	Poursadeqiyani & Feiz Arefi	E12
A multi-objective ant colony optimization algorithm for community detection in complex networks	۲۰۲۰	Shahabi Sani, Manthouri & Farivar	E13
Is temperature reducing the transmission of COVID-19 ?	۲۰۲۰	Tob'ias, Molina	E14
Association between ambient temperature and COVID-19 infection in 122 cities from China	۲۰۲۰	Xie, Zhu	E15

Reopening Schools in the Context of COVID-19: Health and Safety Guidelines from Other Countries. Policy Brief	٢٠٢٠	Melnick & Darling-Hammond	E16
Mobile touch screen device use and associations with musculoskeletal symptoms and visual health in a nationally representative sample of Singaporean adolescents	٢٠١٩	Toh, Coenen, Howie, Mukherjee, Mackey & Straker	E17
Students feedback about lecture rooms to improve the effectiveness of the lectures	٢٠١٩	Shehzad, Waheed, Kabir, Ilyas & Farooq	E18
Ergonomic Computer Workstation Design for University Teachers in Bangladesh	٢٠١٩	Kibria & Rafiquzzaman	E19
The new structure of economic evaluation health, safety and environment management system (HSE-MS) approach to estimate the cost of accident human	٢٠١٩	Hassankiadeh, Faghihnia Torshizi	E20
Subjective well-being and academic achievement: A meta-analysis	٢٠١٨	Bücker, Nuraydin, Simonsmeier, Schneider & Luhmann	E21
Mobile technology dominates school children's IT use in an advantaged school community and is associated with musculoskeletal and visual symptoms	٢٠١٨	Straker	E22
Environmental considerations toward the provision of conducive learning environments in Nigerian schools	٢٠١٧	Adeyemi, Yusuf & Ezekiel	E23
The holistic impact of classroom spaces on learning in specific subjects	٢٠١٧	Barrett, Davies, Zhang, Y., & Barrett	E24
Effects of The Manner of Carrying The Bags on Musculoskeletal Symptoms in School Students in The City of Ilam, Iran	٢٠١٧	Poursadeghiyan, Azrah, Biglari, Ebrahimi, Yarmohammadi, Baneshi	E25
Standing classrooms: research and lessons learned from around the world	٢٠١٦	Hinckson, Salmon, Benden, Clemes, Sudholz, Barber & Ridgers	E26
Measurement of chair dimensions used by nurses and comparing with ANSI/HFES100 standard	٢٠١٦	Matin, Nazari, Ebrahimi, Poursadeghiyan, Yarmohammadi & Raei	E27
The role of ergonomics in the improvement of quality of education	٢٠١٥	Zunji'c, Papi'c, Bojovi'c, Matija, Slavkovi'c, Luki'c	E28
Condition of America's Public School Facilities: 2012-13. First Look. NCES 2014-022	٢٠١٤	Alexander & Lewis	E29
<i>A Holistic Backpack Back Pain Model for Prepubescent Primary School Children</i>	٢٠١٤	James	E30
A study on student perceptions of higher education classrooms: Impact of classroom attributes on student satisfaction and performance	٢٠١٣	Yang, Becerik-Gerber & Mino	E31
Precise evaluation of anthropometric 2D software processing of hand in comparison with direct method	٢٠١٣	Habibi, Soury & Zadeh	E32
Air conditioner operation behaviour based on students' skin temperature in a classroom	٢٠١٢	Song, Lim & Ahn	E33

Kano model and QFD integration approach for ergonomic design improvement	۲۰۱۲	Hashim & Dawal	E34
Integrating community ergonomics with educational ergonomics—designing community systems to support classroom learning	۲۰۱۲	Smith	E35
<i>The impact of school facilities on the learning environment</i>	۲۰۱۱	Vandiver	E36
بررسی شدت روشنایی در مدارس ابتدایی شهرستان بجنورد در سال ۱۳۹۵.	۱۴۰۱	سپاهی زوارم، پاکروان، اسماعیل‌زاده کودکی و وحیدی	F1
بررسی جایگاه آموزش ارگونومی در کتب درسی نظام آموزشی ایران از ابتدایی تا متوسطه در رشته‌های مختلف تحصیلی	۱۳۹۹	مطلبی‌کاشانی، زمانی‌آبادی	F2
ارتقاء سلامت جسمی-روانی شهروندان با طراحی محیط و منظر شهری	۱۳۸۹	باقری و عظیمی	F3
بررسی رابطه ارگونومی کلاس‌های هوشمند با سلامت عمومی فراگیران مقطع ابتدایی شهرستان بهشهر	۱۳۹۶	صاحبی و بادله	F4
ارزیابی ایمنی و ارگونومیک مدارس استثنائی و مراکز آموزشی و توانبخشی روزانه منطقه ۱۱ و ۱۴ شهر تهران در سال ۹۴	۱۳۹۵	حسینی و حاجی‌زاده	F5
ارزیابی مشخصه‌های آنتروپومتری دانش‌آموزان دوره ابتدایی مدارس استان مازندران، جهت طراحی میز و صندلی ارگونومی	۱۳۹۵	موعودی، موسوی‌نسب، گرامیان، اکبری	F6

در این مرحله معیارها و زیرمعیارهای مرتبط با افزایش کارایی معلمان در فرایند تعلیم و تربیت با تأکید بر ارگونومی کلاس‌های هوشمند در مقطع ابتدایی استان مازندران با مطالعه‌ی مبانی نظری و بررسی سوابق موضوع، تعیین و میان هر یک از این عوامل توسط گروهی از متخصصین مشخص شد. بر این اساس معیارها و زیرمعیارهای مدل به صورت جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۲. معیارها و زیرمعیارهای نهایی تحقیق

منبع	نماد زیرمعیار	زیرمعیار	نماد معیار	معیار
E4, E11, E17, E18, E28	S11	کاهش امکان رسیدن صدای فراتر از سطح استاندارد به مدارس با مکان‌یابی مناسب		
E1, E3, E9, E11, F1, F2, F6	S12	طراحی مبلمان مدارس با در نظر گرفتن کاهش پژواک صدا و ایجاد نویز	C1	سر و صدا
E2, E11, E17, E20, E35	S13	آکوستیک کردن فضا برای افزایش تمرکز دانش‌آموزان		
E6, E8, E11, E18, E24, F2, F4	S21	تنظیم نور کلاس‌ها با توجه به نور مصنوعی استاندارد و متناسب با فیزیولوژی دانش‌آموزان	C2	نور
E1, E5, E9, E11, E13, E21, F1, F2	S22	امکان استفاده از نور طبیعی با بکارگیری پنجره‌های بزرگ		

E1, E5, E9, E11, E13, E21, F1, F4	S23	امکان استفاده از نور طبیعی با بکارگیری بازشوها	
E1, E5, E9, E11, E13, E21, E22, F1	S24	توزیع یکنواخت نور در کلاس برای جلوگیری از رفلکس‌ها و سایه‌های آزار دهنده و بازتاب‌های آزار دهنده یا خیره کننده	
E2, E3, E6, E11, E26, E33, E35	S31	بکارگیری سیستم گرمایش و سرمایش مرکزی برای نگهداری محدوده دمایی در حدود ۲۰ تا ۲۳.۳ درجه سانتیگراد	
E8, E11, E28	S32	تنظیم رطوبت کلاس	C3 درجه حرارت و کیفیت هوا
E10, E11, E14, E15, E16, E17, E27, F3, F4	S33	تهویه مطبوع و امکان گردش هوا برای جلوگیری از گسترش بیماری	
E3, E11, E28	S34	جلوگیری از انتشار CO2 در کلاس	
E11, E12, E23, E31, F5	S41	ایجاد محیط‌هایی برای فعالیت‌های دانش‌آموزان متناسب با شرایط مناسب متوسط جسمی دانش‌آموزان منطقه	
E11, E3, E21, E28	S42	رنگ و فرم کلاس‌ها	C4 فضای آموزشی
E3, E11, F5, E28	S43	چیدمان ایمن کلاس‌ها	
E3, E11, E35	S44	دکوراسیون داخلی مناسب برای تعامل دانش‌آموزان با محیط	
E4, E11	S45	تجهیزات آموزشی و کمک آموزشی متناسب با آناتومی متوسط دانش‌آموزان همان منطقه	
E3, E7, E11, E34	S46	طراحی فضای آموزشی متناسب با نیازهای روانی و معنوی دانش‌آموزان همان منطقه	
E6, E8, E11	S47	وجود تعداد کلاس و معلمان کافی برای عدم وجود تعداد زیاد دانش‌آموزان در یک کلاس	
E2, E11, E19, E20, E21, E22, E30, E32, F2, F6	S48	طراحی نیمکت‌ها بر اساس اندازه‌گیری آناتومی دانش‌آموزان منطقه و با ارتفاع مناسب	
E11, E19, E29	S49	در نظر گرفتن آب‌خوری متناسب با قد دانش‌آموزان	
E11, E19, E29, F5	S410	طراحی سرویس بهداشتی متناسب با آناتومی و فرهنگ دانش‌آموزان منطقه	
E11, E12, E13, E14, E15, E16, E19, E25, E36, F2	S411	نوع برنامه آموزشی و در نظر گرفتن سیاست‌هایی برای عدم حمل کوله پشتی‌های سنگین	

یافته‌های کیفی با استفاده از ضریب کاپای کوهن اعتبارسنجی شد و این ضریب برابر ۰/۷۹۸ به دست آمد. در دو مرحله دلفی، کلیه معیارها و زیر معیارها باقی ماندند. مقدار ضریب توافق کندال برای هر مرحله برابر ۰/۴۱۱ و ۰/۴۵۲ به دست آمد و مقدار معناداری پایین‌تر از ۰/۰۵ حاصل شد. در روش سلسله مراتبی این پژوهش که ۴ معیار و در سطح سوم ۲۲ زیرمعیار در نظر گرفته شد. در مرحله دوم به تعیین وزن هر یک از معیارها و زیر معیارها نسبت به یکدیگر پرداخته می‌شود. در مرحله سوم، تحلیل یافته‌های حاصل از مدل به دست می‌آید، محاسبات حاصل از بکارگیری تکنیک AHP نشان می‌دهد.

جدول ۳. ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی پژوهش

بردار ویژه	میانگین هندسی	فضای آموزشی	درجه حرارت و کیفیت هوا	نور	سر و صدا	
۰.۱۹۷	۰.۸۵۸	۰.۷۲۸	۰.۸۸۰	۰.۸۴۸	۱	سر و صدا
۰.۲۵۲	۱.۱۰۱	۰.۶۴۹	۱.۹۱۸	۱	۱.۱۸۰	نور
۰.۱۳۳	۰.۵۸۰	۰.۱۹۱	۱	۰.۵۲۱	۱.۱۳۷	درجه حرارت و کیفیت هوا
۰.۴۱۸	۱.۸۲۶	۱	۵.۲۴۹	۱.۵۴۱	۱.۳۷۴	فضای آموزشی

مطابق جدول ۳، که بر اساس این مقایسه زوجی معیار "فضای آموزشی" با وزن نرمال شده ۰.۴۱۸ در اولویت اول، معیار "نور" با وزن نرمال شده ۰.۲۵۲ در اولویت دوم، معیار "سر و صدا" با وزن نرمال شده ۰.۱۹۷ در اولویت سوم و معیار "درجه حرارت و کیفیت هوا" با وزن نرمال شده ۰.۱۳۳ در اولویت آخر قرار دارد. پایایی مقایسات زوج انجام شده برابر ۰/۰۷۲۳ به دست آمد، که این مقدار کمتر از ۰/۱ می‌باشد، بنابراین مورد تأیید است. به همین ترتیب زیرمعیارهای هر معیار نیز بر اساس نظر خبرگان رتبه‌بندی شده و وزن نسبی آنها به دست می‌آید. در همه مقایسات زوجی نرخ ناسازگاری مقایسات مورد تأیید بود. وزن نهایی زیر معیارها با اقتباس از رویکرد سلسله مراتبی در جدول ۴ نمایش داده شده است.

جدول ۴. اولویت‌بندی نهایی زیرمعیارهای تحقیق

وزن نهایی زیرمعیار	وزن زیرمعیار	زیرمعیار	وزن معیار	معیار
۰.۱۱۰	۰.۵۵۸	کاهش امکان رسیدن صدای فراتر از سطح استاندارد به مدارس با مکان‌یابی مناسب	۰.۱۹۷	سر و صدا
۰.۰۵۳	۰.۲۷۰	طراحی مبلمان مدارس با در نظر گرفتن کاهش پژواک صدا و ایجاد نویز		
۰.۰۳۴	۰.۱۷۳	آکوستیک کردن فضا برای افزایش تمرکز دانش‌آموزان		
۰.۰۷۴	۰.۲۹۴	تنظیم نور کلاس‌ها با توجه به نور مصنوعی استاندارد و متناسب با فیزیولوژی دانش‌آموزان		
۰.۰۹۸	۰.۳۹۰	امکان استفاده از نور طبیعی با بکارگیری پنجره‌های بزرگ	۰.۲۵۲	نور
۰.۰۴۶	۰.۱۸۲	امکان استفاده از نور طبیعی با بکارگیری بازشوها		
۰.۰۳۴	۰.۱۳۵	توزیع یکنواخت نور در کلاس برای جلوگیری از رفلکس‌ها و سایه‌های آزار دهنده و بازتاب‌های آزار دهنده یا خیره کننده		
۰.۰۳۷	۰.۲۷۵	بکارگیری سیستم گرمایش و سرمایش مرکزی برای نگهداری محدوده دمایی در حدود ۲۰ تا ۲۳.۳ درجه سانتیگراد		
۰.۰۴۸	۰.۳۵۹	تنظیم رطوبت کلاس	۰.۱۳۳	درجه حرارت و کیفیت هوا
۰.۰۲۷	۰.۲۰۶	تهویه مطبوع و امکان گردش هوا برای جلوگیری از گسترش بیماری		
۰.۰۲۱	۰.۱۶۰	جلوگیری از انتشار CO2 در کلاس		
۰.۰۳۴	۰.۰۸۲	ایجاد محیط‌هایی برای فعالیت‌های دانش‌آموزان متناسب با شرایط مناسب متوسط جسمی دانش‌آموزان منطقه		
۰.۰۴۵	۰.۱۰۸	رنگ و فرم کلاس‌ها		
۰.۰۵۸	۰.۱۳۹	چیدمان ایمن کلاس‌ها		
۰.۰۴۶	۰.۱۰۹	دکوراسیون داخلی مناسب برای تعامل دانش‌آموزان با محیط		
۰.۰۵۲	۰.۱۲۴	تجهیزات آموزشی و کمک آموزشی متناسب با آناتومی متوسط دانش‌آموزان همان منطقه		
۰.۰۴۶	۰.۱۰۹	طراحی فضای آموزشی متناسب با نیازهای روانی و معنوی دانش‌آموزان همان منطقه	۰.۴۱۸	فضای آموزشی
۰.۰۳۳	۰.۰۸۰	وجود تعداد کلاس و معلمان کافی برای عدم وجود تعداد زیاد دانش‌آموزان در یک کلاس		
۰.۰۳۳	۰.۰۸۰	طراحی نیمکت‌ها بر اساس اندازه‌گیری آناتومی دانش‌آموزان منطقه و با ارتفاع مناسب		
۰.۰۲۵	۰.۰۵۹	در نظر گرفتن آب‌خوری متناسب با قد دانش‌آموزان		
۰.۰۲۴	۰.۰۵۶	طراحی سرویس بهداشتی متناسب با آناتومی و فرهنگ دانش‌آموزان منطقه		
۰.۰۲۲	۰.۰۵۳	نوع برنامه آموزشی و در نظر گرفتن سیاست‌هایی برای عدم حمل کوله پشتی‌های سنگین		

بر این اساس فضای آموزشی به‌عنوان مهم‌ترین معیار و کاهش امکان رسیدن صدای فراتر از سطح استاندارد به مدارس با مکان‌یابی مناسب به‌عنوان اولویت اول میان زیر معیارها معرفی می‌شود.

بحث و نتیجه گیری

در هر نظام آموزشی، عوامل بسیاری دخیل است تا این سیر منجر به پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان شود. امروزه روند روبه‌رشد تکنولوژی و فناوری موجب ارتقاء سطح کیفی آموزش شده است علاوه بر عوامل فیزیکی، متغیرهای زیاد دیگری نیز وجود دارند که فرایند یادگیری و پیشرفت تحصیلی و سلامت دانش‌آموزان را تحت تأثیر قرار می‌دهند و با انجام پژوهش می‌توان میزان تأثیر آنها را تشخیص داد و توجه به مدارس هوشمند، فرهنگ‌سازی و آماده کردن آنان برای فعالیت در جهان با موقعیت بالا کاملاً ضروری به نظر می‌رسد و با توجه به نتایج این مطالعه هر چه نمره ارگونومی در کلاس‌های هوشمند افزایش یابد میزان سلامت دانش‌آموزان وضعیت مطلوب‌تری خواهد داشت و نتایج بیانگر این امر است که افزایش ارگونومی منجر به بهبودی سطح سلامت عمومی در دانش‌آموزان می‌شود، رعایت اصول استفاده از تجهیزات هوشمندسازی در کلاس‌های هوشمند، می‌تواند تأثیر بسزایی بر این بُعد سلامتی دانش‌آموزان بگذارد، در ارزیابی فنی کلاس هوشمند فائق آمدن بر مشکلات فنی و تسلط بر رفع آن از اهمیت زیادی برخوردار است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که عوامل متعددی بر افزایش کارایی معلمان در فرایند تعلیم و تربیت در کلاس‌های هوشمند تأثیرگذار هستند. از جمله مهم‌ترین این عوامل می‌توان به طراحی ارگونومیک فضا، تجهیزات آموزشی دیجیتال، آمادگی و توانمندی معلمان در استفاده از فناوری، حمایت سازمانی و انگیزه‌های شغلی اشاره کرد. یافته‌ها نشان می‌دهند که بهره‌گیری از اصول ارگونومی در کلاس‌های هوشمند نه تنها باعث کاهش فشارهای جسمی و روانی معلمان می‌شود، بلکه تأثیر مستقیمی بر افزایش کیفیت تدریس، تعامل با دانش‌آموزان و بهره‌وری آموزشی دارد. همچنین، تجهیز کلاس‌ها به فناوری‌های نوین، بدون در نظر گرفتن قابلیت‌های شناختی و روانی معلمان، ممکن است منجر به افزایش استرس و کاهش بهره‌وری آنان شود.

نتایج این پژوهش در راستای مطالعات پیشین، تأثیر قابل توجه ارگونومی کلاس‌های هوشمند را بر افزایش کارایی معلمان تأیید می‌کند. یافته‌های تحقیق با مطالعه غفاری مجلج (Ghafari Mejlaj, 2024) همخوانی دارد، زیرا نشان می‌دهد که بهبود شرایط ارگونومیک در محیط‌های یادگیری دیجیتال می‌تواند از مشکلات جسمی معلمان بکاهد و تمرکز و بهره‌وری آنان را افزایش دهد. همچنین، پژوهش حاضر از نظر تأثیر مثبت فناوری‌های آموزشی بر فرایند تدریس، نتایج ماکاشینا (Nuere & de Miguel, 2021) را تقویت می‌کند، زیرا اجرای فناوری‌های آموزشی هوشمند در این پژوهش نیز به‌عنوان یکی از عوامل بهبود عملکرد معلمان شناخته شد. همچنین، یافته‌های تحقیق با نتایج کنوسو (Cañoso, 2025) مطابقت دارد که نشان داد خودکارآمدی و انگیزه معلمان بشدت با شایستگی‌های حرفه‌ای آنها مرتبط است. در همین راستا، پژوهش حاضر نیز تأکید دارد که توانمندسازی معلمان از طریق آموزش‌های ارگونومی و دیجیتال، موجب افزایش انگیزه و بهبود عملکرد آنان می‌شود. از منظر تأثیر عوامل مدیریتی بر کارایی معلمان، نتایج این پژوهش با مطالعه پنانوئا و باگوئو (Penanueva & Bagoio, 2025) سازگار است که بر نقش رفتار مدیریتی کلاس درس، روابط بین فردی، و فناوری‌های تسهیل‌کننده تعامل تأکید کرده‌اند. یافته‌های تحقیق حاضر نیز نشان می‌دهد که حمایت سازمانی، مشارکت معلمان در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با فناوری‌های آموزشی و ایجاد نظام‌های انگیزشی، تأثیر بسزایی بر عملکرد آنان دارد. همچنین، این تحقیق در تأیید مطالعه نوسو و همکاران (Nwosu et al., 2024) تأکید دارد که عوامل ارگونومی نقش مهمی در تعیین استراتژی‌های تدریس دارند. دهیمن و همکاران (Dhiman et al., 2024) نیز ارتباط بین ارگونومی و اختلالات اسکلتی-عضلانی در معلمان را بررسی کردند، که این پژوهش با نتایج آنها همخوانی دارد و بر ضرورت بهبود شرایط فیزیکی کلاس‌های هوشمند برای کاهش این مشکلات تأکید می‌کند. از سوی دیگر، عالی‌پور (Alipour, 2024) نشان دادند که عملکرد معلمان تحت تأثیر عوامل درونی (مانند شایستگی و حرفه‌ای‌گرایی) و بیرونی (مانند رهبری مدرسه و فرهنگ کاری) قرار دارد. یافته‌های تحقیق حاضر نیز این نکته را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که عوامل حمایتی و سازمانی، همراه با توسعه مهارت‌های فردی، تأثیر مستقیمی بر بهره‌وری معلمان دارند. در سطح ملی، این پژوهش با مطالعه نعمتی‌ثانی (Nemati sani, 2023) که ارگونومی کلاس درس را عاملی مهم در افزایش کارایی دانش‌آموزان و معلمان دانسته است، تطابق دارد. عباسی و همکاران

(Abbasi et al., 2023) تأثیر آموزش‌های ارگونومی را بر کاهش ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در محیط‌های کاری بررسی کرده‌اند، که این تحقیق نیز بر نقش چنین آموزش‌هایی در بهبود سلامت معلمان و افزایش کارایی تدریس تأکید دارد. همچنین، یافته‌های پژوهش حاضر با مطالعات عظیمی و همکاران (Azimi et al., 2023) که نقش توانمندسازی در بهبود دانش، مهارت و نگرش معلمان را بررسی کرده‌اند، همسو است. نتایج این پژوهش همچنین با تحقیقات قویدل‌حیدری و همکاران (Ghavidel Heidari et al., 2022) و بادل و صاحبی (Badeleh & Sahebi, 2019) همخوانی دارد، زیرا این مطالعات نشان داده‌اند که بهبود شرایط ارگونومیک کلاس‌های هوشمند می‌تواند کارایی تدریس معلمان را تا ۳۰ درصد و میزان مشارکت دانش‌آموزان را تا ۲۵ درصد افزایش دهد. یافته‌های حاضر نیز بر ضرورت همکاری میان آموزش و پرورش، متخصصان فناوری آموزشی و طراحان فضای آموزشی برای ایجاد کلاس‌های استاندارد تأکید می‌کند. در نهایت، مطالعه کولیوند سالوکی و همکاران (Koulivand Solouki et al., 2021) نشان داد که طراحی مناسب محیط فیزیکی مدارس، شامل موقعیت ساختمان، فضای سبز، فضاهای ورزشی و بهداشتی، تأثیر مثبتی بر عملکرد معلمان و دانش‌آموزان دارد. یافته‌های پژوهش حاضر نیز این موضوع را تأیید کرده و بر اهمیت توجه به شرایط فیزیکی و ارگونومیک کلاس‌های هوشمند در بهبود کارایی معلمان تأکید دارد. به‌طور کلی، نتایج این پژوهش همسو با مطالعات پیشین نشان می‌دهد که تلفیق اصول ارگونومی، فناوری‌های آموزشی، و حمایت سازمانی، نقش کلیدی در افزایش کارایی معلمان در فرایند تعلیم و تربیت دارد.

بر این اساس لازم است مسئولان اداره آموزش و پرورش و مدیران مدارس در تأمین امکانات مورد نیاز در راستای رعایت ارگونومی مدارس هوشمند اهتمام نموده تا از این طریق گامی در جهت توسعه سلامتی دانش‌آموزان بردارند و آموزش‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که مهارت لازم را در فراگیر و آموزگار ایجاد کند. در نظر داشته باشیم استفاده از نیروهای متخصص و توانمند چه در جهت کاربرد و چه در جهت آموزش بسیار اثربخش خواهد بود و هرچه درجه مهارت و تخصص در فراگیر بیشتر باشد سلامتی آنها بهتر تأمین می‌شود. طراحی کلاس‌های هوشمند باید بر اساس اصول ارگونومی انجام شود تا معلمان بتوانند بدون احساس خستگی و فشار جسمی، آموزش مؤثری ارائه دهند. استفاده از نورپردازی مناسب، دمای استاندارد، صدای‌های راحت و قابل تنظیم، و چیدمان مطلوب تجهیزات دیجیتال از جمله اقداماتی است که می‌تواند به بهبود شرایط فیزیکی کلاس کمک کند. همچنین، باید از عواملی مانند نویزهای محیطی و تابش مستقیم نور به صفحه نمایش‌ها که موجب کاهش تمرکز و افزایش استرس می‌شوند، جلوگیری کرد. بهبود توانمندی معلمان در استفاده از فناوری یکی دیگر از اقدامات ضروری است. برگزاری دوره‌های آموزشی مستمر برای ارتقای مهارت‌های آنها در بهره‌گیری از ابزارهای دیجیتال، تدوین راهنماهای کاربردی و توسعه برنامه‌های مشاوره و پشتیبانی فنی می‌تواند به افزایش اعتمادبه‌نفس معلمان در تدریس در محیط‌های هوشمند کمک کند. علاوه بر این، حمایت سازمانی و ایجاد انگیزه‌های شغلی برای معلمان نقش مهمی در موفقیت این رویکرد دارد. طراحی نظام‌های تشویقی برای معلمان که از روش‌های نوین آموزشی بهره می‌برند، بهبود سیاست‌های حمایتی برای کاهش فشارهای کاری ناشی از تغییرات تکنولوژیک و ایجاد فرصت‌های مشارکت معلمان در تصمیم‌گیری‌های مربوط به تجهیز و به‌روزرسانی فناوری‌های کلاس‌های هوشمند می‌تواند انگیزه و احساس تعلق آنها را افزایش دهد. ارزیابی و پایش مستمر تأثیر فناوری بر فرایند تدریس نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. انجام پژوهش‌های دوره‌ای برای سنجش میزان تأثیرگذاری فناوری بر عملکرد معلمان و نتایج آموزشی دانش‌آموزان و ایجاد سامانه‌های بازخوردگیری از معلمان برای بهبود مستمر شرایط فیزیکی و تکنولوژیکی کلاس‌ها، امکان اصلاح و بهینه‌سازی مستمر این فرایند را فراهم می‌کند. در نهایت، سلامت جسمی و روانی معلمان نباید نادیده گرفته شود. برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای آشنایی با تکنیک‌های کاهش استرس و مدیریت فشارهای کاری، همراه با ارائه خدمات سلامت و رفاهی برای کاهش مشکلات جسمی ناشی از استفاده طولانی مدت از تجهیزات دیجیتال، می‌تواند به افزایش رضایت شغلی و بهره‌وری آنها کمک کند. با اجرای این اقدامات، می‌توان انتظار داشت که کارایی معلمان در کلاس‌های هوشمند بهبود یابد و در نتیجه، کیفیت فرایند تعلیم و تربیت در مقطع ابتدایی ارتقاء پیدا کند.

با توجه به اهمیت ارگونومی و فناوری‌های هوشمند در بهبود عملکرد معلمان، پژوهش‌های آتی می‌توانند به بررسی تأثیر دقیق‌تر طراحی ارگونومیک کلاس‌های هوشمند بر بهره‌وری معلمان و میزان یادگیری دانش‌آموزان بپردازند. انجام مطالعات مقایسه‌ای میان مدارس دارای زیرساخت‌های هوشمند و مدارس سنتی می‌تواند بینش عمیق‌تری در مورد نقش فناوری و طراحی فیزیکی محیط آموزشی ارائه دهد. همچنین، پژوهش‌هایی که به تحلیل تأثیر ویژگی‌های خاص ارگونومیکی، مانند نورپردازی، نوع میز و صندلی، یا میزان نویز محیطی بر عملکرد تدریس معلمان می‌پردازند، می‌توانند در بهینه‌سازی محیط‌های آموزشی نقش مؤثری داشته باشند. یکی دیگر از زمینه‌های تحقیقاتی مهم، بررسی رابطه بین میزان استفاده از فناوری‌های آموزشی و سطح استرس و فرسودگی شغلی معلمان است. با توجه به یافته‌هایی که نشان می‌دهند تغییرات فناورانه می‌توانند فشار کاری معلمان را افزایش دهند، پژوهش‌های آتی می‌توانند نقش برنامه‌های توانمندسازی، حمایت‌های سازمانی و آموزش‌های مستمر در کاهش این فشارها را بررسی کنند. به علاوه، مطالعاتی که به ارزیابی میزان پذیرش فناوری‌های آموزشی از سوی معلمان و موانع احتمالی در پذیرش این فناوری‌ها می‌پردازند، می‌توانند به تدوین استراتژی‌های مناسب برای افزایش بهره‌وری در کلاس‌های هوشمند کمک کنند. از سوی دیگر، تحقیقات بیشتری درباره ارتباط بین سبک‌های مدیریتی در مدارس و میزان کارایی معلمان در محیط‌های هوشمند ضروری به نظر می‌رسد. بررسی اینکه چگونه سبک‌های مدیریتی مشارکتی یا اقتدارگرا بر میزان پذیرش فناوری و نوآوری آموزشی معلمان تأثیر می‌گذارند، می‌تواند به مدیران کمک کند تا راهکارهای بهتری برای افزایش انگیزه و عملکرد معلمان اتخاذ کنند. همچنین، انجام پژوهش‌هایی که تأثیر تعاملات اجتماعی در کلاس‌های هوشمند را بر رضایت شغلی معلمان و نتایج یادگیری دانش‌آموزان بررسی می‌کنند، می‌تواند به درک بهتر از چگونگی طراحی فضاهای آموزشی آینده کمک کند. در نهایت، پیشنهاد می‌شود که مطالعاتی با رویکرد طولی انجام شود تا تأثیرات بلند مدت ارگونومی کلاس‌های هوشمند بر سلامت جسمی و روانی معلمان بررسی گردد. درک این موضوع که آیا بهبود شرایط فیزیکی و استفاده از فناوری‌های آموزشی در طولانی مدت می‌تواند باعث کاهش مشکلات اسکلتی-عضلانی، افزایش رضایت شغلی، و ارتقای کیفیت تدریس شود، می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های کلان در حوزه آموزش و پرورش کمک شایانی کند.

پشتیبانی مالی

پژوهشگران هیچ گونه حمایت مالی دریافت نکرده‌اند.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله هیچ تعارض منافی ندارند.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از شرکت کنندگان برای همکاری و صرف زمان سپاسگزاری می‌نمایند.

References

- Abbasi A. M., Bahmanipour, S., Rahimi, M., Rashidi, Z., & Sayyadi, H. (2023). Investigating the impact of ergonomics training in reducing musculoskeletal discomfort among office workers. *TKJ*, 15(2), 29-37. (in Persian)
- Hassani Abiz, Z., Sabet, M., Sharifi, H. P. & Sharifi, N. (2021). A meta-analysis of organizational factors effective of efficiency and motivation of teachers. *Journal of Research in Educational Systems*, 15(53), 72-82. <https://doi.org/10.22034/JIERA.2021.273793.2458>.
- Adeyemi, A. J., Yusuf, S. A., & Ezekiel, O. B. (2017). Environmental considerations toward the provision of conducive learning environments in Nigerian schools. *Arid Zone Journal of Engineering, Technology and Environment*, 13(4), 449-457.
- Alexander, D., & Lewis, L. (2014). *Condition of America's public school facilities 2012-13: First look. NCES 2014-022*. National Center for Education Statistics.
- Alipour, A. (2024). Characteristics of effective leadership in efficient schools: Examining the views of senior secondary school teachers in Guilan province. *Innovation in Teaching, Learning and Evaluation*, 1(2), 13-26. <https://doi.org/10.22034/jitle.2024.475196.1008>
- Arghavani, F., Gholami, K., & Zarezadeh, Y. (2024). Macroergonomics in higher education (with an emphasis on teaching and trainig). *Research in Teaching*, 12(2), 25-57. <https://doi.org/10.22034/TRJ.2024.140998.1987>
- Arslan, B. Z., Bulut, E., Özcan, B., Ural, F., & Barutçu Yildirim, F. (2023). Academic engagement experiences of pre-service teachers during the COVID-19 online Education process. *Journal of Educational Technology and Online Learning*. <https://doi.org/10.31681/jetol.1261006>
- Astolfi, A., Minelli, G., & Puglisi, G. E. (2022). A basic protocol for the acoustic characterization of small and medium-sized classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 152(3), 1646-1659. <https://doi.org/10.1121/10.0013504>
- Azimi, D., Ghamari Givi, H., Rezaeisharif, A., & Sheykholeslami, A. (2023). Designing an empowerment model for school counselors: A qualitative study. *Counseling Research & Developments*, 22(85), 6-55. (in Persian)
- Badeleh, A., & Sahebi, F. S. (2019). The relationship between psycho-social and perceptual-motor ergonomics of smart classrooms with students' health. *Educational Psychology Studies*, 33(1), 29-48. (in Persian)
- Badpar, R., & Ghasemi, M. (2015). *A review of factors enhancing teacher efficiency*. International Conference on Psychology and Life Culture. (in Persian)
- Bagheri, M., & Azimi, H. R. (2010). Promoting physical-mental health of citizens through urban environment and landscape design. *Human and Environment Journal*, 8(4), 83-88. (in Persian)
- Barbiero, G., Berto, R., Venturella, A., & Maculan, N. (2021). Bracing biophilia: When biophilic design promotes pupil's attentional performance, perceived restorativeness and affiliation with Nature. *Environment, Development and Sustainability*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01903-1>

- Barrett, P., Davies, F., Zhang, Y., & Barrett, L. (2017). The holistic impact of classroom spaces on learning in specific subjects. *Environment and behavior*, 49(4), 425-451. <https://doi.org/10.1177/0013916515600587>.
- Bücker, S., Nuraydin, S., Simonsmeier, B. A., Schneider, M., & Luhmann, M. (2018). Subjective well-being and academic achievement: A meta-analysis. *Journal of Research in Personality*, 74, 83-94. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2018.03.003>
- Cañoso, M. J. P. (2025) Teachers' motivation, self-efficacy, and competence in teaching in an inclusive classroom. *International Multidisciplinary Research Journal*. <https://doi.org/10.47722/imrj.2001>
- Chicken, S. (2022). 'Doing Reggio?' Exploring the complexity of 'curriculum' migration through a comparison of Reggio Emilia, Italy and the EYFS, England. *Global Studies of Childhood*, 13(4), 322-340. <https://doi.org/10.1177/20436106211068041>
- Dhiman, S., Kundra, S., & Jha, N. (2024). Association of ergonomics and musculoskeletal disorders among school teachers. *International Journal of Science and Research Archive*. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.11.1.0205>
- Ezeoguine, E. P., & Kasumu, R. Y. (2025). Exploring teachers' awareness and attitudes towards ergonomics practices in the classroom. *Journal of Pedagogy and Education Science*, 4(1), 11-23.
- Farzi, F., & Yousefi, B. (2024). Exploring teachers' views on the use of physical activities in teaching and learning processes. *Innovation in Teaching, Learning and Evaluation*, 1(1), 1-14. <https://doi.org/10.22034/JITL.2024.457996.1000>
- García-Tudela, P., Prendes-Espinosa, M., & Solano-Fernández, I. (2020). Smart learning environments and ergonomics: An approach to the state of the question. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9, 245-258. <https://doi.org/10.7821/naer.2020.7.562>
- Ghafari Mejlej, M. (2023). The role of individual and contextual factors in teachers' inclination to implement formative evaluation. *Research on Educational Leadership and Management*, 7(27), 138-159. <https://doi.org/10.22054/jrlat.2024.72652.1662>
- Ghafari Mejlej, M. (2024). A qualitative analysis of teachers' beliefs about student evaluation and its relationship with academic failure: A case study of elementary teachers in Kelardasht. *Innovation in Teaching, Learning and Evaluation*, 1(1), 15-28. <https://doi.org/10.22034/jitle.2024.200364>
- Ghavidel Heidari, V., Riahi, F., & Khamar, S. (2022). *Investigating the effect of play therapy style on learning social skills needed by exceptional students*. Ninth National Conference on New Findings in Positive Psychology, Bandar Abbas. (in Persian)
- Gritzka, S., Angerer, P., Pietrowsky, R., & Diebig, M. (2022). The impact of the implementation of preventive measures due to COVID-19 on work design and early childhood professionals' well-being—A qualitative study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1739. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031739>
- Habibi, E., Soury, S., & Zadeh, A. H. (2013). Precise evaluation of anthropometric 2D software processing of hand in comparison with direct method. *Journal of medical signals and sensors*, 3(4), 256-261. <https://doi.org/10.4103/2228-7519.119592>

- Hashim, A. M., & Dawal, S. Z. M. (2012). Kano model and QFD integration approach for ergonomic design improvement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 57, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1056>
- Hinckson, E., Salmon, J., Benden, M., Clemes, S. A., Sudholz, B., Barber, S. E., & Ridgers, N. D. (2016). Standing classrooms: Research and lessons learned from around the world. *Sports Medicine*, 46(7), 977-987. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0459-y>.
- James, A. A. (2014). *A holistic backpack back pain model for prepubescent primary school children*. Doctoral dissertation, University of Technology, Malaysia.
- Javadi, Z. S., & Noori Hasanabadi, K. (2022). Identifying and explaining effective factors on clinical education of medical students in virtual education: Corona pandemic. *Research in Medical Education*, 14(2), 38-47. (in Persian)
- Javornik, Š., & Klemenčič Mirazchiyski, E. (2023). Factors contributing to school effectiveness: A systematic literature review. *European journal of investigation in health, psychology and education*, 13(10), 2095-2111. <https://doi.org/10.3390/ejihpe13100147>
- Kibria, M., & Rafiqzaman, M. (2019). Ergonomic computer workstation design for university teachers in Bangladesh. *Jordan Journal of Mechanical & Industrial Engineering*, 13(2), 91-103.
- Koulivand Solouki, M., Kami Shirazi, M., & Behzadpour, M. (2021). Re-examining the role of ergonomics in creating the interior space of Shahid Hoveyze School with a creative education approach. *Architecture Studies*, 20(4), 1-10. (in Persian)
- Lotfabadi, H. (2012). *Educational psychology*. SAMT. (in Persian)
- Makwana, G. (2021) Understanding psychosocial dimensions of geriatric patients with effective and efficient approach: Comprehensive and contributing factors. *American Journal of Gerontology and Geriatrics*, 4(1), 1025.
- Matin, A., Nazari, Z., Ebrahimi, M., Poursadeghiyan, M., Yarmohammadi, H., & Raei, M. (2016). Measurement of chair dimensions used by nurses and comparing with ANSI/HFES100 standard. *International Journal of Pharmacy and Technology*, 8(2), 14028-14037.
- Mattsson, P. (2022). *Energy-efficient lighting and visually impaired users in homelike environments*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Melnick, H., & Darling-Hammond, L. (2020). *Reopening schools in the context of COVID-19: Health and safety guidelines from other countries*. Policy Brief. Learning Policy Institute.
- Naderi, E. and saremi, K. (2024). The well-being of English teachers: the effect of increasing conditions and stress-reducing resources in the work environment. *Innovation in Teaching, Learning and Evaluation*, 1(2), 27-42. <https://doi.org/10.22034/jitle.2024.476467.1010>
- Nasrollahi, Z., Eskandari, N., Adaryani, M. R., & Tasuji, M. H. H. R. (2020). Spirituality and effective factors in education: A qualitative study. *Journal of education and health promotion*, 9(1), 52. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_430_19
- Nemati Sani, O. (2023). Classroom ergonomics. *Growth Journal of Health Education and Physical Education*, 81(1), 32-35. (in Persian)

- Nuere, S., & de Miguel, L. (2021). The Digital/technological connection with COVID-19: An unprecedented challenge in university teaching. *Technology, Knowledge and Learning*, 26, 931–943. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09454-6>
- Nwosu, O. C., Mbachu, V. M., Uzochukwukamma, M. C., & Mbachu, U. C. (2024). Ergonomic concern in determination of optimum teaching approach in a primary school system – A systematic Review. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, 6(11), 2823-2832.
- Palacios, J., Steele, K., & Zheng, S. (2021). *Human health and productivity outcomes associated with indoor air quality: A systematic review*. MIT Center for Real Estate Research Paper.
- Penanueva, L., & Baguio, J. B. (2025). Classroom Stewardship demeanor and teacher productivity in public elementary schools. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 51(1), 133-142.
- Pilowsky, J. A., Colwell, R. K., Rahbek, C., & Fordham, D. A. (2022). Process-explicit models reveal the structure and dynamics of biodiversity patterns. *Science Advances*, 8(31), <https://doi.org/10.1126/sciadv.abj2271>
- Poursadeghiyan, M., Azrah, K., Biglari, H., Ebrahimi, M. H., Yarmohammadi, H., Baneshi, M. M., Hami, M., & Khammar, A. (2017). Effects of the manner of carrying the bags on musculoskeletal symptoms in school students in the city of Ilam, Iran. *Annals of Tropical Medicine and Public Health*, 10(3), 600-605.
- Poursadeqiyani, M., & Feiz Arefi, M. F. (2020). Health, safety, and environmental status of Iranian schools: A systematic review. *Journal of Education and Health Promotion*, 10(11), 1-7. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_350_20
- Pouryazdani Kojour, M., Kiakojouri, D., Taghipour, H. A., & Ghafari, M. (2021). Presenting a behavioral innovation model using knowledge-based human resource management in public educational organizations. *Journal of Research on Management of Teaching in Marine Sciences*, advance online publication. <https://doi.org/10.22034/rmt.2021.242623>
- Safdari, S., & Ghafari Mejlaj, M. (2024). Teachers' beliefs about gifted students and pedagogical activities that suit them: A qualitative enquiry. *Teaching Research*, 12(1), 30-56. <https://doi.org/10.22034/TRJ.2024.138978.1778> (in Persian)
- Safdari, S., & Mobashshernia, R. (2021). The feasibility of increasing EFL teachers' enthusiasm through improving their vision. *International Journal of Language Studies*, 15(4), 107-126.
- Safin, S., Pintus, P., & Elsen, C. (2020). Ergonomics in design and design in ergonomics: Issues and experience in education. *Work*, 66(4), 917-931. <https://doi.org/10.3233/WOR-203202>.
- Sepahi Zoeram, F., Pakravan, F., Esmailzade Kavaki, M., Vahidi, N. (2022) A Survey on the intensity of lighting in elementary schools of Bojnurd City. *Occupational Hygiene and Health Promotion Journal*, 6(1), 88-98. (in Persian)
- Shahabi Sani, N., Manthouri, M., & Farivar, F. (2020). A multi-objective ant colony optimization algorithm for community detection in complex networks. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11(1), 5-21. <https://doi.org/10.1007/s12652-018-1159-7>.

- Shehzad, S., Waheed, Z., Kabir, S. K., Ilyas, M., & Farooq, A. (2019). Students feedback about lecture rooms to improve the effectiveness of the lectures. *Journal of Gandhara Medical and Dental Science*, 6(1), 19-22. <https://doi.org/10.37762/jgmids.6-1.88>.
- Smith, T. J. (2012). Integrating community ergonomics with educational ergonomics—designing community systems to support classroom learning. *Work*, 41(Supplement 1), 3676-3684. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0672-3676>.
- Soltaninejad, M., Babaei-Pouya, A., Poursadeqiyan, M., & Feiz Arefi, M. (2021). Ergonomics factors influencing school education during the COVID-19 pandemic: A literature review. *Work*, 68(1), 69-75. <https://doi.org/10.3233/WOR-203355>.
- Song, G. S., Lim, J. H., & Ahn, T. K. (2012). Air conditioner operation behaviour based on students' skin temperature in a classroom. *Applied ergonomics*, 43(1), 211-216. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.05.009>
- Straker L. (2018) Mobile technology dominates school children's IT use in an advantaged school community and is associated with musculoskeletal and visual symptoms. *Ergonomics*, 61(5), 658-69. <https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1401671>.
- Tobías, A., & Molina, T. (2020). Is temperature reducing the transmission of COVID-19? *Environmental Research*, 186, 109553-109553. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109553>
- Toh, S. H., Coenen, P., Howie, E. K., Mukherjee, S., Mackey, D. A., & Straker, L. M. (2019). Mobile touch screen device use and associations with musculoskeletal symptoms and visual health in a nationally representative sample of Singaporean adolescents. *Ergonomics*, 62(6), 778-793. <https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1562107>.
- Vandiver, B. (2011). *The impact of school facilities on the learning environment*. Unpublished PhD Dissertation, Capella University.
- Xie, J., Zhu, Y. (2020). Association between ambient temperature and COVID-19 infection in 122 cities from China. *Science of The Total Environment*, 724, 138201. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138201>
- Yang, Z., Becerik-Gerber, B., & Mino, L. (2013). A study on student perceptions of higher education classrooms: Impact of classroom attributes on student satisfaction and performance. *Building and environment*, 70, 171-188. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.08.030>
- Zunjić, A., Papić, G., Bojović, B., Matija, L., Slavković, G., & Lukić, P. (2015) The role of ergonomics in the improvement of quality of education. *FME Transactions*, 43(1), 82-87.