Mathematics and Society
University of Isfahan
http://math-sci.ui.ac.ir

**Journal of Mathematics and Society**
ISSN (print): 2345-6493, ISSN (on-line): 2345-6507
Vol. 10 No. 3 (2025), pp. 99-117.
© 2025 The Author(s)
http://www.ui.ac.ir

# IMPLEMENTING DATA SCIENCE EDUCATION IN SCHOOLS: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES

REZA MOETI, ABOLFAZL RAFIEPOUR* AND MOHAMMAD REZA FADAEE

Abstract. The vast volume and storage of data in today's world have significantly increased public access to data. However, this trend poses challenges, such as the misinterpretation of data, which complicates decision-making in all fields that rely on data. On the other hand, the demand for skilled professionals in this field is exceedingly high. Data scientists and data analysts hold some of the highest-paying jobs globally. Furthermore, students are also part of this society, and their need to analyze data, both as citizens and as the future workforce, is a pressing issue. This need has drawn attention to integrating data science education into schools. The aim of this study is to explore the fundamental challenges of teaching data science in schools, focusing on curriculum design, data utilization, and technology. The definition of data science plays a crucial role in examining these challenges. A key aspect of data science is discovering patterns and generating knowledge using data, which requires proficiency in disciplines such as mathematics, statistics, and computer science. Considering this definition, curriculum changes could particularly target these three subjects: mathematics, statistics, and computer science. Among these, the most significant changes could be implemented in school mathematics.

Keywords: Data Science Education, School Mathematics, Curriculum, Technology, Data

Article Type: Research Paper.

Communicated by Saeid Maghsoudi.

*Corresponding author.

Received: 16-10-2024, Accepted: 05-01-2025, Published Online: 09-07-2025.

**Cite this article:** R. Moeti, A. Rafiepour and M. R. Fadaee,Implementing Data Science Education in Schools: Opportunities and Challenges, *Journal of Mathematics and Society*, **10** no. 3 (2025) 99–117. http://dx.doi.org/10.22108/msci.2025.143079.1704

.

## 1. Introduction

Today, we are experiencing a major revolution in the field of data [12], with the enormous volume of data, including Werner Herzog's analogy about the global data flow, becoming both a challenge and an opportunity in the era of big data and data science [38]. The proper understanding of data and the ability to interpret it has now become a necessity, as decision-making in business, politics, and society relies on data-driven evidence [11]. Citizens must understand the role of data in their lives and acquire skills such as data collection, analysis, and visualization [5]. Data science has been recognized as one of the top professions globally, and the demand for specialists in this field is rapidly growing. This situation highlights the importance of teaching data science in schools. Data science education at the K-12 level should enhance essential data-related skills and prepare students to play an effective role in society and critically engage with data [6, 39]. Despite the high significance of data science in education, research on how to integrate it into curricula is still ongoing. The goal is to provide a comprehensive and accessible program for all students, enabling them to become effective users and creators of data. In this regard, curriculum planning must address technological challenges, data-driven topics, and the foundations of data science [2, 8, 28]. This study focuses on data science education in schools, examining various definitions of the field and addressing the key challenges of teaching data science in schools, including curriculum, data, and technology.

## 2. Main Results

In 2001, William Cleveland introduced the term "data science," describing it as a combination of statistics and large-scale computing [7]. Following the economic recovery in the United States in 2011 and the launch of related programs, this field expanded further [39]. Data science is identified as an interdisciplinary field that integrates concepts and methods from statistics, computer science, mathematics, and information science [10, 32, 34]. Some definitions emphasize the analysis of data and discovering useful information using mathematical and statistical methods,[18] while others describe data science as a systematic process for collecting, organizing, and analyzing data [24]. Loukides' definition, widely regarded among researchers, describes data science as the use of computer-based systems to analyze vast amounts of data and extract actionable knowledge [27]. Overall, data science is a broad field dedicated to data collection, processing, and analysis to generate knowledge. The significance of defining data science raises the question of what priorities data science education in schools should focus on. Research suggests that school-level data science education should start with data and expand by leveraging modern technologies to enhance access to data.

Data science has had a significant impact on contemporary sciences, introducing new ways of thinking about data and computation. Many universities have developed educational programs related to data science, and proposals are now being made to incorporate it into elementary and secondary


http://dx.doi.org/10.22108/msci.2025.143079.1704

education [22]. Teaching data science equips students with skills such as calculating simple statistics, selecting appropriate visualizations, and interpreting data results [21]. However, many high school students struggle with analyzing data and making data-driven decisions, often focusing on details while overlooking broader patterns and trends [20]. According to Finzer, if the curriculum from at the K-12 level is not revised, society will face a shortage of data scientists compared to its future needs [10]. Therefore, teaching data science in elementary and secondary education is essential.

The integration of data science into school education is expanding as part of the global movement "Data Science for All", aiming to prepare students to use data science skills in life and the workforce [25, 37]. These efforts emphasize revising curricula to make data science a core component of the learning process. Research shows that the best data science learning experiences occur when students have the opportunity to engage with real-world data relevant to their lives [31]. In this context, curricula are evolving. For example, the state of California has introduced data science courses as an alternative to traditional mathematics courses in high schools[37]. Some states have developed certification programs for teachers, enabling them to incorporate data science content into other subjects or teach it as a standalone course [20]. International projects such as the "Global Data Science Project in Schools" have provided frameworks for teaching data science to students and preparing teachers for this role. These projects highlight the data learning cycle as the central aspect of data science and strive to present data science in an accessible and comprehensible manner to a broad range of students [15].

The American Statistical Association, in its latest guidelines, has emphasized the importance of data science and updated curricula from k-12 to address the needs of a data-driven world [2]. Alongside these efforts, organizations and platforms like "YouCubed" have created online courses for teachers to familiarize them with data science concepts and provide them with essential resources [20]. Ultimately, the development of data science curricula in schools can enhance students' capabilities and prepare them for the challenges of the modern world. Technology and data serve as two foundational pillars of these programs, with countries striving to use them to transform students into informed and data-literate citizens.

Data, as an integral part of our daily lives, is being generated on a massive and rapidly increasing scale. It is predicted that the volume of digital data will double by the end of 2024. This growth stems from various sources, such as Internet of Things (IoT) devices, social media platforms, and websites, which contribute to the production of big data and create new business opportunities [31, 13]. Authentic data, consisting of real quantitative and qualitative information from real-life phenomena, plays a critical role in data science education. Using authentic data, as opposed to manipulated data, provides a more genuine learning experience [19]. Although teachers face challenges such as time constraints and the complexity of data analysis, working with real data can enhance students' motivation

[33]. Multidimensional data, such as images and videos, offer opportunities for deeper understanding aligned with the needs of data science [37]. The American Statistical Association emphasizes the development of data-handling skills across different educational levels. At the initial stages, students should understand the concept of data and use it to answer questions. At more advanced levels, they perform complex analyses and recognize the importance of ethical data management [2]. However, big data remains overlooked in many school curricula. Since such data is primarily generated electronically, integrating technology education and data analysis into the curriculum is essential.

Given technological advancements, students should become familiar with digital tools for performing statistical and scientific analyses. Technology should be explicitly integrated into the curriculum of mathematics and statistics so that students know which concepts should be learned manually and which should be learned using technology. These decisions should be based on developmental research in science education and learning mathematics. In today's digital society, where vast amounts of data are generated, teachers must use various tools to process and analyze data. These tools include statistical software such as R, Python, and tools like CODAP and TinkerPlots, which allow students to analyze data without needing programming skills [30]. These tools are suitable for teaching fundamental data science concepts such as filtering data, grouping, summarizing, calculating, and merging data. In educational examples, data filtering is used to analyze patterns and uncover hidden patterns in data. [9]. The use of appropriate technologies in teaching data science helps students acquire the essential skills needed to understand and analyze data, enabling them to apply these skills in real-world problems.

## 3. **Conclusions**

Data science is universal and its learning is recommended for all citizens. It can be considered a necessity for every individual in society or in any job position. In this article, we reviewed research conducted in the field of school-level data science education and examined the key challenges in this area. Most research on school-level data science education emphasizes curriculum, data, and technology. Data science has gained significant attention in the curriculum of universities, standards organizations, and curriculum planners at both higher education and school levels. The Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISEII) is one of the most prominent documents frequently cited in research. This document, with a particular focus on data science, has been made available to curriculum planners and teachers. Some countries, based on their curricular conditions, have begun developing various curricula in data science. These efforts, aligned with the diverse definitions of data science, have attracted attention within school mathematics. Understanding how to teach data science skills remains a challenge for specialists and researchers in this field. Some studies have recommended introducing data science education from elementary school and even preschool.


http://dx.doi.org/10.22108/msci.2025.143079.1704

Thus, both teachers and students require tools and training for the effective use of data. Selecting appropriate data and technology is also a significant challenge in this field. Almost all studies agree on the need to use real and reliable data. Moreover, both programming and non-programming tools are considered based on educational levels. Research indicates that data science can play an important role in demonstrating the applications of mathematics in society.

**Reza Moeti**
Department of Mathematics Education, Faculty of Mathematics and Computer, Shahid Bahonar University of Kerman Kerman, Iran
Mahani Math Center, Afzalipour Research Institute, Shahid Bahonar University of Kerman Kerman, Iran
Email: rezamoeti@math.uk.ac.ir

**Abolfazl Rafiepour**
Department of Mathematics Education, Faculty of Mathematics and Computer, Shahid Bahonar University of Kerman Kerman, Iran Email: Rafiepour@uk.ac.ir

**Mohamad Reza Fadaee**
Department of Mathematics Education, Faculty of Mathematics and Computer, Shahid Bahonar University of Kerman Kerman, Iran
Email: m_fadaii@uk.ac.ir

ریاضی و جامعه
شاپا (چاپی): ۲۳۴۵-۶۴۹۳، شاپا(الکترونیکی): ۲۳۴۵-۶۵۰۷
جلد ۱۰، شماره ۳ (۱۴۰۴)، صص. ۹۹-۱۱۷
© ۱۴۰۴ دانشگاه اصفهان

http://www.ui.ac.ir
http://math-sci.ui.ac.ir

# پیاده سازی آموزش علم‌داده در مدرسه : فرصت ها و چالش ها

رضا معطی، ابوالفضل رفیع‌پور* و محمدرضا فدایی

**چکیده.** حجم بسیار بالا و ذخیره داده‌ها در دنیای امروز، دسترسی مردم به داده‌ها را افزایش داده است. با این روند مشکلاتی از جمله تفسیر اشتباه داده‌ها، تصمیم‌گیری در تمام عرصه‌های تاثیرگذارِ کار با داده را با چالش مواجه می‌کند. نیاز به نیروی کار در این زمینه بسیار پر تقاضا است و تجزیه و تحلیلگری داده‌ها یکی از شغل‌های پر درآمد در جهان می‌باشد. بنابراین آموزش علم‌داده و تجزیه و تحلیل داده‌ها به دانش‌آموزان به‌عنوان نیروی کار آینده امری جدی است و بایستی در برنامه درسی مدارس جایگاه مناسبی داشته باشد. هدف این پژوهش بررسی چالش‌های اساسی آموزش علم‌داده در آموزش مدرسه‌ای که شامل برنامه درسی، داده‌ها و فناوری، می‌باشد. تعریف علم‌داده در بررسی این چالش‌ها مؤثر است. مهم‌ترین موضوعی که در تعریف علم‌داده دیده می‌شود، کشف الگوها و ساختن دانش با استفاده از داده‌ها با توجه به توانایی مهارت در رشته‌های موضوعی از جمله ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر است. با توجه به تعریف علم‌داده تغییر در برنامه درسی می‌تواند در سه درس ریاضیات، آمار و علوم کامپیوتر مورد توجه قرار گیرد. بیشترین تغییرات در زمینه برنامه درسی، می‌تواند در ریاضیات مدرسه ای انجام شود.

## ۱. مقدمه

جمع‌آوری داده‌ها به هزاران سال پیش باز می‌گردد، زمانی‌که انسان‌ها اطلاعات خود را روی لوح‌های گِلی ثبت می‌کردند. امروزه، ما با انقلابی بزرگ در حوزه داده‌ها مواجه هستیم [۱۲]. در حال حاضر حجم داده‌ها بسیار زیاد شده‌اند یکی از بهترین تشبیه‌ها از حجم زیاد داده‌ها را می‌توان در گفته‌های ورنر هرتزوگ[1] یافت، او معتقد است:

> اگر داده‌هایی را که در یک روز در سطح جهانی تولید می‌شود روی سی‌دی‌ها (دیسک‌های فشرده)[2] ذخیره کنید و آن‌ها را روی هم قرار دهید، ارتفاع آن‌ها تا مریخ خواهد رسید و بازخواهد گشت [۳۷].

ما در عصری از کلان داده و علم‌داده زندگی می‌کنیم، جایی‌که داده‌ها تمرکز اصلی در زندگی روزمره ما هستند. در واقع، این حجم زیاد از داده‌ها که در تمام بخش‌های جامعه تولید می‌شود، دسترسی مردم به داده‌ها را افزایش داده است. واضح است که حجم داده‌ها در بخش‌های مختلف افزایش یافته و تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ به یک زمینه رقابت جهانی تبدیل شده است [۳۸]. مردم از طریق رسانه‌های خبری، رسانه‌های اجتماعی، شرکت‌ها و سیاستمداران با نمایش‌های تصویری داده‌ها آشنا

عبارات و کلمات کلیدی: شبکه‌های عصبی مصنوعی، استنباط بیزی، توزیع پسین، رگرسیون خطی چندگانه، طبقه‌بندی.
نوع مقاله: پژوهشی
دبیرتخصصی رابط: سعید مقصودی
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۶ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۴/۱۸
**ارجاع به مقاله:** ر. معطی، ا. رفیع‌پور و م. ر. فدایی، پیاده سازی آموزش علم‌داده در مدرسه : فرصت ها و چالش ها، نشریه ریاضی و جامعه، ۱۰ شماره ۳ (۱۴۰۴) ۹۹-۱۱۷.
http://dx.doi.org/10.22108/msci.2025.143079.1704 .

[1] Werner Herzog [2] compact discs

می‌شوند. نمایش چنین مقادیر قابل توجهی از اطلاعات، تفسیر آن را چالش برانگیز می‌کند. به‌عنوان مثال، بسیاری از افراد تفسیر نادرستی از نمودارهای لگاریتمی نرخ عفونت‌های کووید-۱۹[3] داشتند، این موضوع ممکن است باعث شده باشد که آنها نسبت به اقدامات ایمنی، مانند رعایت فاصله‌گذاری اجتماعی و استفاده از ماسک، احساس کم‌اهمیت بودن یا بی‌توجهی کنند [۳۶]. با این‌حال ضرورت درک صحیح و مدیریت داده‌ها امروزه یک موضوع جدی به نظر می‌رسد، همچنین بسیاری از زمینه‌های تصمیم‌گیری در جهان، از جمله تجارت، سیاست و جامعه توسط شواهد مبتنی بر داده‌ها پشتیبانی می‌شوند [۱۱]. الزام آگاهی و درک شهروندان از داده‌های مختلفی که روزانه از طریق رسانه‌های خبری، محققان و منابع دیگر ارائه می‌شود، تاکنون به این اندازه واضح نبوده است [۲۰]. اعضای جامعه باید درک کنند که چگونه استفاده از روش‌های مناسب برای یادگیری از داده‌ها می‌تواند به ما اجازه دهد تا با چالش‌های مهمی روبرو شویم. فراگیر بودن داده‌ها و قدرت محاسباتی منجر به تقاضای فزاینده برای افرادی با مهارت‌های حرفه ای علم‌داده و نیاز همه شهروندان به درک نقش داده‌ها در تصمیم گیری در زندگی خود شده است [۵]. درسال ۱۹۰۳، ولز[4] وضعیت کنونی جامعه را پیش‌بینی کرد، زمانی‌که گفت:

> توانایی محاسبه، تفکر و تحلیل میانگین‌ها، بیشینه‌ها و کمینه‌ها ممکن است در سراسر جهان به‌زودی به‌اندازهٔ توانایی خواندن و نوشتن برای شروع به‌عنوان یک شهروند کارآمد در دولت‌های پیچیدهٔ جدید در حال توسعه مهم تلقی شود [۱۳].

بر اساس نظرسنجی انجام شده توسط گلاسدر[5]، در سال ۲۰۲۲، متخصص علم‌داده یکی از بهترین مشاغل در ایالات متحده شناخته شد و توانست رتبه سوم را در میان ۵۰ شغل برتر کسب کند [۳۸]. نتایج سال ۲۰۱۹ نشان می‌دهد تعداد متخصصان علم‌داده در اروپا افزایش ۵.۵ درصدی نسبت به سال قبل داشته است و عدم تعادل مداوم بین تقاضا و عرضه مهارت‌های داده در اروپا وجود دارد و پیش‌بینی می‌شود تقاضای پست شغلی در مهارت‌های داده همچنان از عرضه پیشی می‌گیرد [۶]. از این‌رو، نیاز آشکار به متخصصانی وجود دارد که اساس علم‌داده را درک کنند.

با توجه به نگاه جهانی به علم‌داده در زمینه شغلی و شهروندی، و فراگیر بودن علم‌داده، آموزش علم‌داده در مدرسه نیز کانون توجه در جهان قرار گرفته است. برای حمایت از دانش‌آموزان در رشد آنها به‌عنوان شهروند، بسیار مهم است که استدلال در مورد داده‌ها در مدرسه هرچه زودتر برانگیخته شود [۴]. داده‌ها برای جامعه معنا دارند و توانایی شهروندان از درک داده‌ها در یک دموکراسی پر جنب‌وجوش حیاتی است [۱۱]. اکنون مدرسه چگونه علم‌داده را درخود جای دهد، این سؤالی است که تغییرات در برنامه درسی و آموزشی در مدارس می‌توانند به این مهم پاسخ دهند. ادغام آموزش علم‌داده دربرنامه درسی پیش از دبستان تا پایه دوازدهم[6] به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا به کاربران و خالقان داده‌های مؤثر تبدیل شوند و در عین‌حال مهارت‌های داده‌ای مهم مانند جمع‌آوری، تجسم و تجزیه و تحلیل داده‌ها را که برای درک داده‌های اطرافشان مورد نیاز است، تقویت کنند [۲۸، ۸]. انجمن آمار آمریکا[7] در جدیدترین دستورالعمل خود چارچوبی برای آموزش آمار و علوم داده تایید کرده است. این سند با عنوان «راهنمای ارزیابی و دستورالعملی برای آموزش آمار[8]» توجه ویژه‌ای به علم‌داده در برنامه درسی مدرسه‌ای دارد و به‌عنوان یک منبع مهم مورد توجه برنامه‌ریزان درسی قرار گرفته است [۲].

با این‌حال، آموزش علم‌داده در پیش از دبستان تا پایه دوازدهم همچنان در حال پیشرفت است و نیاز به تحقیق دارد که چگونه می‌توان علم‌داده را به‌صورت مؤثر در برنامه‌های درسی مدرسه‌ای قرار داد. قرار گرفتن علم‌داده در برنامه درسی باید به گونه‌ای باشد که دسترسی جامع برای دانش‌آموزان فراهم کرده و به آنها امکان دهد تا نقش داده‌ها در جامعه را درک کرده و به‌صورت انتقادی درباره آن فکر کنند [۱]. علاوه بر این، فناوری پیشرفته زمینه‌ای فراهم می‌کند که طیف گسترده‌تری از شهروندان بتوانند از درک ساده نقش داده‌ها فراتر روند و به مهارت‌های عمیق‌تر و کاربردی‌تری در بهره‌گیری از داده‌ها دست

[3]COVID-19 [4]Wells [5]Glassdoor [6]K-12 [7]American Statistical Association [8]GAISE II

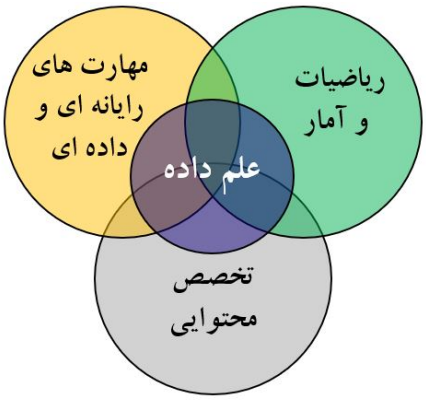

http://dx.doi.org/10.22108/msci.2025.143079.1704

یابند. بر این اساس، نظام آموزشی باید مبانی علم‌داده را در برنامه‌های خود بگنجاند تا نه‌تنها امکان یادگیری مؤثرتر مفاهیم کلیدی علم‌داده برای رشته‌های گوناگون فراهم شود، بلکه مسیر یادگیری تخصصی‌تر و دستیابی به مهارت‌های حرفه‌ای در این حوزه نیز هموار گردد [۵].

هدف از این پژوهش توجه به آموزش علم‌داده در مدرسه است، و با توجه به پژوهش‌های انجام شده در این حوزه، موضوع‌های برنامه درسی، داده، و فناوری در علم‌داده مدرسه ای بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. با توجه به اهمیت تعریف علم‌داده از منظر پژوهشی ابتدا به تعاریف مختلف در این حوزه می‌پردازیم، سپس به مروری بر آموزش علم‌داده در مدرسه تأکید داریم و در ادامه به‌بررسی مهم‌ترین چالش‌های آموزش علم‌داده در مدرسه از جمله برنامه‌درسی، داده و فناوری می‌پردازیم.

## ۲. تعریف علم‌داده

ویلیام کلیولند[9] در سال ۲۰۰۱ در مقاله خود با عنوان «علم‌داده: یک برنامه عملیاتی برای گسترش حوزه‌های فنی در رشته آمار» اصطلاح علم‌داده را ابداع کرد، او علم‌داده را شامل ترکیبی از آمار و محاسبات در مقیاس بزرگ توصیف می‌کند [۷]. علاوه بر این، پس از بهبود اقتصاد ایالات متحده در سال ۲۰۱۱، با راه اندازی برنامه‌های علم‌داده، این حوزه گسترش بیشتری پیدا کرد. به‌طور کلی، تلاش‌های زیادی برای تعریف علم داده صورت گرفته است. در حالی‌که تعریف خاصی از این علم جدید وجود ندارد [۳۸]. بعضی از تعاریفی که ارائه شده است صرفاً بر بین‌رشته‌ای بودن علم‌داده تأکید دارند، این تعاریف علم‌داده را به‌طور ذاتی بین رشته ای می‌دانند [۱۰، ۳۲، ۳۴، ۳۹]. در ادامه چند تعریف از علم‌داده بیان می‌شود که اهمیت بین‌رشته‌ای بودن را معرفی می‌کند: یکی از تعاریف کلیدی که بر ابعاد اجتماعی و اقتصادی تأکید دارد، بیان می‌کند که علم‌داده به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حوزه‌های بین‌رشته‌ای در حال ظهور است که عمدتاً مفاهیم و روش‌هایی را از آمار و علوم رایانه و همچنین ریاضیات و علوم اطلاعات ترکیب می‌کند [۳۰]. برخی از تعاریف درک زمینه‌های بین‌رشته‌ای پیرامون مجموعه داده‌ها، دانش ریاضی و مفاهیم آماری و داشتن مهارت‌های علوم رایانه را لازمه مهارت‌های علم‌داده می‌دانند [۱۹]. نمودار ون یکی از مرسوم ترین نمایش‌ها برای معرفی علم‌داده به‌عنوان یک علم بین رشته‌ای است (شکل۱).




**شکل ۱.** نمودار ون علم‌داده [۱۰]

**Figure** 1: Venn diagram of data science [**10**]

از طرفی کشف اطلاعات در درون داده‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها در برخی تعاریف از نکات قابل توجه است. به‌عنوان نمونه در یکی از تعاریف علم‌داده، به یافتن اطلاعات مفید در داده‌ها، با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌های اکتشافی یا سایر

[9] William Cleveland

روش‌های ریاضی و آماری اشاره می‌کند [۱۸]. همچنین در یک پژوهش، علم‌داده را به‌عنوان تعهدی به مشاهده و کار منظم با داده‌ها توصیف می‌کند، که می‌تواند اعداد، کلمات، داستان‌ها یا هر نوع اطلاعاتی باشد که روشمند جمع آوری، سازماندهی و تجزیه و تحلیل می‌شود [۲۴]. تعریف لوکودیس[10] نیز برای بیشتر پژوهشگران جذاب است. او بیان می‌کند: علم‌داده شامل استفاده از سیستم‌ها و فرآیندهای مبتنی بر رایانه است که می‌توانند حجم عظیمی از داده‌ها را تجزیه و تحلیل و دانش را از آن استخراج کنند، بنابراین علم‌داده با هدف تبدیل داده‌ها به دانش عملی است [۲۷]. باومر[11] نیز با تأکید بر کشف الگوها، علم‌داده را یک زمینه بین‌رشته‌ای می‌داند که با استفاده از تحلیل‌های پیچیده، الگوها و اطلاعات مفید را از داده‌های گسترده‌ی موجود استخراج می‌کند [۳].

در مجموع این تعاریف نشان می‌دهند، علم‌داده حوزه بسیار گسترده‌ای است که به جمع‌آوری، پردازش، حفظ و تجزیه و تحلیل داده‌ها و استخراج و کشف الگوها می‌پردازد و در نهایت به تولید دانش منجر می‌شود. لزوم توجه به تعاریف علم‌داده در پژوهش‌های مختلف این سؤال را ایجاد می‌کند که چه چیزی می‌تواند اولویت آموزش علم‌داده برای مدرسه باشد. در برخی از پژوهش‌ها شاید تنها زمینه‌ی اصلی توافق این باشد که آموزش علم داده در مدرسه ابتدا شامل داده‌ها است و در ادامه با افزایش دسترسی به داده‌ها در جامعه که از طریق فناوری‌های جدید امکان‌پذیر می‌شود، ضرورت می‌یابد [۲۰].

## ۳. آموزش علم‌داده

علم‌داده قبلاً جای‌پای بزرگی را در عملکرد علمی معاصر ایجاد کرده است. روش‌های جدیدی برای تفکر در مورد داده‌ها و محاسبات در رشته‌های علمی و در مقیاس‌های مختلف ایجاد کرده است. چندین دانشگاه شروع به تشکیل مدارک و برنامه‌های آکادمیک در علم‌داده کرده‌اند. فراتر از تحصیل در مقطع کارشناسی، اکنون پیشنهادهایی برای علم‌داده ارائه می‌شود تا در آموزش ابتدایی و متوسطه حضور پیدا کند [۲۲]. برای آمادگی بهتر برای مشاغل فردا، دانش‌آموزان باید با علم‌داده آشنا شوند [۱۷]. البته علم‌داده صرفاً یک موضوع فنی نیست که برای اهداف شغلی تدریس شود. درک علم‌داده به یادگیرندگان این امکان را می‌دهد که مهارت‌هایی را کسب کنند که شامل محاسبه آمار ساده، انتخاب نمایشگرهای گرافیکی و عددی مناسب برای نمایش داده‌ها و برقراری ارتباط با نتایج داده‌ها می‌شود [۲۱].

با این‌حال، بسیاری از دانش‌آموزان دبیرستانی، فاقد درک لازم برای تجزیه و تحلیل و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده‌ها هستند، حتی زمانی‌که داده‌ها به روشی نسبتاً ساده و مستقیم ارائه شوند. برای مثال، یک مطالعه نشان داد که وقتی از دانش‌آموزان خواسته می‌شود نقشه‌ها، جداول، نمودارها یا سایر نمایش‌های دیداری داده‌ها را در نظر بگیرند، اغلب بر روی نقاط داده‌ای منفرد (مانند مقادیر پرت یا مقادیر بیشینه و کمینه) تمرکز می‌کنند و متوجه الگوها، روندهای مهم و تصاویر بزرگتر نمی‌شوند [۲۰]. در عوض، ما نیاز به ارائه دستورالعمل اختصاصی در موضوع مجزا، در صورت مرتبط بودن، علم‌داده داریم. فینزر[12] معتقد است که متخصصانِ داده‌ی آینده، امروز در مدرسه ابتدایی هستند، اما اگر برنامه درسی مدارس از پیش‌دبستانی تا پایه دوازدهم تغییر نکند و آموزش علم‌داده به بخش مهمی از فرآیند یادگیری جوانان تبدیل نشود، متخصصانِ علم‌داده بسیار کمتری نسبت به نیاز ما در دهه‌های آینده ظهور خواهند کرد [۱۰]. بنابراین توجه به برنامه درسی در حوزه علم‌داده برای دانش‌آموزان در دوره‌های ابتدایی و متوسطه ضروری است.

**۱.۳. برنامه درسی.** در تلاشی هماهنگ، در حال انجام برای ترویج «علم‌داده برای همه» مربیان موظف هستند که ماهیت تعامل یادگیری دانش‌آموزان با داده‌ها را در نظر بگیرند [۲۵]. گنجاندن اخیر مفاهیم علم‌داده در حوزه آموزش مدرسه‌ای بخشی از پویش‌های «علم‌داده‌های بزرگ برای همه» می‌باشد که هدف آن، آماده کردن دانش‌آموزان جهت استفاده از مهارت‌های علم‌داده

[10]Loukides [11]Baumer [12]Finzer


http://dx.doi.org/10.22108/msci.2025.143079.1704

در نیروی کار است [۳۶]. حال اگر قرار است مدارس در حوزه علوم داده ورود کنند و شهروندان را با مفاهیم علم‌داده آشنا سازند تجدید نظر در برنامه درسی می‌تواند به‌عنوان یک نقطه شروع مورد توجه قرار گیرد.

برنامه درسی یک اصطلاح پرکاربرد با معانی مختلف است. در آموزش ریاضی، کتب درسی، استانداردها و اسناد خط مشی، اغلب در دسته ای از برنامه درسی به نام برنامه درسی مکتوب گروه بندی می‌شوند که بر برنامه درسی تصویب شده‌ای که دانش‌آموزان تجربه می‌کنند تأثیر می‌گذارد [۳۶]. یکی از اهداف مهم در برنامه درسی، یادگیری دانش‌آموزان است. پژوهشگران پیش‌بینی می‌کنند که قوی‌ترین تجربیات یادگیری پیرامون سواد داده‌ای زمانی به وجود می‌آید که یادگیرندگان این فرصت را داشته باشند که در حین کاوش مجموعه داده‌های تحقیقات علمی در استدلال کمی و علم‌داده شرکت کنند. در سطح دانش‌آموزی، آموزش علم‌داده می‌تواند دسترسی به داده‌هایی را که با زندگی دانش‌آموزان تلاقی می‌کند، فراهم کند [۳۱]. هر دانش‌آموزی، به‌ویژه در سطح دبیرستان، علاقه‌ای به متخصص شدن ندارد. با این‌حال، از آنجا که دانش‌آموزان امروزی بیشتر از طریق رسانه‌های اجتماعی با داده‌ها در زندگی روزمره خود تعامل دارند، اگر معلمان دانش‌آموزان را برای کار با داده‌ها آماده نکنند، یک فرصت ارزشمند از دست خواهد رفت [۱۴].

لامار و بولر[۱۳] معتقدند که با توجه به اینکه بسیاری از محتوای تدریس شده در ریاضیات مدرسه‌ای برای چندین دهه تغییر نکرده است و دانش‌آموزان در تلاش هستند تا کاربرد اهمیت مطالب ریاضی را در زندگی قرن بیست و یکم ببینند، قرار دادن علم‌داده در برنامه درسی به دانش‌آموزان فرصت‌های مهمی می‌دهد تا ارتباط ریاضیات را ببینند. علم‌داده به آن‌ها اجازه می‌دهد سؤالات خود را بپرسند، پرس‌وجو را دنبال کنند، با عدم قطعیت مبارزه کنند، الگوها را جستجو کنند و آنچه را که کشف می‌کنند به اشتراک بگذارند. همچنین گروهی متشکل از ۵۰ ریاضیدان، سیاست‌گذاران، متخصصان علم‌داده، و معلمان ریاضی با در نظر گرفتن تغییرات محتمل در مسیرهای ریاضی، با ادغام علم‌داده در ریاضیات مدرسه‌ای به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تغییرات مورد نیاز موافقت کردند [۲۰].

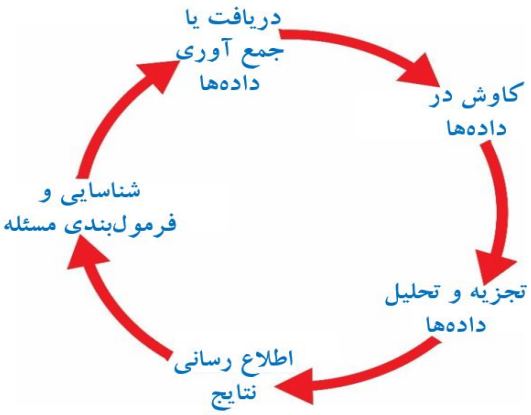
پژوهشگران به موضوع علم‌داده در دوره‌های مختلف تحصیلی پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال برخی از پژوهشگران اهمیت توسعه برنامه‌های درسی علوم داده برای مدارس متوسطه را شناسایی کرده‌اند [۳۵]. برخی از پژوهشگران معتقدند مطالعه علم‌داده باید از سطح ابتدایی شروع شود و برخی استدلال می‌کنند که حتی باید از سطح پیش دبستانی شروع شود [۲۸]. کودکان در طول روزهایی که در مدرسه حضور دارند، به طور مداوم در حال جمع‌آوری داده‌ها هستند، چه زمانی‌که مشاهداتی انجام می‌دهند یا آن‌ها را ثبت می‌کنند، و یا زمانی‌که کلمات، اعداد و مقایسه‌ها را یادداشت می‌کنند. آن‌ها داده‌ها را با کشیدن، فهرست کردن، برچسب‌گذاری، پر کردن جداول و ایجاد نمودارها ثبت و ارائه می‌کنند و از این داده‌ها برای یافتن الگوها، پیش‌بینی کردن، نتیجه‌گیری و نمایش یا به اشتراک‌گذاری یافته‌های خود استفاده می‌کنند. با این‌حال، علم‌داده یک رویکرد آموزشی نسبتاً جدید در آموزش ابتدایی است [۲۶].

توجه به استانداردها در تهیه یک برنامه درسی منسجم می‌تواند نقشه راه مناسبی باشد از این‌رو در تهیه برنامه درسی برای علم‌داده، توجه به استانداردهای نوظهور مشهود است. انجمن آماری آمریکا دستورالعمل‌هایی را برای آموزش آمار در دوره پیش از مهدکودک تا کلاس دوازدهم تأیید کرد و در جدیدترین سند با عنوان راهنمای ارزیابی و دستورالعملی برای آموزش آمار، توجه به علم‌داده را اضافه کرده است[۱۴]. در این سند بیان شده است که امروزه بسیاری از بخش‌های اقتصاد و بیشتر مشاغل به مهارت‌های مبتنی بر داده متکی هستند و برای خواندن آسان اخبار و مشارکت در جامعه به‌عنوان یک عضو آگاه به اطلاعات خوب نیاز است. به همین دلیل، ضروری است که همه دانش‌آموزان، دبیرستان را با آمادگی برای زندگی و کار در

[13]Lamar ,Boaler [14]GAISE II

دنیای داده‌محور ترک کنند [۲]. این گزارش به روز شده به‌طور فعال توسط شورای معلمان ریاضی[15] حمایت و تبلیغ می‌شود [۲۳].

پروژه جهانی علم‌داده در مدارس[16] یک پروژه بین‌رشته‌ای است. در این پروژه، علم‌داده به‌عنوان علم یادگیری از داده‌ها تفسیر شده است و همچنین چرخه یادگیری از داده‌ها (شکل ۲) به‌عنوان قلب علم‌داده معرفی شده است.




**شکل ۲.** چرخه اساسی یادگیری از داده‌ها

**Figure** 2: The basic cycle of learning from data

پروژه جهانی علم‌داده در مدارس چارچوب‌های برنامه درسی را برای پایان دو سال آخر متوسطه در آموزش علم‌داده و برای آماده سازی معلمان برای تدریس علم‌داده توسعه داده است . تمرکز چارچوب‌ها، یادگیری از داده‌ها است. همچنین توسعه مهارت‌های آماری و محاسباتی لازم، و درک مربوطه در صورت نیاز معرفی می‌شود. یک معیار کلیدی طراحی پروژه جهانی علم‌داده در مدارس، این بوده است که یادگیری علم‌داده باید برای طیف بسیار وسیعی از دانش‌آموزان قابل دسترسی باشد و نه فقط برای یک اقلیت کوچک که کدنویسی برای آنها آسان است [۱۵]. علم‌داده به‌طور رسمی در برنامه‌های درسی مورد نیاز پیش‌دبستانی تا پایه دوازدهم در هیچ ایالتی نوشته نشده است. با این‌حال، این در برخی از مناطق در حال تغییر است – به‌ویژه کالیفرنیا اجازه داده است که یک دوره در علم‌داده به‌عنوان یک دوره ریاضی دبیرستان در نظر گرفته شود [۳۶]. دانشگاه کالیفرنیا به تازگی فهرستی از دروس ریاضیات دبیرستانی توصیه شده خود را به روز کرده است تا برای پذیرش در نظر گرفته شود تا آمادگی در علوم داده را نیز شامل شود. چندین ایالت و ناحیه‌ی ایالات متحده، برنامه‌های درسی ریاضی متوسطه خود را به روز نموده و همه‌ی آن‌ها درسی با موضوع علم‌داده را در سال سوم خود ارائه می‌دهند. همچنین یک ایالت، گواهینامه‌ای به معلمان دوره متوسطه ارائه می‌دهد تا آنها را آموزش دهد، به‌منظور این‌که محتوای علم‌داده را در سایر دوره‌های خود ادغام کنند یا یک دوره علم‌داده را تدریس کنند. برای مناطق، مدارس و معلمان، سازمان‌ها، برنامه‌های درسی و منابع متعددی برای پشتیبانی از ادغام آموزش علم‌داده وجود دارد. به‌عنوان مثال، یوکیوبد[17] یک دوره آنلاین به نام آموزش و یادگیری قرن ۲۱ ایجاد کرده است تا معلمان را از هر مقطع یا رشته تخصصی در مورد علم‌داده هیجان زده کند، درک خود را از محتوای علم‌داده و آموزش و پرورش و به اشتراک گذاشتن منابع مهم ایجاد کند [۲۰].

به‌نظر می‌رسد تهیه برنامه درسی علم‌داده وارد مرحله جدی شده است و برخی از کشورها به هر نحوی در تلاش هستند تا این مهم را به اجرا درآورند. ایجاد یک برنامه درسی مناسب برای علم‌داده می‌تواند به پیشرفت و توانایی دانش‌آموزان کمک

[15]NCTM [16]IDSSP [17]Youcubed


http://dx.doi.org/10.22108/msci.2025.143079.1704

کند و آنها را برای جامعه به منظور مواجهه با چالش‌های علم‌داده آماده کند. در ادامه به دو رکن اصلی برنامه درسی در علم‌داده می‌پردازیم. در هر برنامه درسی علم‌داده، تأثیر فناوری و داده را نمی‌توان نادیده گرفت.

**۲.۳. داده.** داده‌ها در همه‌جا در اطراف ما و بخشی از زندگی روزمره ما به شکل‌هایی بیشتر از آنچه‌که بسیاری از ما حتی تصور می‌کنیم، وجود دارند. حجم کل داده‌های دیجیتالی که ما هر روز تولید می‌کنیم به‌طور تصاعدی در حال افزایش است. بر اساس برآوردها، تا پایان سال ۲۰۲۱ حدود ۷۴ زتابایت[18] داده تولید شده در جهان وجود داشته است، که انتظار می‌رود تا پایان سال ۲۰۲۴ دو برابر شود [۳۱]. بسیاری از منابع جدید داده در آنچه که « انقلاب‌داده » نامیده می‌شود، به ظهور ادامه می‌دهند. این منابع شامل داده‌های شخصی تولید شده توسط دستگاه‌ها، پلتفرم‌های شبکه‌های اجتماعی و وب‌سایت‌ها می‌شود که همه آنها داده‌های بزرگ در نظر گرفته می‌شوند [۱۳]. بخش بزرگی از این امر به دلیل افزایش استفاده از دستگاه‌های اینترنت اشیا[19] است. این حجم عظیم داده می‌تواند توسط بسیاری از صنایع مورد بهره برداری قرار گیرد و فرصت‌های تجاری جدیدی را ایجاد کند. در واقع، طبق مطالعه ابزار بازار داده اروپا[20]، ارزش اقتصاد داده درسال ۲۰۱۹ برای اتحادیه اروپا و بریتانیا از آستانه ۴۰۰ میلیارد یورو فراتر رفت. پیش‌بینی می‌شود که بازار داده و اقتصاد داده در سال‌های آینده در حال رشد مداوم باشند، زیرا سرمایه گذاری‌های فناوری و پلتفرم‌های دیجیتال و داده جدید به شکل‌دهی جهان و انطباق آن با واقعیت‌های جدید پس از همه‌گیری، کمک می‌کنند [۳۱].

جو کایسر[21]، مدیر اجرایی زیمنس، در یک انجمن فناوری در استکهلم، گفت: داده‌ها، نفت و به گفته برخی، طلای قرن ۲۱ هستند – ماده اولیه‌ای که اقتصادها، جوامع و دموکراسی‌های ما به‌طور فزاینده‌ای بر آن بنا می‌شوند [۳۸]؛ از این‌رو استانداردهایی باید گنجانده شود که فرصت‌هایی را برای دانش‌آموزان ایجاد کند تا بی‌نظمی داده‌های خام را تجربه و درک کنند. یکی از ایده‌های اصلی که باید از نتایج به‌دست آمده مورد بحث قرار گیرد، نیاز به تقویت استفاده از داده‌های واقعی است [۳۰]. داده‌های واقعی را می‌توان به نوعی داده‌های معتبر معرفی کرد. داده‌های معتبر اطلاعات کمی یا کیفی واقعی هستند که از پدیده‌های زندگی واقعی جمع‌آوری می‌شوند. داده‌های معتبر در تضاد با داده‌های نامعتبر هستند، که ممکن است برای نشان دادن یک الگوی خاص یا نتیجه دستکاری داده‌ها برای وادار کردن یک نتیجه یا تفسیر خاص ایجاد شوند. داده‌های معتبر را می‌توان با استفاده از روش‌های مختلفی از جمله استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری و حسگرهای خودکار جمع آوری کرد یا از طریق مدل‌ها و شبیه سازی‌ها تولید کرد. این مجموعه داده‌ها را می‌توان توسط هر کسی، از جمله متخصصان، دانش‌آموزان و شهروندان جمع‌آوری کرد. متخصصان بر بسیاری از انواع داده‌های معتبر، از جمله داده‌هایی که خودشان جمع‌آوری می‌کنند، داده‌های همکاران و داده‌هایی که در منابع آنلاین بایگانی می‌شوند، تکیه می‌کنند، جایی‌که متخصص ممکن است ارتباط مستقیمی با فرد یا حسگر جمع‌آوری‌کننده داده نداشته باشد این منابع به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند: داده‌های دست اول جمع آوری شده توسط خود محقق و داده‌های دست دوم از انواع منابع خارجی [۱۹].

باوجود شیوع داده‌های معتبر، معلمان اذعان می‌کنند که گاهی اوقات هنوز مجموعه‌های داده‌های غیرمعتبر را برای نشان دادن یک مفهوم علم‌داده خاص ایجاد می‌کنند که در نتیجه از داده‌هایی استفاده می‌شود که فاقد زمینه و پیچیدگی هستند. با این‌حال، همین معلمان وقتی‌که با داده‌های معتبر کار می‌کنند، هیجان دانش‌آموزان خود را تشخیص می‌دهند [۳۳]. علاوه بر این، معلمان گزارش می‌کنند که محدودیت‌های متعددی برای ترکیب فعالیت‌های داده‌محور در کلاس‌هایشان وجود دارد، از جمله زمان مورد نیاز برای بررسی کامل مجموعه‌های داده پیچیده، در ادامه هنگامی‌که دانش‌آموزان تجربه قبلی کمتری با تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها داشته باشند، دلهره‌آور می‌شود [۱۶]. دیدگاه مرسوم این است که درگیر کردن دانش‌آموزان در جمع‌آوری

[18] zettabyte [19] internet of things (LoT) [20] european data market [21] Joe Kaeser

داده‌های اولیه، تجربه یادگیری اصیل‌تر، شخصی‌تر و غنی‌تری از نظر مفهومی فراهم می‌کند. با این‌حال، با توجه به نحوه استفاده از داده‌ها در عمل حرفه‌ای امروزی، برخی معتقدند که درک داده‌های دست دوم نیز خود یک تجربه اصیل مهم است [۲۵].

همچنین برخی از ویژگی‌های داده‌ها بسیار مهم هستند. به‌عنوان مثال استفاده از مجموعه داده‌های چند متغیره و متغیرهای غیرسنتی مانند تصاویر که معمولاً در رسانه‌های امروزی وجود دارند. این امر فرصت‌هایی برای درک داده‌ها ایجاد می‌کند که مطابق با حوزه نوظهور علم‌داده است [۳۶]. به‌عنوان مثال انجمن آماری آمریکا با تدوین جدیدترین دستورالعمل در حوزه علم‌داده و آمار بیان کرده است که دستورالعمل قبلی عمدتاً بر روی انواع داده‌های سنتی، یعنی متغیرهای کمی و دسته‌بندی‌شده متمرکز بوده است. اما در جدیدترین دستورالعمل تدوین شده، انواع داده‌ها فراتر از طبقه‌بندی کمی هستند، در این چارچوب تأکید شده است که امروزه، داده‌ها شامل متنی هستند که در رسانه‌های اجتماعی منتشر می‌شود یا مجموعه‌هایی از تصاویر، صداها یا ویدیوها که به‌شدت ساختار یافته (یا بدون ساختار) هستند. داده‌ها بسیار گسترده و به‌راحتی در دسترس‌اند. داده‌ها چندبُعدی هستند و همچنین نمایش‌ها و تجسم‌های داده‌ها نیز اغلب چندبُعدی و تعاملی هستند که بسیاری از متغیرها را به‌طور همزمان نمایش می‌دهند. در این سند چارچوبی از توصیه‌ها را برای توسعه مهارت‌های اساسی دانش‌آموزان در استدلال آماری و کار با داده در سه سطح اول، دوم و سوم [۲۲] در سراسر جهان ارائه شده است که تقریباً معادل دبستان، دوره اول متوسطه و دوره دوم متوسطه هستند. به‌عنوان مثال در سطح اول، دانش‌آموزان درک می‌کنند که داده‌ها، اطلاعات هستند و دانش‌آموزان باید یاد بگیرند که داده‌ها در مورد زمینه‌ها یا موقعیت‌های خاص تولید می‌شوند. آنها یاد می‌گیرند که می‌توانند از داده‌ها برای پاسخ به سؤالات تحقیقی–آماری در مورد آن زمینه یا موقعیت استفاده کنند. درسطح دوم دانش‌آموزان به این فکر می‌کنند که چگونه داده‌ها را جمع‌آوری و ثبت می‌کنند و از چه کسانی می‌توانند داده‌ها را جمع‌آوری کنند. درسطح سوم دانش‌آموزان مفهوم پیچیده تری از داده ها را ایجاد می‌کنند که خطاها و مقادیر از دست رفته را محاسبه می‌کند. آنها تجزیه و تحلیل خود را با ادغام فناوری در عمل خود، تبدیل متغیرها و یا ایجاد متغیرهای جدید عمیق تر می‌کنند. دانش‌آموزان می‌دانند که داده ها اغلب به‌عنوان فایل ها در یک رایانه محلی، سرور یا در فضای ابری ذخیره می‌شوند، و این فایل‌ها را می‌توان به اشتراک گذاشت و تغییر داد، که نیاز به شیوه‌های تکرارپذیر و مدیریت اخلاقی داده‌ها را افزایش می‌دهد [۲]. با این وجود داده‌های بزرگ که در حال تولید هستند در بیشتر برنامه‌های درسی–مدرسه‌ای نادیده گرفته شده‌اند و از آنجایی‌که این نوع داده‌ها به‌صورت الکترونیکی تولید می‌شوند، نیاز به آموزش و به‌کارگیری فناوری در برنامه درسی اهمیت خاصی پیدا می‌کند.

**۳.۳. فناوری.** دانش‌آموزان امروزی هرگز به بسیاری از این مهارت‌های قلم–کاغذی که در چندین دهه پیش، آموزش داده می‌شود، نیاز نخواهند داشت، زیرا آنها همیشه به دستگاه‌های دیجیتالی دسترسی خواهند داشت که می‌توانند طیف گسترده‌ای از الگوریتم‌ها را برای آنها انجام دهند. اما دانش‌آموزان عصر حاضر به دلیل دسترسی به دستگاه‌های دیجیتال و انجام بسیاری از الگوریتم‌ها توسط این دستگاه‌ها نیازی به اغلب این مهارت‌ها ندارند. بهتر است که وقت گرانبهای کلاس صرف آموزش کارهایی شود که رایانه‌ها قادر به انجام آن نیستند؛ از جمله این موارد می‌توان به شناسایی مشکلات واقعی و مرتبط به راه حل‌های ریاضی، توسعه مدل، استفاده از روش‌های ریاضی و به کارگیری توان محاسباتی در انجام سریع و دقیق محاسبات و درک نتایج آن اشاره کرد [۱۳].

جامعه آموزشی در مدرسه با توجه به رشته‌های ریاضی و آمار، آماده ورود فناوری است و ابزارهای فناورانه می‌تواند به روند آموزش کمک کند. استفاده صریح از فناوری برای انجام روش‌های آماری باید در برنامه درسی رسمی، از جمله استانداردها، گنجانده شود تا مشخص شود دانش‌آموزان کدام مفاهیم یا مهارت‌ها را باید با استفاده از فناوری یاد بگیرند و کدام را به‌صورت

[22] levels A, B, and C


http://dx.doi.org/10.22108/msci.2025.143079.1704

دستی (بدون استفاده از فناوری)، که معمولاً در آموزش ریاضیات روش پیش فرض است. علاوه بر این، این تصمیمات باید بر اساس تحقیقات توسعه ای از آموزش علوم یادگیری و ریاضیات باشد [۳۶].

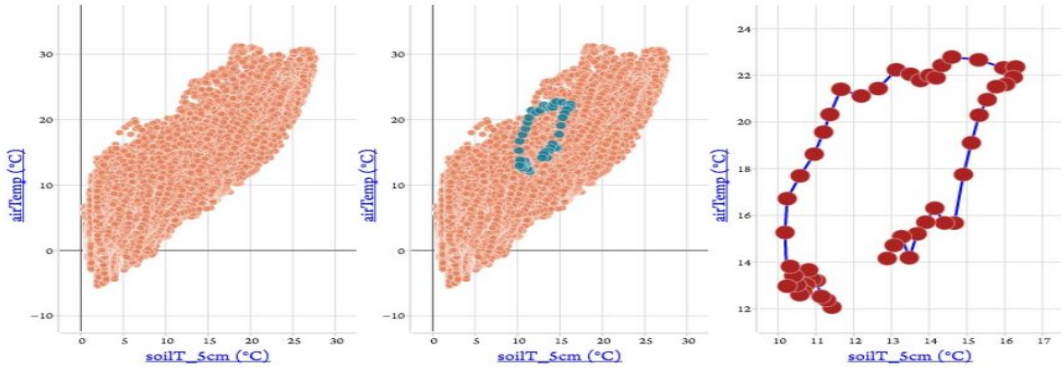
با روندهای اخیر فناوری، ما به‌عنوان یک جامعه دیجیتال در حال تولید حجم وسیعی از داده‌ها هستیم. این امر مستلزم انطباق با پایگاه داده فعلی و فناوری‌های ذخیره‌سازی و توسعه موارد جدید مانند پایگاه‌های داده توزیع شده و ذخیره‌سازی ابری است. به‌علاوه، شیوه ها و الگوریتم‌های پردازش داده‌ها در حال تغییر هستند به‌طوری‌که به‌طور مؤثرتری با مقادیر زیادی از داده‌ها مقابله می‌کنند و گاهی اوقات حتی داده‌ها را به جریان می‌اندازند [۳۱]. پایگاه‌های داده، ما را به بحث در مورد استفاده از فناوری سوق می‌دهد. معلمان مجبور نیستند در نرم افزارهای آماری متخصص باشند، اما عدم تقویت استفاده از فناوری برای رسیدگی به آمار در دبیرستان وجود دارد و ما باید دانش قبل از خدمت مناسب را در معلمان توسعه دهیم. برنامه درسی برخی از کشورها در فناوری فقط به ماشین حساب و صفحات گسترده محدود هستند. در حالی‌که ماشین‌حساب و صفحات گسترده ابزارهای جالبی هستند، معلمان باید سایر ابزارها، مانند نرم‌افزار آماری تطبیقی (مانند آر[۲۳])، نرم‌افزار تجسم و مدل‌سازی (مانند تینکرپلاتس[۲۴]، کداپ[۲۵] یا فاتوم[۲۶])، و اپلت‌ها و سایر ابزارهای آنلاین را که ثابت شده‌اند، بررسی کنند [۳۰]. ابزارهای تینکرپلاتس، کداپ و فاتوم برای تجزیه و تحلیل داده‌ها توسعه داده شدند که به یادگیرندگان اجازه ورود آسان به تجزیه و تحلیل داده‌ها را بدون نیاز به مهارت‌های برنامه‌نویسی می‌دهند، اما از نظر پتانسیل کاوش داده‌ها محدود هستند. ازسوی دیگر، ابزارهای حرفه‌ای مانند آر و پایتون[۲۷] وجود دارند که چشم انداز وسیعی از روش‌های مختلف اکتشاف را ارائه می‌دهند، اما همچنین نیازمند یادگیری زبان برنامه‌نویسی در کنار توسعه تفکر آماری هستند، که برای فراگیران در سطح مدرسه و درمقاطع مقدماتی نیاز است [۱۱].

در پژوهش‌های اخیر صورت گرفته در حوزه علم‌داده مدرسه‌ای ابزارهای کداپ، پایتون، و آر بیشترین استفاده را از سوی پژوهشگران داشته‌اند [۲۹]. فناوری‌های مختلفی مبتنی بر برنامه‌نویسی و غیر برنامه‌نویسی در علم‌داده مدرسه‌ای به‌کار گرفته شده‌اند. از این‌رو با توجه به دوره‌های مختلف تحصیلی و پایه‌های مختلف می‌توان از فناوری‌های متناسب استفاده کرد. این فناوری‌ها جزیی از برنامه درسی علم‌داده محسوب می‌شوند. به‌عنوان مثال در یک فعالیت اریکسون[۲۸] و همکاران [۹] با استفاده از ابزار کداپ به کاوش در داده‌ها پرداخته‌اند. در این فعالیت از اصطلاح حرکت دادن داده‌ها استفاده شده است. حرکت دادن داده‌ها یکی از مطالب مقدماتی علم‌داده برای دانش‌آموزان دبیرستانی در نظر گرفته شده است. حرکت دادن داده‌ها اقدامی است که محتویات، ساختار یا مقادیر یک مجموعه داده را تغییر می‌دهد. به‌همین منظورمجموعه اقدامات فیلترکردن،گروه‌بندی، خلاصه‌سازی، محاسبه، ادغام/پیوستن و ساخت سلسله مراتب را در درون حرکت دادن داده‌ها به دانش‌آموزان آموزش می‌دهند.

به‌عنوان مثال، به منظور کاهش پیچیدگی داده‌ها و دستیابی به بینش، از فیلتر کردن داده‌ها استفاده می‌شود. با توجه به شکل ۳ که از داده‌های یک ایستگاه تحقیقاتی جنگل در کالیفرنیا استفاده شده است، این مجموعه داده ویژگی‌های بسیاری دارند، ازجمله گزارشی از دمای هوا و دمای خاک در ۵ سانتی‌متری عمق زمین که در یک زمان معین اندازه‌گیری می‌شوند. این داده‌ها برای کل سال ۲۰۰۰ هستند که هر ۳۰ دقیقه یک بار ثبت شده‌اند و در مجموع ۱۷۵۰۰ مورد اندازه‌گیری و گزارش شده است.

نمودار دمای هوا (محور عمودی) و دمای خاک (محور افقی) نمودار سمت چپ را در شکل ۳ ایجاد می‌کنند. یک ارتباط منطقی در این نمودار واضح است: هر چه هوا گرمتر باشد، خاک گرمتر است. یک برش یا فیلترکردن از این داده‌ها، بازه زمانی کوتاه‌تری را نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال، داده‌های برجسته شده‌ی نمودار وسط در شکل۳، ۴۸ مورد را در یک روز نشان می‌دهد (۱۹ May سال ۲۰۰۰). برای جدا کردن این ۴۸ مورد با استفاده از فیلتر کردن داده‌ها، نمودار سمت راست ایجاد می‌شود.

[23]R [24]TinkerPlots [25]CODAP [26]Fathom [27]Python [28]Erickson




**شکل ۳.** نمودار سمت چپ، دمای هوا در مقابل دمای خاک (عمق ۵سانتی متر) در هر ۳۰ دقیقه برای سال ۲۰۰۰. نمودار وسط: داده‌های روز ۱۹May پررنگ شده‌اند. نمودار سمت راست: فقط داده‌های ۱۹ May در سال ۲۰۰۰ را نشان می‌دهد که مقیاس‌ها برای پوشش‌دادن کامل نمودار تغییر کرده‌اند. http://short.concord.org/b5 [۹]

**Figure** 3: Left chart: Air temperature vs. soil temperature (at 5 cm depth) recorded every 30 minutes during the year 2000. Middle chart: Data from May 19 are highlighted. Right chart: Only the data from May 19, 2000, are shown, with the axes rescaled to fully display the data http://short.concord.org/b5 [9]

این نمودار یک الگوی روزانه‌ی زیرین در داده‌ها را آشکار می‌کند که هنگام رسم کل مجموعه داده‌ها کاملاً پنهان بود. این فیلتر کردن الگو را آشکار می‌کند و تفسیر دقیق‌تری از داده‌ها را ممکن می‌سازد. در این مورد، احتمالاً این حلقه، نشان‌دهنده‌ی تأخیر زمانی بین گرم‌شدن و خنک‌شدن سریع هوا و گرم‌شدن و خنک‌شدن آهسته‌تر خاک است. در این مثال، جنگل نشان می‌دهد که چگونه فیلتر کردن فقط برای دریافت زیرمجموعه‌ای از داده‌ها از یک مجموعه داده بزرگتر نیست. همچنین ابزاری برای کاوش داده‌ها و آشکارسازی الگوها است. در مجموع این فعالیت نشان می‌دهد که استفاده از مهارت‌های علم‌داده در مدرسه با استفاده از ابزارها و داده‌های مناسب در برنامه درسی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

## ۴. فرصت‌ها و چالش‌ها

آموزش علم‌داده در مدارس فرصتی منحصربه‌فرد برای آماده‌سازی دانش‌آموزان جهت مواجهه با دنیای داده‌محور امروز فراهم می‌آورد. از جمله فرصت‌های کلیدی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: با گنجاندن علم‌داده در برنامه‌های درسی، دانش‌آموزان می‌توانند توانایی تحلیل داده‌ها، کشف الگوها و تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد را از سنین پایین فراگیرند. همچنین علم‌داده یکی از مهارت‌های پرتقاضا در بازار کار جهانی است و آموزش آن از دوران مدرسه می‌تواند نسل آینده را برای ورود به این حوزه آماده کند. آموزش علم‌داده نیازمند ادغام ریاضیات، آمار و علوم کامپیوتر است که این امر می‌تواند به ارتقای یادگیری میان‌رشته‌ای دانش‌آموزان کمک کند و با توجه به ماهیت کاربردی و تعاملی علم‌داده، می‌توان انگیزه دانش‌آموزان را برای یادگیری این دروس افزایش داد. همچنین فراهم کردن فرصت استفاده از داده‌های واقعی در پروژه‌های مدرسه‌ای می‌تواند درک دانش‌آموزان از کاربردهای علم‌داده در زندگی روزمره و تصمیم‌گیری‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی را افزایش دهد. در مجموع این فرصت‌ها، به تقویت تفکرانتقادی از طریق تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و درک الگوها کمک می‌کنند. همچنین وجود فناوری در این حوزه به توسعه عدالت‌آموزشی کمک می‌کند.


http://dx.doi.org/10.22108/msci.2025.143079.1704

در مقابل، چالش‌هایی نیز در این مسیر وجود دارد: عدم‌آشنایی معلمان با حوزه علم‌داده و فناوری‌های مرتبط، یکی از موانع پیش‌روی آموزش علم‌داده است. همچنین، پذیرش تغییرات برنامه‌های درسی و استفاده از مهارت‌های علم‌داده در مدارس، در زمینه اجرای برنامه درسی با مقاومت‌هایی مواجه می‌شود. آموزش علم‌داده نیازمند کار با داده‌های واقعی است که ممکن است مشکلاتی در زمینه حریم خصوصی و مسائل اخلاقی ایجاد کند.

## ۵. نتیجه‌گیری

علم‌داده برای همه، فراگیر است و یادگیری آن برای همه شهروندان توصیه شده است. این موضوع می‌تواند یک نیاز هر شهروند در جامعه یا در هر پست شغلی باشد. ما در این مقاله با مرور پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه آموزش مدرسه‌ای در حوزه علم‌داده مهمترین چالش‌های این حوزه را بررسی کردیم. بیشتر پژوهش‌های حوزه علم‌داده در حوزه آموزش مدرسه‌ای به برنامه درسی، داده، و فناوری تأکید دارند. علم‌داده در برنامه درسی مورد توجه بسیاری از دانشگاه‌ها و استانداردها و برنامه‌ریزان درسی هم در سطح آموزش عالی و هم در آموزش مدرسه‌ای قرار گرفته است. راهنمای ارزیابی و دستورالعملی برای ارزیابی آموزش آمار یکی از مهمترین سندهایی است که در بیشتر تحقیقات مورد توجه قرار گرفته است. این سند که با توجه ویژه به علم‌داده انتشار یافته است، در اختیار برنامه‌ریزان و معلمان قرار گرفته است. برخی از کشورها با توجه به شرایط برنامه درسی شروع به ایجاد برنامه‌های درسی مختلفی در حوزه علم‌داده کرده‌اند. این اقدامات با توجه به تعاریف مختلفی که در حوزه علم‌داده وجود دارد مورد توجه ریاضی مدرسه‌ای قرار گرفته است. شناخت آموزش مهارت‌های علم‌داده یکی از چالش‌های متخصصین و پژوهشگران در این حوزه است. برخی از پژوهش‌ها، آموزش علم‌داده را از دوره ابتدایی و حتی پیش از دبستان توصیه کردند. از این‌رو معلمان و دانش‌آموزان برای استفاده مؤثر از داده‌ها به ابزار و آموزش نیاز دارند. انتخاب داده و فناوری مناسب نیز یک چالش جدی در این حوزه است. تقریباً همه پژوهش‌ها به انتخاب داده‌های واقعی و معتبر اتفاق‌نظر دارند، همچنین ابزارهای برنامه‌نویسی و غیر برنامه‌نویسی با توجه به پایه‌های تحصیلی مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که حوزه علم‌داده می‌تواند در بیان کاربردهای ریاضی در جامعه مؤثر باشد.

## مراجع


[1] I. O. Adisa, D. Herro, O. Abimbade and G. Arastoopour Irgens, Engaging elementary students in data science practices, *Information and Learning Sciences*, **125** no. 7/8 (2024) 513–544.

[2] A. Bargagliotti, C. Franklin, P. Arnold, R. Gould, S. Johnson, L. Perez and D. Spangler, *Pre-K-12 Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) Report II: A Framework for Statistics and Data Science Education*, American Statistical Association and National Council of Teachers of Mathematics, 2020.

[3] B. Baumer, A data science course for undergraduates: thinking with data, *Amer. Statist.*, **69** no. 4 (2015) 334–342.

[4] R. Biehler, D. Frischemeier, C. Reading and j. M. Shaughnessy, Reasoning about data, In: D. Ben-Zvi, K.Makar and J. Garfield, editors, *International handbook of research in statistics education*, Cham, Springer, (2017) 139–192.

[5] W. Burr, F. Chevalier, C. Collins, A. L. Gibbs, R. Ng and C. J. Wild, Computational skills by stealth in introductory data science teaching, *Teach Stat.*, **43** (2021) S34–S51.

[6] G. Cattaneo, G. Micheletti, M. Glennon, C. La Croce and C. Mitta, *The European data market monitoring tool: Key facts & figures, first policy conclusions, data landscape and quantified stories: d2.9 Final study report*, European Commission, B-1049 Brussels, 2020.

[7] W. S. Cleveland, Data science: An action plan for expanding the technical areas of the field of statistics, *International Statistics Review*, **69** no. 1 (2001) 21–26.

[8] J. Engel, Statistical literacy for active citizenship: a call for data science education, *Statistics Education Research Journal*, **16** no. 1 (2017) 44–49.

[9] T. Erickson, M. Wilkerson, W. Finzer and F. Reichsman, Data Moves, *Technology Innovations in Statistics Education*, **12** no 1 (2019).

[10] W. Finzer, The data science education dilemma, *Technology Innovations in Statistics Education*, **7** no. 2 (2013) 1–9.

[11] D. Frischemeier, R. Biehler, S. Podworny, and L. Budde, A first introduction to data science education in secondary schools: Teaching and learning about data exploration with CODAP using survey data, *Teach. Stat.*, **43** (2021) S182–S189.

[12] S. Gutta, Data science: The 5 V's of big data, (2020), Available at: https://medium.com/analytics-vidhya/the-5-vsof-big-data-2758bfcc51d (accessed 28 July 2024).

[13] S. Hedges and K. Given, Addressing confirmation bias in middle school data science education, *Found. Data Sci.*, **5** no. 2 (2023) 223–243.

[14] K. Holstein, B. M. McLaren and V. Aleven, Co-designing a real-time classroom orchestration tool to support teacher – AI complementarity, *Journal of Learning Analytics*, **6** no. 2 (2019) 27–52.

[15] IDSSP Curriculum Team. *Curriculum Frameworks for Introductory Data Science*, 2019.

[16] C. E. Konold, R. Coulter and A. Feldman, Engaging students with data, *Learning & Leading with Technology*, **28** no. 3 (2000) 50–55.

[17] D. Kadijevich, *Interactive displays: Use of interactive charts and dashboards in education*, In: A. Tatnall (Ed.), Encyclopedia of education and information technologies, Cham, Switzerland, Springer, 2019.

[18] D. Kadijevich and M. Stephens, Modern statistical literacy, data science, dashboards, and automated analytics and its applications, *Teaching of Mathematics*, **23** no. 1 (2020) 71–80.

[19] M. K. Kjelvik and E. H. Schultheis, Getting messy with authentic data: Exploring the potential of using data from scientific research to support student data literacy, *CBE Life Sci. Educ.*, **18** (2019) 1–8.

[20] T. Lamar and J. Boaler, The importance and emergence of $K$-12 data science, *Phi Delta Kappan*, **103** (2021) 49–53.

[21] N. Lazar and C. Franklin, The Big Picture: Preparing Students for a Data-centric World, *CHANCE*, **28** (2015) 43–45.

[22] V. R. Lee and V. Delaney, Identifying the Content, Lesson Structure, and Data Use Within Pre-collegiate Data Science Curricula, *J. Sci. Educ. Techno.* **31** (2022) 81–98.

[23] H. S. Lee and T. Harrison, Trends in Teaching Advanced Placement Statistics: Results from a National Survey, *Journal of Statistics and Data Science Education*, **29** no.3 (2021) 317–327.


http://dx.doi.org/10.22108/msci.2025.143079.1704

[24] V. R. Lee, D. R. Pimentel, R. Bhargava, and C. D'Ignazio, Taking data feminism to school: A synthesis and review of pre-collegiate data science education projects, *British Journal of Educational Technology*, **53** no. 5 (2022) 1096–1113.

[25] V. R. Lee, M. H. Wilkerson and K. Lanouette, A call for a humanistic stance toward K–12 data science education, *Educational Researcher*, **50** no. 9 (2021) 664–672. https://doi.org/10.3102/0013189X211048810

[26] M. Liston, A. M. Morrin, T. Furlong and L. Griffin, Integrating Data Science and the Internet of Things Into Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics Education Through the Use of New and Emerging Technologies, *Front. Educ.*, **7** (2022) 757866.

[27] M. Loukides, *What Is Data Science?* Cambridge, MA: O'Reilly Press, 2012.

[28] W. Martinez and D. LaLonde, Data science for everyone starts in kindergarten: strategies and initiatives from the American statistical association, *Harvard Data Science Review [Internet]*, **2** no. 3 (2020). https://hdsr.mitpress.mit.edu/pub/wkhg4f7a

[29] R. Moeti, A. Rafiepour and M. R. Fadaee, The role of technology in school data science, *In Thirteenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME13)*, no. 24, Alfréd Rényi Institute of Mathematics, ERME, 2023.

[30] L. Muñiz-Rodríguez, L. J. Rodríguez-Muñiz and A. Alsina, Deficits in the Statistical and Probabilistic Literacy of Citizens: Effects in a World in Crisis, *Mathematics*, **8** no. 11 (2020) 1872.

[31] G. Nadzinski, B. Gerazov, S. Zlatinov, T. Kartalov, M. M. Dimitrovska, H. Gjoreski, R. Chavdarov, Z. Kokolanski, I. Atanasov, J. Horstmann, U. Sterle and M. Gams, Data Science and Machine Learning Teaching Practices with Focus on Vocational Education and Training, *Informatics in Education*, **22** no. 4 (2023) 671–690.

[32] D. Rose, *Data Science: Create Teams That Ask the Right Questions and Deliver Real Value*, New York: Apress, 2016.

[33] E. H. Schultheis and M. K. Kjelvik, Data Nuggets:Bringing real data into the classroom to unearth students' quantitative and inquiry skills,*American Biology Teacher*, **77** no. 1 (2015) 19–29.

[34] I. Song and Y. Zhu, Big data and data science: What should we teach? *Expert Systems*, **33** no. 4 (2016) 364–373.

[35] R. Thompson and G. Arastoopour Irgens, Data Detectives: A data science program for middle grade learners, *Journal of Statistics and Data Science Education*, **30** no. 1 (2022) 29–38.

[36] T. Weiland and A. Sundrani, Opportunities for K-8 Students to Learn Statistics Created by States' Standards in the United States, *Journal of Statistics and Data Science Education*, **30** no.2 (2022) 165–178.

[37] M. B. Wilson and C. Turner, editors.*The philosophy of Werner Herzog*, Lexington Books, Washington, DC, 2020.

[38] M. S. Zakaria, Data science education programmes in Middle Eastern institutions: A survey study, *IFLA Journal*, **49** no. 1 (2023) 157–179.

[۳۹] م. ق. وحیدی اصل، پنجاه سال علم‌داده، فرهنگ و اندیشه ریاضی، **۴۳** شماره ۱ (۱۴۰۳) ۲۷۳–۳۲۷.

**رضا معطی**
بخش آموزش ریاضی، دانشکده ریاضی و کامپیوتر، دانشگاه شهید باهنرکرمان ، کرمان، ایران
پژوهشکده ریاضي ماهاني، پژوهشگاه افضلي پور، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
rezamoeti@math.uk.ac.ir

رضا معطی متولد مرداد ماه ۱۳۶۶ در شهر اراک است. وی در سال ۱۳۸۵ وارد دانشگاه فرهنگیان پردیس باهنر استان مرکزی رشته دبیری ریاضی شد و در سال ۱۳۹۰ وارد مقطع کارشناسی ارشد رشته آموزش ریاضی دانشگاه شهید بهشتی تهران شد. و از سال ۱۳۹۸ سرگروه دبیران ریاضی متوسطه اول در استان مرکزی است و در مدارس متوسطه شهر اراک تدریس می‌کند. او در حال حاضر دانشجوی دکتری آموزش ریاضی در دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

**ابوالفضل رفیع‌پور**
بخش آموزش ریاضی، دانشکده ریاضی و کامپیوتر، دانشگاه شهید باهنرکرمان ، کرمان، ایران
پژوهشکده ریاضي ماهاني، پژوهشگاه افضلي پور، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
Rafiepour@uk.ac.ir

ابوالفضل رفیع پور متولد سال ۱۳۵۸ در شهر تهران است. وی پس از فارغ التحصیل در دوره دکتری ریاضی با تمرکز بر آموزش ریاضی از دانشگاه شهید بهشتی در سال ۱۳۸۹ وارد بخش ریاضی دانشگاه شهید باهنر کرمان شد و هم اکنون دانشیار بخش آموزش ریاضی در این دانشگاه است. یک دوره ریاست خانه ریاضیات کرمان، دو دوره نایب رییس شورای خانه های ریاضیات ایران و دو دوره همکاری در هیئت تحریریه مجله فرهنگ و اندیشه ریاضی از جمله سوابق علمی– اجرایی ایشان است. او هم اکنون نماینده انجمن ریاضی ایران درکمیسیون بین المللی تدریس ریاضی (ایکمای) است.

**محمدرضا فدایی**
بخش آموزش ریاضی، دانشکده ریاضی و کامپیوتر، دانشگاه شهید باهنرکرمان ، کرمان، ایران
m_fadaii@uk.ac.ir

محمدرضا فدایی دانشیار بخش آموزش ریاضی دانشگاه شهید باهنر کرمان و علاقمند به تحقیقات در حل مسئله و برنامه ریزی درسی در حوزه آموزش ریاضی می‌باشد.


http://dx.doi.org/10.22108/msci.2025.143079.1704