ارزیابی سواد آماری دانش‌آموزان پایهٔ یازدهم ریاضی بر اساس طبقه‌بندی سولو

آناهیتا کمیجانی* ابراهیم ریحانی** زهرا رحیمی*** احسان بهرامی سامانی****

* دانشجوی دکتری آموزش ریاضی، گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی (نویسنده مسئول). anahitakomeijani@sru.ac.ir
** دانشیار گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی. e_reyhani@sru.ac.ir
*** استادیار گروه آموزش و پرورش، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی. za.rahimi@atu.ac.ir
**** دانشیار گروه آمار، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه شهید بهشتی. e_bahrami@sbu.ac.ir

تاریخ ارسال مقاله: ۱۴۰۳/۱۱/۲۵ تاریخ شروع بررسی: ۱۴۰۳/۱۲/۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۱/۱۹

چکیده

در عصر حاضر که داده‌ها در همهٔ جنبه‌های زندگی نقش محوری دارند، سواد آماری به‌عنوان توانایی درک و کاربرد داده‌ها، به یک مهارت حیاتی برای همه، به ویژه دانش‌آموزان، تلقی می‌شود. هدف این پژوهش، ارزیابی سواد آماری دانش‌آموزان پایهٔ یازدهم بود که به روش توصیفی-تحلیلی انجام شد. جامعهٔ آماری این پژوهش را دانش‌آموزان پایهٔ یازدهم رشتهٔ ریاضی- فیزیک منطقهٔ یک تهران تشکیل می‌داد و نمونهٔ پژوهش، ۴۵ دانش‌آموز دختر از یک دبیرستان بود که به صورت نمونهٔ در دسترس انتخاب شدند. برای انجام این پژوهش، آزمونی با ده سوال، شامل مسائلی داده‌محور و مرتبط با همه‌گیری کووید-۱۹، بر اساس دو محور اصلی «تحلیل داده‌ها» و «تفسیر نتایج» و بر مبنای مطالعات مرتبط در آموزش آمار، طراحی و اجرا شد. پاسخ‌های شرکت‌کنندگان در آزمون، بر پایهٔ طبقه‌بندی تعدیل یافتهٔ سولو که در پژوهش‌های آماری به‌کار برده می‌شود، تحلیل شد. نتایج نشان داد که دانش‌آموزان، در محور تفسیر نتایج تحقیقات آماری با استفاده از داده‌های زندگی روزمره، عملکرد بهتری نسبت به محور تحلیل آنها داشتند. دلیل این امر را می‌توان به پیوند نزدیک داده‌های واقعی با تجربیات روزمرهٔ دانش‌آموزان نسبت داد. اما محور تحلیل داده‌ها که شامل محاسبات پیچیده و شناسایی روابط بین متغیرها می‌شود، مهارت‌های تحلیلی پیشرفته‌تری را می‌طلبید که دانش‌آموزان در آن عملکرد پایین‌تری داشتند. نتایج این پژوهش می‌تواند توجه برنامه‌ریزان آموزشی و معلمان را برای استفادهٔ بیشتر از مسائل زندگی واقعی در منابع آموزشی و تدریس آمار جلب کند.

واژه‌های کلیدی: آموزش آمار، دانش‌آموزان پایهٔ یازدهم، سواد آماری، طبقه‌بندی سولو، همه‌گیری کووید-۱۹.

Evaluation of statistical literacy of eleventh-grade mathematics students based on the SOLO taxonomy

Anahita Komeijani* Ebrahim Reyhani** Zahra Rahimi*** Ehsan Bahrami Samani****

* PhD Candidate of Mathematics Education, Department of Mathematics, Faculty of Basic Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran, Corresponding author. anahitakomeijani@sru.ac.ir
** Associate Professor, Department of Mathematics, Faculty of Basic Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran. e_reyhani@sru.ac.ir
*** Assistant Professor, Department of Education, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University. za.rahimi@atu.ac.ir
**** Associate Professor, Department of Statistics, Faculty of Mathematics, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. e_bahrami@sbu.ac.ir

Abstract

In today's data-driven world, statistical literacy, defined as the ability to understand and apply data, has become an essential skill for everyone, particularly students. This research aimed to assess the statistical literacy of eleventh-grade students using a descriptive-analytical approach. The statistical population consisted of eleventh-grade students in the mathematics-Physics stream in Tehran's District One, with a sample of 45 female students from one high school selected through convenience sampling. For this study, a test comprising ten questions related to data-centric problems, specifically linked to the COVID-19 pandemic, was designed and administered focusing on two main axes: "Data Analysis" and "Interpretation of Results." The responses were analyzed using a modified SOLO taxonomy commonly used in statistical research. The results indicated that students performed better in interpreting statistical research results using everyday data compared to data analysis. This can be attributed to the close connection between real-life data and students' daily experiences. However, the data analysis axis, which involved complex calculations and identifying relationships between variables, required more advanced analytical skills, where students showed lower performance. This study's findings can draw educators' and curriculum planners' attention to integrating more real-life scenarios into educational resources and teaching statistics.

Keywords: Statistics education, Eleventh grade students, statistical literacy, SOLO taxonomy, COVID-19 pandemic.

مقدمه

اتصال واژۀ «سواد» به «آمار» و «داده‌ها» معانی متفاوتی به عبارت «سواد آماری[1]» بخشیده (واتسون و اسمیت[2]، ۲۰۲۲) و تعاریف متعددی برای سواد آماری مطرح شده است. واکر[3](۱۹۵۱) با الهام از تعریف سنتی سواد به عنوان توانایی خواندن و نوشتن، سواد آماری را توانایی انتقال موثر اطلاعات آماری بیان کرد. در تعریفی دیگر، می‌توان سواد آماری را به معنی توانایی تسلط بر زبان آمار و استفاده از آن برای تحلیل و تفسیر داده‌ها در نظر گرفت (گارفیلد[4] و همکاران، ۲۰۰۳؛ گارفیلد و دلماس[5]، ۲۰۱۰؛ گارفیلد و همکاران، ۲۰۰۵؛ لوهلا[6]، ۲۰۰۲). همچنین، از آن به‌عنوان توانایی تفسیر و نقد اطلاعات آماری و استدلال‌های داده‌محور در رسانه‌های گوناگون، و نیز مشارکت در گفتگوهای مبتنی بر این داده‌ها یاد می‌شود (گال[7]، ۲۰۰۲). سواد آماری به عنوان توانایی تحلیل انتقادی داده‌ها، تفسیر دقیق یافته‌ها و تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد، نقشی کلیدی در توانمندسازی افراد برای مواجهۀ هوشمندانه با انبوه اطلاعات ایفا می‌کند. این سواد نه تنها به درک مفاهیم پایۀ آماری محدود نمی‌شود، بلکه شامل مهارتهای ارزیابی منابع اطلاعاتی، شناسایی سوگیری‌ها و جلوگیری از اشاعۀ برداشت‌های نادرست در جامعه است (رامزی[8]، ۲۰۰۲). در دنیای امروز که همه‌چیز با داده‌ها و فناوری پیش می‌رود، توانایی فهمیدن و استفاده از سواد آماری برای همه جنبه‌های زندگی ضروری است (گالسیک و گارسیا- رتامرو[9]، ۲۰۱۰؛ جیووانینی[10]، ۲۰۰۸؛ شیلد[11]، ۲۰۱۰؛ واتسون، ۲۰۱۴).

گارفیلد و بن‌زوی[12] (۲۰۰۷) معتقدند سواد آماری به افراد، توانایی ارزیابی انتقادی اطلاعات رسانه‌های مختلف و تحلیل محتواهای حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، بهداشتی و آموزشی را می‌دهد. همچنین، می‌توان این نوع سواد را مجموعه‌ای از مهارت‌ها و دانش‌ها معرفی کرد که افراد برای درک مفاهیم آماری و تحلیل داده‌ها به آن نیاز دارند (کاپلان و تورپ[13]، ۲۰۱۰). برخی از پژوهشگران، سواد آماری را به توانایی تحلیل عمیق و ارزیابی انتقادی اطلاعات آماری محدود نمی‌کنند، بلکه آن را شامل طیف گسترده‌تری از مهارت‌ها، از جمله توانایی تفسیر و استفادۀ خلاقانه از این اطلاعات می‌دانند (جردن[14]، ۱۹۸۱؛ سانچز[15]وهمکاران، ۲۰۱۱) که فراتر از درک اصطلاحات و روش‌های آماری است و شامل توانایی ترکیب خلاقانۀ این دانش برای تحلیل و تفسیر داده‌ها می‌شود (جورکووا و شاکووا[16]، ۲۰۲۰). این توانایی، ترکیبی از سواد عمومی[17]، سواد عددی[18] و دانش تخصصی آماری است که برای تصمیم‌گیری‌های زندگی روزمره، از انتخاب رشته تا انتخاب شغل، ضروری است (واتسون وکالینگهام[19]، ۲۰۰۳؛ چیک و پیرس[20]، ۲۰۱۳). واتسون (۲۰۰۶) معتقد است سواد آماری، هرچند از طریق آموزش آمار در مدارس پایه‌ریزی می‌شود، در نهایت به مهارت نقد اطلاعات توسط مردم می‌انجامد تا بتوانند در برابر ادعاهای پژوهشی دیگران داوری کنند. سواد آماری پل بین آموزش آمار و زندگی واقعی است، جایی که افراد در موقعیت‌های غیرمنتظره، با استفاده از ابزارهای آماری و مهارت‌های تحلیلی، تصمیم‌گیری می‌کنند.

آموزش سواد آماری در مدارس بسیار حیاتی است، چرا که این مهارت به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا با اطلاعات و داده‌های روزمره به شکل انتقادی و عمیق‌تری درگیر شوند. یک فارغ التحصیل دبیرستانی با سواد آماری، قادر خواهد بود نتیجه‌گیری از داده‌ها را ارزیابی کرده و دربارۀ معقول بودن آن قضاوت کند، با این‌حال، روند روشنی وجود دارد که نشان می‌دهد اکثر دانش‌آموزان دبیرستانی، حتی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه در حل مسائل مربوط به آمار، عملکرد ضعیفی دارند (فرانکلین و بارگالیوتی[21]، ۲۰۲۰). لذا دانش‌آموزان می‌بایست به توانایی نقد داده‌ها مجهز شوند (گال، ۲۰۰۲).

---

[1] Statistical thinking
[2] Watson & Smith
[3] Walker
[4] Garfield
[5] DelMas
[6] Lehohla
[7] Gal
[8] Rumsey
[9] Galesic & Garcia- Retamero
[10] Giovannini
[11] Schield
[12] Ben-Zvi
[13] Kaplan & Thorpe
[14] Jordan
[15] Sanchez
[16] Jurečková & Csachová
[17] General literacy
[18] Numerical literacy
[19] Callingham
[20] Chick & Pierce
[21] Franklin & Bargagliotti

علی‌رغم پشتوانه‌های قوی علمی در زمینهٔ آمار و اهمیت سواد آماری، در بسیاری از کشورها مانند ایران، شواهد، حاکی از توسعه‌نیافتگی سواد آماری است. دلیل آن نیز استفادهٔ نابه‌جا از آماره‌ها، تعمیم‌های نابه‌جا، رعایت نکردن اصل شفافیت در ارائه یافته‌ها، ایجاد بدگمانی در میان مردم جامعه به دلیل رعایت نکردن اصل رازداری و صیانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد و همچنین ناآشنایی نهادها، مؤسسات و دستگاه‌های اجرائی بـا کاربردهای علم آمار در حل مسائل است (حاتمی، ۱۳۹۸). برخی محققان بر این باورند که ضعف در سواد آماری به دلیل کمبود آموزش نظام‌مند، ارائه تئوری آمار بدون ارتباط با زندگی روزمره و نبود فرصت کافی برای کاربرد عملی دانش آموخته شده است. رفیع‌پور (۱۳۹۵) معتقد است بسیاری از معلمان با وجود داشتن داده‌های آماری غنی، توانایی شناسایی ایده‌های آماری و تشخیص فرصت‌های آموزشی از نمونه‌های واقعی را ندارند.

پیشینهٔ نظری و پژوهشی

چارچوب‌های ارزیابی سواد آماری با هدف بررسی توانایی افراد در درک، تفسیر و کاربرد موثر مفاهیم آماری در زندگی روزمره، توسط پژوهشگران مختلفی طراحی شده‌اند. یکی از چارچوب‌های مفید برای ارزیابی نتایج یادگیری، طبقه‌بندی سولو[۱] (بیگز و کولیس[۲]، ۱۹۸۲) است که به بررسی و ارزیابی پیشرفت یادگیرندگان در طول مراحل مختلف یک تحقیق می‌پردازد. با استفاده از این طبقه‌بندی، می‌توان سطح درک و پیچیدگی پاسخ‌های یادگیرندگان را در هر مرحله مشخص و نقاط ضعف و قوت آنها را شناسایی نمود. سولو به برنامه‌ریزان آموزشی کمک می‌کند تا برنامه‌های خود را با توجه به سطح دانش و مهارت‌های مخاطبان طراحی کنند (ارل[۳]، ۲۰۰۷). طبقه‌بندی سولو دارای پنج سطح سلسله مراتبی، شامل سطوح پیش‌ساختاری[۴]، تک‌ساختاری[۵]، چندساختاری[۶]، رابطه‌ای[۷] و انتزاع تعمیم‌یافته[۸] است (هوک و میلز[۹]، ۲۰۱۱). پژوهش‌های متعددی در حوزهٔ سواد آماری انجام شده است که از طبقه‌بندی سولو بهره گرفته‌اند (برای مثال، واتسون، ۱۹۹۷؛ واتسون و موریتز[۱۰]، ۲۰۰۱؛ کمپ و لیک[۱۱]، ۲۰۰۱؛ ریدینگ[۱۲]، ۲۰۰۲؛ واتسون و همکاران، ۲۰۰۳؛ واتسون و کالینگهام، ۲۰۰۳؛ واتسون و فیتزالن[۱۳]، ۲۰۱۰ و فیتزالن و همکاران، ۲۰۱۵). در این پژوهش‌ها، ارزیابی پاسخ تکالیفی که بر اساس مدل سولو طراحی شده، به عنوان ابزاری تشخیصی برای شناسایی نقاط قوت و ضعف یادگیرندگان در زمینه سواد آماری عمل می‌کند (لیم[۱۴] و همکاران، ۲۰۲۲). در ادامه به برخی از این پژوهش‌ها پرداخته می‌شود.

واتسون (۱۹۹۷) در پژوهش خود، مدلی سلسله‌مراتبی براساس طبقه‌بندی سولو برای ارزیابی توانایی‌های دانش‌آموزان دبیرستانی در رابطه با مفاهیم آماری طراحی کرد که شامل سه سطح کلیدی است: درک اصطلاحات مبانی آمار، کاربرد مفاهیم آماری در زمینه‌های اجتماعی و توانایی پرسشگری و نقد ادعاهای مبتنی بر داده‌های آماری. واتسون و موریتز (۲۰۰۱)، در مطالعه‌ای بر اساس سولو، توانایی دانش‌آموزان را برای ایجاد تصویری ملموس از تعداد کتاب‌هایی که خوانده بودند، بررسی کردند و چهار سطح پیش‌ساختاری تا رابطه‌ای را شناسایی نمودند. کمپ و لیک (۲۰۰۱) با استفاده از طبقه‌بندی سولو یک راهنمای عملی برای تفسیر نمودارها پیشنهاد کردند و چارچوبی پنج مرحله‌ای، هماهنگ با مراحل پنج‌گانهٔ سولو، برای تفسیر جداول و نمودارها به‌عنوان یک الگوی عمومی برای معلمان فراهم نمودند تا در هنگام کمک به دانش‌آموزان برای تفسیر داده‌های گرافیکی و جدولی استفاده کنند. ریدینگ (۲۰۰۲) نمایی از درک آماری را بر اساس پنج حوزهٔ اساسی آمار شامل جمع آوری داده‌ها[۱۵]، جدول‌بندی و نمایش داده‌ها[۱۶]، کاهش داده‌ها[۱۷]، احتمال[۱۸]، و تفسیر[۱۹] و استنتاج[۲۰] و با استفاده از طبقه‌بندی سولو طراحی کرد. در پژوهش واتسون و همکاران

[1] SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome)
[2] Biggs & Collis
[3] Earl
[4] Prestructural
[5] Unistructural
[6] Multistructural
[7] Relational
[8] Extended Abstract
[9] Hook & Mills
[10] Moritz
[11] Kemp & Lake
[12] Reading
[13] Fitzallen
[14] Lim
[15] Data collection
[16] Data tabulation and representation
[17] Data reduction
[18] Probability
[19] Interpretation
[20] Inference

(۲۰۰۳)، سطح سواد آماری دانش‌آموزان، با استفاده از سوالاتی دربارهٔ شانس، میانگین، نمودارها و ... ارزیابی و پاسخ‌های آنها به صورت مدلی سلسله‌مراتبی در شش سطح طبقه‌بندی شد:

- سطح ۱: سلیقه‌محور[1]؛ درک بسیار ابتدایی و ناقص از مفاهیم آماری.
- سطح ۲: غیررسمی[2]؛ درک ابتدایی و غیررسمی از مفاهیم آماری.
- سطح ۳: ناسازگار[3]؛ درک ناسازگار و بدون انسجام از مفاهیم آماری.
- سطح ۴: سازگار غیرانتقادی[4]؛ درک منسجم از مفاهیم آماری، اما بدون توانایی تحلیل انتقادی.
- سطح ۵: انتقادی[5]؛ درک انتقادی از مفاهیم آماری و توانایی تحلیل داده‌ها به صورت عمیق.
- سطح ۶: ریاضی انتقادی[6]؛ درک بسیار پیشرفته از مفاهیم آماری و توانایی استفاده از آنها برای حل مسائل پیچیده.

این مدل با هدف ارزیابی سواد آماری و با توسعهٔ سه سطح تک‌ساختاری، چندساختاری و رابطه‌ای از طبقه‌بندی سولو به شش سطح، مهارت‌های ریاضی و در نظر گرفتن زمینهٔ سوالات را ترکیب کرده و ساختار پیچیده‌تری را برای تحلیل پاسخ‌ها ارائه داده است (واتسون و همکاران، ۲۰۰۳). واتسون و کالینگهام (۲۰۰۳) نیز، پژوهشی را با تمرکز بر سه حوزهٔ آمار توصیفی، آمار استنباطی و نمودارها و بر اساس مدل شش سطحی واتسون و همکاران (۲۰۰۳) انجام دادند که الگوی کلی پیشرفت افراد را در سواد آماری توصیف می‌کند. سیر این پیشرفت، لزوماً خطی نیست و افراد در زمان‌های مختلف ممکن است درک بیشتر یا کمتری در ارتباط با مفاهیم آماری نشان دهند که احتمالاً به تجربیات کلاس درسی که به آن دسترسی داشته‌اند، بستگی دارد (واتسون و کالینگهام، ۲۰۰۳). واتسون و فیتزالن (۲۰۱۰) نیز در مطالعهٔ خود دربارهٔ تفسیر نمودارها، از مدل شش سطحی واتسون و همکاران (۲۰۰۳) استفاده نمودند.

فیتزالن و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای با استفاده از طبقه‌بندی سولو و با استناد به راهنمای ارزیابی و آموزش آمار - سند GAISE [7] (فرانکلین و همکاران، ۲۰۰۷)، که برای دست‌یابی به سواد داده‌ها و سواد آماری برای دوازده پایه تحصیلی در مدرسه طراحی شده و سواد آماری را هدف غائی آموزش آمار معرفی می‌کند، پاسخ‌های دانش‌آموزان را در چهار محور توصیف کردند که عبارتند از: ۱) تدوین سؤال تحقیق آماری، ۲) جمع‌آوری یا در نظر گرفتن داده‌ها، ۳) تحلیل داده‌ها و۴) تفسیر نتایج آماری. این چهار محور با فراهم ساختن ساختاری کلی در آموزش آمار، به عنوان نقشهٔ راهی برای دانش‌آموزان عمل می‌کنند. فیتزالن و همکاران (۲۰۱۵) با بازنگری در طبقه‌بندی سولو، سطوح پیش‌ساختاری و انتزاع تعمیم‌یافته را حذف کردند. حذف سطح پیش‌ساختاری به این دلیل است که این سطح نشان‌دهندهٔ فقدان درک معنادار یا ارائهٔ پاسخ‌های نامربوط بوده و با توجه به پیش‌زمینهٔ دانش‌آموزان دبیرستانی در مفاهیم پایه‌ای آمار، مانند جمع‌آوری داده‌ها و تفسیر نمودارهای ساده، نیازی به در نظر گرفتن سطحی معادل بی‌سوادی کامل نیست. همچنین علت حذف سطح انتزاع تعمیم‌یافته می‌تواند آن باشد که این سطح به معنای به‌کارگیری دانش در حوزه‌های جدید و تفکر انتزاعی است. سواد آماری در دبیرستان عموماً بر درک و کاربرد مفاهیم پایه‌ای (مانند تفسیر داده‌ها، خواندن نمودارها، و استدلال ساده) متمرکز است، نه تولید نظریه‌های جدید یا تعمیم مفاهیم به حوزه‌های ناشناخته. دست‌یابی به سطح انتزاع تعمیم‌یافته نیازمند بلوغ شناختی بالاتر است که ممکن است خارج از چارچوب درسی دبیرستان باشد. جدول ۱ تحلیل پاسخ‌ها بر اساس طبقه‌بندی سولو نشان می‌دهد.

[1] Idiosyncratic
[2] Informal
[3] Inconsistent
[4] Consistent Noncritical
[5] Critical
[6] Critical Mathematical
[7] Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics

جدول ۱: تحلیل پاسخ‌ها بر مبنای طبقه‌بندی سولو در پژوهش‌های آماری (فیتزالن و همکاران، ۲۰۱۵)

سطح تک‌ساختاری (U)	در این سطح، پاسخ‌ها فقط به یک جزء موضوع محدود می‌شوند؛ دانش‌آموز تنها یک عنصر از اطلاعات را درک و بیان می‌کند. این عناصر هیچ ارتباطی با هم ندارند و تلاشی برای ایجاد یکپارچگی در پاسخ دیده نمی‌شود. همچنین، پاسخ‌ها در این سطح فاقد تضاد یا ناسازگاری هستند و اطلاعات ارائه شده همسو و بدون تناقض‌اند.
سطح چندساختاری (M)	در این سطح، دانش‌آموزان می‌توانند چندین جزء یک موضوع را به صورت جداگانه شناسایی و توصیف کنند، اما قادر به ارتباط دادن این عناصر با هم نیستند. پاسخ‌ها فاقد ساختار منسجم هستند و به صورت فهرست‌وار ارائه می‌شوند. در این سطح، دانش‌آموزان ممکن است تضادهایی را در اطلاعات ببینند اما نمی‌توانند آنها را حل کنند یا تحلیل عمیقی ارائه دهند.
سطح رابطه‌ای (R)	در این سطح، دانش‌آموزان می‌توانند عناصر مختلف یک موضوع را شناسایی کرده و به صورت معناداری به هم مرتبط کنند. آنها توانایی ترکیب اطلاعات را برای ارائه یک دیدگاه جامع و یکپارچه دارند. در این سطح، دانش‌آموزان قادر به تشخیص و حل تضادها هستند و می‌توانند تحلیل‌های عمیق‌تری ارائه دهند که شامل معنای اطلاعات، تأثیرات متقابل و کاربرد آنها در زمینهٔ موضوع می‌شود. این سطح به درک عمیق‌تر از ساختار و روابط درونی مفاهیم اشاره دارد و اجازه می‌دهد که مسائل با نگاهی جامع‌تر و بر پایه روابط درونی بررسی شوند.

مطالعات متعددی از چارچوب‌های مختلفی در زمینهٔ سواد آماری استفاده کرده‌اند. کولزا و کونتوجیانی[1] (۲۰۱۵) در یک نظرسنجی، سواد آماری دانشجو معلمان سال اول را بررسی کردند و دریافتند که اگرچه این دانشجویان دانش پایه‌ای آمار دارند، اما در تفسیر داده‌های پیچیده و واقعی مشکل دارند. این مطالعه بر اهمیت بهبود آموزش آمار با استفاده از داده‌های واقعی برای درک عمیق‌تر مفاهیم تأکید دارد. باجت و رز[2] (۲۰۱۷) روش جدیدی برای آموزش ارزیابی انتقادی گزارش‌های خبری، به ویژه در نظرسنجی‌ها، ارائه داده‌اند. تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که با روش‌هایی مثل کار با داده‌های واقعی، شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای و فعالیت‌های عملی، دانش‌آموزان می‌توانند مفهوم حاشیه خطا را بهتر درک کنند. این مطالعه بر اهمیت ابزارهای بصری در آموزش آمار تأکید دارد.

شیلد (۲۰۱۰) معتقد است که سواد آماری باید به صورت دوره‌ای جدا از آمار مقدماتی تدریس شود و بر استنباط علّی تمرکز داشته باشد. او بر اهمیت آموزش دانش‌آموزان در ارزیابی انتقادی منابع داده‌ها، تشخیص خطاها و سوگیری‌های آماری، و درک تأثیر این موارد بر تحلیل و تفسیر آماری تأکید می‌کند. او معتقد است که این آموزش در دنیای امروزی که بر پایه داده‌ها استوار است، ضروری است. کورنیا[3] و همکاران (۲۰۲۴) در تحقیقی، سواد آماری دانش‌آموزان دبیرستانی اندونزی در پایه‌های نهم و دوازدهم را در زمینه تفسیر، ارتباط، ارزیابی و تصمیم‌گیری بر اساس داده‌ها بررسی کردند. این مطالعه بر اهمیت تفکر آماری انتقادی در برنامه درسی دبیرستان تأکید دارد و پیشنهاد می‌کند معلمان از مثال‌های واقعی و نمایش‌های متنوع داده‌ها برای بهبود یادگیری استفاده کنند.

در کشور ما، علی‌رغم اهمیت روزافزون سواد آماری، پژوهش‌های موجود در ارتباط با سواد آماری دانش‌آموزان بسیار محدود است و جستجوهای انجام شده توسط پژوهشگران این مطالعه، تنها به چند مورد خاص و آن هم نه به ارزیابی سطح سواد آماری، منجر شده‌اند. در پژوهش رفیع‌پور (۱۳۹۵)، ۱۲ معلم ریاضی با استفاده از داده‌های واقعی، درس‌هایی برای دانش‌آموزان پایه نهم طراحی کردند. نتایج نشان داد بیش از نیمی از این درس‌ها عمق کافی نداشتند و فعالیت‌ها فاقد ارتباط مستقیم با داده‌ها بودند. تمرکز این درس‌ها بیشتر بر محاسبات ساده بود و مفاهیم مهم آماری دیگر نادیده گرفته شده بودند. زوارقی و همکاران (۱۴۰۲) نیز، به بررسی سطح سواد داده‌ای دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشگاه تبریز و عوامل مؤثر بر آن پرداخته‌اند.

با توجه به کمبود پژوهش‌های داخلی در حوزهٔ سواد آماری و با توجه به اهمیت روزافزون آن، مطالعهٔ حاضر بر آن است تا بر ارزیابی سطح سواد آماری دانش‌آموزان در مواجهه با داده‌های واقعی و پیچیده تمرکز نماید، زیرا آموزش آماری مدرن، در همهٔ سطوح، به جای تمرکز بر مهارت‌ها، رویه‌ها و محاسبات آماری، به توانایی دانش‌آموزان برای فکر کردن و استدلال کردن به صورت آماری با استفاده از داده‌های واقعی در زمینه‌های مناسب، تأکید فزاینده‌ای دارد (بن‌زوی و گارفیلد، ۲۰۰۴؛ راسمن و چانس[4]، ۲۰۰۲). داده‌هایی

[1] Koleza & Kontogianni
[2] Budgett & Rose
[3] Kurnia
[4] Rossman & Chance

که واقعی و جالب هستند، دانش‌آموزان را برمی‌انگیزند، زیرا آنها خواهان استفاده از داده‌هایی هستند که با زندگی آنها ارتباط مستقیم داشته باشد و این می‌تواند به آنها کمک کند تا از یادگیری آمار لذت ببرند. در نتیجه، منابع آموزشی، یادگیری و ارزیابی تولید شده باید از داده‌های واقعی و سناریوهای مرتبط استفاده کنند (بیدگود[1] و همکاران، ۲۰۱۰). ازاینرو این پژوهش در پی پاسخ به این سوال است:

دانش‌آموزان پایه یازدهم ریاضی، در محورهای تحلیل داده‌ها و تفسیر نتایج، در چه سطحی از سواد آماری مبتنی بر طبقه‌بندی سولو قرار دارند؟

روش پژوهش

این پژوهش با هدف ارزیابی سواد آماری دانش‌آموزان، طراحی و به روش توصیفی- زمینه‌یابی انجام شد. جامعهٔ آماری، دانش‌آموزان پایهٔ یازدهم رشته ریاضی منطقهٔ یک شهر تهران بودند و ۴۵ دانش‌آموز از دو کلاس، در یکی از دبیرستان‌های دخترانهٔ غیرانتفاعی به عنوان نمونهٔ در دسترس انتخاب شدند و در پژوهش شرکت نمودند. از آن‌جایی که پایهٔ یازدهم، آخرین سال تدریس درس آمار در رشته ریاضی است و انتظار می‌رود دانش‌آموزان سواد آماری مطلوب را تا این پایه کسب کرده باشند، این پژوهش بر روی دانش‌آموزان این پایه تمرکز نمود. ابزار اصلی جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش، آزمونی محقق ساخته حاوی ۱۰ سوال (پیوست۱) بر مبنای مطالعات مرتبط در آموزش آمار (برای مثال، واتسون، ۲۰۰۳ ؛ فیتزالن و همکاران، ۲۰۱۵) بود که در دو محور «تحلیل داده‌ها» و «تفسیر نتایج آماری» از چهار محور سند GAISE II (فرانکلین و بارگالیوتی، ۲۰۲۰)، در ارتباط با همه‌گیری کووید-۱۹ طراحی شدند و سوالات ۱،۲،۳،۴،۶،۸،۹ به محور تحلیل و سوالات ۵،۷،۱۰ به محور تفسیر نتایج اختصاص یافت. برای بررسی پایایی آزمون، از ضریب آلفای کرونباخ در دو محور تحلیل داده‌ها و تفسیر نتایج استفاده شد که مقدار این ضریب، در محور تحلیل داده‌ها برابر ۰/۸و در محور تفسیر نتایج برابر ۰/۷۴به دست آمد. روایی محتوایی آزمون نیز با استفاده از شاخص‌های CVR[2] و CVI[3] بررسی شد. برای این منظور، پیش از اجرای آزمون، سوالات توسط ۸ نفر از متخصصان، شامل ۲ متخصص آموزش ریاضی، ۱ متخصص آمار، ۱ متخصص برنامه‌ریزی درسی و ۴ معلم باتجربه درس آمار و احتمال، مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول۲ ارائه شده است. بر اساس این مقادیر، تمامی سؤالات از نظر روایی محتوایی تأیید شد و مورد پذیرش قرار گرفت.

جدول ۲: مقادیر CVR و CVI و نتایج پذیرش یا رد سوالات آزمون پژوهش

سوال	مقدارCVR	مقدارCVI	پذیرش یا رد	سوال	مقدارCVR	مقدارCVI	پذیرش یا رد
۱	۱	۱	پذیرش	۶	۱	۱	پذیرش
۲	۱	۱	پذیرش	۷	۰/۷۵	۰/۸۷	پذیرش
۳	۱	۱	پذیرش	۸	۱	۰/۸۷	پذیرش
۴	۱	۱	پذیرش	۹	۱	۱	پذیرش
۵	۱	۰/۸۷	پذیرش	۱۰	۰/۷۵	۰/۸۷	پذیرش

دانش‌آموزان برای پاسخ به سوالات این آزمون، می‌بایست داده‌های مربوط به همه‌گیری کووید-۱۹ را از سایت‌های معتبر جهانی مانند سازمان بهداشت جهانی[4]و سایت آمار به روز جهان[5] در قالب فایل‌های اکسل دانلود کرده و به صورت توصیفی، تحلیل می‌نمودند.

[1] Bidgood
[2] Content Validity Ratio
[3] Content Validity Index
[4] https://www.who.int
[5] https://www.worldometers.info

پاسخ دانش‌آموزان برمبنای طبقه‌بندی سولو و با اقتباس از مطالعات پژوهشی حوزهٔ سواد آماری (مانند لیم و همکاران، ۲۰۲۲)، طبقه‌بندی، تحلیل و بررسی شد (شکل۱).

سطح تک‌ساختاری	سطح چندساختاری	سطح رابطه‌ای
تمرکز بر داده‌های خام: پاسخ‌ها بیشتر به ورود داده‌های خام به نرم‌افزارها، مانند اکسل محدود می‌شوند، بدون انجام تحلیل‌های دقیق و محاسباتی که اغلب با اشتباه همراه است. **مقایسه‌های ساده:** داده‌ها به صورت جداگانه تحلیل می‌شوند، بدون در نظر گرفتن ارتباطات بین آنها. مثلاً محاسبهٔ درصد مبتلایان و مرگ‌ومیر برای هر کشور یا تفسیرهای ساده و سطحی. **عدم تحلیل عمیق:** پاسخ‌ها به ارائهٔ اطلاعات سطحی اکتفا می‌کنند، بدون تحلیل عمیق یا در نظر گرفتن متغیرهای تأثیرگذار مانند جمعیت و سیاست‌های بهداشتی و نتیجه‌گیری‌ها سطحی هستند. **عدم درک مفهومی:** درک صحیحی از مفاهیم پایه‌ای آمار مانند میانگین وجود ندارد. منجر به محاسبات اشتباه و نتیجه‌گیری‌های نادرست مثل ارتباط نژاد و بیماری‌ها بدون تحلیل دقیق می‌شود. **استفادهٔ محدود از نمودارها:** درک درستی از نمودارها مانند هیستوگرام وجود ندارد و در رسم آنها مشکلاتی دیده می‌شود.	**انجام محاسبات و استفاده از ابزارهای نرم‌افزاری:** توانایی محاسبهٔ درصد فوتی‌ها و مبتلایان وجود دارد و از اکسل برای محاسبات پیچیده استفاده می‌شود، با احتمال وجود اشتباهات جزئی. **تحلیل با در نظر گرفتن عوامل متعدد:** به جای مقایسهٔ سادهٔ اعداد، به عواملی مانند سیاست‌های بهداشتی، شرایط اجتماعی-اقتصادی، ویژگی‌های جمعیتی و محیطی توجه شده و از ابزارهای آماری برای تحلیل استفاده می‌شود. **سازماندهی و تفسیر داده‌ها در چندین سطح:** داده‌ها بر اساس قاره‌ها گروه‌بندی و میانگین‌ها محاسبه می‌شوند، با توجه به روابط بین متغیرها و عوامل مؤثر. **ایجاد مدل‌های ساده‌ای از نمایش‌های گرافیکی:** مدل‌های ساده برای توصیف داده‌ها ایجاد شده و از جداول و نمودارها برای نمایش اطلاعات استفاده می‌شود. **بررسی روابط بین متغیرها و درک پیچیدگی‌ها:** روابط بین متغیرهای مختلف مانند نژاد، وضعیت اجتماعی-اقتصادی، دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی و نرخ ابتلا و مرگ بررسی می‌شود و از نمودارها برای نمایش این روابط استفاده می‌شود. **تحلیل عمیق و جامع داده‌های همه‌گیری:** تحلیل‌های جامع و پیچیده‌ای از داده‌ها ارائه می‌شود، با توانایی شناسایی روابط پیچیده بین متغیرها و تفسیر نتایج در چارچوب نظری گسترده‌تر.	**تحلیل عمیق و جامع:** با استفاده از نرم‌افزارهایی مانند اکسل، به تحلیل عمیق و جامع داده‌ها پرداخته می‌شود و ارتباطات پیچیده‌تری بین داده‌ها برقرار می‌شود. این تحلیل‌ها عمیق‌تر از دو سطح قبلی هستند و ممکن است از نرم‌افزارهای تخصصی مانند Python یا SPSS برای شناسایی روابط بین متغیرها و تحلیل‌های پیچیده استفاده می‌شود. **کشف ارتباطات و تفسیر معنایی:** پاسخ‌ها به شناسایی و تفسیر ارتباطات بین متغیرهای مختلف مانند تعداد مبتلایان و فوتی‌ها، جمعیت، و عوامل اجتماعی-اقتصادی می‌پردازند و دلایل تفاوت‌ها توضیح داده می‌شود. **یافتن الگوها و تعاملات پیچیده:** تحلیل‌ها به کشف الگوهای پنهان و تعاملات پیچیده بین متغیرها تمرکز دارند. با درک قدرت و جهت این روابط و در نظر گرفتن عواملی مانند داده‌های داده‌ای از دست رفته. **بررسی روابط بین متغیرها و درک پیچیدگی‌های پنهان:** در سطح تحلیل و گزارش‌نویسی، به درک عمیق از روابط علت و معلولی می‌رسیم و با هدف ارائه تصویری جامع از موضوع، شناسایی متغیرهای تأثیرگذار و انجام پیش‌بینی‌ها. **استفاده از نمودارها و تحلیل‌های پیچیده:** فراتر از نمودارهای ساده، به بررسی ارتباط بین متغیرهای مختلف با استفاده از تحلیل‌های آماری پیشرفته پرداخته می‌شود، در حالی که عوامل مانند جمعیت و توسعه یافتگی نیز در نظر گرفته می‌شود. **تحلیل جامع:** این تحلیل‌ها به بررسی عمیق روابط علت و معلولی می‌پردازند، با هدف ارائهٔ تصویری جامع از موضوع، شناسایی متغیرهای نامرئی و انجام پیش‌بینی‌ها.

شکل۱: نحوهٔ بررسی پاسخ‌ها بر مبنای طبقه‌بندی سولو

یافته‌ها

برای پاسخ به سوال پژوهش، پاسخ‌های دانش‌آموزان شرکت‌کننده بر اساس سه سطح طبقه‌بندی سولو طبقه‌بندی شد. تحلیل پاسخ دانش‌آموزان به تفکیک هر سوال، در پیوست۲ آورده شده است. سوالاتی که داده‌های مرتبط داشتند، با هم تحلیل شدند. درجدول ۳، درصد پاسخگویی دانش‌آموزان به تفکیک سوالات و در محورهای تحلیل داده‌ها و تفسیر نتایج ارائه شده است.

جدول ۳: درصد پاسخگویی دانش‌آموزان به سوالات در دو محور تحلیل و تفسیر نتایج

	سوالات / سطوح	درصد پاسخگوئی		
		تک‌ساختاری	چندساختاری	رابطه‌ای
تحلیل داده‌ها	۱تا ۴	۲۱/۱۱	۰/۵۶	۷۸/۳۳
	۶	۲۴/۴۴	۸/۸۹	۶۶/۶۷
	۸ و۹	۸۰	۰	۲۰
	کل سوالات تحلیل داده‌ها	۳۸/۴۱	۱/۵۹	۶۰
تفسیر نتایج	۵	۳۵/۵۶	۱۱/۱۱	۵۳/۳۳
	۷	۱۳/۳۳	۶/۶۷	۸۰
	۱۰	۱۷/۷۸	۲/۲۲	۸۰
	کل سوالات تفسیر نتایج	۲۲/۲۲	۶/۶۷	۷۱/۱۱

بر اساس داده‌های مندرج در جدول ۴، در محور تحلیل داده‌ها، کمتر از نیمی از دانش‌آموزان در سطح تک‌ساختاری قرار دارند، به این معنا که توانایی تحلیل پرسش‌ها را با استفاده از یک ساختار ساده و مستقیم دارند. تعداد اندکی از دانش‌آموزان به سطح چندساختاری رسیده‌اند که نشان‌دهندهٔ توانایی آنها در ترکیب چندین ایده یا اطلاعات مرتبط برای پاسخ به سوالات است. بیش از نیمی از دانش‌آموزان در سطح رابطه‌ای ارزیابی شده‌اند که حاکی از درک مطلوب آنها از محور تحلیل داده‌هاست و توانایی برقراری ارتباط بین مفاهیم مختلف را دارند. همچنین در محور تفسیر نتایج، تعداد کمی از دانش‌آموزان در سطح تک‌ساختاری باقی مانده‌اند و عملکرد ضعیفی از خود نشان داده‌اند. تعداد بسیار کمی نیز، به سطح چندساختاری دست یافته‌اند، اما بیشتر دانش‌آموزان در سطح رابطه‌ای قرار دارند و قادر به درک مفاهیم پیچیدهٔ مرتبط با تفسیر نتایج شده‌اند. در مجموع، عملکرد دانش‌آموزان در محور تفسیر نتایج نسبت به محور تحلیل داده‌ها مطلوب‌تر بوده است، زیرا میزان پاسخگویی در سطوح چندساختاری و رابطه‌ای در محور تفسیر نتایج، از میزان این سطوح در محور تحلیل، حدوداً ۱۶ درصد بیشتر است و میزان سطح تک‌ساختاری تفسیر نتایج حدوداً ۱۶ درصد از میزان همین سطح در محور تحلیل کمتر است. در ادامه، به تحلیل و بررسی پاسخ‌های دانش‌آموزان به هر یک از سؤالات آزمون پژوهش، بر اساس سطوح مختلف مدل سولو (تک‌ساختاری، چندساختاری و رابطه‌ای) با جزئیات بیشتری پرداخته می‌شود. در شکل۲، سوالات ۱ تا ۴ ارائه شده است.

سوال۱: چند درصد از کل جمعیت هر کشور بیمار شده‌اند؟

سوال۲: چند درصد از مبتلایان هر کشور فوت کرده‌اند؟

سوال۳: در هفت روز اخیر، چند درصد از کل جمعیت هر کشور بیمار شده‌اند؟

سوال۴: در هفت روز اخیر، چند درصد از مبتلایان هر کشور فوت کرده‌اند؟

شکل۲: سوالات ۱تا ۴ آزمون پژوهش

این چهار سوال در محور تحلیل داده‌ها هستند که پاسخ‌های دانش‌آموزان در سطوح تک‌ساختاری، چندساختاری و رابطه‌ای با توجه به ویژگی‌های زیر ارزیابی شده‌اند:

سطح تک‌ساختاری: پاسخ دانش‌آموزانی که تنها به ورود داده‌های جمعیت کشورها به اکسل اکتفا کرده و از هرگونه محاسبه یا تحلیل آماری خودداری نمودند، در سطح تک‌ساختاری ارزیابی شد. این گروه از دانش‌آموزان به جای محاسبهٔ درصد مبتلایان یا فوتی‌ها، صرفاً تعداد این افراد را ارائه دادند. در نتیجه، اشتباهات محاسباتی در پاسخ‌های این سطح به وضوح مشاهده شد. حتی در مواردی که تلاشی برای محاسبه درصدها صورت گرفته، خطاهای محاسباتی منجر به ارائه اطلاعات نادرست شده است. علاوه بر این، برخی دانش‌آموزان از فرمول‌های اکسل برای محاسبات استفاده نکرده بودند و به روش‌های دستی روی آوردند که این امر باعث افزایش خطاهای محاسباتی شده است.

سطح چندساختاری: دانش‌آموزانی که توانستند درصد صحیح مبتلایان و فوتی‌ها را محاسبه کنند و از ابزارهای نرم‌افزاری مثل اکسل برای محاسبات پیچیده‌تر بهره بردند، پاسخ‌هایشان در سطح چندساختاری قرار گرفت. آنها نسبت به دانش‌آموزان سطح تک‌ساختاری، درک عمیق‌تری از مفاهیم آماری و توانایی بهتری در تحلیل داده‌ها داشتند. با این وجود، تحلیل‌ها نشان داد که این دانش‌آموزان نیز در برخی موارد با چالش‌هایی روبرو شده‌اند. اشتباهات محاسباتی جزئی که در پاسخ این افراد مشاهده شد، نشان‌دهندهٔ فضایی برای پیشرفت بیشتر در درک و مهارت‌های آماری آنها بود.

سطح رابطه‌ای: پاسخ دانش‌آموزانی که با رویکردی عمیق و جامع به تحلیل سوالات پرداخته بودند و توانستند ارتباطات پیچیده بین داده‌ها را به درستی تبیین کنند، در سطح رابطه‌ای قرار داده شد. آنها تسلط قابل توجهی بر مفاهیم آماری و تکنیک‌های تحلیل داده نشان دادند. همچنین این دانش‌آموزان، با دقت مطلوبی، درصد مبتلایان و فوتی‌ها را محاسبه کرده و نتایج را با چند رقم اعشار ارائه دادند که این امر نشان‌دهندهٔ توجه به جزئیات و اهمیت دقت در تحلیل آماری است. پاسخ‌های ایشان، به صورت منظم و ساختاریافته ارائه شد و جداول تهیه شده توسط آنها، اطلاعات را به وضوح و به صورت قابل فهمی نمایش داد. این دانش‌آموزان با مهارت از نرم‌افزار اکسل برای انجام محاسبات و تحلیل‌های پیچیده استفاده نمودند که نشان‌دهندهٔ توانایی بالای آن‌ها در به‌کارگیری ابزارهای تحلیلی است. شکل ۳ پاسخ یکی از دانش‌آموزان به سوالات ۱تا ۴ است که در سطح تک‌ساختاری ارزیابی شده است.

درصد وفات در 7 روز اخیر	تعداد وفات در 7 روز اخیر	درصد مبتلایان در 7 روز اخیر	تعداد مبتلایان در 7 روز اخیر	درصد وفات در کشور
0.905834208	2167	0.071516406	239227	1.231993847
2.995262186	373	0.000886653	12453	1.212779317
0.749634084	758	0.046968014	101116	2.183716324
0.143693934	877	0.931307068	610325	0.513436424
0.017052032	104	0.723763782	609898	0.557797699
0.732500428	1070	0.21315561	146075	0.790363251
2.30967024	1536	0.045535211	66503	2.06704068
0.193329293	1257	1.266213806	650186	0.131001751
0.231176434	928	0.665698242	401425	1.008226483

شکل ۳: پاسخ دانش‌آموز ۱۴ به سوالات ۱ تا ۴ در سطح تک‌ساختاری

پاسخ این دانش‌آموز در سطح تک‌ساختاری ارزیابی شد، زیرا تنها تعداد مرگ و مبتلایان را در هر قاره مد نظر قرار داده است. در ستون اول پاسخ او، تعدادی عدد مشاهده می‌شود که فاقد عنوان بوده و نامفهوم است. این دانش‌آموز به جای تحلیل عمیق داده‌ها، صرفاً به ارائه اعداد خام پرداخته، بدون اینکه به تفسیر یا مقایسه این اعداد بر اساس عواملی مانند جمعیت هر قاره یا سایر شاخص‌های مهم بپردازد. همچنین، عدم وجود عنوان برای اعداد، نشان‌دهندهٔ این است که او به سازماندهی داده‌ها به شکلی که برای خواننده

قابل فهم باشد، توجه نکرده است. این رویکرد، نشان‌دهنده تحلیل سطحی و تک‌بعدی داده‌ها است که منجر به ارزیابی این پاسخ در سطح تک‌ساختاری شد. در شکل۴، سوال ۵ آزمون پژوهش مشاهده می‌شود.

> **سوال ۵:** با توجه به سوالات ۱ تا ۴، به نظر شما وضعیت کدام کشورها در زمینه مدیریت و کنترل بیماری، بهتر شده است؟ وضعیت کدام کشورها تغییری نکرده است؟ وضعیت کدام کشورها بدتر شده است؟

شکل۴: سوال ۵ آزمون پژوهش

این سوال در محور تفسیر نتایج آماری است که پاسخ‌های دانش‌آموزان در سطوح تک‌ساختاری، چندساختاری و رابطه‌ای با توجه به ویژگی‌های زیر ارزیابی شده‌اند:

سطح تک‌ساختاری: دانش‌آموزانی که بیشتر به داده‌های مربوط به کشورها به صورت جداگانه نگاه کرده و به ارتباط بین آنها بی‌توجه بودند، پاسخی در سطح تک‌ساختاری به این سوال دادند. به عبارت دیگر، این دانش‌آموزان به جای تحلیل عمیق داده‌ها، بر اعداد و ارقام خام متمرکز بودند. اکثر آنها اعداد مربوط به درصد مبتلایان و فوتی‌ها را برای هر کشور مقایسه کردند و به طور مستقیم به نتیجه‌گیری رسیدند. به عنوان مثال، اگر درصد مبتلایان در یک کشور کاهش یافته بود، آنها به این نتیجه رسیدند که وضعیت آن کشور بهبود یافته است، در حالی که به عوامل دیگری که می‌توانستند بر وضعیت بیماری تأثیرگذار باشند، مانند جمعیت، سیاست‌های بهداشتی، وضعیت اقتصادی و اجتماعی، توجه نکردند. همچنین، به دلیل نداشتن درک عمیق از مفاهیم آماری و عدم توجه به عوامل مؤثر، در تعمیم نتایج به کل جمعیت یا در مقایسه‌های طولانی‌مدت وضعیت کشورها با مشکلاتی روبرو شدند.

سطح چندساختاری: پاسخ دانش‌آموزانی که رویکردی جامع‌تر و پیچیده‌تر از سطح تک‌ساختاری داشتند، در سطح چندساختاری طبقه‌بندی شد. این دانش‌آموزان به جای مقایسهٔ سادهٔ اعداد، به عوامل متعددی که بر وضعیت بیماری تأثیرگذار بودند، توجه کردند، مانند سیاست‌های بهداشتی (نوع و شدت اقدامات کنترلی، پوشش واکسیناسیون و محدودیت‌های اجتماعی)، عوامل اجتماعی-اقتصادی (سطح توسعه‌یافتگی، نابرابری‌های اجتماعی، دسترسی به خدمات بهداشتی)، ویژگی‌های جمعیتی (سن، جنسیت، تراکم جمعیت) و عوامل محیطی (آب و هوا، تغییرات فصلی). آنها از ابزارهای آماری برای تحلیل داده‌ها استفاده کرده و به دنبال یافتن ارتباط بین متغیرها و شناسایی عوامل مؤثر بر تغییرات وضعیت بیماری بودند. این دانش‌آموزان به محدودیت‌های داده‌ها و خطاهای احتمالی در اندازه‌گیری‌ها توجه داشته و نتایج را با دقت و احتیاط تفسیر کردند. همچنین، به تغییرات وضعیت بیماری در طول زمان توجه کرده و تحلیل روندها را انجام دادند.

سطح رابطه‌ای: دانش‌آموزان در این سطح، تحلیل‌های عمیق‌تر و جامع‌تری نسبت به دانش‌آموزان سطوح تک‌ساختاری و چندساختاری انجام دادند. این دانش‌آموزان نه تنها به اعداد و ارقام خام توجه داشتند، بلکه با شناسایی روابط بین متغیرهای مختلف، مدل‌های پیچیده‌تری را برای تحلیل داده‌ها به کار گرفتند. آنها مفاهیم آماری را به خوبی درک کرده و از آن برای تحلیل داده‌ها استفاده کردند. علاوه بر نرم‌افزارهای رایج مانند اکسل، از نرم‌افزارهای تخصصی آماری مانند SPSS یا پایتون برای انجام تحلیل‌های پیچیده استفاده نمودند. این دانش‌آموزان به دنبال یافتن الگوها و روندهای پنهان در داده‌ها بوده و توانستند تغییرات تدریجی یا ناگهانی در وضعیت بیماری را شناسایی کنند. آن‌ها به عوامل پیچیده‌تری مانند تأثیر تغییرات آب و هوایی، رویدادهای سیاسی و اقتصادی، و جهش‌های ویروسی توجه داشته و مدل‌های پیش‌بینی‌کننده‌ای ایجاد کردند تا روند آینده بیماری را پیش‌بینی کنند. این دانش‌آموزان نتایج تحلیل را در بافتار اجتماعی، اقتصادی و سیاسی کشورها تفسیر نموده و به ارتباط بین عوامل مختلف پی بردند.

شکل ۵، پاسخ دانش‌آموز ۲۷ را به سوال ۵ نشان می‌دهد.

برای پاسخ به این سوال، ابتدا باید داده‌های مربوط به درصد مبتلایان، فوتی‌ها، میزان واکسیناسیون، محدودیت‌های اجتماعی و سایر عوامل مرتبط را برای هر کشور جمع‌آوری کنیم. همچنین، باید به تفاوت‌های موجود در سیستم‌های بهداشتی، وضعیت اقتصادی و اجتماعی و سایر عوامل مؤثر بر وضعیت بیماری توجه کنیم. برای مثال، ممکن است کشوری با سیستم بهداشتی قوی‌تر، سریع‌تر بتواند بیماری را کنترل کند. با توجه به این تحلیل‌ها، می‌توانیم به طور دقیق‌تری وضعیت کشورها را مقایسه کرده و عوامل مؤثر بر بهبود یا وخامت وضعیت بیماری را شناسایی کنیم.

Country,	total Cases	Population	case/pop	% 7 days	Cases - newly reported in last 7 da	Last 7 days / Cases
USA	82,656,744	334,506,463	24.71%	0.16%	239227	0.29%
India	43,057,545	1,404,495,187	3.07%	0.02%	12453	0.03%
Brazil	30,345,654	215,286,941	14.10%	0.09%	101116	0.33%
France	28,244,977	65,534,239	43.10%	0.28%	610325	2.16%
Germany	24,138,859	84,267,549	28.65%	0.18%	609898	2.53%
UK	21,933,206	68,529,747	32.01%	0.21%	146075	0.67%
Russia	18,137,137	146,047,418	12.42%	0.08%	66503	0.37%
S. Korea	16,895,194	51,348,832	32.90%	0.21%	650186	3.85%
Italy	16,136,057	60,301,346	26.76%	0.17%	401425	2.49%

شکل ۵: پاسخ دانش‌آموز ۲۷ در سطح چندساختاری

ارزیابی این پاسخ در سطح چندساختاری به این دلیل است که او به جای مقایسهٔ سادهٔ اعداد، به عوامل مختلف تأثیرگذار بر وضعیت بیماری نیز توجه داشت. این دانش‌آموز یک جدول کامل در اکسل از وضعیت کشورها تهیه کرده بود که قسمتی از توضیحات و جدول او در شکل ۴ آورده شده است. در این جدول، او نه تنها به تعداد مبتلایان و مرگ و میر اشاره کرده بود، بلکه عواملی مانند جمعیت، سیاست‌های بهداشتی، دسترسی به مراقبت‌های پزشکی، وضعیت اقتصادی و سایر متغیرهای مرتبط را نیز درج نموده بود. این رویکرد نشان‌دهندهٔ یک تحلیل جامع‌تر است که به ارتباط بین چندین متغیر می‌پردازد و نه فقط به اعداد به عنوان داده‌های خام. با این کار، او توانسته بود تصویری کلی‌تر و پیچیده‌تر از وضعیت بیماری در کشورهای مختلف ارائه دهد که نشان‌دهندهٔ درک عمیق‌تری از مفاهیم آماری و تحلیل داده‌ها است. در شکل۶، سوال ۶ آزمون پژوهش مشاهده می‌شود.

سوال ۶: میانگین تعداد مبتلایان و تعداد فوتی در هر قاره چقدر است؟

شکل۶: سوال ۶ آزمون پژوهش

این سوال در محور تحلیل داده‌ها است که پاسخ‌های دانش‌آموزان در سطوح تک‌ساختاری، چندساختاری و رابطه‌ای با توجه به ویژگی‌های زیر ارزیابی شده‌اند:

سطح تک‌ساختاری: دانش‌آموزانی که بیشتر به دنبال یک عدد یا اطلاعات مشخص برای میانگین تعداد مبتلایان و فوتی‌ها در هر قاره بودند و توانایی تحلیل عمیق داده‌ها یا انجام مقایسه‌های پیچیده را نداشتند، پاسخ‌هایشان در سطح تک‌ساختاری ارزیابی شدند. این دانش‌آموزان به دنبال یک پاسخی قطعی و آماده بودند و خود را درگیر فرآیند رسیدن به پاسخ نکردند. به عبارت دیگر، آن‌ها قادر نبودند داده‌های خام را تفسیر کرده و اطلاعات مفیدی از آن‌ها استخراج کنند. تعدادی از آن‌ها نمی‌دانستند که پاسخ به این سوال نیازمند جمع‌آوری داده از منابع مختلف، انجام محاسبات آماری و تحلیل نتایج است. برخی نیز مفهوم میانگین را به درستی درک نکرده یا در محاسبات مربوط به میانگین دچار اشتباه شدند.

سطح چندساختاری: دانش‌آموزانی که نشان دادند که می‌توانند داده‌ها را در چندین سطح سازماندهی کنند پاسخ آنها در سطح چندساختاری قرار داده شد. این دانش‌آموزان توانستند داده‌های مربوط به مبتلایان و فوتی‌ها را بر اساس قاره‌ها طبقه‌بندی کرده و برای هر قاره میانگین را محاسبه کنند. آن‌ها روابط بین متغیرها را درک کردند و می‌دانستند که تعداد مبتلایان و فوتی‌ها با یکدیگر و همچنین با عواملی مانند جمعیت، سیستم بهداشتی و سیاست‌های دولتی ارتباط دارند. برخی از این دانش‌آموزان توانستند مدل‌های ساده‌ای برای توصیف داده‌ها ایجاد کنند و از جداول یا نمودارها برای نمایش داده‌های خود استفاده کرده و به سادگی میانگین‌ها را

مقایسه نمودند. دانش‌آموزان این سطح در پاسخ به سوال ۶، نتایج خود را به زبان ساده و روشن تفسیر کردند و ارتباط بین نتایج و پرسش اصلی را با پاسخی ساختاریافته و سازماندهی شده در قالب جدول یا نمودار، که داده‌ها را به صورت منظم نمایش می‌دهد، ارائه دادند. آن‌ها از اصطلاحات آماری مناسب مانند میانگین، داده، گروه و مقایسه استفاده کردند و برخی نیز به دقت داده‌ها اشاره داشتند.

سطح رابطه‌ای: پاسخ دانش‌آموزانی که تحلیل‌هایی فراتر از تحلیل ساده داده‌ها انجام داده و به کشف ارتباطات بین متغیرها و تفسیر معنایی آن‌ها پرداختند، در سطح رابطه‌ای قرار داده شد. این دانش‌آموزان توانستند ارتباطات بین متغیرها را شناسایی کنند، به این معنا که در پاسخ‌هایشان به رابطه بین تعداد مبتلایان و فوتی‌ها، جمعیت هر قاره، عوامل اجتماعی-اقتصادی و دیگر متغیرهای مرتبط با بیماری پرداخته و دلایل تفاوت در این تعدادها را در قاره‌های مختلف با توجه به این عوامل توضیح دادند. برخی از آن‌ها بر اساس روندهای مشاهده شده، پیش‌بینی‌هایی، هرچند محدود، در مورد روند آینده بیماری ارائه دادند. تعدادی از دانش‌آموزان این سطح تلاش کردند نتایج را در یک زمینه وسیع‌تر تفسیر کنند و نه تنها به سؤالات خاص پاسخ دهند، بلکه نتایج را در ارتباط با مسائل اجتماعی، اقتصادی و بهداشتی جامعه نیز توضیح دهند. آن‌ها به عواملی مانند جمعیت، سیستم بهداشتی، سطح توسعه‌یافتگی، سیاست‌های دولت و عوامل فرهنگی اشاره کرده و تلاش نمودند ارتباط این عوامل با تعداد مبتلایان و فوتی‌ها را روشن کنند. تعدادی از این دانش‌آموزان به محدودیت‌های داده‌ها و روش‌های تحلیل اشاره کرده و تأکید نمودند که نتایج حاصل از این مطالعه ممکن است تعمیم‌پذیر نباشد.

شکل ۷، پاسخ دانش‌آموز ۴۴ را به سوال ۶ نشان می‌دهد.

با بررسی داده‌ها، مشاهده می‌شود که قارهٔ آفریقا بالاترین میزان مبتلا و فوتی را دارد. این امر ممکن است به دلیل عوامل مختلفی مانند جمعیت زیاد، دسترسی محدود به خدمات بهداشتی، وجود بیماری‌های همه‌گیر دیگر و عوامل اقتصادی اجتماعی باشد. همچنین، ممکن است تفاوت‌هایی در نوع ویروس و سویه‌های آن در قاره‌های مختلف وجود داشته باشد که بر شدت بیماری و میزان مرگ و میر تأثیر گذاشته است. این نتایج نشان می‌دهد که برای کنترل بیماری و کاهش میزان مرگ و میر، علاوه بر اقدامات بهداشتی، باید به عوامل اجتماعی و اقتصادی نیز توجه شود. با بهبود دسترسی به خدمات بهداشتی، تقویت سیستم‌های بهداشتی و کاهش نابرابری‌های اجتماعی، می‌توان به کاهش میزان مبتلایان و فوتی‌ها کمک کرد.

شکل ۷: پاسخ دانش‌آموز ۴۴ در سطح رابطه‌ای

طبقه‌بندی پاسخ دانش‌آموز فوق در سطح رابطه‌ای، به این دلیل است که این دانش‌آموز به بیان اینکه آفریقا بالاترین میزان ابتلا و فوت را دارد، اکتفا نکرده و به دنبال یافتن علل این پدیده است. او عواملی مانند جمعیت زیاد، دسترسی محدود به خدمات بهداشتی، وجود بیماری‌های همه‌گیر دیگر و عوامل اقتصادی-اجتماعی را به عنوان علل احتمالی این وضعیت معرفی کرد. همچنین، به این نکته اشاره کرد که عوامل مختلفی به صورت همزمان بر شیوع بیماری تأثیر می‌گذارند و این عوامل با هم ارتباط دارند. این دانش‌آموز همچنین به تفاوت‌های بین قاره‌ای اشاره کرده و احتمال وجود سویه‌های مختلف ویروس را مطرح نموده است که نشان‌دهندهٔ توجه او به تفاوت‌های بین گروه‌های مختلف و تأثیر این تفاوت‌ها بر نتایج است. این تحلیل نشان می‌داد که این دانش‌آموز فراتر از داده‌های خام رفته و به دنبال شناسایی روابط علی و معلولی بین متغیرها بوده است.

در شکل ۸، سوال ۷ آزمون پژوهش مشاهده می‌شود.

سوال۷: به نظر شما میزان ابتلا و یا مرگ در این پاندمی به عامل نژادی هم بستگی داشته است یا خیر؟ استدلال خود را به تفصیل بیان نمایید.

شکل۸: سوال۷ آزمون پژوهش

این سوال در محور تفسیر نتایج آماری است که پاسخ‌های دانش‌آموزان در سطوح تک‌ساختاری، چندساختاری و رابطه‌ای با توجه به ویژگی‌های زیر ارزیابی شده‌اند:

سطح تک‌ساختاری: دانش‌آموزانی که به صورت ساده و مستقیم به این پرسش پاسخ دادند، در سطح تک‌ساختاری قرار گرفتند. برخی از آنها بر اساس اطلاعاتی که از رسانه‌ها یا منابع دیگر جمع‌آوری کرده بودند، ادعا کردند که مثلاً افراد با رنگ پوست تیره یا روشن بیشتر به کرونا مبتلا شده و فوت کرده‌اند و آن را به نژاد افراد نسبت دادند. این دانش‌آموزان از درک عمیق مفاهیم آماری برخوردار نبودند و نتوانستند تفاوت بین همبستگی و علیت را تشخیص دهند؛ در نتیجه، تصور کردند که هم‌زمانیِ دو رویداد (رنگ پوست و ابتلا به بیماری) به معنای علت و معلولی است. آن‌ها به جای بررسی دقیق داده‌ها و مطالعات علمی، به اطلاعات ساده و کلی استناد کرده و این رویکرد آنان را به سمت نتیجه‌گیری‌های ساده‌انگارانه و کلیشه‌ای سوق داده است.

سطح چندساختاری: دانش‌آموزانی که قادر به بررسی روابط بین متغیرها بودند و به دنبال یافتن روابط بین متغیرهای مختلف مانند نژاد، وضعیت اجتماعی-اقتصادی، دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی و میزان ابتلا و مرگ بودند، پاسخ آنها در سطح چندساختاری ارزیابی شد. اغلب آنها از نمودارها و جداول برای نمایش روابط بین متغیرها بهره بردند. دانش‌آموزان سطح چندساختاری درک کردند که عوامل متعددی می‌توانند بر میزان ابتلا و مرگ تأثیر بگذارد و تنها به یک عامل مانند نژاد توجه نداشتند. همچنین، آنها قادر به بررسی روابط بین چندین متغیر به جای تمرکز بر یک متغیر به تنهایی بودند که به این معنا است که نه تنها به نژاد به‌عنوان یک عامل احتمالی برای تفاوت در میزان ابتلا و مرگ توجه کردند، بلکه عوامل دیگری را که ممکن است نقش مهمی ایفا کنند، در نظر گرفتند. برخی از دانش‌آموزان اذعان داشتند که تفاوت‌های نژادی در میزان مرگ‌ومیر بیشتر به دلیل تفاوت در دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی است تا خود نژاد. این دانش‌آموزان، در واقع به این امر واقف بوده‌اند که اگر در یک تحقیق آماری، تنها به یک متغیر توجه کنند، ممکن است به نتیجه‌گیری‌های نادرست و کلیشه‌ای برسند. آنها به طور ضمنی به عوامل مداخله‌گر اشاره کردند و دریافتند که ممکن است متغیرهایی وجود داشته باشد که بر رابطه بین نژاد و میزان ابتلا و مرگ تأثیر بگذارند. برای مثال، برخی از آنها به سطح تحصیلات اشاره نمودند که می‌توانست به عنوان یک عامل مداخله‌گر عمل کند، به این معنی که افرادی با سطح تحصیلات بالاتر ممکن است به اطلاعات بهداشتی دسترسی بیشتری داشته باشند و در نتیجه کمتر در معرض خطر قرار گیرند.

سطح رابطه‌ای: دانش‌آموزانی که فراتر از بررسی ساده روابط بین متغیرها رفته و به دنبال یافتن الگوها، الگوهای پنهان و تعاملات پیچیده‌تر بین متغیرها بودند، دارای پاسخی در سطح رابطه‌ای شدند. آنها نه تنها وجود رابطه بین متغیرها را شناسایی کردند، بلکه قدرت و جهت این روابط را نیز بررسی نمودند. دانش‌آموزان سطح رابطه‌ای، به دنبال یافتن تعاملات بین متغیرهای مختلف بودند. به عنوان مثال، برخی از آنها متوجه شدند که تأثیر نژاد بر میزان مرگ‌ومیر در گروه‌های سنی مختلف متفاوت است. آنها نتایج حاصل از تحلیل‌های خود را با احتیاط تفسیر کردند، زیرا بر اثر عوامل دیگری مانند داده‌های گم‌شده، خطاهای اندازه‌گیری و سوگیری‌ها آگاه بودند. برخی از دانش‌آموزان به ارتباط بین نژاد و سطح تحصیلات اشاره داشتند و بیان کردند که تأثیر نژاد بر میزان ابتلا به کرونا در افرادی با سطح تحصیلات بالا کمتر از افرادی با سطح تحصیلات پایین بود. برخی دیگر نیز ارتباط بین نژاد و دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی را ذکر نمودند و اذعان کردند که تفاوت‌های نژادی در میزان مرگ‌ومیر بیشتر در مناطقی با دسترسی محدود به مراقبت‌های بهداشتی مشاهده شده است. تعدادی از این دانش‌آموزان نیز به ارتباط بین نژاد و شغل توجه داشتند و دریافتند که افرادی از اقلیت‌های نژادی که در مشاغل پرخطر مشغول به کار بودند، بیشتر در معرض ابتلا به کووید-۱۹ قرار گرفته و احتمال ابتلای آن‌ها به این بیماری افزایش یافته بود.

شکل ۹، پاسخ دانش‌آموز ۳۰ را به سوال ۷ نشان می‌دهد.

به نظر من بله، البته برای مقایسهٔ این عامل باید عوامل مولر بر جمعیت یک کشور و عوامل دیگر را بررسی کرد، اما با توجه به این جدول و مخصوصا سوال ٦ به این موضوع پی می‌بریم.

Name	WHO Region	Cases - cumulative total
South Africa	Africa	3750830
Ethiopia	Africa	470389
Réunion	Africa	374295
Kenya	Africa	323634
Zambia	Africa	318984
Botswana	Africa	305859
Algeria	Africa	265754
Nigeria	Africa	255679
Zimbabwe	Africa	247383

شکل ۹: پاسخ دانش‌آموز ۳۰ در سطح تک‌ساختاری

ارزیابی پاسخ دانش‌آموز فوق در سطح تک‌ساختاری از آن روست که به سادگی به یک عامل کلی (نژاد) اشاره می‌کند و ارتباط مستقیمی بین نژاد و میزان ابتلا و مرگ و میر برقرار می‌کند. این پاسخ به جای آنکه به دنبال یافتن علل زمینه‌ای و مکانیسم‌هایی باشد که باعث این تفاوت‌ها می‌شوند، به عاملی ساده و کلی اکتفا می‌کند. در واقع، عوامل متعددی بر میزان ابتلا و مرگ و میر در بیماری‌های همه‌گیر تأثیر می‌گذارند، از جمله عوامل ژنتیکی، محیطی، اجتماعی، اقتصادی و دسترسی به خدمات بهداشتی. پاسخ ارائه شده تنها به یک عامل (نژاد) اشاره می‌کرد و سایر عوامل را نادیده می‌گرفت. همچنین، پاسخ به صورت کلی و بدون در نظر گرفتن تنوع موجود در هر گروه نژادی، به تمام افراد یک نژاد ویژگی‌های یکسانی را نسبت می‌داد. این در حالی است که در هر گروه نژادی، افراد با ویژگی‌های ژنتیکی، اجتماعی و اقتصادی بسیار متنوعی وجود داشتند. این نوع تحلیل، بدون در نظر گرفتن پیچیدگی‌های مربوط به تعاملات بین متغیرهای مختلف، به نتیجه‌گیری‌های سطحی و اغلب نادرست منجر می‌شود. در شکل ۱۰، سوالات ۸ و ۹ آزمون پژوهش مشاهده می‌شود.

سوال۸: برای ده کشور اول از نظر تعداد مرگ (در کل)، یک نمودار هیستوگرام رسم کنید.

سوال۹: برای ده کشور اول از نظر تعداد مبتلایان (در کل)، یک نمودار هیستو گرام رسم کنید.

شکل ۱۰: سوالات ۸ و۹ آزمون پژوهش

این دو سوال در محور تحلیل داده‌ها هستند که پاسخ‌های دانش‌آموزان در سطوح تک‌ساختاری، چندساختاری و رابطه‌ای با توجه به ویژگی‌های زیر ارزیابی شده‌اند:

سطح تک‌ساختاری: پاسخ دانش‌آموزانی که درک محدودی از نمودار هیستوگرام داشتند، در سطح تک‌ساختاری قرار گرفت. آنها ممکن بود از مفهوم هیستوگرام آگاهی داشته باشند، اما درک دقیقی از کاربرد آن در نمایش داده‌ها نداشتند. برخی از دانش‌آموزان سطح تک‌ساختاری در پاسخ به سوالات ۸ و ۹، داده‌های مربوط به تعداد مرگ و میر یا تعداد مبتلایان ده کشور اول را به صورت لیستی ساده یا جدول ارائه کردند. برخی دیگر در تعیین تعداد و اندازه میله‌های هیستوگرام برای رسم آن با مشکلاتی مواجه شدند. تعدادی از آنها نیز به اهمیت انتخاب مقیاس مناسب برای محورهای نمودار توجه نکردند. دانش‌آموزان سطح تک‌ساختاری اغلب برای رسم نمودار هیستوگرام مورد نظر در سوالات ۸ و ۹، از نرم‌افزارهای آماری مانند اکسل استفاده نکردند و به رسم نموداری نادقیق و ناقص با دست اکتفا کردند.

سطح چندساختاری: دانش‌آموزان در این سطح، پاسخ‌های جامع‌تری نسبت به دانش‌آموزان سطح تک‌ساختاری ارائه دادند. آنها با در نظر گرفتن گستره داده‌ها و هدف تحلیل، تعداد و اندازه میله‌های نمودار هیستوگرام را به صورت صحیح انتخاب کردند.

همچنین از نرم‌افزارهای آماری برای رسم نمودار هیستوگرام استفاده نمودند. دانش‌آموزانی که در سطح چندساختاری برای سوال ۸ قرار داشتند، نه تنها به داده‌ها به عنوان اعداد توجه کردند، بلکه به دنبال کشف روابط بین داده‌ها و تفسیر معنی‌دار آن‌ها نیز بودند.

سطح رابطه‌ای: دانش‌آموزانی که به این سوال‌ها بسیار فراتر از یک نمودار ساده هیستوگرام پاسخ دادند، پاسخ‌هایشان در سطح رابطه‌ای قرار داده شد. اغلب آنها علاوه بر رسم نمودار مورد نظر، در جستجوی یافتن ارتباطات بین متغیرهای مختلف بودند و علاوه بر تعداد مرگ یا ابتلا، به ارتباط این متغیر با عوامل دیگری مانند جمعیت، تولید ناخالص داخلی، سطح توسعه‌یافتگی، سیستم بهداشتی و غیره نیز توجه داشتند. برخی از آنها برای پاسخ به این دو سوال، داده‌های بیشتری را علاوه بر تعداد مرگ جمع‌آوری کردند، مانند داده‌های مربوط به جمعیت و تعداد تخت‌های بیمارستانی برای هر یک از ده کشور. تعدادی از آنها به این نتیجه رسیدند که تعداد تخت‌های بیمارستانی به ازای هر نفر، یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر تعداد مرگ و میر است و کشورهایی که تعداد تخت‌های بیمارستانی کمتری دارند، نرخ مرگ و میر بالاتری دارند. این دانش‌آموزان با بررسی روابط پیچیده بین متغیرها، به درک عمیق‌تری از عوامل موثر بر تعداد ابتلا یا مرگ بر اثر بیماری کووید-۱۹ دست یافتند. دانش‌آموزان سطح رابطه‌ای در پاسخ به سوالات ۸ و ۹، به دنبال یافتن پاسخ‌های فراتر از رسم نمودار تعداد مرگ و مبتلایان در ده کشور اول بودند و از تحلیل‌های آماری پیچیده‌تری برای رسیدن به این هدف استفاده کردند.

شکل ۱۱، پاسخ دانش‌آموز ۲۳ را به سوال ۸ نشان می‌دهد.

شکل ۱۱: پاسخ دانش‌آموز ۲۳ در سطح رابطه‌ای

پاسخ دانش‌آموز فوق به این دلیل در سطح رابطه‌ای طبقه‌بندی شد که این دانش‌آموز به رسم نمودار هیستوگرام بسنده نکرده و به دنبال یافتن ارتباطات عمیق‌تر بین متغیرهای مختلف است. او از تحلیل‌های آماری پیچیده‌تر استفاده نموده و به دنبال درک علل و عوامل موثر بر پدیده مورد مطالعه بوده است. در واقع، این دانش‌آموز به جای محدود کردن تحلیل خود به نمایش داده‌ها در یک هیستوگرام، تلاش کرده روابط علت و معلولی را کشف کند. او به بررسی رابطه بین متغیرهایی مانند تعداد مبتلایان، مرگ و میر، جمعیت، سیاست‌های بهداشتی، وضعیت اقتصادی و دسترسی به خدمات بهداشتی پرداخت. این رویکرد نشان‌دهندهٔ توانایی او در

فراتر رفتن از داده‌های خام و استفاده از تحلیل‌های آماری برای یافتن الگوها و روابط پنهان است. در شکل ۱۲، سوال ۱۰ آزمون پژوهش مشاهده می‌شود.

سوال ۱۰: حداقل در پنج خط، تحلیل خود را از اطلاعاتی که به دست آورده‌اید بنویسید.

شکل۱۲: سوال ۱۰ آزمون پژوهش

این سوال در محور تفسیر نتایج آماری است که پاسخ‌های دانش‌آموزان در سطوح تک‌ساختاری، چندساختاری و رابطه‌ای با توجه به ویژگی‌های زیر ارزیابی شده‌اند:

سطح تک‌ساختاری: تحلیل کلی دانش‌آموزان در این سطح، معمولاً ساده، سطحی و بر اساس مقایسه مستقیم اعداد بود. اغلب آنها به داده‌های پژوهش درباره پاندمی کووید-۱۹ و تحلیل آن‌ها به صورت زیر نگاه کردند:

- تمرکز بر اعداد خام: به جای درک مفهوم کلی و روندها، به اعداد دقیق مبتلایان و فوتی‌ها توجه داشتند.
- مقایسه ساده: کشورها را بر اساس معیاری خاص (مثل تعداد مبتلایان) با هم مقایسه کرده و نتیجه‌گیری‌های ساده‌ای ارائه دادند.
- عدم در نظر گرفتن عوامل موثر: به عوامل دیگری که بر شیوع بیماری تأثیر می‌گذارند، مانند جمعیت، تراکم جمعیت، سیاست‌های بهداشتی و غیره توجهی نداشتند.
- عدم توانایی در تشخیص الگوها: قادر به تشخیص الگوهای پنهان در داده‌ها نبوده یا ارتباط بین متغیرهای مختلف را درک نکردند.
- تفسیر سطحی: به جای تحلیل عمیق، به صورت سطحی به داده‌ها توجه داشته و نتیجه‌گیری‌های کلی ارائه نمودند.

سطح چندساختاری: دانش‌آموزان در این سطح، به مراتب تحلیل عمیق‌تر و جامع‌تری از داده‌های همه‌گیری کووید-۱۹ ارائه دادند. تحلیل دانش‌آموزان در سطح چندساختاری، پیچیده‌تر و جامع‌تر از تحلیل در سطح تک‌ساختاری است. این دانش‌آموزان قادر به شناسایی روابط پیچیده بین متغیرهای مختلف بودند و نتایج تحلیل خود را در چارچوب نظری گسترده‌تری تفسیر کردند. اغلب آنها به داده‌های پژوهش درباره پاندمی کووید-۱۹ و تحلیل آن‌ها به صورت زیر نگاه کردند:

- در نظر گرفتن عوامل متعدد: به جای تمرکز بر عاملی خاص (مثل تعداد کل مبتلایان)، عوامل مختلفی را که بر شیوع بیماری تأثیر می‌گذارند، در نظر گرفتند. این عوامل شامل جمعیت، تراکم جمعیت، سیاست‌های بهداشتی، وضعیت اقتصادی، دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی، عوامل ژنتیکی و غیره بودند.
- برقراری ارتباط بین متغیرها: به دنبال یافتن ارتباط بین متغیرهای مختلف بودند. مثلاً، ممکن بود به دنبال یافتن ارتباط بین نرخ واکسیناسیون و نرخ ابتلا یا ارتباط بین وضعیت اقتصادی و دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی باشند.
- تفسیر نتایج: نتایج تحلیل خود را تا حدودی در چارچوب نظریه‌های مرتبط با بهداشت عمومی یا علوم اجتماعی تفسیر کردند.

سطح رابطه‌ای: دانش‌آموزان در این سطح، به داده‌های همه‌گیری کووید-۱۹ نگاهی عمیق‌تر و پیچیده‌تر داشتند. این دانش‌آموزان به دنبال یافتن روابط علت و معلولی بین متغیرهای مختلف بودند و تلاش کردند تصویری جامع از عوامل موثر بر شیوع بیماری ارائه دهند. اغلب آنها به داده‌های پژوهش درباره پاندمی کووید-۱۹ و تحلیل آن‌ها به صورت زیر نگاه کردند:

- درک مکانیزم‌های علی: به جای صرفاً شناسایی همبستگی بین متغیرها، به دنبال درک اینکه چرا این همبستگی وجود دارد، بودند. آنها تلاش داشتند تا روابط علت و معلولی بین متغیرها را مشخص کنند.

- پیش‌بینی‌های پیچیده‌تر: سعی داشتند پیش‌بینی‌هایی انجام دهند، مانند پیش‌بینی تأثیر تغییرات در سیاست‌های بهداشتی بر روند شیوع بیماری یا پیش‌بینی ظهور سویه‌های جدید ویروس.
- توجه به عوامل پنهان: به دنبال شناسایی متغیرهایی بودند که به طور مستقیم قابل مشاهده نیستند اما بر نتایج تأثیر می‌گذارند، مانند نگرش افراد نسبت به بیماری یا اعتماد به سیستم بهداشتی.
- تفسیر نتایج در چارچوب نظری گسترده‌تر: نتایج تحلیل خود را در چارچوب نظریه‌های مختلف علمی و اجتماعی مانند بهداشت همگانی، سیاست و اقتصاد تفسیر کردند.

شکل ۱۳، پاسخ دانش‌آموز ۸ را به سوال ۱۰ نشان می‌دهد.

در اطلاعات آماری، درست بودن اطلاعات بسیار مهم است، مثلا در جریان کووید، کشوری مثل کره شمالی و ترکمنستان وجود کووید در آن کشور را کتمان کرد و در ردیف‌های آخر شیت دوم، صفر بودن آمار این کشورها مشاهده می‌شود، بعضی کشورها نیز آمار درستی را ارائه نکردند، لذا با فرض اینکه آمارهای ارائه شده صحیح می‌باشد، با بررسی کلی به این نتایج می‌رسیم. همانطور که در جدول۱ و ۲ بررسی کردیم بیشترین ابتلا به کرونا (رنگ طوسی) لزوما بیشترین فوتی را نداشته‌اند (تعداد مبتلایان بیشترین درصد فوتی با رنگ قرمز و بعد از آن با رنگ نارنجی مشخص شده است) و کشورهایی با درصد بالای فوتی احتمالا مدیریت مناسبی نداشته‌اند، اما کشوری مثل ژاپن هم ابتلا کم بوده و هم مرگ و میر کم بوده است و جزء کشورهای با مدیریت بالا محسوب می‌شود و در جدول ۳ و ٤ (آمار هفت روز اخیر) نیز نتیجه گرفتیم اکثر کشورها روند رو به بهبودی دارند که این می‌تواند ناشی از تکمیل واکسیناسیون و مدیریت بهتر و .... باشد و در جدول ۷ علاوه بر میانگین فوتی‌ها بر اساس منطقه، میانگین کل نیز محاسبه شد که در مجموع ۱.۲۲ درصد از حدود ٥٠٦ میلیون از مبتلایان در دنیا فوت شده‌اند و از جدول ۸ و ۹ (که خلاصه آن در زیر هم آورده شده است)، مجدداً مشاهده می‌شود که کشورهایی که بیشترین ابتلا را داشته‌اند لزوما بیشترین فوتی را نداشته‌اند مانند ترکیه که در رتبه ابتلا نهم است اما در رتبه مرگ و میر حتی جزء ١٦ تای اول هم نیست.

شکل ۱۳: پاسخ دانش‌آموز ۸ در سطح چندساختاری

پاسخ دانش‌آموز فوق از این جهت در سطح چندساختاری ارزیابی شده است که تا حدی به عوامل متعدد توجه کرده است، مانند صحت آمار ارائه شده توسط کشورها و سیاست‌های بهداشتی آنها. همچنین پاسخ این دانش‌آموز به برخی ارتباطات بین متغیرها اشاره کرده است، البته این ارتباطات به صورت توصیفی و بدون بررسی عمیق‌تر ارائه شده است. همچنین به طور محدودی به تفسیر نتایج در چارچوب نظریه‌های مرتبط در علوم اجتماعی و بهداشت عمومی پرداخته است.

بحث و نتیجه‌گیری

در ارزیابی عملکرد دانش‌آموزان شرکت کننده در این پژوهش، بر اساس طبقه‌بندی تعدیل یافتهٔ سولو، در مواجهه با داده‌های واقعی آماری و در دو محور تحلیل داده‌ها و تفسیر نتایج، یافته‌ها حاکی از آن بود که بیش از یک سوم از دانش‌آموزان، در محور تحلیل و بیش از یک پنجم آنها در محور تفسیر نتایج، در سطح تک‌ساختاری به سوالات پاسخ دادند که نشان‌دهندهٔ درک اولیه و سطحی از موضوعات تحقیق است و گویای آن است که در محور تفسیر نتایج، وضعیت دانش‌آموزان در این سطح نسبت به محور تحلیل، مطلوب‌تر است. در سطح چندساختاری، تعداد بسیار کمی از دانش‌آموزان در محورهای تحلیل و تفسیر نتایج به سوالات پاسخ دادند و قادر به ترکیب چندین ایده یا اطلاعات مرتبط برای پاسخ به سوالات بودند، که نشان‌دهندهٔ محدودیت آنها در تحلیل‌های پیچیده‌تر است. همچنین در سطح رابطه‌ای، حدود دو سوم از دانش‌آموزان در محور تحلیل و بیش از دو سوم آنها در محور تفسیر نتایج، به سوالات پاسخ صحیح دادند. با توجه به این نتایج می‌توان گفت اکثر دانش‌آموزان توانسته‌اند در سطح رابطه‌ای به سوالات مربوط به تفسیر نتایج پاسخ دهند، این به معنی درک مطلوب دانش‌آموزان در این محور است. تحلیل داده‌های پژوهش نشان می‌دهد که این دانش‌آموزان، در محور تفسیر نتایج، عملکرد بهتری نسبت به محور تحلیل داشته‌اند.

با این‌حال، در هر دو محور، درصد قابل توجهی از دانش‌آموزان در سطوح بالاتر (رابطه‌ای) قرار دارند که نشان‌دهندهٔ درک خوب آن‌ها از این دو محور است. در محور تفسیر نتایج، اکثریت قریب به اتفاق دانش‌آموزان در سطح رابطه‌ای قرار دارند. این نشان می‌دهد که آنها توانایی بالایی در درک مفاهیم پیچیده، استخراج اطلاعات از داده‌ها و ارتباط آنها با یکدیگر را دارند. در محور تحلیل

نیز، اگرچه درصد بالایی از دانش‌آموزان در سطح رابطه‌ای قرار دارند، اما این درصد نسبت به تفسیر نتایج کمتر است. این نشان می‌دهد که دانش‌آموزان در مراحل اولیه تحلیل، مانند انتخاب روش‌های مناسب تحلیل، ممکن است با چالش‌هایی مواجه باشند. یکی از علل احتمالی تفاوت عملکرد دانش‌آموزان در تحلیل داده‌ها و تفسیر نتایج، ارتباط محتوای سؤالات با زندگی روزمره است. سؤالات تفسیر نتایج ساختار ساده‌تری داشته‌اند و همچنین مفاهیم آن شهودی‌تر بوده‌اند، در حالی که سؤالات تحلیل بیشتر بر محاسبات و استخراج اطلاعات تمرکز داشته‌اند و نیازمند اصطلاحات تخصصی و مهارت‌های ریاضی بوده‌اند.

هر چند نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که دانش‌آموزان در زمینهٔ تفسیر نتایج، عملکرد بهتری دارند، اما همچنان فرصت‌های زیادی برای بهبود مهارت‌های تحلیل آن‌ها وجود دارد. شواهد فراوانی از پژوهش‌ها نشان می‌دهد که استفاده از داده‌های واقعی و مرتبط با دنیای واقعی برای دانش‌آموزان می‌تواند بسیار انگیزه‌بخش باشد. این رویکرد نه تنها به فهم عمیق‌تر مفاهیم و اصول آماری کمک می‌کند، بلکه فرآیند یادگیری را لذت‌بخش‌تر می‌سازد (برای مثال یلماز[1]، ۱۹۹۶؛ کالینگهام و واتسون، ۲۰۰۵؛ جولیف[2]، ۲۰۰۷؛ باجت و رز، ۲۰۱۷و باجت و رنله[3]، ۲۰۲۳). این امر به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا هنگام مواجهه با اطلاعات آماری در زندگی واقعی، تفکر انتقادی را تمرین کنند (کورنیا و همکاران، ۲۰۲۴). ارزیابی‌های مبتنی بر داده‌های واقعی مبتنی بر پروژه می‌توانند درک جامع‌تر و دقیق‌تری از سواد آماری دانش‌آموزان نسبت به روش‌های آزمون سنتی ارائه دهند (کالینگهام و واتسون، ۲۰۰۵). استفاده از داده‌های واقعی، به ویژه در زمینهٔ گزارش‌های رسانه‌ای، به زمینه‌سازی مفاهیم آماری و انگیزه دانش‌آموزان برای درگیر شدن با مطالب مرتبط، کمک می‌کند (باجت و رز، ۲۰۱۷). دانش‌آموزان می‌توانند با مشارکت فعال در پژوهش‌هایی که از داده‌های واقعی برای پاسخ به پرسش‌ها استفاده می‌کنند، تفکر آماری را بیاموزند. پروژه‌هایی که پرسش‌های آشنا و قابل درک برای دانش‌آموزان را بررسی می‌کنند، می‌توانند علاقه آنها را برانگیزند و ابزار ایده‌آلی برای آموزش سواد داده باشند (سول[4]، ۲۰۲۵). علاوه بر این، دانش‌آموزان با انجام فعالیت‌های عملی و حل مسائل واقعی، درک عمیق‌تری از مفاهیم آماری پیدا می‌کنند. لذا، ارائه تمرین‌های متنوع و چالش‌برانگیز در کتب درسی آمار پیشنهاد می‌شود. آموزش روش‌های مختلف تحلیل، مانند روش‌های آماری، گرافیکی و کیفی و گنجاندن آموزش استفاده از نرم‌افزارهای آماری برای انجام تحلیل‌های پیچیده‌تر و استفاده از داده‌های واقعی و مرتبط با زندگی روزمره برای انجام تمرین‌ها و پروژه‌ها در کتاب درسی، تشویق دانش‌آموزان به پرسشگری در مورد نتایج و یافتن پاسخ‌های احتمالی می‌تواند در بهبود سواد آماری دانش‌آموزان مؤثر باشد.

این پژوهش دارای محدودیت‌هایی است که تعمیم آن را به جامعهٔ بزرگتر، با احتیاط همراه می‌کند. از جمله اینکه نمونهٔ آماری این پژوهش، محدود به دانش‌آموزان دختر پایهٔ یازدهم رشته ریاضی فیزیک دبیرستانی در تهران بوده است. همچنین، دامنهٔ مطالعه بر روی دانش‌آموزان رشته ریاضی فیزیک متمرکز بوده است. از این‌رو انجام مطالعات مشابه در سایر مدارس و رشته‌ها یا پایه‌های تحصیلی می‌تواند مکمل نتایج این مطالعه باشد. از سوی دیگر بررسی عوامل احتمالی مؤثر بر تفاوت عملکرد دانش‌آموزان در زمینهٔ تحلیل و تفسیر نتایج قابل توصیه است.

[1] Yilmaz
[2] Jolliffe
[3] Renelle
[4] Sole

منابع

زوارقی، رسول، قنبری، خدیجه، و عطاپور، هاشم. (۱۴۰۲) *بررسی سطح سواد داده‌ای دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشگاه تبریز و عوامل مؤثر بر آن* [پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز]. ایرانداک.

حاتمی، علی. (۱۳۹۸). سواد آماری و فرهنگ عمومی نسبت به پیمایش. *پژوهش‌های ارتباطی*، *۲۶*(۹۸)، ۸۵-۱۱۱. https://doi.10.22082/cr.2019.36449

رفیع‌پور، ابوالفضل. (۱۳۹۵، ۴-۲ شهریور). *مدل‌سازی با داده‌های دنیای واقعی به عنوان بخشی از سواد آماری* [مقاله ارائه شده در کنفرانس]. سیزدهمین کنفرانس آمار ایران، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. https://elmnet.ir/doc/20742803-48622

Bidgood, P., Hunt, N., & Jolliffe, F. (Eds.). (2010). *Assessment methods in statistical education: An international perspective*. Wiley.

Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning, and thinking: Goals, definitions, and challenges. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 3-16). The Kluwer Academic Publishers.

Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the observed learning outcome)*. Academic Press.

Budgett, S., & Rose, D. (2017). Developing statistical literacy in the final school year. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 139–162. https://doi.org/10.52041/serj.v16i1.221

Budgett, S., & Renelle, A. (2023). Statistical literacy – the golden rules: A review of Tim Harford's *The data detective: Ten easy rules to make sense of statistics*. *The Mathematics Enthusiast*, 20(1), 256-265. https://doi.org/10.54870/1551-3440.1612

Callingham, R., & Watson, J. M. (2005). Measuring statistical literacy. *Journal of Applied Measurement*, 6(1), 19–47. https://www.researchgate.net/publication/8030840_Measuring_Statistical_Literacy

Chick, H. L., & Pierce, R. (2013). The statistical literacy needed to interpret school assessment data. *Mathematics Teacher Education and Development*, 15(2), 1–19. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1018712.pdf

Earl, L. (2007). Assessment as learning. In W. D. Hawley (Ed.), *Assessment as learning* (2nd ed., pp. 85-98). Corwin Press. https://doi.org/10.4135/9781483329512

Fitzallen, N., Watson, J., & English, E. (2015). Assessing a statistical inquiry. In K. Beswick, T. Muir, & J. Wells (Eds.), *Climbing mountains, building bridges* (Proceedings of the 39th

Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, July 13–18, Vol. 2, pp. 305–312). PME Program Committee.

Franklin, C., & Bargagliotti, A. (2020). Introducing GAISE II: A guideline for precollege statistics and data science education. *Harvard Data Science Review*, 2(4), 1-9. https://doi.org/10.1162/99608f92.246107bb

Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) Report: A Pre-K–12 curriculum framework. American Statistical Association. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GAISEPreK-12_Full.pdf

Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1–25. https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2002.tb00336.x

Galesic, M., & Garcia-Retamero, R. (2010). Statistical numeracy for health: A cross-cultural comparison with probabilistic national samples. *Archives of Internal Medicine*, 170(5), 462-468. https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.481

Garfield, J., Aliaga, M., Cobb, G., Cuff, C., Gould, R., Lock, R., Moore, T., Rossman, A., Stephenson, R., Utts, J., Velleman, P., & Witmer, J. (2005). Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) project: College report. American Statistical Association. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/gaise/gaiseprek-12_full.pdf

Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, 75(3), 372–396. http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-5823.2007.00029.x

Garfield, J., & DelMas, R. (2010). A website that provides resources for assessing students' statistical literacy, reasoning, and thinking. *Teaching Statistics*, 32, 2-7. https://doi.org/10.1111/j.1467-9639.2009.00373.x

Garfield, J., DelMas, R., & Chance, B. (2003, April 21–25). *The web-based ARTIST: Assessment resource tools for improving statistical thinking project* [Paper presentation]. AERA Annual Meeting, Chicago, IL, United States. https://www.causeweb.org/cause/archive/artist/articles/AERA_2003.pdf

Giovannini, E. (2008). Understanding economic statistics: An OECD perspective. https://www.oecd.org/en/publications/2008/10/understanding-economic-statistics-an-oecd-perspective_g1gh9445.html

Jurečková, M., & Csachová, L. (2020). Statistical literacy of Slovak lower secondary school students. *Technium Social Sciences Journal*, 9(1), 163-173. https://doi.org/10.47577/tssj.v9i1.966

Hook, P., & Mills, J. (2011). *SOLO Taxonomy: A guide for schools – A common language for learning book 1*. Essential Resources Educational Publishers.

Jolliffe, F. (2007, August 19-21). *The changing brave new world of statistics* assessment [Paper presentation]. IASE/ISI Satellite Conference on Assessing Student Learning in Statistics, Guimarães, Portugal. https://iase-web.org/documents/papers/sat2007/Jolliffe.pdf

Jordan, E. W. (1981). Questioning strategies and sample problems for a course in statistical literacy. In *Proceedings of the Section on Statistical Education* (p. 103). The American Statistical Association. https://www.statlit.org/pdf/1981JordanASA.pdf

Kemp, M., & Lake, D. (2001). Choosing and using tables. *Australian Mathematics Teacher*, 57(3), 40-53.

Kaplan, J. J., & Thorpe, J. (2010). Post secondary and adult statistical literacy: Assessing beyond the classroom. Paper presented at the *Data and context in statistics education: Towards an evidence-based society*. In C. Reading (Ed.), *Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics* (ICOTS8), Ljubljana, Slovenia. International Statistical Institute. *https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8_5E3_KAPLAN.pdf*

Koleza, E., & Kontogianni, A. (2013, January). Assessing statistical literacy: What do freshmen know. In B. Ubuz, C. Haser, & M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of the Eighth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME8)*. Ankara: Middle East Technical University. https://www.researchgate.net/publication/256909035_ASSESSING_STATISTICAL_LITERACY_WHAT_DO_FRESHMEN_KNOW

Kurnia, A. B., Lowrie, T., & Patahuddin, S. M. (2024). The development of high school students' statistical literacy across grade levels. *Mathematics Education Research Journal*, 36(Suppl 1), 7-35. https://doi.org/10.1007/s13394-023-00449-x

Lehohla, P. (2002). Promoting statistical literacy: A South African perspective. In B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS-6)*, International Statistical Institute and International Association for statistics Education. Cape Town, South Africa. [Online: https://iase-web.org/documents/papers/icots6/5d1_leho.pdf]

Lim, H. L., Wun, T. Y., & Chew, C. M. (2022). SOLO-based task to diagnose adult learners' statistical literacy in the twenty-first century. In F. Yusop & A. Firdaus (Eds.), *Alternative assessments in Malaysian higher education: Voices from the field* (pp. 141-150). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7228-6_14

Reading, C. (2002). Profile for statistical understanding. In B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics: Developing a statistically literate society*, Cape Town, South Africa. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute. https://iase-web.org/documents/papers/icots6/1a4_read.pdf?1402524960

Rossman, A., & Chance, B. (2002). A data-oriented, active learning, post-calculus introduction to statistical concepts, methods, and theory. In B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS-6)*, International Statistical Institute and International Association for statistics Education. Cape Town, South Africa. http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/1/3i2_ross.pdf.

Rumsey, D. J. (2002). Statistical literacy as a goal for introductory statistics courses. *Journal of Statistics Education*, 10(3), 1-12. https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910678

Sanchez, J., Forbes, S., Campos, P., Giacche, P., Townsend, M., Mooney, G., & Helenius, R. (2011). The millennium development goals, national statistical offices, the international statistical literacy project, and statistical literacy in schools. *Statistical Journal of the IAOS*, 27(3-4), 157-171. http://dx.doi.org/10.3233/SJI-2011-0736

Schield, M. (2010). Assessing statistical literacy: Take care. In P. Bidgood, N. Hunt, & F. Jolliffe (Eds.), *Assessment methods in statistical education: An international perspective* (pp. 133–152). Wiley.

Sole, M. A. (2025). An investigation designed to teach statistical thinking in the midst of the COVID-19 pandemic: Are teens living like vampires? *Journal of Statistics and Data Science Education*, (just-accepted), 1-17. https://doi.org/10.1080/26939169.2025.2455197

Walker, H. M. (1951). Statistical Literacy in the Social Sciences. *The American Statistician*, *5*(1), 6–12. https://doi.org/10.1080/00031305.1951.10481912

Watson, J. M. (1997). Assessing statistical thinking using the media. In I. Gal & J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 107–122). IOS Press. https://www.researchgate.net/publication/245508387_Assessing_Statistical_Thinking_Using_the_Media

Watson, J., & Callingham, R. (2003). Statistical literacy: A complex hierarchical construct. *Statistics Education Research Journal*, 2(2), 3-46. https://doi.org/10.52041/serj.v2i2.553

Watson, J. M., Kelly, B. A., Callingham, R. A., & Shaughnessy, J. M. (2003). The measurement of school students' understanding of statistical variation. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, 34(1), 1–29. https://doi.org/10.1080/00207390210000018791

Watson, J., & Fitzallen, N. (2010). The development of graph understanding in the mathematics curriculum. NSW Department of Education and Training. https://hdl.handle.net/102.100.100/504070

Watson, J., & Moritz, J. (2001). Development of reasoning associated with pictographs: Representing, interpreting, and predicting. *Educational Studies in Mathematics*, 48(1), 47–81. http://doi.org/10.1023/A:1015594414565 https://www.researchgate.net/publication/227326987_Development_of_reasoning_associated_with_pictographs_Representing_interpreting_and_predicting

Watson, J. M. (2006). *Statistical literacy at school: Growth and goals*. Lawrence Erlbaum. http://doi.org/10.4324/9780203053898 https://www.researchgate.net/publication/288309367_Statistical_Literacy_at_School_Growth_and_Goals

Watson, J. (2014). Curriculum expectations for teaching science and statistics. In B. de Sousa, R. Gould, & K. Makar (Eds.), *Sustainability in statistics education*, Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics (pp. 1–6). International Statistics Institute. https://iase-web.org/icots/9/proceedings/pdfs/ICOTS9_1A1_WATSON.pdf

Watson, J., & Smith, C. (2022). Statistics education at a time of global disruption and crises: A growing challenge for the curriculum, classroom, and beyond. *Curriculum Perspectives*, 42(2), 171–179. https://doi.org/10.1007/s41297-022-00167-7

Yilmaz, M. R. (1996). The challenge of teaching statistics to non-specialists. *Journal of Statistics Education*, 4(1), 1–9. http://www.amstat.org/publications/jse/v4n1/yilmaz.html

پیوست۱: آزمون پژوهش

به نام خدا

سلام بر دانش‌آموزان عزیز، برای انجام پروژهٔ آمار به نکات زیر دقت کنید. از اینکه با دقت به سوالات پاسخ می‌دهید، سپاسگزارم.

ابتدا با توجه به سوالات داده شده، داده‌های مربوط به همه‌گیری کووید-۱۹ را از سایت‌های زیر دانلود کنید:

سایت سازمان بهداشت جهانی:

https://www.who.int

سایت آمار به‌روز جهان:

https://www.worldometers.info

شما باید دقت کنید که فایل‌هایی را دانلود کنید که برای پاسخگوئی به سوالات، حاوی اطلاعات مفیدی باشند و با توجه به اطلاعات فایل‌ها به دقت به سوالات پاسخ دهید. پس از انجام پروژه، یک فایل اکسل برای من ارسال کنید که به تعداد سوالات، دارای شیت های جداگانه باشد و در هر شیت، پاسخ یک سوال ارائه شده باشد.

۱. چند درصد از کل جمعیت هر کشور بیمار شده اند؟

۲. چند درصد از مبتلایان هر کشور فوت کرده اند؟

۳. در هفت روز اخیر، چند درصد از کل جمعیت هر کشور بیمار شده اند؟

۴. در هفت روز اخیر،چند درصد از مبتلایان هر کشور فوت کرده اند؟

۵. با توجه به سوالات ۱ تا ۴، به نظر شما وضعیت کدام کشورها در زمینه مدیریت و کنترل بیماری ،بهتر شده است ؟ وضعیت کدام کشورها تغییری نکرده است؟ وضعیت کدام کشورها بدتر شده است؟

۶. میانگین تعداد مبتلایان و تعداد فوتی در هر قاره چقدر است؟

۷. به نظر شما میزان ابتلا و یا مرگ در این پاندمی به عامل نژادی هم بستگی داشته است یا خیر؟ استدلال خود را به تفصیل بیان نمایید.

۸. برای ده کشور اول از نظر تعداد مرگ(در کل)، یک نمودار هیستو گرام رسم کنید .

۹. برای ده کشور اول از نظر تعداد مبتلایان (در کل)، یک نمودار هیستو گرام رسم کنید .

۱۰. حداقل در پنج خط، تحلیل خود را از اطلاعاتی که به دست آورده اید بنویسید.

پیوست ۲

تحلیل پاسخ دانش‌آموزان به تفکیک هر سوال، بر اساس طبقه‌بندی سولو

ردیف	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9	q_{10}	q_{11}	q_{12}	q_{13}	q_{14}	q_{15}	q_{16}	q_{17}	q_{18}	q_{19}	q_{20}	q_{21}	q_{22}	q_{23}
۱	R	R	R	U	R	M	M	U	U	U	۲۴	R	R	R	R	M	U	R	U	U	R		
۲	R	R	R	U	U	R	U	U	U	R	۲۵	R	R	U	U	R	R	R	U	U	R		
۳	R	U	R	U	U	M	R	U	U	R	۲۶	R	R	R	R	M	R	R	R	R	R		
۴	R	R	U	U	R	R	R	U	U	R	۲۷	R	R	R	U	R	U	U	U	U	R		
۵	R	R	R	R	U	R	R	U	U	R	۲۸	R	R	R	U	U	R	R	U	U	R		
۶	R	R	U	U	U	R	R	U	U	R	۲۹	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
۷	R	R	U	R	M	R	R	U	U	R	۳۰	U	R	R	R	U	U	U	U	U	U		
۸	R	R	R	R	U	R	U	U	U	M	۳۱	R	R	U	R	U	U	R	U	U	R		
۹	R	R	R	R	R	U	M	U	U	R	۳۲	R	R	R	R	R	R	R	U	U	U		
۱۰	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	۳۳	R	R	R	R	U	U	R	U	U	R		
۱۱	R	R	R	R	R	U	R	U	U	R	۳۴	R	R	R	R	R	R	R	U	U	R		
۱۲	R	U	U	U	U	R	R	U	U	R	۳۵	R	R	R	R	U	R	R	U	U	R		
۱۳	R	R	R	R	R	R	R	U	R	R	۳۶	U	R	U	U	U	M	R	U	U	U		
۱۴	U	U	U	U	R	U	R	R	R	R	۳۷	R	U	U	U	R	R	R	U	U	R		
۱۵	R	R	R	R	R	R	M	U	U	R	۳۸	U	U	U	U	U	U	R	U	U	U		
۱۶	R	R	R	R	U	R	U	R	R	U	۳۹	R	R	R	U	R	R	R	U	U	R		
۱۷	R	R	M	R	R	U	R	R	R	U	۴۰	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
۱۸	R	R	R	R	R	U	R	U	U	R	۴۱	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
۱۹	R	R	R	U	U	R	U	U	U	R	۴۲	R	R	R	R	R	R	R	U	U	R		
۲۰	R	R	R	R	M	R	R	U	U	R	۴۳	R	R	R	R	R	R	R	U	U	R		
۲۱	R	R	R	U	U	R	R	U	U	R	۴۴	R	R	U	U	M	M	R	U	U	R		
۲۲	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	۴۵	R	R	R	R	R	R	R	U	U	R		
۲۳	R	U	R	R	R	R	R	U	U	U	در این جدول، U به معنی سطح تکساختاری، M به معنی سطح چندساختاری و R نیز به معنی سطح رابطه‌ای پاسخ دانش‌آموز مورد نظر است.												