فصلنامه علمی آموزش محیط‌زیست و توسعه پایدار
سال دهم، شماره دوم، زمستان ۱۴۰۰ (۳۱-۱۹)
نوع مقاله: پژوهشی

Quarterly Journal of Environmental Education and Sustainable Development
Vol. 10, No. 2, Winter 2022 (19-31)
Original Article; DOI: 10.30473/EE.2022.62013.2449

طراحی و اعتباریابی مدل آموزش پایداری در صلاحیت‌های دروس ریاضی دوره ابتدایی

***سیده زهرا شمسی پاپکیاده[۱]، محمدرضا سرمدی[۲]، الهه امینی‌فر[۳]**

۱. دکتری آموزش محیط‌زیست، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲. استاد، فلسفه تعلیم و تربیت، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران

۳. دانشیار گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران، ایران

(دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۱۵ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۵)

Designing and Validating a Sustainability Education Model in the Competencies of Primary School Math Lessons

***Seyedeh Zahra Shamsi Papkiade[1], Mohammadreza Sarmadi[2], Elahe Aminifar[3]**

1. Ph.D. in Environmental Education, Payame Noor University, Tehran, Iran
2. Professor, Philosophy of Education, Payame Noor University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Department of Mathematics, Faculty of sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

(**Received:** 2021.10.07 **Accepted:** 2021.12.06)

چکیده:

مسئله اصلی در این پژوهش، طراحی و اعتباریابی مدل آموزش پایداری در صلاحیت‌های دروس ریاضی دوره ابتدایی می‌باشد، آموزشی که با ظرفیت‌سازی و ایجاد برنامه‌ای جامع به‌منظور تعادل بخشی ابعاد پایداری در دروس ریاضی به‌عنوان یک زمینه تربیتی به‌منظور پرورش و نظم فکری و بالا بردن قدرت اندیشه و استدلال منطقی همراه با رشد قوه خلاقیت ذهنی برای رسیدن به جامعه پایدار طرح و حل مسئله است. این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نوع تحقیقات کیفی- کمی (آمیخته) با رویکرد اکتشافی است. ابتدا به روش مطالعه اسنادی مهم‌ترین مؤلفه‌های آموزش پایداری دروس ریاضی شناسایی و استخراج گردید. مقوله‌های شناختی، ارزیابی و عملکردی با ۲۶ مقوله فرعی در صلاحیت‌های ریاضی در آموزش پایداری انتخاب و مدل پیشنهادی ارائه گردید. برای اعتباریابی عناصر اصلی مدل پرسشنامه‌ای با ۱۱۲ گویه طراحی شد. روایی محتوایی (CVR) و پایایی آن با آلفای کرونباخ تأیید شد و در اختیار ۳۸ نفر از متخصصان و خبرگان قرار گرفت. اعتباریابی مدل پیشنهادی از طریق مدل معادلات ساختاری PLS انجام شد. بر اساس یافته‌های به‌دست‌آمده بعد عملکردی بالاترین سهم را در تبیین مدل برخوردار شد. «توسعه دانش و مهارت در رابطه با جوامع و محیط» در تبیین بعد شناختی، «توسعه مهارت‌های حل مسئله» در بعد ارزیابی و «طراحی روش‌هایی کارآمد برای رفع نیازهای شخصی و رفع نابرابری‌ها» در بعد عملکردی، بالاترین سهم را در بین دیگر مؤلفه‌های هر بعد دارند. همچنین نشان داده شد مدل ساختاری آموزش پایداری صلاحیت‌های دروس ریاضی دوره ابتدایی از برازش مناسبی برخوردار است؛ بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد گنجاندن مفاهیم پایداری در برنامه‌های درسی در دروس ریاضی با رویکردی میان‌رشته‌ای می‌تواند در به‌کارگیری راهبردهایی نوآورانه در فرایند یادگیری و توجه به حل مسئله و طرح مسئله در دنیای واقعی مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: آموزش پایداری، اعتباریابی، صلاحیت، دروس ریاضی، دوره ابتدایی.

Abstract:

The main issue in the present study is the design and validation of a sustainability education model in the competencies of primary school mathematics courses, an education that build capacity and create comprehensive programs to balance the dimensions of sustainability in mathematics lessons as an educational field to cultivate and discipline and increase the power of thought and logical reasoning along with the growth of mental creativity to achieve a sustainable society with a plan and problem-solving capability. This research is applied in terms of purpose and is a qualitative-quantitative research (mixed) with an exploratory approach. First, the most important components of math lessons stability training were identified and extracted by documentary study method. Cognitive, evaluation and functional categories with 26 sub-categories in mathematical competencies in sustainability education were selected and the proposed model was presented. A questionnaire model with 112 items was designed to validate the main elements. Content validity (CVR) and its reliability were confirmed by Cronbach's alpha and provided to 38 experts. The validation of the proposed model was performed through the PLS structural equation modelling. Based on the findings, the functional dimension had the highest share in explaining the model. Development of knowledge and skills related to communities and environment in " explaining the cognitive dimension," "developing problem solving skills" in the evaluation dimension and" designing effective methods to meet personal needs and inequalities" in the functional dimension, had the highest shares among the other studied components. It also showed that the structural model of sustainability education in primary mathematics courses had a good fit. Therefore, it can be concluded that the inclusion of sustainability concepts in the curriculum in mathematics courses with an interdisciplinary approach can be effective in applying innovative strategies in the learning process and paying attention to problem solving and problem statement in the real world.

Keywords: Sustainability education, Validation, Competency, Math lessons, Primary course.

* **نویسنده مسئول:** سیده زهرا شمسی پاپکیاده
E-maill: z.shamsi@pnu.ac.ir

*Corresponding Author: Seyedeh Zahra Shamsi Papkiade

مقدمه

امروزه با رشد سریع جمعیت و به دنبال آن، افزایش بهره‌برداری بی‌رویه از منابع طبیعی و نیز رشد و گسترش صنایع، آسیب‌های محیطزیستی تبدیل به یکی از مشکلات عمده زندگی امروزه شده است (Erzengin & Kette, 2017). چنین عوامل مخربی موجب گردید که حفظ و نگهداری محیطزیست و منابع طبیعی از مهم‌ترین چالش‌هایی باشد که بشر در آستانه قرن بیست و یکم با آن مواجه است (Firoozfar et al., 2020). این‌گونه مشکلات محیطزیستی به دلیل ناتوانی انسان در ایجاد سیستمی از ارزش‌های اجتماعی که سازگار با محیطزیست و سبک زندگی هماهنگ با طبیعت هستند رخ می‌دهد (Amin et al., 2018). برخی صاحب‌نظران بر این عقیده هستند که یکی از چالش‌های اصلی این جوامع، آوردن ذات و دامنه کوشش انسانی به درون روابط پایدار با بیوسفر یا زیست‌کره است (Heather et al., 2010). وجود چنین نارسایی‌ها در تناقض‌هایی بین پدیده‌ها (اجتماعی، اقتصادی و محیطزیست) منجر به بازنگری در مفهوم توسعه و پیدایش پارادایم توسعه پایدار گردید (Malekinia et al., 2017). توسعه پایدار به دنبال تعادل بین رشد اقتصادی، رفاه اجتماعی و محیطزیست سالم است که برای تأمین نیازهای مربوط به رشد جمعیت و صنعتی شدن دنبال می‌شود (Pacheco et al., 2020). همچنین شامل یافتن راه‌هایی برای تأمین نیازهای موجودات زنده است که تأمین نیازهای آنها، فرصت زندگی را برای نسل‌های آینده سلب نمی‌کند. چنین تفکری اولویت ضروریات محیطزیستی را در زندگی همسوی سبک زندگی مردم با توانایی‌های اکولوژیکی منطقه و پتانسیل تولید اکوسیستم پیش‌فرض قرار می‌دهد (Shutaleva et al., 2020). محوریت این مفهوم، تأمین نیازهای فعلی و آینده از طریق تعادل سه مؤلفه اجتماعی، اقتصادی و محیطزیستی است. وابستگی‌های پیچیده بین این پدیده‌ها و لزوم تعادل یا هماهنگی بین آنها با گذشت زمان، موردتوجه ویژه در تعریف پایداری گردید (Lafferty, 2001). موضوعی که بر عدالت بین‌نسلی نیز تأکید می‌کند (Mensah, 2019).

پایداری در یک کشور می‌تواند بر موانع مختلفی در روند توسعه غلبه کند و توانایی خود را برای پیشرفت و توسعه مداوم حفظ نماید (Williams & Robinson, 2020). آموزش برای پرورش آرمان‌های پایداری بسیار مهم است (Bedolla-Solano et al., 2020)؛ زیرا آموزش بهترین روش برای واگذاری دانش و مهارت به افراد است. زندگی و پیشرفت بشر به‌شدت وابسته به آموزش است و به شکل‌گیری آن کمک می‌کند (Paul & Abraham, 2020).

آموزش پایداری یک فرایند یادگیری در مورد چگونگی تصمیم‌گیری است که آینده بلندمدت اقتصاد، محیطزیست، توسعه عادلانه همه جوامع و همچنین ترویج فرهنگ‌ها را در نظر می‌گیرد (Calixto, 2018). از مهم‌ترین اهداف آموزش برای پایداری «یادگیری برای تغییر به سمت آینده‌ای پایدارتر» است (Tilbury & Wortman, 2004: 36). این‌گونه آموزش نه‌تنها آموزش‌وپرورش را به‌عنوان «ابزار پیاده‌سازی» آموزش برای پایداری (Scott & Gough, 2003:125)، بلکه به‌عنوان یک ضرورت، «بخشی از فرایند ساخت یک جامعه مدنی فعال، آگاه و نگران» (Fien, 2004) از طریق ایجاد «ظرفیت انسانی در سازگاری مداوم با محیط غیرانسانی با استفاده از سازمان اجتماعی» می‌داند (Edwards, 2016).

آموزش پایداری به‌عنوان یک دلیل قدرتمند برای آموزش و یادگیری در قرن بیست و یکم شناخته شده است (Cloud, 2014). چنانکه آن را به‌عنوان یک الگوی تحول‌گرا که برای دستیابی به اهداف پایداری پتانسیل‌های انسانی را ارزیابی، حفظ و تحقق می‌بخشد، تعریف می‌کنند (Sterling, 2001). به‌عبارت‌دیگر آموزش پایدار «تمامیت سیستم پژوهشی» است که بهترین شیوه‌های کنونی یادگیری و آموزش تدریس و یادگیری را با محتوا، مهارت‌های اصلی و عادت‌های ذهنی مورد نیاز فراگیران درهم می‌آمیزد تا آنها به‌گونه‌ای پویا در پی نهادن آینده‌ای پایدار سهیم باشند. همچنین می‌تواند بسان فرایند یادگیری همکنشانه‌ای مفهوم‌سازی شود که تمامی ذینفعان را با دانش و روش‌های اندیشه‌ورزی آشنا سازد که جامعه برای رسیدن به پایداری و شهروندی مسئولیت‌پذیر نیاز دارد (Clioud, 2017:42). این مقوله با رقم خوردن آینده‌ای پایدار برای یک جامعه ارتباط نزدیک دارد (Decamps et al., 2017).

ترویج فرصت‌های یادگیری مادام‌العمر برای همه، یکی از اهداف آموزش پایداری است که با آموزش ریاضی در مدارس و دانشگاه‌ها یکی از شایستگی‌های این نوع یادگیری با کسب صلاحیت‌های ریاضی به دست خواهد آمد (Zeidmane & Rubina, 2019) و به‌عنوان یک نشانه اساسی برای جهت‌گیری تدریس و یادگیری برای پایداری شناخته می‌شود (Vintere, 2017). دانش ریاضی مستلزم درک واقعیت‌ها یا مفاهیم یک حوزه است (Joutsenlahti & Perkkilä, 2019) و وسیله‌ای عالی برای پیشرفت مهارت‌های ذهنی فرد

در استدلال منطقی، تجسم فضایی، تجزیه‌وتحلیل و تفکر انتزاعی است. فراگیران با یادگیری و کاربرد ریاضیات می‌تواند استدلال، مهارت‌های تفکر و مهارت حل مسئله را توسعه دهند (Akinmola, 2014). شورای ملی معلمان ریاضی[1] امریکا (۲۰۰۰) معتقدند ریاضیات آموزش استدلال منطقی است که قادر به توسعه درک و بینش افراد در پدیده‌های مختلف است (National Council of Teachers of Mathematics, 2000). جامعه ریاضیات در همه جنبه‌های آموزش پایداری (اجتماعی، محیطزیستی و اقتصادی) نقش مهمی دارد: اول، ریاضیات درک درستی از جهان و قاعده‌های آن (ریاضیات به‌عنوان رویکرد به زندگی) فراهم می‌کند. دوم، ریاضیات ابزاری برای توصیف و حل مشکلات پیش‌روی است، ابزارهایی را برای تصمیم‌گیری آگاهانه در اختیار قرار می‌دهد (ریاضیات به‌عنوان یک تکنیک یا مؤلفه). سوم، ریاضیات با انواع مدل‌های ریاضی برای کمک به برنامه‌ریزی فرایندهای بازیابی منابع، کنترل یا کاهش عواقب احتمالی (ریاضیات به‌عنوان مدل)، سهم مستقیمی در آموزش پایداری دارند (Rehmeyer, 2010).

وینتز[2] و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان «ادغام آموزش محیطزیست در برنامه درسی ریاضی: تأثیر بر عملکرد دانش‌آموزان و آگاهی از محیطزیست» نشان داد که ادغام آموزش محیطزیست در دروس ریاضی در اعتقاد طرفداران، بر آموزش محیطزیست و پیشرفت چشمگیر در دانش‌آموزان و افزایش آگاهی از محیطزیست مؤثر است. آنگرنی[3] و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود با عنوان «تدوین برنامه درسی ریاضیات برای افزایش مهارت‌های تفکر و نظم عالی در اهداف توسعه پایدار» معتقدند که برای تحقق یک آموزش باکیفیت در اهداف توسعه پایدار باید از طریق تدوین شایستگی‌های اساسی، یادگیری ماژول‌های معلم و کتاب‌های درسی، مهارت‌های تفکر عالی ایجاد و توسعه یابد. مولوا[4] و همکاران، (۲۰۲۱) یکی از جایگزین‌های احتمالی یادگیری ریاضیات برای رسیدن به پایداری ادغام یادگیری ریاضیات با محیط اطراف می‌دانند و معتقدند استفاده از محیط اطراف به‌عنوان منبع یادگیری دانش‌آموزان را تشویق می‌کند تا نتایج یادگیری خود را بهبود بخشند و یادگیری ریاضیات با فعالیت‌ها، استراتژی‌ها، متدها و روش‌های هیجان‌انگیزتری انجام شود. سری یونیارتی[5] و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان «صلاحیت‌های آموزش برای توسعه پایدار مرتبط با آموزش ریاضیات در دبیرستان» به این نتیجه اشاره دارند که همه مهارت‌ها مرتبط با ابعاد آموزش پایداری را می‌توان در برنامه درسی ریاضیات ادغام کرد.

چاندرا کوندو[6] (۲۰۱۸) در پژوهش «مدل‌سازی ریاضی به‌عنوان ابزاری برای توسعه پایدار» چنین بیان می‌کنند که مدل‌سازی ریاضی می‌تواند ابزاری قدرتمند برای درک پدیده‌های مشاهده شده باشد که تنها با استدلال کلامی قابل‌درک نیستند و ریاضیات از لحاظ کلیه جنبه‌های پایداری (اجتماعی، محیطزیستی و اقتصادی) نقش مهمی در توسعه پایدار دارند چنان‌که پایداری سیاره زمین به علم ریاضی بستگی است و الگوسازی ریاضی نقش مهمی در آن دارد. واتسون[7] (۲۰۱۷) در مطالعه تحقیقاتی خود «آموزش پایداری در مدارس ابتدایی و متوسطه: نیازهای بزرگ و راه‌حل‌های ممکن» نشان داد که دانش‌آموزان دوره ابتدایی و متوسطه تقریباً هیچ اطلاعاتی درباره پایداری ندارند؛ بنابراین، نیاز زیادی به آموزش پایداری وجود دارد، از این‌رو گنجاندن پایداری در دوره‌های مختلف را یکی از بهترین گزینه‌ها می‌داند و پیشنهاد می‌کند تدوین طرح مختلف دروس شامل اصول پایداری و استانداردهای محتوا به روش‌های معنی‌دار می‌تواند این پایداری را در کلاس بدون از دست دادن زمان لازم در تدریس دروس اصلی ایجاد کرد. بر این اساس مطالعات زیادی در این راستا توسط جیانگراند[8] و همکاران (۲۰۱۹)، سبرین[9] و همکاران (۲۰۲۰)، کمیسیون اقتصادی سازمان ملل متحد برای اروپا[10] (۲۰۱۲)، هان[11] (۲۰۱۰)، ریکمان[12] (۲۰۱۲) و ویک[13] و همکارانش (۲۰۱۱) به‌طور گسترده در خصوص صلاحیت‌های آموزش پایداری انجام شد. آنها معتقدند با آموزش پایداری از طریق ریاضیات می‌توان تفکر سیستمی، ظرفیت هنجاری، ظرفیت استراتژیک، صلاحیت پیش‌بینی، تفکر انتقادی، خودآگاهی و حل مسئله برای آموزش پایداری بکار گرفت.

با توجه به آنچه گفته شد طراحی مدل آموزش پایداری در

1. National Council of Teachers of Mathematics
2. Wintz
3. Anggraeni
4. Mauluah

5. Sri Yuniarti
6. Chandra Kundu
7. Watson
8. Giangrande
9. Cebrián
10 .United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)
11. Haan
12. Rieckmann
13. Wiek

دروس ریاضی می‌تواند در قوه تعقل و تیزبینی ذهن، شکل دادن به توانایی استدلال و رشد شخصیت دانش‌آموزان نسبت به نقش مؤثر آن در درک قانونمندی طبیعت و آموزش‌های پایدار یاری رساند. بر این اساس، در پژوهش حاضر هدف پاسخگویی به سؤال‌های زیر بود:

۱. مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده مدل آموزش پایداری دروس ریاضیات دوره ابتدایی در اسناد بالادستی کدام‌اند؟
۲. مدل آموزش پایداری متناسب با صلاحیت‌های دروس ریاضیات دوره ابتدایی چیست؟
۳. آیا مدل آموزش پایداری متناسب با صلاحیت‌های دروس ریاضیات دوره ابتدایی دارای برازش و مطلوبیت است؟

روش‌شناسی پژوهش

هدف کلی پژوهش طراحی مدل آموزش پایداری در صلاحیت‌های ریاضی در دوره ابتدایی بود که از حیث هدف، کاربردی و از نوع تحقیقات آمیخته (کیفی- کمی) با رویکرد اکتشافی انجام شد. در طرح‌های تحقیق آمیخته اکتشافی، پژوهشگر درصدد زمینه‌ای درباره موقعیت نامعین می‌باشد. برای این منظور ابتدا به گردآوری داده‌های کیفی می‌پردازد. انجام این مرحله او را به توصیف جنبه‌های بی‌شماری از پدیده هدایت می‌کند. با استفاده از این شناسایی اولیه، امکان صورت‌بندی فرضیه(هایی) درباره بروز پدیده موردمطالعه فراهم می‌شود. پس‌ازآن، در مرحله بعدی، پژوهشگر می‌تواند از طریق گردآوری داده‌های کمی، فرضیه (ها) را مورد آزمون قرار دهد (Bazargan, 2009).

بنابراین ابتدا اسناد و مدارک ملی و بین‌المللی مرتبط با موضوع پژوهش برای جمع‌آوری و استخراج مؤلفه‌های آموزش پایداری در دروس ریاضی دوره ابتدایی شناسایی شد. سپس با تفکیک و بررسی متون اسناد بالادستی از بین اسناد ملی (سند تحول بنیادین آموزش‌وپرورش و برنامه درسی ملی) و اسناد بین‌المللی (چارچوب برنامه‌ریزی آموزش برای توسعه پایدار، راهنمایی برای تعبیه توسعه پایدار در کتاب‌های درسی و پروژه ۲۰۶۱ انجمن آمریکایی پیشرفت علوم) به شکل‌بندی مقوله‌های آموزش پایداری پرداخته شد و بر اساس داده‌های گردآوری‌شده از یادداشت‌ها ۵۷ گزاره مفهومی به دست آمد. در مرحله بعد مقوله‌های دارای بیشترین میزان ارتباط با مسئله پژوهش، از میان رمزها و یادداشت‌های مربوط انتخاب شدند. پس از انجام روایی محتوایی ۳ مقوله اصلی (شناختی، ارزیابی و عملکردی) و ۲۶ مقوله فرعی در صلاحیت‌های ریاضی در آموزش پایداری استخراج و نقشه مفهومی و مدل اولیه ارائه شد.

در بخش کمی پژوهش، به‌منظور گردآوری داده‌های کمی از نمونهٔ وسیع‌تر برای آزمون و برآورد اعتبار مدل مفهومی به توصیف و آزمون مؤلفه‌های مدل پیشنهادی اقدام شد. جامعه آماری پژوهش از روش نمونه‌گیری غیر تصادفی هدفمند برای انتخاب نمونه‌ها انتخاب شد که تعداد نمونه با توجه به تعداد جامعه آماری قابل‌دسترس ۳۸ متخصص و خبره در امر آموزش در زمینه ریاضی و محیط‌زیست می‌باشد. داده‌ها با استفاده از ابزار پرسشنامه محقق‌ساخته حاصل از محتوای داده‌های اولیه روش کیفی، گردآوری شد. برای تعیین اعتبار سازه‌ای پرسشنامه از روش همگرا و در قالب تحلیل عاملی تأییدی استفاده شد که نتیجه شاخص میانگین واریانس استخراج‌شده AVE= ۰/۵۴۷ نشان از تأیید اعتبار سازه ابزار مورداستفاده دارد. همچنین با محاسبه پایایی پرسشنامه، ضریب آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی (CR) با مقدار بالاتر ۰/۸ گویای قابلیت اطمینان و همسانی درونی است. برای تحلیل داده‌های کمی از شاخص‌های آمار توصیفی و تحلیل، آزمون t، تحلیل عاملی تأییدی و معادلات ساختاری استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

یافته‌های حاصل از گردآوری و تحلیل داده‌ها و اطلاعات به‌دست‌آمده از پژوهش به تفکیک هر یک از سؤال‌های پژوهش به شرح ذیل بررسی می‌شود.

در مرحلهٔ اول، پژوهش به دنبال پاسخ به این سؤال بود که مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده مدل آموزش پایداری دروس ریاضیات دوره ابتدایی در اسناد بالادستی کدام است.

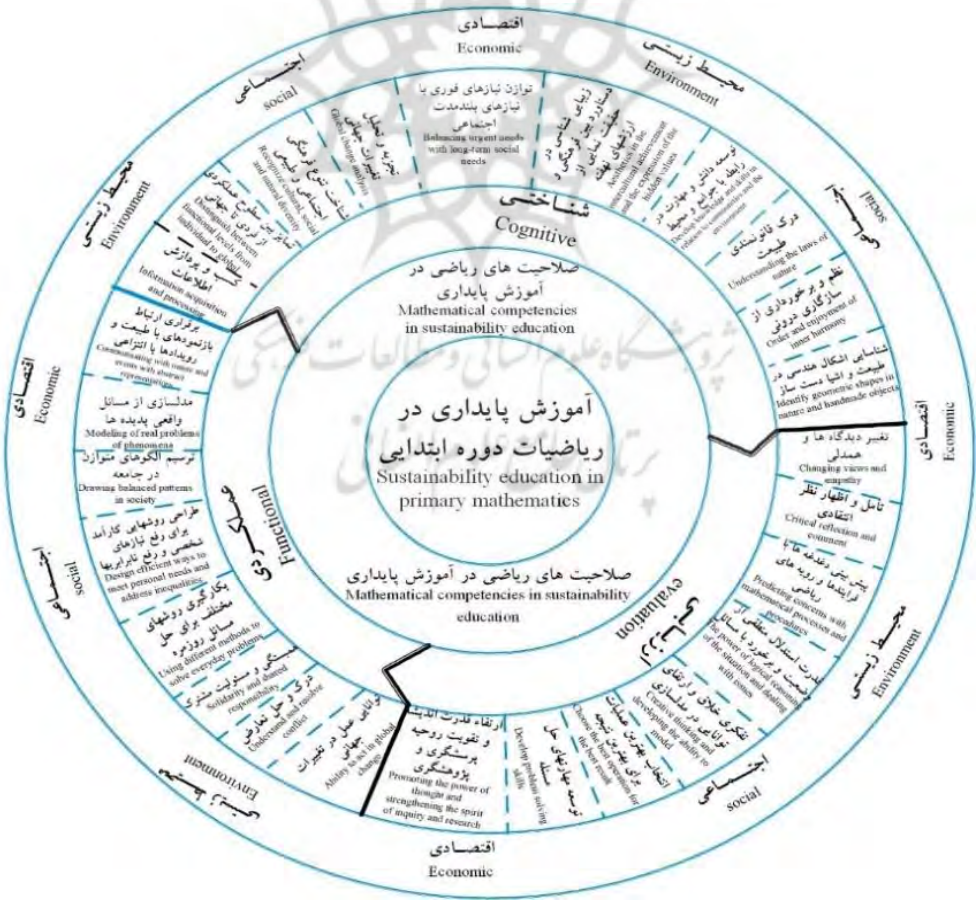
به‌منظور پاسخ‌دهی به این سؤالات از روش پژوهش کیفی استفاده شد. بدین منظور، اسناد بالادستی مرتبط ملی و بین‌المللی (سند تحول بنیادین آموزش‌وپرورش، برنامه درسی ملی، چارچوب برنامه‌ریزی آموزش برای توسعه پایدار، راهنمایی برای تعبیه توسعه پایدار در کتاب‌های درسی و پروژه ۲۰۶۱ انجمن آمریکایی پیشرفت علوم) شناسایی شد. سپس گزاره‌های مفهومی از اسناد منتخب که شامل ۵۷ گزاره بود، استخراج شد. در طبقه‌بندی مرحله دوم، مفاهیم شناسایی‌شده مرتبط با موضوع پژوهش در قالب ۳ مقولهٔ اصلی و ۲۶ مقوله فرعی تعدیل گردید. این مقدار به ۳ مقوله اصلی و ۲۶ مقوله فرعی از اسناد بالادستی ملی و بین‌المللی برحسب ویژگی‌های آموزشی طبقه‌بندی شدند (جدول ۱).

جدول ۱. مقوله‌های اصلی و فرعی صلاحیت‌های ریاضی در آموزش پایداری

Table 1. Main and sub-categories of mathematical competencies in sustainability education

مقوله‌های اصلی Main categories	مقوله‌های فرعی Subcategories	منبع Source
شناختی **Cognitive**	10	چارچوب برنامه درسی آموزش برای توسعه پایدار (۲۰۱۶) Curriculum Framework Education for Sustainable Development (2016) راهنمای تعبیه توسعه پایدار در کتاب‌های درسی (۲۰۱۷) Textbooks for Sustainable Development a Guide to Embedding (2017) برنامه درسی ملی (۱۳۹۱) National Curriculum (2012) سند تحول بنیادین آموزش‌وپرورش (۱۳۹۰) Document of Fundamental Transformation of Education (2011) پروژه ۲۰۶۱ انجمن آمریکایی پیشرفت علوم (۲۰۲۰) Project 2061 American Association for the Advancement of Science (2020)
ارزیابی **Assessment**	8	
عملکردی **Functional**	8	

مرحلهٔ دوم سؤال پژوهش این بود که مدل آموزش پایداری متناسب با صلاحیت‌های دروس ریاضیات دوره ابتدایی به چه صورت است. به‌منظور پاسخ به این سؤال بعد از شناسایی مقوله‌های اصلی و فرعی و روابط بین مؤلفه‌ها در حوزه پایداری بر اساس مطالعات نظری و پیشینه مربوط به موضوع موردپژوهش مدل مفهومی ذیل تدوین شد.



شکل ۱. مدل پیشنهادی آموزش پایداری در صلاحیت‌های ریاضی دوره ابتدایی

Figure 1. Proposed model of sustainability education in primary mathematics competencies

سؤال آخر بررسی میزان اعتبار مدل پیشنهادی ارائه‌شده برای آموزش پایداری دروس ریاضی دوره ابتدایی بود. به‌منظور اعتباریابی مدل پیشنهادی از تحلیل عاملی با روش حداقل مربعات جزئی جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و بررسی برازش مدل استفاده شد. برای این منظور از نسخه سوم نرم‌افزار Smart PLS استفاده گردید.

در ابتدا برای بررسی وضعیت تأثیر عامل‌های مکنون متغیرهای مشاهده‌شده با متغیر زیر بنایی در سطح بالاتر و همچنین سطح اعتبار، معناداری و برازش تأثیر تمامی متغیرهای مکنون در تشکیل سازه، مؤلفه‌ها با استفاده از آزمون t سنجیده شد که نتایج آن در جدول ذیل آمده است.

جدول ۲. مقادیر بارهای مستخرج از تحلیل عاملی تأییدی برای اعتبار سازه

Table 2. The values of the loads extracted from the confirmatory factor analysis for the validity of the structure

عامل mark	علامت عامل Agent mark	بار عاملی استانداردشده Standardized load	مقدار t	AVE	پایایی ترکیبی CR	آلفای کرونباخ Cronbach Alpha
شناختی Cognitive	کسب و پردازش اطلاعات Information acquisition and processing	0.581	4.463	0.548	0.888	0.858
	تمایز بین سطوح عملکردی فردی تا جهانی Distinguishing between functional levels from individual to global	0.711	6.955			
	شناخت تنوع فرهنگی اجتماعی و طبیعی Recognizing socio-cultural and natural diversity	0.663	6.774			
	تجزیه‌وتحلیل تغییرات جهانی Global change analysis	0.683	6.059			
	توازن نیازهای فوری با نیازهای بلندمدت اجتماعی Balancing urgent needs with long-term social needs	0.687	5.430			
	زیبایی‌شناسی در دستاورد بین فرهنگی و حقیقت‌نمایی از ارزش‌های نهفته Aesthetics in intercultural achievement and a display of hidden values	0.554	4.115			
	توسعه دانش و مهارت در رابطه با جوامع و محیط Developing knowledge and skills in relation to communities and the environment	0.851	16.528			
	درک قانونمندی طبیعت Understanding the laws of nature	0.792	8.696			
	نظم و برخورداری از سازگاری درونی Order and enjoyment of inner harmony	0.591	5.604			
	شناسایی اشکال هندسی در طبیعت و اشیا دست‌ساز Identify geometric shapes in nature and handmade objects	0.507	3.358			
ارزیابی Assessment	تغییر دیدگاه‌ها و همدلی Changing views and empathy	0.633	5.688	0.588	0.882	0.846
	تأمل و اظهارنظر انتقادی Critical reflection and comment	0.800	10.554			
	پیش‌بینی دغدغه‌ها با فرایندها و رویه‌های ریاضی Predicting concerns with mathematical processes and procedures	0.628	5.395			
	قدرت استدلال منطقی از وضعیت و برخورد با مسائل The power of logical reasoning of the situation and dealing with issues	0.636	4.948			
	تفکری خلاق و ارتقای توانایی در مدل‌سازی Creative thinking and developing the ability to model	0.725	6.481			

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

عامل mark	علامت عامل Agent mark	بار عاملی استانداردشده Standardized load	مقدار t	AVE	پایایی ترکیبی CR	آلفای کرونباخ Cronbach Alpha
	انتخاب بهترین عملیات برای بهترین نتیجه Choosing the best operation for the best result	0.540	3.848			
	توسعه مهارت‌های حل مسئله Develop problem solving skills	0.809	13.146			
	ارتقاء قدرت اندیشه و تقویت روحیه پرسشگری و پژوهشگری Promoting the power of thought and strengthening the spirit of inquiry and research	0.769	9.146			
عملکردی Functional	توانایی عمل در تغییرات جهانی Ability to act in global change	0.725	7.681	0.506	0.891	0.860
	درک و حل تعارض Understanding and resolving conflict	0.704	10.185			
	همبستگی و مسئولیت مشترک Solidarity and shared responsibility	0.606	5.114			
	به‌کارگیری روش‌های مختلف برای حل مسائل روزمره Using different methods to solve everyday problems	0.717	7.798			
	طراحی روش‌هایی کارآمد برای رفع نیازهای شخصی و رفع نابرابری‌ها Designing effective methods to meet personal needs and eliminate inequalities	0.780	9.810			
	ترسیم الگوهای متوازن در جامعه Drawing balanced patterns in society	0.733	8.541			
	مدل‌سازی از مسائل واقعی پدیده‌ها Modeling of real problems of phenomena	0.723	9.085			
	برقراری ارتباط با طبیعت و رویدادها با بازنمودهای انتزاعی Communicating with nature and events with abstract representations	0.690	5.981			

نتایج حاصل از ضرایب معناداری در جدول ۲، محاسبه‌شده از طریق نرم‌افزار، نشان داد که مقادیر t به‌دست‌آمده برای تمامی متغیرهای موردمطالعه از ۱/۹۶ بزرگتر بوده و در نتیجه روابط این متغیرها با سطح اطمینان ۹۵٪ با عامل‌های مربوطه معنادار بوده است. این معناداری از پیش‌بینی صحیح روابط مدل پژوهشی است.

همچنین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده جدول ۲، مقادیر میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE= ۰/۵۴۷) برای سازه‌ها در حد مطلوب (بالاتر از ۰/۵) و پایایی سازه (CR=۰/۸۸۷) برای کلیه متغیرهای نهفته (سازه‌ها) بیشتر از ۰/۷ است؛ بنابراین، نتایج اندازه‌گیری مرحله دوم مدل آموزش پایداری بهره‌برداران شواهد قابل‌قبولی برای اعتماد یا پایایی شاخص‌ها برای عملیاتی کردن متغیرهای نهفته ارائه داده‌اند.

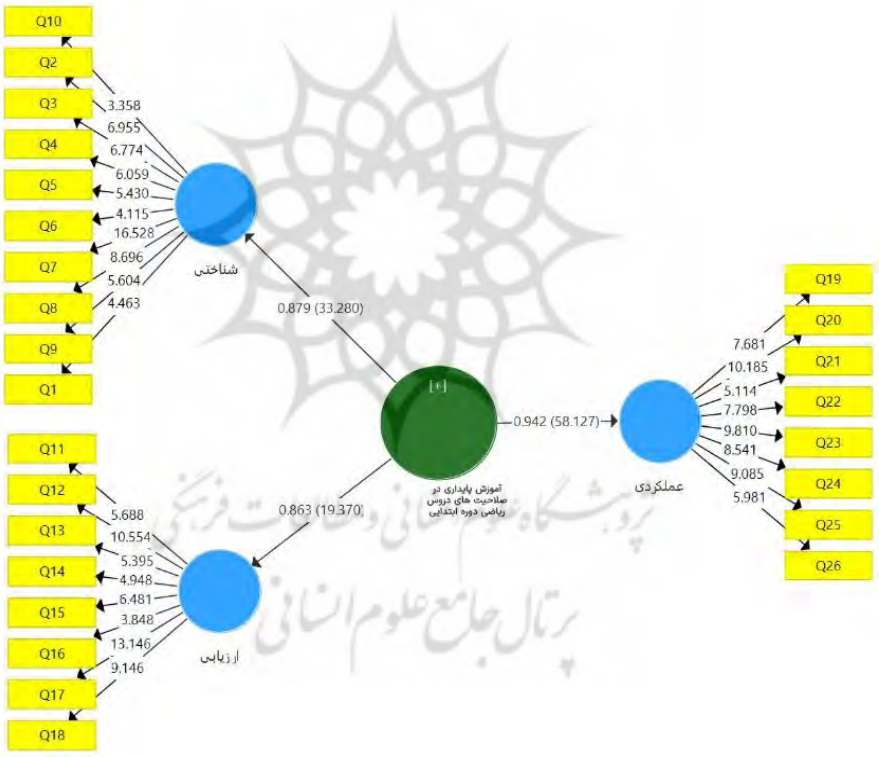
در ادامه برای سنجش برازش مدل ارائه‌شده، نتایج میزان انطباق مدل پژوهش با شاخص‌ها در جدول ذیل آمده است.

جدول ۳. سنجش برازش الگوی ارائه‌شده

Table 3. Measuring the fit of the proposed pattern

ابعاد Dimensions	T Statistics	R Square(R^2) 0.33 ≤	معیار اندازه تأثیر (F^2)	قدرت پیش‌بینی Q^2	GOF
شناختی Cognitive	33.280	0.772	3.382	0.242	0.667
ارزیابی Assessment	19.370	0.745	2.291	0.252	
عملکردیFunctional	58.127	0.888	7.940	0.317	

نتایج مندرج جدول ۳، شاخص‌های برازندگی به‌دست‌آمده نشان‌دهنده برازش مطلوب الگوی موردمطالعه با داده‌های مشاهده شده هستند. کمیت‌های t (در سطح یک درصد) به ترتیب هر سه مؤلفه عملکردی (۰/۹۴۲)، شناختی (۰/۸۷۹) و ارزیابی (۰/۸۶۳) دارای نقش معنی‌داری در تبیین آموزش پایداری در صلاحیت‌های دروس ریاضی دوره ابتدایی دارد که حاکی از اعتبار مطلوب شاخص‌های موردمطالعه است. میزان تمامی متغیرهای R^2، ضرایب شاخص متغیرهای درون‌زای مدل پژوهش بسیار بالاتر از ۰/۳۳ و در محدوده ۰/۶۷ یا بزرگ‌تر از آن هستند؛ که نشان از برازش قوی مدل ساختاری پژوهش است. همچنین با توجه به معیار اندازه تأثیر که مقادیر آن به ترتیب ۰/۰۲، ۰/۱۵ و ۰/۳۵ نشان از اندازه تأثیر کوچک، متوسط و بزرگ یک سازه بر سازه دیگر است. مقادیر حاصل‌شده نشان از اندازه اثر بزرگ هر یک از عامل‌ها با ابعاد خودش است. در خصوص تعیین دورن‌زایی یک مدل درصورتی‌که مقدار Q^2 در مورد یک سازه درون‌زا سه مقدار ۰/۰۲، ۰/۱۵ و ۰/۳۵ را کسب نماید، به ترتیب نشان از قدرت پیش‌بینی ضعیف، متوسط و قوی در قبال شاخص‌های آن سازه است که با توجه به نتایج جدول ۳ مدل دارای قدرت پیش‌بینی متوسط است. چراکه قدرت پیش‌بینی تمامی سازه‌ها دارای شدت کمتر از ۰/۳۵ است. همچنین با توجه به اینکه شاخص نیکویی برازش مدل پژوهشی موردمطالعه (GOF=۰/۶۶۷) به‌دست‌آمده آمد، لذا طبق مقادیر ۰/۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ در سه سطح ضعیف، متوسط و قوی برازش کلی مدل در حد «بسیار قوی» مورد تائید قرار گرفت.



شکل ۲: مدل برازش یافته آموزش پایداری در صلاحیت‌های ریاضی دوره ابتدایی

Figure 2: Fitted model of sustainability Education in Primary mathematics competencies

همچنین به‌منظور سنجش اعتبار مدل پیشنهادی، علاوه بر اعتباریابی آن از طریق مدل‌یابی معادلات ساختاری و PLS، از نظرات خبرگان در خصوص ابعاد مختلف مدل پیشنهادی نیز استفاده شده است. بدین منظور از خبرگان خواسته شد بر اساس ابعاد مختلف مدل، از مقیاس ۱ تا ۵ به ۱۰ سؤال پژوهش پاسخ دهند. در نهایت با توجه به غیرنرمال بودن داده‌های پژوهش از آزمون بینومیال جهت اعتباریابی پرسشنامه‌های استفاده شد. نتایج طبق جدول ۴ نشان داد وضعیت اعتباریابی جامعیت مدل پیشنهادی آموزش پایداری در صلاحیت‌های دروس ریاضی دوره ابتدایی در سطح مناسبی

قرار دارند (در سطح $P\leq0.05$)؛ بنابراین با توجه به سطح معنی‌داری و نسبت مشاهده‌شده فرضیه صفر رد می‌گردد؛ بنابراین وضعیت اعتباریابی جامعیت مدل پیشنهادی آموزش پایداری در صلاحیت‌های دروس ریاضی دوره ابتدایی مناسب است.

جدول ٤. نتایج اعتباریابی جامعیت مدل پیشنهادی آموزش پایداری در صلاحیت‌های دروس ریاضی دوره ابتدایی از طریق آزمون باینومیال

Table 4. Validation results of the comprehensiveness of the proposed model of sustainability education in the qualifications of elementary school mathematics courses through binomial test

	طبقه‌بندی Classification	تعداد Number	نسبت مشاهده‌شده Observed ratio	Test prop	Sig
گروه ۱ Group 1	3.66≥	8	21	50	0.001
گروه ۲ Group 2	3.66 <	30	79	50	
مجموع Total		38	100		

بحث و نتیجه‌گیری

بی‌شک ریاضیات را می‌توان به روش‌های مختلف درک کرد. ریاضیات دانش سازه‌هاست. این ساختارها کاملاً در دنیای واقعی ادغام شده‌اند، جایی که پایه و اساسی برای مدل‌سازی مناسب هستند. به دلیل مقبولیت جهانی، ریاضیات این شانس را دارد که از گفتمان توسعه پایدار جهانی به‌صورت علمی پشتیبانی کند و فرایندهای پیچیده‌ای را ساختارمند کند تا همه بتوانند به آنها دسترسی داشته باشند. آموزش برای توسعه پایدار ظاهراً این امکان را فراهم می‌کند که هر شخصی اساساً راه‌حل‌های متفاوتی برای مشکلات مختلف به دست آورد. این امر مستلزم قضاوت درباره استقلال، تفکر باز و انعطاف‌پذیر، تمایل به ارزیابی انتقادی اطلاعات جدید، توانایی تشخیص عقاید از واقعیت برای ارزیابی مجدد مفروضات آنها و عدم استفاده از راه‌حل‌های نهایی و غیرقابل تغییر است. دستورالعمل اتحادیه اروپا به این موضوع اشاره دارد که «صلاحیت ریاضی» مبتنی بر توانایی حل مسائل روزمره با استفاده از مدل‌های تفکر (منطقی یا مکانی)، نمایش (فرمول‌ها، طرح‌ها، نمودارها و غیره) است. این شامل توانایی برای شناسایی ساختار و تعهد، تکرار یا نظم است. صلاحیت‌های عمومی (استدلال، حل مشکلات، مدل‌سازی، استفاده از سخنرانی‌ها، کار با نمادها، عناصر رسمی و فنی، برقراری ارتباط) روش کار را توصیف می‌کند. به‌طوری‌که اصولاً جنبه‌های مربوط به همه زمینه‌های ریاضی می‌تواند در آموزش پایداری گنجانده شود (Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the federalstates, 2003).

از جمله، موارد قابل انطباق و انسجام صلاحیت‌های ریاضی با صلاحیت‌های آموزش پایداری، جهت‌گیری تنظیم برنامه درسی ریاضیات در برنامه‌های خاص صلاحیت ریاضی برای آموزش پایداری، صلاحیت‌های مربوط به محتوا (نتایج یادگیری) که با دانش و مهارت سروکار دارند، محیط تدریس و یادگیری مشخص‌شده که ممکن است به فراگیران کمک کند تا شایستگی‌ها را در سطح کافی و همچنین مسائل ارزیابی به دست آورند، فراهم نماید؛ بنابراین با به‌کارگیری از صلاحیت‌های شناختی، ارزیابی و عملکردی در دروس ریاضی می‌توان موجب توانایی به دست آمدن دانشِ آموزش پایداری، استفاده از منابع متناسب و ارزشمند در به‌کارگیری توانایی تفکر انتقادی و اساسی آموزش پایداری و استفاده از دانش لازم برای شکل‌گیری نظرات، تصمیمات و اقدامات مسئولانه‌ی آموزش پایداری به روش هدف محور شود.

لذا موفقیت و اجرای مناسب برنامه‌های آموزش پایداری، مستلزم چارچوبی جامع و منسجم است. این چارچوب باید به‌گونه‌ای طراحی و تدوین شود که زوایای مختلف مؤثر بر اثربخشی آموزش‌ها را در برگیرد. در همین راستا، در این پژوهش با تمرکز بر طراحی مدل مناسب برای آموزش پایداری در صلاحیت‌های دروس ریاضی دوره ابتدایی، ابتدا اسناد ملی و بین‌المللی، موضوع پژوهش شناسایی، طبقه‌بندی و استخراج شدند، سپس با بررسی روابط مفهوم‌ها و تعدیل آنها در سطح بالاتر، مدل اولیه ارائه شد. در مرحلهٔ کمی، ابتدا مؤلفه‌ها در اسناد موجود بررسی شد و در ادامه با تحلیل عاملی با روش حداقل مربعات جزئی با رابطه‌هایی که از مؤلفه حاصل شد، مدلی برای آموزش پایداری در صلاحیت‌های دروس ریاضی دوره ابتدایی ارائه شده است. بحث و نتیجه‌گیری نشان می‌دهد

که:

بار عاملی مربوط به هرکدام از عوامل (شناختی، ارزیابی و عملکردی) بالاتر از ۰/۴ بوده و معنی‌دار می‌باشد. بررسی بار عاملی این عوامل نشان می‌دهد که بعد عملکردی با بار عاملی ۰/۹۴۲ بالاترین سهم را در تبیین مدل پیشنهادی دارد و بعد از آن به ترتیب ابعاد شناختی با بار عاملی ۰/۸۷۹ و ارزیابی با بار عاملی ۰/۸۶۳ در صلاحیت‌های ریاضی در آموزش پایداری قرار دارند. «توسعه دانش و مهارت در رابطه با جوامع و محیط» با بار عاملی ۰/۸۵۱ در تبیین بعد شناختی، «توسعه مهارت‌های حل مسئله» با بار عاملی ۰/۸۰۹ در تبیین بعد ارزیابی و «طراحی روش‌هایی کارآمد برای رفع نیازهای شخصی و رفع نابرابری‌ها» با بار عاملی ۰/۷۸۰ در تبیین بعد عملکردی، بالاترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج آزمون فریدمن نشان داد که بین اولویت گویه‌های کلیه متغیرهای شناختی، ارزیابی و عملکردی تفاوت معنی‌داری وجود دارد و گویه «درک قانونمندی طبیعت» با میانگین رتبه ۶/۶۹ در بعد شناختی، گویه «ارتقاء قدرت اندیشه و تقویت روحیه پرسشگری و پژوهشگری» با میانگین رتبه ۵/۷۳ در بعد ارزیابی، گویه «طراحی روش‌هایی کارآمد برای رفع نیازهای شخصی و رفع نابرابری‌ها» با میانگین رتبه ۵/۳۷ در بعد عملکردی در آموزش پایداری صلاحیت‌های ریاضی در اولویت قرار دارند.

بنابراین با نتایج حاصل‌شده از پژوهش و مقایسه با پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که پژوهش ونگ و همکاران (۲۰۱۹) با یافته‌ها همسویی دارد زیرا آنها با به اشتراک گذاشتن تجارب مربوط به پروژه آموزش توسعه پایدار در مهدکودکی در شهر شانگهای چین نشان دادند که ادغام آموزش توسعه پایدار، در برنامه درسی تأثیر مثبتی در ارائه آموزش پایداری بر توانایی یاددهنده و یادگیرنده دارد. وینتز و همکاران (۲۰۲۰)، بیکر گیبسون (۲۰۱۶) ادغام آموزش محیطزیست در برنامه درسی ریاضی موجب افزایش چشمگیر دانش، نگرش‌ها و رفتارهای محیطزیستی و برانگیخته شدن دانش‌آموزان شده و آنها را با دنیای واقعی درگیر می‌کند تا با موقعیت‌های زندگی واقعی ارتباط برقرار نمایند. همچنین سری یونیارتی و همکاران (۲۰۱۹) معتقدند همه مهارت‌ها در ابعاد آموزش برای توسعه پایدار را می‌توان در برنامه درسی ریاضیات ادغام کرد؛ زیرا با آموزش ریاضیات در مورد محیطزیست می‌توان دو ویژگی از جمله موارد زیر را مشاهده کرد: یک، درک دانش محیطزیست برای دانش‌آموزان آسان‌تر خواهد بود زیرا با محاسبه ریاضیات به آنها کمک می‌شود و دوم، از طریق محیطزیست، دانش‌آموزان می‌توانند مهارت ریاضی خود را توسعه دهند، مانند تجزیه‌وتحلیل، بازنمایی، مدل‌سازی و تفسیر داده‌ها. از این دو، دانش‌آموزان می‌توانند رفتار خود را به‌عنوان پیشگام تحول در جهان تغییر دهند تا در مورد پدیده‌های اجتماعی و سایر موارد حساس و حساس‌تر شوند (Habibi, 2014). لذا با توجه به نتایج حاصل‌شده می‌توان چنین استنباط نمود که گنجاندن مفاهیم پایداری در برنامه‌های درسی به‌ویژه در دروس ریاضی با رویکردی میان‌رشته‌ای می‌تواند در به‌کارگیری راهبردهایی نوآورانه در فرایند یادگیری و توجه به حل مسئله و طرح مسئله در دنیای واقعی مؤثر باشد.

برنامه‌های آموزش پایداری برای تغییر جهان که از برنامه‌های پیشنهادی آموزشی متفاوت در چارچوب اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد مبتنی است، آموزش را در تجزیه‌وتحلیل چگونگی تأثیر جهانی‌شدن بر آموزش و پیامدهای آن در یادگیری جهانی و پایداری، چنین استدلال می‌کند که فرایند یادگیری باید به‌منظور تقویت آگاهی عمومی برای ایجاد تغییر کار کند؛ بنابراین نقش اساسی سیستم‌های آموزشی در شکل‌گیری نحوه انجام اقدامات در ترویج فرصت‌های یادگیری مادام‌العمر و پیشرفت پایدار برای همه حائز اهمیت است، زیرا این سیستم‌ها توانایی انسان را برای انعکاس نیازها تقویت می‌کنند. برای اجرای موفقیت‌آمیز و برجسته نمودن آموزش پایداری در مدارس و دروس خاصی مانند ریاضیات به تغییرات اساسی در کل سیستم آموزشی نیاز است و توصیه می‌شود سیستم آموزشی به سمت یک آموزش بوم‌گردی تغییر یابد، جایی که شیوه‌های آموزش و پایداری به هم متصل شود. یکی از جایگزین‌های احتمالی یادگیری ریاضیات برای رسیدن به پایداری، ادغام یادگیری ریاضیات با محیط اطراف است. استفاده از محیط اطراف به‌عنوان منبع یادگیری دانش‌آموزان را تشویق می‌کند تا نتایج یادگیری خود را بهبود بخشند و یادگیری ریاضیات با فعالیت‌ها، استراتژی‌ها، متدها و روش‌های هیجان‌انگیزتری انجام شود.

References

Akinmola, E.A, (2014). Developing mathematical problem solving ability: a panacea for a sustainable development in the 21st century, *International Journal of Education and Research*, Vol 2, No 2, 1-8.

Amin, M. S., Permanasari, A., Setiabudi, S.

(2018)n "Strengthen the student environmental literacy through education with low carbon education teaching materials", *Journal of Physics: Conference Series*, 1-6, doi:10.1088/1742-6596/1280/3/032011.

Anggraeni, Y. Abdulhak, I. Rusman, R. (2019). *The Development of Mathematics Curriculum to Increase the Higher Order Thinking Skills in The Sustainable Development Goals (SDGs) Era, The 1st Workshop on Multimedia Education, Learning*, Assessment and its Implementation in Game and Gamification in conjunction with COMDEV 2018, Medan Indonesia, 26th January 2019, WOMELA-GG, WoMELA-GG 2019, January 26-28, Medan, Indonesia, 3-10.

Baker-Gibson, J. K.; (2016), Integration of Environmental Education in the Mathematics Curriculum: Impact on Student Performance and Environmental Knowledge, Attitudes, and Behaviours, *Caribbean Journal of Education (CJE)*, Vol. 38 No. 1. 51-72.

Bazargan, A. (2009). Mixed research methods: a superior approach to digging into the problems of the education system and solving them, *Efficient schools*, No. 7, 12-16. [In Persian]

Bedolla-Solano, R., Bedolla-Solano, J. J., Miranda Esteban, A., Adame, O.S. (2020). "Promotion of Sustainability with University Students", *International Journal of Applied Environmental Sciences*, Vol. 15, No. 1, pp. 45-62.

Calixto, R. (2018), "An Experience in Environmental Education with University Students", *Journal of Sustainability Education*, 18, 1-15.

Cebrián, G.; Junyent, M.; Mulà, I. (2020). Competencies in education for sustainable development: Emerging teaching and research developments. *Sustainability*, 12, 579.

Chandra Kundu, S. (2018). Mathematical Modeling as A Tool for Sustainable Development, *International Journal of Research and Analytical Reviews*, Vol. 5, No. 2, 1624-1626.

Clioud, J. (2017). *Education for a Sustainable Future: Benchmarks for Individual and Social Learning*‖. published by The Journal of Sustainability Education.

Cloud, J. (2014). The Essential Elements of Education for Sustainability (EfS) Editorial Introduction from the Guest Editor, *Journal of Sustainability Education*, Vol. 6, 1-9.

Decamps, A.; Barbat, G.; Carteron, J. C.; Hands, V., & Parkes, C. (2017). Sulitest: A collaborative initiative to support and assess sustainability literacy in higher education. *International Journal of Management Education*, 15, 138-152.

Edwards, J. (2016). *Socially-critical Environmental Education in Primary Classrooms the Dance of Structure and Agency*, Springer International Publishing Switzerland.

Erzengin, O.U., Kete, E.C. (2017). "A study on developing an environmental behavior and attitude scale for university students". *Journal of education and instructional Heather studies in the world*, No.2, pp: 49-56.

Fien, J. (2004). *Education for sustainability, Studying society and environment: a guide for teachers*, 3rd edition / R. Gilbert (ed.), pp. 184-200.

Firoozfar, I., Faghihi, A., Erfani, N., (2020). "Develop Model of Environmental Ethics Based on Caring Thinking through Critical Thinking for the Second Grade of High School Students in Hamadan", *Quarterly Journal of Environmental Education and Sustainable Development*, Vol. 9, No.1, 25-40. [In Persian]

Giangrande, N.; White, R.M.; East, M.; Jackson, R.; Clarke, T.; Saloff Coste, M.; Penha-Lopes, G. A. (2019) competency framework to assess and activate education for sustainable development: Addressing the UN sustainable development goals 4.7 challenge. *Sustainability*, 11, 2832.

Haan, G. (2010). The development of ESD-related skills in supporting institutional frameworks. *Int. Rev. Educ*, 56, 315–328.

Habibi, M. (2014). *Environment Education in Mathematics Classroom: As an Effort to Develop the Critical Thinking Skills and for Environmental Sustainability Concerning*, Proceeding of International

Conference on Research, Implementation and Education of Mathematics and Sciences, Yogyakarta State University, 18-20 May 2014.

Heather L. R., Eduardo S. B., Meta Robinson, J. (2010). *Teaching Environmental Literacy Across Campus and Across the Curriculum*, Indiana University Press.

Joutsenlahti, J. Perkkilä, P. (2019). Sustainability Development in Mathematics Education: A Case Study of What Kind of Meanings Do Prospective Class Teachers Find for the Mathematical Symbol " $\frac{2}{3}$ "?, *Sustainability*,11(457), 1-15.

Lafferty, W.M., (2001). Introduction. In: W.M. Lafferty, ed. Sustainable communities in Europe. *London: Earthscan*, 1–15.

Malekinia, E., Bazargan, A., Feizi, S. (2017). "Presenting an Operational Model for Sustainability Evaluation of Higher Education Institutions: University of Tehran as a Case of Study", *Quarterly Research on Educational Leadership and Management*, Vol. 3, No 10, 53-85. [In Persian]

Mauluah, L., Marsigit, A., Nur Wangid, M., (2021). Islamic Environmental Ethics in the Math Learning: Does It Make Sense?, *World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development (WWJMRD)*, 7(6): 19-27.

Mensah, J., (2019). "Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review", *Cogent Social Sciences*, 5:1, 1653531.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), (2000). Principles and Standards for School Mathematics.

Pacheco, J.A.B., Álvarez, M.M.T., Álvarez, M.T.G. (2020). "Sustainable Development in the Economic, Environmental, and Social Fields of Ecuadorian Universities", Sustainability, 12, 7384, 1-21; doi:10.3390/su12187384

Paul, I., Abraham, C. (2020). "Designing and Experimenting Short Learning Objects (Slos) on Environmental Sustainability: A Practical Platform to Enhance Awareness among Higher Secondary School Students", *Our Heritage UGC Care Listed Journal*, Vol. 68, No. 1, 13454-13465.

Rehmeyer J. (2010). *Mathematical and Statistical Challenges for Sustainability*. Report of a Workshop held November 15-17.

Rieckmann, M. (2012). Future-oriented higher education: Which key competences should be promoted through teaching and university education? *Futures*, 44, 127–135.

Scott, W., Gough, S. (2003). *Sustainable development and learning: Framing the issues*. London: Routledge.

Shutaleva, A., Nikonova, Z., Savchenko, I., Martyushev, N. (2020). "Environmental Education for Sustainable Development in Russia", *sustainability*, 12, 7742, 1-26. doi:10.3390/su12187742

Sri Yuniarti, Y. Hasan, R. Ali, M. (2019). *Competencies of Education for Sustainable Development Related to Mathematics Education in Senior High School*, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1179, 1-8, doi:10.1088/1742-6596/1179/1/012075.

Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the federalstates/ countries in the Federal Republic of Germany/ Conference of Ministers of Education (2003): *Educational standards in mathematics for the secondary school leaving certificate*. Bonn.

Sterling, S. (2001) *Sustainable Education Re-Visioning Learning and Change (Schumacher Briefings no. 6)*. Bristol, UK: Green Books.

Tilbury, D., Wortman, D. (2004*). Engaging people in sustainability*. Cambridge: Commission on Education and Communication, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.

UNECE. (2012). *Learning for the Future: Competences in Education for Sustainable Development*; United Nations Economic Commission for Europe: Geneva, Switzerland.

Vintere, A. (2017). Implementation of education for sustainable development

strategy in mathematics education through stakeholder cooperation. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 4(9), 90–100.

Wang, G. Zhou, X. Cui, H. (2019). Exploring Education for Sustainable Development in a Chinese Kindergarten: An Action Research. *ECNU Review of Education*, 2, 4, 497-514.

Wiek, A.; Lauren, W.; Charles, L.R. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustain. Sci*, 6, 203–218.

Williams, S., Robinson, J. (2.2 0). "Measuring sustainability: An evaluation framework for sustainability transition experiments", *Environ. Sci. Policy*, 103, 58–66.

Wintz, P. Joong, P. Wintz, G. (2020). Integrating of Environmental Education into the Mathematics Curriculum: Effects on Pupils' Performance and Environmental Awareness, *The Journal of Education and Humanities*, Vol. 3, 99-123.

Zeidmane, A. Rubina, T. (2019). Mathematics education for sustainable agriculture specialists, *Agronomy Research*, 17(1), 295–306, https://doi.org/10.15159/AR.19.007.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی