مجلهٔ مطالعات آموزش و یادگیری
دورهٔ پانزدهم، شمارهٔ اول، بهار و تابستان ۱٤۰۲، شماره پیاپی ۸٤، صفحه‌های ٤٥- ۱٦
(مجلهٔ علوم اجتماعی و انسانی سابق)

شناسایی مولفه‌های تفکر محاسباتی در مهارت‌های یادگیری دوره ابتدایی

مریم روحی*، مرضیه دهقانی، محدثه خطاط*****

چکیده

هدف از این مطالعه بیان ویژگی‌ها، قابلیت‌ها و مولفه‌های تفکر محاسباتی به‌عنوان یکی از مهارت‌های اساسی یادگیری در دوره ابتدایی است. این پژوهش با رویکرد کیفی و روش فراترکیب انجام شده است. برای جستجوی مقالات مرتبط جهت تحلیل و بررسی از کلیدواژه‌های فارسی «تفکر، مهارت‌های تفکر، تفکر محاسباتی در دبستان، تفکر محاسباتی در دانش‌آموزان» و معادل انگلیسی آن‌ها در پایگاه‌های دادهٔ مگ‌ایران، سید، سیویلیکا، ساینس‌دایرکت و اسکوپوس، انستیتوی مهندسان برق و الکترونیک بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱، استفاده شده است. داده‌ها براساس یک طرح پژوهش کیفی از نوع فراترکیب و با استفاده از گام‌های هفتگانه سندلوسکی و باروسو، جمع‌آوری شده‌اند. انتخاب نمونه با استفاده از معیارهای پذیرش و عدم‌پذیرش و برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی صورت گرفت. جهت بررسی قابلیت اعتبار یافته‌ها از معیارهای خودبازبینی محقق؛ مرور همتایان و نظرسنجی متخصصان بهره گرفته شد. در بررسی اولیه ۱٦٤۳ مقاله استخراج شده که از این تعداد ۱۵۳۳ مقاله براساس عنوان، ۳۵ مقاله براساس چکیده و ۵۱ مقاله براساس محتوا غربال شده و در نهایت ۲٤ مقاله نهایی استخراج و مورد بررسی قرار گرفت. طبق یافته‌های پژوهش و بررسی‌های نهایی، مولفه‌های تفکر محاسباتی را می‌توان در نوزده طبقه کلی دسته‌بندی و متناسب با آن ماهیت عناصر آن را نمایان کرد. نتایج حاکی از این پژوهش نشان‌دهنده سه مقوله اساسی از این نوع مهارت تفکر و اهمیت پرورش آن در مدارس به‌ویژه از دوران کودکی و سال‌های اولیه دبستان است؛ این مقوله‌ها شامل مهارت‌های شناختی، مهارت‌های ارتباطی و اطلاعاتی (فناوری) و علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی است. نتایج پژوهش نشان‌دهندهٔ هم‌پوشانی بالای این عناصر، مولفه‌ها و مقوله‌ها و رابطه مثبت میان آن‌هاست. نتایج حاکی از آن است که تفکر محاسباتی به‌عنوان یکی از مهارت‌های نوظهور و یکی از مهارت‌های حل مسئله به شمار آمده و با استفاده از فناوری و علوم کامپیوتر در سال‌های اولیه کودکی در مدارس دنیا در حال آموزش و یادگیری بوده و به‌عنوان مجموعه‌ای از مهارت‌ها و دانش‌های عرضی برای همگان لازم و ضروری است.

واژه‌های کلیدی: تفکر، تفکر محاسباتی، دانش‌آموز، دوره ابتدایی، مهارت‌های تفکر

---

* دانشجوی کارشناسی‌ارشد برنامه‌ریزی درسی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (Maryam.Rouhi@ut.ac.ir)

** دانشیار گروه روش‌ها و برنامه های درسی و آموزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران، (نویسنده مسئول). (Dehghani_m33@ut.ac.ir)

*** دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی درسی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (m.khattat@ut.ac.ir)

تاریخ دریافت مقاله: ۱٤۰۱/٤/۹ تاریخ دریافت مقاله نهایی: ۱٤۰۱/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش : ۱٤۰۱/۱۱/۱۹

مقدمه

غالباً این‌گونه تصور می‌شود که وظیفه تعلیم‌وتربیت در جهان فعلی با توجه به پیشرفت چشم‌گیر فناوری‌های مختلف، به‌ویژه فناوری اطلاعات و ارتباطات، تربیت کاربران برای استفاده مناسب از این فناوری است؛ اما موضوع اساسی، تربیت انسان‌هایی است که توانایی درست فکر کردن را داشته باشند. افراد برای روبه‌رو شدن با تحولات شگفت‌انگیز قرن بیست و یکم، باید به‌طور فزاینده‌ای مهارت‌های تفکر را جهت تصمیم‌گیری مناسب و حل مسائل پیچیده در جامعه به دست آورند. بسیاری از صاحب‌نظران ازجمله Ennis (1961, as cited in Shabani, 2012)، بر این باورند که یکی از اهداف اساسی آموزش، تربیت انسان‌های متفکر بوده و Pual (1992) معتقد است که تربیت انسان‌های صاحب اندیشه و ذهن کاوشگر، نخستین هدف اساسی در تعلیم‌وتربیت است. تفکر (اندیشیدن)، فرایندی است که توسط آن تجارب گذشته دستکاری و سازمان‌دهی شده و از عواملی است که منجر به یادگیری در انسان می‌شود. ازآنجاکه یادگیری‌های گذشته در حافظه ذخیره شده، می‌توان تفکر را دخل و تصرف در اطلاعات ذخیره‌شده در حافظه نام برد (Santrock, 2004). تفکر، به دو دسته تفکر انتقادی و تفکر خلاق طبقه‌بندی شده است. Dewey (1934, as cited in Fan, 2016)، تفکر انتقادی را شامل بررسی فعال و دقیق هر عقیده و دانش عنوان کرده و تفکر خلاق نیز به‌عنوان روشی در جهت خلق آثار نو و بدیع تلقی شده که نتیجهٔ آن تمامی اکتشافات نوع بشر بوده است. در نظام تربیتی عصر حاضر، هدف آموزش‌وپرورش، تنها انباشت معلومات و اطلاعات در ذهن نبوده، بلکه هدف، پرورش متفکرانی است که توانایی تفکر و عمل منطقی را به دست آورده و قادر به تصمیم‌گیری در امور زندگی خود و حل مسئله باشند. این نوع تربیت نیازمند تغییر اساسی در نحوه تفکر افراد بوده و امروزه دانشمندان مدعی هستند که تفکر از هر نوعی، اکتسابی و قابل یادگیری است (Shaebani, Sadjadi, Sokolov, Rieger, & Santen, 2014)؛ همچنین بیان می‌شود که مهارت تفکر، انواع و اقسام متفاوت و متنوعی دارد.

یکی از انواع مهارت‌های تفکر که امروزه مورد توجه نظام‌های آموزشی کشورهای مختلف قرار گرفته است، تفکر محاسباتی[1] است. برخلاف باور عموم تفکر محاسباتی تنها در علوم کامپیوتر و یا رباتیک قابل‌استفاده نیست (Liang, Fleming, Man, & Tillo, 2013). تفکر محاسباتی اصطلاحی است که ابتدا توسط Papert، در سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۶، به کار رفت (Rijke, Bollen, Eysink, & Tolboom, 2018). سپس وینگ در سال ۲۰۰۶، از اصطلاح تفکر محاسباتی برای بیان دیدگاهی استفاده کرد که طبق آن همه افراد، نه فقط کسانی که در علوم کامپیوتر تحصیل می‌کنند، می‌توانند از این تفکر مانند یک دانشمند کامپیوتر بهره ببرند، اما پس از چندی این تعریف را از تفکر محاسباتی

[1]. computational thinking

ارائه داد: تفکر محاسباتی، فرایندهای فکری دخیل در فرموله کردن مسایل و راه‌حل‌های آن‌هاست، به‌طوری که راه‌حل‌ها به شکلی ارائه‌شده که می‌تواند به‌طور موثر توسط یک عامل پردازش اطلاعات انجام شود (Wing, 2011). در دهه گذشته، عبارت تفکر محاسباتی و تمامی مفاهیم مربوط به آن به‌عنوان حل مسئله، برنامه‌ریزی، کدگذاری و تفکر الگوریتمی مورد توجه فراوانی قرار گرفته است (Grover & Pea, 2013). اخیراً تفکر محاسباتی به‌عنوان موضوعی مهم جهت آموزش به دانش‌آموزان، پیش‌از ورود به دانشگاه، تبدیل شده است (Hynes et al., 2019).

نظام آموزشی کشورهای مختلف، بر مبنای نوع نگرش خود نسبت به انسان و توانایی‌ها و انعطاف‌پذیری و پاسخ‌گویی به نیازها و تحولات پیرامون وی، تاکیدات متفاوتی را نسبت به حوزه‌های مختلف آموزشی مبذول داشته‌اند. رویکرد تدریس مهارت‌های تفکر، آموزش‌وپرورش را در معنای واقعی و اصیل خود که عبارت است از استخراج محتویات ذهن دانش‌آموز به‌وسیله تشویق آن‌ها به بیان آنچه که در ذهن دارند و پروراندن آن در نظر می‌گیرد و در این زمینه موضوعات درسی، فرصت‌هایی را برای ارتقای مهارت‌های تفکر فراهم می‌کنند. بدین جهت در رویکرد مهارت‌های تفکر در امر تدریس، از به‌کارگیری مهارت‌های ذهنی سطحی و خطی، نظیر یادگیری‌های ناشی از عادات و یا حل مسئله با استفاده از فرمول و راهبردهایی که دانش‌آموزان قادر به درک و تشریح آن‌ها نبوده، فراتر خواهد رفت (Shamakhi, 2015). مهارت‌های تفکر را نباید به‌عنوان یک موضوع مازاد برای آموزش تلقی کرد، بلکه باید آن را مجموعه‌ای از مهارت‌ها که فراگیر را برای یادگیری بهتر آماده کرده و در قلمرو درسی توانمند می‌سازد در نظر گرفت. همچنین این نوع مهارت‌ها را می‌توان به‌صورت جداگانه در کنار سایر برنامه‌های درسی آموزش داد (Jeffries & Hancock, 2005/1397). افراد برای موفقیت در دنیای در حال تغییری که در آن زندگی می‌کنند، باید خود را با مسائل موجود وفق داده و حساس به تغییرات بوده تا موفق به حل مشکلات شوند، تکنولوژی سخت‌افزاری و نرم‌افزاری را توسعه داده و در جایی که مناسب است از فناوری استفاده کرده یا آن را ایجاد کنند. دانش‌آموزان باید، صرف‌نظر از حوزه‌هایی که قرار است در آن مشغول‌به‌کار شوند، خود را برای زندگی آینده با کسب مهارت‌هایی در ارتباطات، همکاری، خلاقیت، تفکر انتقادی و محاسبات آماده کرده و به این جهت نیاز به کسب مهارت تفکر محاسباتی دارند. یادگیری تفکر به شیوه محاسباتی به‌همراه استفاده از ذهن به‌عنوان ابزار اساسی برای استدلال، مجموعه‌ای از مزایای آموزشی را با خود به ارمغان می‌آورد که مهارت‌های فکری را تقویت کرده و یادگیری هر موضوعی را بهبود می‌بخشد (Varela, Rebollar, García, Bravo, & Bilbao, 2019).

تفکر محاسباتی مهارتی است که اغلب به‌دلیل توانایی‌اش در تجزیه مسائل بزرگ به مسائل کوچک و ایجاد ارتباط بین آن‌ها، می‌توان آن را شبیه یک دانشمند علوم کامپیوتر، جهت حل مسائل مجسم کرد. همه افراد دارای این مهارت بوده و علاوه‌بر خواندن، نوشتن و ریاضیات، به‌عنوان

چهارمین مهارت اساسی در نظر گرفته می‌شود. زمانی که افراد براساس مفاهیمی که در علوم کامپیوتر استفاده می‌شود، مشغول حل مشکلات، طراحی سیستم یا پیروی از هر رفتار دیگری هستند، در واقع درحال اشاره به تفکر محاسباتی هستیم. تفکر محاسباتی مهارت‌های تحلیلی کودک را بهبود می‌بخشد. این توانایی به فرد امکان پیدا کردن یک روش الگوریتمی برای حل مسائل پیچیده ازطریق تجزیه و تقسیم آن به بخش‌های کوچک‌تر را می‌دهد (D'Apolito, 2017). تفکر محاسباتی شامل چندین مهارت و مفاهیم اساسی است که اغلب آن‌ها مستقیما با برنامه‌ریزی مرتبط هستند. برخی از مهارت‌های تفکر، مانند تفکر منطقی، تفکر ریاضی، مهندسی و تفکر طراحی، دارای وجه اشتراکاتی مانند، حل مسئله، مدل‌سازی و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها هستند (Shute, Sun, & Asbell-Clarke, 2017). در حقیقت، گزارش‌های زیادی وجود دارد که در آن‌ها ریاضیات در برخی فعالیت‌های آموزشی با هدف توسعه تفکر محاسباتی، آموزش داده شده است (Barcelos, Muñoz-Soto, Villarroel, Merino, & Silveira, 2018). از نظر شبکه مدارس اروپا (Balanskat & Engelhardt, 2015)، مفاهیم اصلی تفکر محاسباتی شامل: منطق، الگوریتم‌ها ،تجزیه، الگوها، انتزاع‌ها و سنجش است. به‌این‌ترتیب، رویکردهایی که باید برای یادگیری تفکر محاسباتی استفاده شوند عبارت‌اند از: شکستن، ایجاد، اشکال‌زدایی، پشتکار و همکاری. ازسویی‌دیگر، در گزارشی توسط کمیسیون اروپا (Bocconi, Chioccariello, Dettori, Ferrari, & Engelhardt, 2016)، تفکر محاسباتی به‌عنوان فرایندهای فکری درگیر در فرموله کردن راه‌حل مسئله‌ای شامل انتزاع، تفکر الگوریتمی، خودکاری، تجزیه، اشکال‌زدایی و توسعه، توصیف شده است. پس از تجزیه‌وتحلیل، با توجه به بازگشت و پذیرش آن در ادبیات تفکر محاسباتی (Shute et al., 2017)، چهار مفهوم برای یادگیری آن در نظام‌های آموزشی ضروری است: انتزاع، الگوریتم‌ها، بازشناسی الگو و تجزیه (Ríos Félix, Zatarain Cabada, & Barrón Estrada, 2020).

Djurdjevic-Pahl, Pahl, Fronza, and El Ioini (2016)، در پژوهشی از مراحل اولیه آموزش محاسبات در مدارس ابتدایی ازطریق آموزش سنتی درس ریاضی، حمایت کرده و راهی را جهت یادگیری تفکر محاسباتی ازطریق کامپیوتر پیشنهاد کردند. نتیجه این پژوهش نشان‌دهنده آن بود که می‌توان، آموزش این مهارت را از سال‌های اولیه کودکی و در مدارس ابتدایی آغاز کرد (Tasso, Gervasi, Locchi, & Sabbatini, 2019). در پژوهشی جهت معرفی مهارت‌های دیجیتالی و تفکر محاسباتی ازطریق داستان‌سرایی دیجیتال در مدارس ابتدایی با هدف توسعه حل مسئله و رویکرد خلاقانه، از برنامه‌ای به نام هاهای[1] استفاده کردند که دانش‌آموزان با ساخت داستان توسط آن، بازی کرده، سرگرم شده و یاد می‌گرفتند. نتایج پژوهش، نشان‌دهنده آن بود که یادگیری دانش‌آموزان، به‌صورت موثر و عملکردی اتفاق افتاده و معلمان نیز رضایت خود را نسبت به اثربخشی برنامه

[1]. Hahai

جهت بهبود راهبردهای مطالعه، نوشتن و ریاضیات اعلام کردند. همچنین، Ríos Félix et al. (2020) در پژوهشی بر روی ۱۰۲ دانش‌آموز در مدارس ابتدایی مکزیک، با ایجاد یک محیط یادگیری تفکر محاسباتی که منطق ساده سه‌بعدی[1] نامیده می‌شد و ادغامی از شناخت عاطفی، گیمیفیکیشن[2] و محیط سه بُعدی را پیشنهاد می‌داد، دریافتند که این محیط یادگیری مورد پذیرش دانش‌آموزان بوده و لذت درک‌شده هنگام استفاده از این محیط مثبت است. همچنین یادگیری حاصل از استفاده از این محیط قابل مقایسه با جلسات کلاسی است که در آن، همان موضوعات و تمرینات ارائه شده است.

آموزش برنامه‌نویسی با کامپیوتر در مدارس ابتدایی از پرکاربردترین مهارت‌های یادگیری، جهت پرورش تفکر محاسباتی است. با اجباری شدن آموزش برنامه‌نویسی در ژاپن از سال ۲۰۲۰، Minamide, Takemata and Yamada (2020)، در پژوهشی بر روی ٦٦ دانش‌آموز کلاس سوم ابتدایی با استفاده از یک روش جدید برنامه‌نویسی و نمایش اثربخشی آن به این نتیجه دست یافتند که دانش‌آموزان بدون سردرگمی در این روش از مطالب جدید آموزشی استفاده کرده و معلمان قادر بودند به‌راحتی به آن‌ها آموزش دهند. این پژوهش تاییدکنندهٔ آن بود که این مطالب آموزشی می‌تواند در کلاس‌های مدارس ابتدایی مورد استفاده قرار گیرد. Shen, Chen, Barth-Cohen, Jiang, and Eltoukhy (2022)، به جهت ارزیابی پیشرفت دانش‌آموزان در کسب مهارت‌های تفکر محاسباتی با استفاده از یک برنامه آموزشی رباتیک و یک ابزار ارزیابی کامپیوتری، بر روی شش کلاس از دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی، با استفاده از تکنیک‌های تحلیل یادگیری برای بررسی فرایندهای حل مسئله به این نتیجه دست یافتند که عملکرد تفکر محاسباتی دانش‌آموزان هم در زمینه‌های برنامه‌نویسی و هم در زمینه‌های استدلال روزمره بهبود یافته است. این مطالعه همچنین اهمیت استفاده از داده‌های ثبت‌شده را برای درک کاربرد تفکر محاسباتی در فرایند حل مسئله، به‌سمت درک بهتر یادگیری آن‌ها نشان داد.

همان‌گونه که قبلا نیز ذکر شد به اعتقاد Grover & Pea (2013)، تفکر محاسباتی و همه مفاهیم مرتبط با آن به‌عنوان حل مسئله و برنامه‌ریزی در نظر گرفته شده‌اند. Caballero-Gonzalez, Muñoz-Repiso, and García-Holgado (2019)، Muñoz, Alegría., Collazos, and Fardoun (2019)، و Carlborg, Tyrén, Heath, and Eriksson (2019) نیز یکی از جنبه‌های مهم این نوع از تفکر را در زمره مسائل روان‌شناختی (حل مسئله) عنوان کرده‌اند. مهارت حل مسئله به‌عنوان تفکر واگرا یا آفرینش، پیدا کردن راه‌حلی جهت رفع یک مانع و به‌عنوان خالص‌ترین توانایی بشری در نظر گرفته شده است (Hemmati Maslak Pak, Orujlu, & Khalkhali, 2014). برخورداری از مهارت حل مسئله، به افزایش سلامت روان و جسم همچون کاهش فشارهای روحی و روانی، تقویت ارتباطات

---

[1]. EasyLogic 3D
[2]. Gamification

بین‌فردی و جلوگیری از مشکلات روانی همانند اضطراب، افسردگی و افت تحصیلی منجر می‌شود (Badleh, Nosrat, & Soleimanirad, 2019). به عقیدهٔ Barry (2001, as cited in Flowers & Gossett, 2002)، مهارت حل مسئله یکی از ویژگی‌های ضروری در دوره نوجوانی بوده و از نظر Spivac 2 Shure، این نوع مهارت به‌عنوان نوعی توانایی جهت ابداع روش‌های مختلف برای حل مسائل و توجه به پیامدهای مختلف، کلید تسهیل بهداشت اجتماعی و روان‌شناختی است (Shure, 1979; Shure & Spivac, 1978).

یادگیری مهارت‌های حل مسئله، در بهبود مهارت‌های اجتماعی و کاهش مشکلات رفتاری دانش‌آموزان کم‌توان ذهنی دبستانی موثر بوده (Shekoohi-Yekta, Zamani, & Pourkarimi, 2015) و موجب افزایش سازگاری اجتماعی (Dreer, Elliott, Fletcher, & Swanson, 2005; Mahdavi et al., 2019)، و راهبردهای خودتنظیمی در کودکان (Moradi & Aghdasi, 2014; Sungur & Tekkaya, 2006)، می‌شود. افزایش مهارت‌های حل مسئله و خودکارآمدپنداری باعث شده تا دانش‌آموزان کمتر به رفتارهای پرخطر پرداخته و جهت حل مسائل از راهبردهای مختلف استفاده کنند (Radmehr & Hosseinkhanzadeh, 2018). همچنین آموزش مهارت‌های حل مسئله بر هیجان‌های مثبت تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی (Ghorbanzadeh & Sardary, 2018; Nezu et al., 2017)؛ و بر کاهش استرس و افزایش خودتنظیمی تحصیلی (Meshkini, 2020; Shokar, Shokar, Romero, & Bulik, 2002)؛ آنان نیز تاثیر بسزایی داشته است. نتایج پژوهش‌ها، نشان دهندهٔ آن است که استفاده از برنامه‌های قابل نصب بر تلفن همراه و تبلت (Rafiei, 2018)، استفاده از رباتیک (Badleh et al., 2019)، استفاده از بازی‌های کامپیوتری (Ismaili, Ashayerih, & Steki, 2017) و استفاده از داستان‌سرایی (Zeraatkar & Moradi, 2019; Zeraatkar & Noury, 2019)، نیز بر تقویت مهارت‌های حل مسئله، کنترل خشم در دانش‌آموزان، تسریع فرایند یادگیری و به‌کارگیری مهارت‌های آموخته‌شده نیز اثرگذار بوده است.

یکی از جنبه‌های مهم تفکر محاسباتی مهارت حل مسئله بوده و این نوع تفکر را چیزی فراتر از مهارت معرفی می‌کنند. در بررسی پیشینه پژوهش در کشور ایران، پژوهش مرتبط و مشابهی در گستره پژوهش حاضر در دسترس پژوهشگر قرار نگرفت؛ این در حالی است که کاربرد و آموزش این مهارت در خارج از کشور، خصوصا از سال‌های اولیه کودکی، در مراکز پیش‌از دبستان و مدارس ابتدایی به‌عنوان یکی از چهار مهارت اساسی یادگیری در مدارس ضروری و مهم به شمار می‌آید. لذا ضرورت معرفی و پرورش آن، در مدارس ابتدایی ما مشهود است. به‌این‌ترتیب هدف از این پژوهش بررسی تفکر محاسباتی به‌عنوان یکی از مهارت‌های اساسی یادگیری در دوره ابتدایی بوده و در پی پاسخ‌گویی به دو پرسش مطرح‌شده هستیم که ویژگی‌های مهارت تفکر محاسباتی چیست؟ و مولفه‌های اساسی تفکر محاسباتی به‌عنوان یکی از مهارت‌های اساسی یادگیری در دوره ابتدایی

چیست؟ امید است که پژوهش حاضر در راستای معرفی هر چه بهتر یکی از انواع مهارت‌های تفکر، گام مهمی را برداشته و با ایجاد زمینه آموزش این مهارت مهم در مدارس، توفیق پرورش دانش‌آموزانی که مهارت‌های حل مسئله را به‌خوبی فراگرفته‌اند، حاصل شود.

روش پژوهش

روش پژوهش این مطالعه کیفی و از نوع فراترکیب است. Catalano (2013, as cited in Falsafi, Memarzadeh Tehran, Alwani, & Mousakhani, 2019) معتقد است که فراترکیب، فرایند جستجو، ارزیابی، ترکیب و تفسیر مطالعات کمّی یا کیفی در یک حوزهٔ خاص است. ازطرفی فراترکیب، مرور یکپارچه ادبیات کیفی موضوع مورد نظر و عصاره‌ای از تفسیر مطالعه‌های دیگر نبوده، بلکه یکپارچه‌سازی تفسیر یافته‌های اصلی مطالعات منتخب به‌منظور ایجاد یافته‌های جامع و تفسیری است (Zimmer, 2006) که حاکی از فهم عمیق پژوهشگر در این موضوع است (Beck, 2002). یعنی به‌جای ارائه خلاصه جامع از یافته‌ها، ترکیبی تفسیری از یافته‌ها را ایجاد می‌کند. فراترکیب با فراهم کردن یک نگرش نظام‌مند برای پژوهشگران، ازطریق ترکیب پژوهش‌های کیفی مختلف، به کشف موضوع و استعاره‌های جدید پرداخته و با این روش، دانش فعلی را گسترش می‌دهد. همچنین باعث ایجاد دید جامعی نسبت به مسائل می‌شود (Arab, Ebrahimzadeh Pezeshki, & Morovati Sharifabadi, 2015). در پژوهش حاضر، محقق هدف مقاله‌های محققان پژوهش‌های گذشته را مورد بررسی و کنکاش قرار داده و به این منظور از روش هفت مرحله‌ای Sandelowski and Barroso (2006)، استفاده شده است؛ این مراحل به‌طور خلاصه عبارت‌اند از: ۱) تنظیم سوال پژوهش، ۲) مروری نظام‌مند بر ادبیات تحقیق، ۳) جستجو و انتخاب مقاله‌های مناسب، ٤) استخراج اطلاعات مقاله، ٥) تجزیه‌وتحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی، ٦) کنترل کیفیت و ۷) ارائه یافته‌ها. بر این اساس مراحل پیاده‌سازی داده‌های پژوهش با روش فراترکیب در پاسخ به دو پرسش مطرح‌شده مورد مطالعه، شرح داده می‌شود.

مرحله اول: تنظیم سوال پژوهش

جهت تنظیم سوال پژوهش از پارامترهای مختلفی چون جامعه مورد مطالعه، چه چیزی، چه موقع و چگونگی روش استفاده می‌شود. در این پژوهش، دو پرسش مطرح‌شده مورد کنکاش قرار گرفته است:

۱- ویژگی‌های مهارت تفکر محاسباتی چیست؟

۲- مولفه‌های تفکر محاسباتی به‌عنوان یکی از مهارت‌های اساسی یادگیری، در دوره ابتدایی چیست؟

مرحله دوم: مروری نظام‌مند بر ادبیات تحقیق

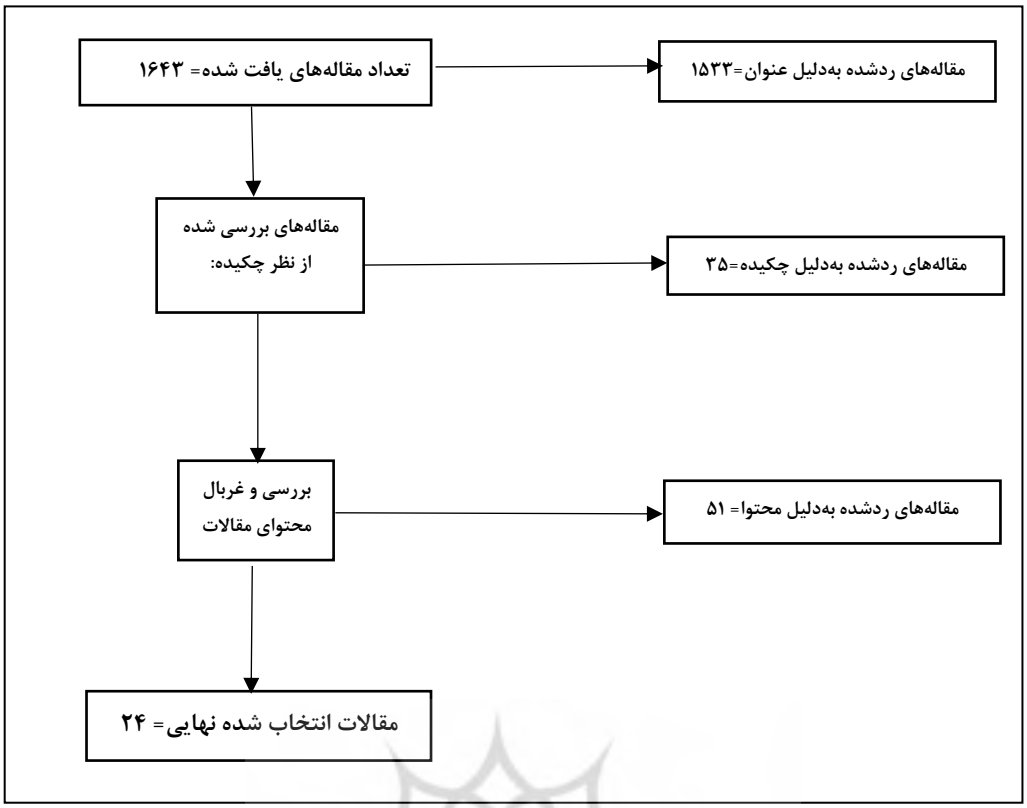
در این مرحله، محقق جستجوی نظام‌مند خود را بر مقالات منتشرشده در مجلات مختلف، متمرکز کرده و واژه‌های کلیدی مرتبط را انتخاب می‌کند. به‌منظور پاسخ‌گویی به سوالات مطرح‌شده در مرحله اول اجرای فراترکیب، محقق با استفاده از کلیدواژه‌هایی چون: تفکر[۱]، مهارت‌های تفکر[۲]، تفکر محاسباتی[۳]، تفکر محاسباتی در دبستان[٤]، در پایگاه‌های دادهٔ سیویلیکا[٥]، سید[٦]، مگ‌ایران[۷]، اسکوپوس[۸]، ساینس‌دایرکت[۹] و انستیتوی مهندسان برق و الکترونیک [۱۰]، بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱، مقالات مرتبط را بررسی کرده است.

مرحله سوم: جستجو و انتخاب مقاله‌های مناسب

در فرایند جستجو، پژوهشگر مشخص می‌کند که آیا مقالات یافت‌شده، متناسب با سوال پژوهش است یا خیر؟ بدین منظور مقالات منتخب چندین بار مورد بازبینی قرار گرفته و در هر بازبینی، محقق تعدادی از مقالات را رد می‌کند. ابزاری که معمولا برای ارزیابی کیفیت مطالعه اولیه پژوهش کیفی مورد استفاده قرار می‌گیرد روش ارزیابی حیاتی[11] است. براساس شاخص ارزیابی حیاتی، اهداف، منطق و طرح پژوهش، همچنین نمونه‌برداری، جمع‌آوری داده‌ها، انعکاس‌پذیری، ملاحظات اخلاقی، دقت در تجزیه‌وتحلیل، بیان روشن یافته‌ها و ارزش پژوهش، مورد بررسی قرار می‌گیرد (Ghasemi & Raeiyatpishe, 2015). روش ارزیابی حیاتی در شکل ۱ نشان داده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1]. thinking
[2]. thinking skills
[3]. computational thinking
[4]. computational thinking in elementary school
[5]. Civilica
[6]. Sid
[7]. Magiran
[8]. Scopus
[9]. Science direct
[10]. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
[11]. Critical Appraisal Skills Program (CASP)



شکل ۱. فرایند بازبینی برای انتخاب مقاله‌های مورد نظر (روش ارزیابی حیاتی)

مرحله چهارم: استخراج اطلاعات مقاله‌ها

در سرتاسر روش فراترکیب، محقق به‌طور پیوسته، مقالات انتخابی را به‌منظور دستیابی به یافته‌هایی که در آن‌ها مطالعه‌های اصلی و اولیه انجام می‌شوند، چندین بار مرور می‌کند. در این مرحله از روش فراترکیب، مقاله‌های نهایی به روش تحلیل محتوا مطالعه شدند. تحلیل محتوا، مطالعه دقیق منابع و اسناد است. این روش برای بررسی محتوای آشکار (معنای سطحی متن) و همچنین لایه‌های عمیق‌تر پنهان در اسناد و مطالعه و تجزیه‌وتحلیل روابط به شیوه نظام‌دار، عینی و کمّی به‌کار می‌رود (Kerlinger, 1986, as cited in Jabarzadeh & Sepehri, 2015). در این مرحله مقاله‌ها براساس موضوع مطالعه دسته‌بندی شده و برای عوامل استخراج‌شده یک کد اختصاص یافت و براساس نویسنده و سال انتشار مشخص شدند.

مرحله پنجم: تجزیه‌وتحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی

هدف روش فراترکیب، ایجاد تفسیر یکپارچه و جدیدی از یافته‌هاست. این روش جهت شفاف‌سازی مفاهیم، الگوها و نتایج، با استفاده از پالایش دانش موجود و ظهور مدل‌های عملیاتی و نظریه پذیرفته‌شده است (Finfgeld, 2003). بررسی موضوعی در فراترکیب، عبارت است از جستجوی موضوعاتی توسط پژوهشگر که در میان مطالعه‌های موجود در فراترکیب، در طول تجزیه‌وتحلیل پدیدار شده‌اند. بعد از شناسایی و مشخص‌شدن موضوع‌ها، فرد بررسی‌کننده، طبقه‌بندی‌هایی را شکل

داده و طبقه‌بندی‌های مشابه و مربوط را در موضوعی قرار می‌دهد که آن را به بهترین گونه توصیف می‌کند. موضوعات، اساس و پایه‌ای را برای ایجاد، توضیحات، مدل‌ها، نظریه‌ها یا فرضیات کاری ارائه می‌دهند (Sandelowski & Barroso, 2006). در این پژوهش پس از استخراج کدهای اولیه از متن مقاله‌ها که در مرحله چهارم انجام شد (کدگذاری مرتبه اول)، دوباره کدگذاری دیگری صورت گرفت که مفاهیم یا همان ابعاد را شکل می‌داد و در نهایت بر مفاهیم نیز کدگذاری دیگری صورت گرفت تا مقوله‌ها شناسایی شوند (Jabarzadeh & Sepehri, 2016). در این پژوهش ملاک کدگذاری تمرکز بر روابط بین کدهاست. نتایج این طبقه‌بندی در جدول ۱ نشان داده شده است.

مرحله ششم: کنترل کیفیت

در مرحله ششم، جهت حفظ کیفیت در سرتاسر پژوهش، محقق تلاش کرد با فراهم کردن توضیحات روشن گزینه‌های موجود در پژوهش، گام‌های لازم را بردارد. همچنین پژوهشگر، راهکارهای جستجوی دستی و الکترونیکی مقالات را به کار گرفت و سپس، روش‌های کنترل کیفیت استفاده‌شده در مطالعه‌های تحقیق کیفی اصلی را به کار برد. در این مرحله جهت ارزیابی کیفیت، نتایج در اختیار یکی از خبرگان قرار گرفته تا به‌وسیلهٔ شاخص کاپا[1]، مورد بررسی قرار گیرد.

مرحله هفتم: ارائه یافته‌ها

در مرحله هفتم با توجه به مرحله سنتزپژوهی با مرور داده‌ها و کدگذاری‌ها در بخش فرآورده‌های سنتزپژوهی یافته‌های مراحل قبل ارائه شده است. لازم به ذکر است جهت اعتباریابی الگوی پژوهش از روش نظرسنجی استفاده شد. بدین صورت که مولفه‌ها و ویژگی‌های ارائه‌شده در اختیار دو نفر از اساتید متخصص حوزه برنامه‌ریزی درسی آموزش‌عالی قرار گرفت که در نهایت بعد از جمع‌آوری فرم پیش‌نویس نظرسنجی مشخص گردید متخصصان مولفه‌ها و ویژگی‌های مهارت تفکر محاسباتی را مثبت ارزیابی کردند.

یافته‌ها

همان‌گونه که در قسمت روش‌شناسی بیان شد به‌منظور ارائه یافته‌ها از چهارچوب مراحل هفت‌گانه Sandelowski and Barroso (2006) استفاده شد. بنابراین در ادامه به نتایج حاصل از اجرای گام‌های هفت‌گانه متناسب با هر کدام از سوالات پژوهش پرداخته می‌شود:

پاسخ سوال اول پژوهش: ویژگی‌های مهارت تفکر محاسباتی چیست؟

با توجه به معیارهایی که در گام چهارم پژوهش مطرح شد، با تحلیل منابع پژوهشی، ویژگی‌های تفکر محاسباتی در قالب کدهایی استخراج شد. در ادامه کدهای مشابه دسته‌بندی و در ۱۹ طبقه به‌عنوان ویژگی‌های تفکر محاسباتی قرار گرفتند. در جدول ۱ نتایج مربوط به استخراج یافته‌های

[1]. Kappa

مربوط به این گام با توجه به سوال اول نشان داده شده است. در این جدول در ستون اول کدهای مربوط به هر طبقه و در ستون دوم مرجع استخراج کد ذکر شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های مهارت تفکر محاسباتی

ردیف	کدهای استخراج شده	منابع استخراج کدها
۱	رفع کننده چالش‌ها و حل مسائل دشوار/ فرایندی ذهنی جهت حل مشکلات و ترغیب افراد به انجام آن/ یک فرایند حل مسئله و درگیر شدن در آن/ استفاده از تفکر محاسباتی جهت عملی کردن ایده‌ها و حل مشکلات به‌وسیلهٔ فرایندهای فنی/ یک توانایی ذهنی و راهبردی عمومی جهت ایجاد یک راه‌حل محاسباتی و قابل استفاده برای حل مسئله/ مجموعه‌ای از قوانین جهت یافتن راه‌حل و حل مشکلات به‌صورت گروهی/ فرایندهای فکری مربوط به فرموله‌سازی مسئله و بیان راه‌حل‌های آن همانند یک کامپیوتر و ماشین (به‌صورت الگوریتمی یا بدون کمک کامپیوتر)/ یک مهارت بنیادی تفکر تحلیلی و حل مسئله جهت مقابله با مسائل زندگی روزمره، تحصیل یا کار/ یک فرایند تفکر، یک مجموعه مهارت و یک فرایند حل مسئله جهت حل مشکلات/ طراحی و درک به روشی معنادار برای محاسبات/ استفاده از تفکر مهندسی برای حل مشکلات و طراحی سیستم‌ها/ حل مشکلات، طراحی سیستم‌ها و درک رفتار انسان با استفاده از مفاهیم بنیادی علوم کامپیوتر/ حل مشکلات ازطریق راه‌حل‌ها و ابزارهای محاسباتی (یادگیری کار با ابزارهای محاسباتی در دوره ابتدایی)/ تغییر طرز فکر دانش‌آموزان و حل مشکلات دنیای واقعی و پرورش توانایی حل مسئله با ایجاد روش‌های نوآورانه/ توسعه تفکر محاسباتی برای دانش‌آموزان از رویکردهای حل مسئله است/ پیدا کردن راه‌حل برای هر مسئله خاصی از رشته‌های مختلف ازجمله علوم انسانی، ریاضیات و علوم یا ادغام با سایر رشته‌ها/ یک تکنیک حل مسئله و دارای حوزه کاربرد گسترده و شامل چندین مهارت شناختی/ حل مشکلات در طیف وسیعی از رشته‌ها و زمینه‌ها و استفاده از محاسبات جهت حل مسائل	Aydeniz (2018); Brackmann et al. (2017); Caballero-Gonzalez et al. (2019); Carlborg et al. (2019); Cansu & Cansu (2019); Chiazzese et al. (2018); Chou (2020); Curasma & Curasma (2020); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Ehsan & Cardella (2017); Fagerlund et al. (2021); Hynes et al. (2016); Irgens et al. (2020); Kong et al. (2018); Malva et al. (2020); Muñoz et al. (2019); Nicastro et al., (2018); Ríos Félix et al. (2020); Shen et al. (2022); Tasso et al. (2019); Yuliana et al. (2019).
۲	فرایندهای ذهنی حل مسئله و عملیاتی ناشی از مهارت‌های علوم کامپیوتر/ درک، ایجاد و مدیریت محیط‌های کامپیوتری و محتوای دیجیتالی موجود/ اصطلاحی آشنا در آموزش علوم کامپیوتر و راهی برای ورود به آن ازطریق ریاضیات جهت توسعه استدلال منطقی یا انتزاع/ از صلاحیت‌های سواد فناوری جهت تقویت مهارت‌های دیجیتالی/ طراحی سیستم‌ها، درک رفتار انسان و حل مشکلات با استفاده از مفاهیم اساسی علوم کامپیوتر/ یک جریان آموزشی در زمینه سواد فناوری/ ارتباط مداوم با علوم کامپیوتر و برنامه‌نویسی و تشویق دانش‌آموزان به استفاده از کامپیوتر و کار جمعی/ تعمیق‌بخشی به قابلیت‌های تفکر محاسباتی با استفاده از کامپیوتر / یک توانایی شناختی استفاده از فرایند استدلال علوم کامپیوتر و مفاهیم جهت حل مشکلات روزمره زندگی/ علوم کامپیوتر بارزترین ابزار آموزش مهارت تفکر محاسباتی/ یک مهارت مهم به‌عنوان سواد دیجیتال/ رکن اصلی توسعه برنامه‌های درسی علوم کامپیوتر/ درک کاربرد کامپیوتر در حل مشکلات و دارای سابقه طولانی در علوم کامپیوتر/ آماده‌سازی برای اشتغال در آینده و پر کردن خلاهای آی‌سی‌تی[1] و آی‌تی[2]/ یادگیری ازطریق فعالیت‌های کامپیوتری مبتنی‌بر برنامه‌نویسی/ استفاده از عبارت علوم کامپیوتر و تفکر محاسباتی به‌جای یکدیگر/ فرایند شناخت جنبه‌های محاسبات و استفاده از ابزارها و تکنیک‌های علوم کامپیوتر جهت درک و به‌کارگیری اصول و مفاهیم اساسی آن ازجمله انتزاع، منطق، الگوریتم‌ها و نمایش داده‌ها	Aydeniz (2018); Brackmann et al. (2017); Caballero-Gonzalez et al. (2019); Cansu & Cansu (2019); Carlborg et al. (2019); Chiazzese et al. (2018); Curasma & Curasma (2020); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Fagerlund et al. (2021); Irgens et al. (2020); Kong et al. (2018); Malva et al. (2020); Muñoz et al. (2019); Nicastro et al. (2018); Ríos Félix et al. (2020); Shen et al. (2022); Tasso et al. (2019); Yuliana et al. (2019).

[1]. Information and Communications Technology (ICT)
[2]. Information technology (IT)

۳	افزایش مهارت تعامل اجتماعی/ پرورش مهارت‌های شناختی، فنی و اجتماعی/ توسعه صلاحیت‌های تفکر محاسباتی در تعامل با بزرگ‌سالان و محیط خارج از مدرسه/ پرورش قدرت تفکر محاسباتی حین انجام کارهای مهندسی توسط خانواده/ توسعه مهارت‌های محاسباتی و اجتماعی/ ایجاد محیط یادگیری مناسب و کسب مهارت‌های جدید (ازجمله افزایش خلاقیت، همکاری، کار گروهی، هدایت خود، مهارت‌های ارتباطی، مهارت‌های اجتماعی و بین‌فرهنگی و مسئولیت اجتماعی) ازطریق ادغام رباتیک با برنامه درسی/ ایجاد، اشتراک‌گذاری و استفاده از منابع دیجیتال و افزایش مهارت‌های اجتماعی (ازطریق برنامه‌نویسی)/ درک دانش‌آموزان از خود، روابط آن‌ها با دیگران و دنیای فناوری اطراف آن‌ها	Caballero-Gonzalez et al. (2019); Chiazzese et al. (2018); Chou (2020); Ehsan & Cardella (2017); Lee et al. (2014); Muñoz et al. (2019); Stewart et al. (2021).
٤	یادگیری ازطریق تمرکز بر بازی‌های اجتماعی/ نمایش الگوهای پیچیده تفکر محاسباتی در بازی توسط کودکان/ همراهی ویژگی‌های مختلف مهارت تفکر محاسباتی با فعالیت‌های مختلف بازی/ تبدیل دانش ضمنی مربوط به بازی به منطق رسمی (یک روش معمول یادگیری مهارت‌های تفکر محاسباتی)/ افزایش مهارت تفکر الگوریتمی حین بازی/ کشف راه‌حل چالش‌ها در یک محیط بازی/ تقویت دانش نظری تفکر محاسباتی توسط بازی و افزایش انگیزه دانش‌آموزان/ بهبود دانش انتزاعی و نظری تفکر محاسباتی ازطریق بازی/ فراهم کردن فرصت گسترش مهارت‌های تفکر محاسباتی ازطریق بازی/ ایجاد فرصت برای تمرین دانش مفهومی ازطریق بازی جهت آموزش مهارت‌های تفکر محاسباتی / درک دیدگاه خردسالان از ماهیت تفکر محاسباتی توسط درگیرکردن اعضای خانواده و آنان توسط فعالیت‌های مهندسی مبتنی‌بر بازی	Ehsan & Cardella (2017); Lee et al. (2014); Malva et al. (2020); Shen et al. (2022).
٥	ابزار رشد خلاقیت دانش‌آموزان/ تقویت خلاقیت دانش‌آموزان ازطریق یک محیط مناسب برنامه‌نویسی/ تفکر محاسباتی به عادات ذهنی اشاره دارد که به‌وسیلهٔ آن زبان‌آموزان قدرت کنجکاوی، تخیل و خلاقیت انسان را با توانایی ماشین‌های هوشمند برای مدل‌سازی پدیده‌های طبیعی، سیستم‌های طراحی یا حل مشکلات پیچیده با استفاده از داده‌ها و استدلال ابتکاری علمی ترکیب می‌کنند.	Aydeniz (2018); Kong et al. (2018).
٦	تقویت حوزه‌های دانش اس‌تی‌ای‌ام[1] (علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی)/ شکل‌دهی نگرش دانش‌آموزان نسبت به اس‌تی‌ای‌ام و محاسبات/ بخشی جدایی‌ناپذیر از علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی (ادغام با علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی)/ ادغام تفکر محاسباتی در برنامه درسی علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی / تاکید بر ادغام تفکر محاسباتی در برنامه‌های آموزشی/ آشنایی و یادگیری رشته‌های مرتبط با اس‌تی‌ای‌ام ازطریق آموزش رباتیک در کودکی/ تاثیر کیت‌های ساده آموزشی رباتیک در تحریک و علاقه کودکان به رشته‌های علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی همراه با توانایی حل مسئله، یادگیری رشته‌های علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی و توسعه مهارت‌های تفکر محاسباتی ازطریق سیستم ساخت لگو[2]/ ضرورت ادغام اس‌تی‌ای‌ام و تفکر محاسباتی/ ادغام مفاهیم تفکر محاسباتی در برنامه درسی	Aydeniz (2018); Caballero-González et al. (2019); Chiazzese et al. (2018); Fagerlund et al. (2021); Hynes et al. (2016); Irgens et al. (2020); Malva et al. (2020); Shen et al. (2022); Stewart et al. (2021).
۷	توانایی تجزیه‌وتحلیل، مهارت تفکر تحلیلی، اساسی و مفید، تقسیم مسئله به قطعات کوچک‌تر/ افزایش توانایی تحلیل کودک/ تجزیه مسئله، ایجاد یک روش حل الگوریتمی و ساختاری/ مهارتی جهت تجزیه مشکلات بزرگ به مشکلات کوچک، بهبود مهارت‌های تحلیلی کودک، تجزیه یک مسئله به بخش‌های کوچک‌تر ازطریق یک روش الگوریتمی/ تفکر محاسباتی ویژگی‌های کلی تحلیلی را با تفکر ریاضی، تفکر مهندسی و تفکر علمی به اشتراک می‌گذارد	Chou (2020); Curasma & Curasma (2020); Malva et al. (2020); Nicastro et al. (2018); Tasso et al. (2019).

[1]. Science, Technology, Engineering & Math (STEM)
[2]. lego

۸	زبان‌های برنامه‌نویسی بصری ابزاری برای آموزش تفکر محاسباتی / ارتقا و توسعه آن و ایجاد یادگیری معنی‌دار با استفاده از برنامه‌نویسی ملموس ازطریق ربات‌های آموزشی/ یادگیری و توسعه تفکر محاسباتی ازطریق محیط‌های برنامه‌نویسی/ انتقال مفاهیم تفکر محاسباتی ازطریق فعالیت نت‌نویسی با بلوک لگو/ تحت‌تاثیر رویکرد آموزش مفاهیم برنامه‌نویسی مانند: ساختار آموزشی، متغیرها، تکرارها، داده‌ها/ تلاش تفکر محاسباتی جهت آموزش پایه‌های محکم مرتبط با برنامه‌نویسی/ ایجاد تاثیر مثبت بر توانایی حل مسئله دانش‌آموزان (در نتیجه آموزش برنامه‌نویسی)/ استفاده معلمان از زبان‌های برنامه‌نویسی بصری به‌عنوان ابزار کدگذاری برای آموزش تفکر محاسباتی / روش‌های ارائه دستورالعمل تفکر محاسباتی را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد: آموزش فقط با زبان برنامه‌نویسی، آموزش با زبان برنامه‌نویسی همراه با رباتیک آموزشی و آموزش با زبان برنامه‌نویسی همراه با دستگاه‌های الکترونیکی/ استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی بصری برای توسعه مهارت‌های تفکر محاسباتی دانش‌آموزان، یک راهبرد یادگیری کارآمد در آموزش ابتدایی	Aydeniz (2018); Caballero-Gonzalez et al. (2019); Cansu & Cansu (2019); Chiazzese et al. (2018); Chou (2020); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Fagerlund et al. (2021); Kong et al. (2018); Lee et al. (2014); Malva et al. (2020); Ríos Félix et al. (2020); Shen et al. (2022); Stewart et al. (2021); Waterman et al. (2020).
۹	تجهیز دانش‌آموزان به درک و تغییر جهان/ آموزش مغز جهت تفکر منطقی، ساختاریافته و خلاق (جهت ایجاد ظرفیت شناختی و شکل‌گیری شخصیت در آینده)/ فعالیت‌های مبتنی‌بر تفکر محاسباتی اساساً به‌منظور بهبود مهارت‌های شناختی و پشتیبانی از فرایندهای آموزش و یادگیری در افراد/ افزایش رشد فکری کودکان/ شناسایی نحوه استفاده از واژگان انتزاعی و حرکت بین آن‌ها/ یک توانایی شناختی/ یادگیری ازطریق ساختن/ استفاده از انتزاع جهت تعمیم راه‌حل‌ها برای حل مشکلات مشابه/ بهبودبخشی الگوهای انتزاعی و توانایی تصمیم‌گیری به‌وسیله طراحی پاسخ برای چالش‌ها/ مجموعه‌ای از الگوهای تفکر (شامل درک مشکلات به‌صورت مناسب، استدلال در چندین سطح انتزاع و توسعه راه‌حل‌های خودکار)	Caballero-Gonzalez et al. (2019); Cansu & Cansu (2019); Curasma & Curasma (2020); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Lee et al. (2014); Malva et al. (2020); Nicastro et al. (2018); Yuliana et al. (2019).
۱۰	تقویت ازطریق فعالیت حل مسئله و چالش‌های برنامه‌نویسی با رباتیک آموزشی، تقویت فرایندهای ذهنی تفکر انتقادی و موقعیت مکانی توسط رباتیک/ ایجاد مهارت‌های تفکر محاسباتی ازطریق رباتیک جهت حل مشکلات برنامه‌نویسی و استدلال روزمره/ افزایش مهارت تفکر محاسباتی هنگام کدگذاری رباتیک/ ارتقا مهارت تفکر مشارکتی ازطریق فعالیت‌های رباتیک/ تقویت و پشتیبانی مهارت‌های شناختی و توسعه دانش محتوایی دانش‌آموزان ازطریق رباتیک آموزشی/ تاثیر مثبت مصنوعات رباتیک برنامه‌نویسی در کسب مهارت‌های تفکر محاسباتی/ تقویت مهارت تفکر محاسباتی ازطریق رباتیک آموزشی/ توسعه صلاحیت دانش‌آموزان ازطریق تکرار، اشکال‌زدایی و بازخورد هنگام کدگذاری برای رباتیک	Caballero-Gonzalez et al. (2019); Chiazzese et al. (2018); Shen et al. (2022); Stewart et al. (2021).
۱۱	قابلیت یادگیری در دوران کودکی/ توسعه و یادگیری در دوره ابتدایی/ استفاده موفقیت‌آمیز از ابزارهای تفکر محاسباتی توسط کودکان دبستانی/ لزوم یادگیری در دوره ابتدایی (سال‌های اول تحصیل)/ یادگیری مهارت‌های تفکر محاسباتی و رباتیک از ٤ سالگی	Aydeniz (2018); Caballero-Gonzalez et al. (2019); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Lee et al. (2014); Malva et al. (2020); Stewart et al. (2021).
۱۲	درک چگونگی تاثیر محاسبات بر جهان/ تاکید بر قابلیت‌های آن ازطریق ترکیبی از محاسبات هندسی، هندسه و فضا، رمزنگاری و مسائل مربوط به کاربرد زبان/ معرفی محاسبات/ متکی به ابزارهای محاسباتی/ توانایی قابل توجه دانش‌آموزان در درک مفهوم محاسبات، جهت آموزش تفکر محاسباتی در سایر رشته‌ها/ تفکر محاسباتی فرایند شناخت جنبه‌های محاسبات در جهانی که ما را احاطه کرده/ تفکر محاسباتی اصطلاحی چتری است که یک بنیاد فکری لازم برای درک دنیای محاسبات و به‌کارگیری مهارت‌های حل مسئله چند بعدی در داخل و میان رشته‌ها را در بر می‌گیرد/ استفاده از مفاهیم انضباطی و مدل‌های اصلی علوم کامپیوتر و استفاده از قدرت محاسبات	Aydeniz (2018); Cansu & Cansu (2019); Carlborg et al. (2019); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Fagerlund et al. (2021); Nicastro et al. (2018); Yuliana et al. (2019).

۱۳	یک مهارت اساسی و حیاتی جهت یادگیری / به‌عنوان هدف مهم یادگیری در آموزش/ یک مهارت بنیادی (نیازمند یادگیری ریاضیات و سواد پایه)/ تلقی به‌عنوان مهارت ضروری و مورد نیاز شهروندان دیجیتال/ یک مهارت کلیدی در دنیای دیجیتال/ یک توانایی اساسی و ضروری برای همه افراد در آینده/ تفکر محاسباتی به‌عنوان مجموعه‌ای از مهارت‌ها و دانش‌های عرضی برای همه لازم است	Chou (2020); Curasma & Curasma (2020); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Fagerlund et al. (2021); Irgens et al. (2020); Lee et al. (2014); Malva et al. (2020); Muñoz et al. (2019); Nicastro et al. (2018); Shen et al. (2022); Yuliana et al. (2019).
۱٤	مهندسی، کانون تفکر محاسباتی برای آموزش مقدماتی/ متصل به تفکر مهندسی/ فرایند برنامه‌ریزی، هم‌پوشانی با تفکر ریاضی و تفکر مهندسی/ دارای عناصر مشترک با تفکر ریاضی، تفکر مهندسی و تفکر طراحی/ مهم برای حل مسئله مهندسی و عادت‌های مهندسی ذهن/ هم‌پوشانی بین تفکر مهندسی و تفکر محاسباتی/ ترکیب تفکر مهندسی و تفکر ریاضی توسط تفکر محاسباتی / یکی از اصلی‌ترین اقدامات علمی و مهندسی/ آموزش ریاضیات با هدف توسعه تفکر محاسباتی	Ehsan & Cardella (2017); Hynes et al. (2016); Ríos Félix et al. (2020); Shen et al. (2022).
۱۵	عملکرد بهتر دانش‌آموزان و درک موثرتر مفاهیم آموزش داده‌شده/ بهبود رویکرد آموزشی ازطریق سواد دیجیتال در مدارس ابتدایی/ بهبود فرایند یادگیری و روش‌های حل مسئله ازطریق کسب مهارت‌های دیجیتال (مبتنی‌بر دو سناریوی حل مسئله و رویکرد خلاقانه)/ به‌کارگیری راهبردهای یادگیری متفاوت	Curasma & Curasma (2020); Stewart et al. (2021); Tasso et al. (2019).
۱٦	یک زمینه و پتانسیل حمایت از توسعه فردی و اجتماعی در جهان با سرعت بالای پیشرفت و تامین منافع اقتصادی/ افزایش مهارت اقتصادی و تربیت شهروندی	Aydeniz (2018); Cansu & Cansu (2019).
۱۷	اولین گام فرایند تفکر محاسباتی خواندن داستان/ توسعه یادگیری تفکر محاسباتی ازطریق داستان‌سرایی/ پرورش تفکر محاسباتی ازطریق قصه‌گویی دیجیتال با هدف حل مسئله و رویکرد خلاقانه	Caballero-Gonzalez et al. (2019); Tasso et al. (2019).
۱۸	قابل کسب و یادگیری بدون برنامه‌نویسی/ مفهومی گسترده‌تر از برنامه‌نویسی و کدگذاری/ یادگیری بدون برنامه‌نویسی سنتی/ یادگیری مفاهیم تفکر محاسباتی بدون نیاز به دستگاه‌های الکترونیکی/ استفاده از فعالیت‌های آنپلاگد[1] جهت آموزش مهارت‌های تفکر محاسباتی (عدم‌استفاده از ابزارهای دیجیتال در توسعه مهارت‌های تفکر محاسباتی شامل: بازی‌های منطقی، کارت‌ها، رشته‌ها) یا حرکات فیزیکی به‌کاررفته برای نمایش و درک مفاهیم علوم کامپیوتر، مانند الگوریتم‌ها یا انتقال داده/ فعالیت‌های آنپلاگد فاقد زیرساخت فناوری (استفاده از این نوع فعالیت‌ها نیز موجب پرورش مهارت‌های تفکر محاسباتی می‌شود)/ تسهیل فرایندهای حل مشکلات روزانه بدون استفاده از کامپیوتر	Brackmann et al. (2017); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Ehsan & Cardella (2017); Hynes et al. (2016); Lee et al. (2014); Ríos Félix et al. (2020).
۱۹	اجرای شبیه‌سازی/ پیشرفت علم ازطریق شبیه‌سازی	Aydeniz (2018); Curasma & Curasma (2020).

همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد، در پاسخ به سوال اول پژوهش مبنی بر بررسی ویژگی‌های مهارت تفکر محاسباتی، با تحلیل و بررسی منابع کمّی و کیفی و استخراج کدها از این منابع، ویژگی‌های این مهارت در نوزده طبقه کلی دسته‌بندی شدند. این ویژگی‌ها شامل: فرایند حل مسئله؛ فرایند ذهنی مشتق‌شده از علوم کامپیوتر؛ موثر در پرورش مهارت شناختی، فنی و اجتماعی؛ یادگیری و پرورش آن ازطریق تمرکز بر بازی‌های اجتماعی؛ ابزار رشد و تقویت خلاقیت دانش‌آموزان؛ ادغام اس‌تی‌ای‌ام، تفکر محاسباتی و مفاهیم آن در برنامه درسی؛ رشد و بهبود مهارت تفکر تحلیلی کودک؛ ارتقا و توسعه آن با استفاده از فعالیت‌های برنامه‌نویسی؛ پرورش، آموزش ذهن و شکل‌گیری

[1]. unplugged

شخصیت؛ تقویت مهارت‌های حل مسئله با استفاده از رباتیک آموزشی؛ قابلیت یادگیری در دوران کودکی؛ درک ابزارهای محاسباتی و مهارتی جهت درک تاثیر محاسبات بر جهان؛ یک مهارت اساسی و حیاتی در یادگیری؛ علم مهندسی؛ کانون تفکر محاسباتی؛ بهبود فرایند یادگیری ازطریق کسب مهارت‌های دیجیتال؛ حمایت از توسعه فردی و اجتماعی و افزایش مهارت اقتصادی و تربیت شهروندی؛ یادگیری ازطریق داستان‌سرایی دیجیتال؛ کسب یادگیری بدون استفاده از برنامه‌نویسی سنتی و استفاده از شبیه‌سازی است.

پاسخ سوال دوم پژوهش: مولفه‌های تفکر محاسباتی به‌عنوان یکی از مهارت‌های اساسی یادگیری، در دوره ابتدایی چیست؟

پس از استخراج کدها از مبانی نظری و پژوهشی به‌منظور پاسخ‌گویی به سوال دوم پژوهش (مولفه‌های تفکر محاسباتی)، محتوای منابع مجددا تحلیل و بررسی شد و پس از استخراج کدهای نهایی، کدگذاری دیگری صورت گرفت که مولفه‌ها را شکل داد. مبنای دسته‌بندی این کدها برحسب میزان تشابه کدهای مختلف با یکدیگر بوده است. در جدول ۲ نتایج استخراج یافته‌های مربوط به این گام (تحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی) با توجه به سوال اصلی پژوهش نشان داده شده است.

جدول ۲. مولفه‌های تفکر محاسباتی به‌عنوان یکی از مهارت‌های اساسی یادگیری

ردیف	مقوله‌ها	مولفه‌های تفکر محاسباتی: زیرمقوله‌ها	نمونه کد نهایی	منبع
۱	مهارت‌های شناختی	حل مسئله	مجموعه‌ای از قوانین و ترغیب افراد جهت یافتن راه‌حل و حل مشکلات/ عملی کردن ایده‌ها و حل مشکلات به‌صورت گروهی/ حل مسائل، تغییر طرز فکر دانش‌آموزان و تسهیل فرایندهای مشکلات/ مجموعه مهارت‌های مورد نیاز برای تبدیل مشکلات پیچیده و سازمان‌دهی‌نشده به مشکلات خوب سازمان‌دهی‌شده در دنیای واقعی/ فرایندهای فکری مربوط به فرموله‌سازی مسئله و بیان راه‌حل‌های آن/ توانایی ذهنی جهت ایجاد راه‌حل/ درگیری در فرایند حل مسئله و استفاده از ابزارهای محاسباتی جهت حل مشکل/ یک فرایند شناختی حل مسئله، ایجاد روش‌های نوآورانه جهت حل مسائل	Aydeniz (2018); Brackmann et al. (2017); Caballero-Gonzalez et al. (2019); Cansu & Cansu (2019); Carlborg et al. (2019); Chiazzese et al. (2018); Chou (2020); Curasma & Curasma (2020); n Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Ehsan & Cardella (2017); Fagerlund et al. (2021); Hynes et al. (2016); Irgens et al. (2020); Kong et al. (2018); Malva et al. (2020); Muñoz et al. (2019); Ríos Félix et al. (2020); Shen et al. (2022); Tasso et al. (2019); Yuliana et al. (2019).
		تجزیه‌وتحلیل	افزایش توانایی تجزیه‌وتحلیل در دانش‌آموز/ تجزیه مسئله به بخش‌های کوچک‌تر ازطریق یک روش الگوریتمی/ اشتراک ویژگی‌های تحلیل با تفکر ریاضی و تفکر مهندسی	Chou (2020); Curasma & Curasma (2020); Malva et al. (2020); Nicastro et al. (2018); Tasso et al. (2019).
		شکل‌گیری شخصیت	ایجاد مهارت‌های شناختی و شکل‌گیری شخصیت جهت درک و تغییر جهان	Caballero-Gonzalez et al. (2019); Cansu &

	تعمیم و انتزاع	استفاده از انتزاع جهت تعمیم راه‌حل‌ها برای حل مشکلات مشابه	Cansu (2019); Curasma & Curasma (2020); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Lee et al. (2014); Malva et al. (2020); Nicastro et al. (2018); Yuliana et al. (2019).
	ایجاد یادگیری معنی‌دار	افزایش رشد فکری و پیشتیبانی از فرایندهای آموزش و یادگیری در افراد/ یادگیری ازطریق ساختن	
	بهبود یادگیری	بهبود درک مفاهیم و عملکرد موثر در دانش‌آموزان ازطریق فناوری در مدارس/ بهبود فرایند یادگیری و روش‌های حل مسئله ازطریق کسب مهارت‌های دیجیتال (مبتنی‌بر دو سناریوی حل مسئله و رویکرد خلاقانه)/ به‌کارگیری راهبردهای یادگیری متفاوت	Curasma & Curasma (2020); Stewart et al. (2021); Tasso et al. (2019).
	رشد خلاقیت و ایجاد نوآوری	ابزار رشد خلاقیت دانش‌آموزان، تقویت خلاقیت دانش‌آموزان ازطریق یک محیط مناسب یادگیری/ ترکیب قدرت کنجکاوی، تخیل و خلاقیت با داده‌ها و استدلال ابتکاری علمی	Aydeniz (2018); Ehsan & Cardella (2017); Kong et al. (2018); Lee et al. (2014); Malva et al. (2020); Shen et al. (2022); Stewart et al. (2021).
	ادغام تفکر	تفکر مهندسی کانون تفکر محاسباتی/ ترکیب تفکر مهندسی و تفکر ریاضی توسط تفکر محاسباتی/ مهم برای حل مسئله مهندسی و عادت‌های مهندسی ذهن/ هم‌پوشانی با تفکر ریاضی و دارای عناصر مشترک با تفکر ریاضی، تفکر مهندسی و تفکر طراحی/ از اقدامات مهندسی آموزش ریاضیات با هدف توسعه تفکر محاسباتی	Ehsan & Cardella (2017); Hynes et al. (2016); Ríos Félix et al. (2020); Shen et al. (2022).
	یادگیری تفکر محاسباتی به‌صورت سنتی	کسب مهارت‌های تفکر محاسباتی بدون نیاز به برنامه‌نویسی و کدگذاری/ یادگیری مفاهیم تفکر محاسباتی بدون نیاز به دستگاه‌های الکترونیکی/ استفاده از مهارت‌های زیرساخت فناوری جهت کسب مهارت‌های تفکر محاسباتی/ تسهیل فرایندهای حل مشکلات روزانه بدون استفاده از کامپیوتر	Brackmann et al. (2017); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Ehsan & Cardella (2017); Hynes et al. (2016); Lee et al. (2014); Ríos Félix et al. (2020).
۲	**مهارت‌های ارتباطی و اطلاعاتی (فناوری)**	علوم کامپیوتر	عملیات و فرایندهای ذهنی حل مسئله مشتق‌شده از علوم کامپیوتر	Aydeniz (2018); Brackmann et al. (2017); Caballero-Gonzalez et al. (2019); Cansu & Cansu (2019); Carlborg et al. (2019); Chiazzese et al. (2018); Curasma & Curasma (2020); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Fagerlund et al. (2021); Irgens et al. (2020); Kong et al. (2018); Malva et al. (2020); Muñoz et al. (2019); Nicastro et al. (2018); Ríos Félix et al. (2020); Shen et al. (2022); Tasso et al. (2019); Yuliana et al. (2019).
		فناوری اطلاعات و ارتباطات	علوم کامپیوتر بارزترین ابزار آموزش مهارت تفکر محاسباتی و رکن اصلی توسعه برنامه‌های درسی علوم کامپیوتر	
		سواد دیجیتال	یک مهارت مهم به‌عنوان سواد دیجیتال	
		طراحی سیستم و درک رفتار انسان	طراحی سیستم‌ها و درک رفتار انسان با استفاده از مفاهیم اساسی علوم کامپیوتر	
		کار با کامپیوتر و انجام کار گروهی	تقویت مهارت‌های دیجیتالی و تشویق دانش‌آموزان به استفاده از کامپیوتر و کارگروهی	
		برنامه‌نویسی	زبان‌های برنامه‌نویسی ابزاری برای آموزش تفکر محاسباتی/ برنامه‌نویسی توسط ربات‌های آموزشی جهت ایجاد یادگیری	Aydeniz (2018); Caballero-Gonzalez et al. (2019); Cansu & Cansu (2019); Chiazzese

	معنی‌دار و کسب مهارت تفکر محاسباتی/ مهارت تفکر محاسباتی زیرمجموعه زبان‌های برنامه‌نویسی/ تسهیل در یادگیری ازطریق مهارت برنامه‌نویسی/ انتقال و توسعه مهارت‌های تفکر محاسباتی ازطریق محیط‌های برنامه‌نویسی/ تقویت توانایی حل مسئله دانش‌آموزان و ایجاد تاثیر مثبت بر آن (در نتیجه آموزش برنامه‌نویسی)/ تاثیر مثبت زبان‌های برنامه‌نویسی بصری در دانش‌آموزان ابتدایی جهت کسب مهارت تفکر محاسباتی / استفاده معلمان از زبان‌های برنامه‌نویسی بصری به‌عنوان ابزار کدگذاری برای آموزش تفکر محاسباتی/ روش‌های ارائه دستورالعمل تفکر محاسباتی به سه صورت: ارائه دستورالعمل‌های تفکر محاسباتی ازطریق زبان برنامه‌نویسی، ازطریق زبان برنامه‌نویسی همراه با رباتیک آموزشی و ازطریق زبان برنامه‌نویسی همراه با دستگاه‌های الکترونیکی/ تاثیر رویکرد مفاهیم برنامه‌نویسی بر مفاهیم تفکر محاسباتی مانند: ساختار آموزشی، متغیرها، تکرارها، داده‌ها/ پرورش و یادگیری مهارت تفکر محاسباتی ازطریق فعالیت در محیط‌های برنامه‌نویسی	et al. (2018); Chou (2020); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Fagerlund et al. (2021); Kong et al. (2018); Lee et al. (2014); Malva et al. (2020); Ríos Félix et al. (2020); Shen et al. (2022); Stewart et al. (2021); Waterman et al. (2020).
برنامه‌نویسی با استفاده از رباتیک	تقویت و ایجاد مهارت‌های تفکر محاسباتی، فرایندهای ذهنی و تفکر انتقادی ازطریق فعالیت حل مسئله و برنامه‌نویسی با رباتیک/ افزایش و بهبود مهارت تفکر محاسباتی، ارتقا مهارت تفکر مشارکتی و تقویت مهارت‌های شناختی ازطریق برنامه‌نویسی با رباتیک آموزش/ افزایش صلاحیت و مهارت دانش‌آموزان ازطریق تکرار، عیب‌یابی و بازخورد حین کدگذاری رباتیک	Caballero-Gonzalezet et al. (2019); Chiazzese et al. (2018); Shen et al. (2022); Stewart et al. (2021).
پرورش مهارت‌های اجتماعی	افزایش مهارت تعامل اجتماعی به‌صورت گروهی و در تعامل با بزرگ‌سالان و محیط خارج از مدرسه/ پرورش مهارت‌های شناختی، فنی و اجتماعی، رشد اجتماعی/ کسب مهارت‌های جدید (افزایش خلاقیت، همکاری، کار گروهی، هدایت خود، مهارت‌های ارتباطی، مهارت‌های اجتماعی و بین‌فرهنگی و مسئولیت اجتماعی)/ پرورش قدرت تفکر محاسباتی حین انجام کارهای مهندسی توسط خانواده	Caballero-Gonzalezet et al. (2019); Chiazzese et al. (2018); Chou (2020); Ehsan & Cardella (2017); Lee et al. (2014); Muñoz et al. (2019); Stewart et al. (2021).
سرگرمی و انجام کار گروهی	کسب مهارت تفکر محاسباتی ازطریق بازی‌های اجتماعی/ افزایش مهارت تفکر الگوریتمی و نمایش الگوهای پیچیده تفکر محاسباتی در بازی/ روش معمول یادگیری مهارت تفکر محاسباتی، تبدیل دانش ضمنی مربوط به بازی به منطق رسمی	Ehsan & Cardella (2017), Lee et al. (2014); Malva et al. (2020); Shen et al. (2022).
تربیت شهروندی و توسعه شغلی	حمایت از توسعه فردی و اجتماعی جهت تامین منافع اقتصادی/ افزایش مهارت اقتصادی و تربیت شهروندی	Aydeniz (2018); Cansu & Cansu (2019).
یادگیری استفاده از ابزارهای محاسباتی	معرفی محاسبات و درک چگونگی تاثیر آن بر جهان/ تاکید بر قابلیت‌های تفکر محاسباتی ازطریق محاسبات/ متکی به ابزارهای محاسباتی	Aydeniz (2018); Cansu & Cansu (2019); Carlborg et al. (2019); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Fagerlund et al. (2021); Nicastro et al.

				(2018); Yuliana et al. (2019).
		داستان‌سرایی	اولین گام یادگیری فرایند تفکر محاسباتی خواندن داستان/ پرورش مهارت تفکر محاسباتی ازطریق قصه‌گویی دیجیتال با هدف حل مسئله و رویکرد خلاقانه	Caballero-Gonzalez et al. (2019); Tasso et al. (2019).
		جمع‌آوری داده‌ها ارزیابی اشکال‌زدایی داده‌ها مدل‌سازی شبیه‌سازی	دارای مفاهیم اساسی (ازجمله جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، نمایش داده‌ها، تجزیه مسئله، انتزاع، الگوریتم‌ها و رویه‌ها، اتوماسیون، موازی‌سازی و شبیه‌سازی)/ فرایندی برای تفکر و عمل (ازطریق مهارت‌هایی مانند تجزیه، انتزاع، تعمیم، طراحی الگوریتمی، عیب‌یابی و تکرار) ۱- فعالیت‌های عملی تفکر محاسباتی، تنظیم‌شده توسط انجمن بین‌المللی فناوری در آموزش[1] در سال ۲۰۱۱ شامل فرمول‌بندی، سازمان‌دهی، تجزیه‌وتحلیل، مدل‌سازی، انتزاع، تفکر الگوریتمی، اتوماسیون، کارایی، تعمیم، انتقال ۲- فعالیت‌های عملی تفکر محاسباتی، تنظیم‌شده توسط انجمن بین‌المللی فناوری در آموزش در سال ۲۰۱۵ شامل خلاقیت، تفکر الگوریتمی، تفکر انتقادی، حل مسئله، همکاری ۳- فعالیت‌های عملی تفکر محاسباتی، تنظیم‌شده توسط انجمن بین المللی فناوری در آموزش در سال ۲۰۱۶ شامل تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، تفکر انتزاعی، تفکر الگوریتمی، مدل‌سازی، نمایش داده‌ها، شکستن مشکلات به بخش‌های مجزا و اتوماسیون/ دارای مفاهیمی همچون: حلقه، متغیر و روش‌ها/ اشاره به مفاهیم اساسی یادگیری شامل: توالی‌ها، رویدادها، موازی‌سازی، شرطی‌ها، عملگرها و داده‌ها	Aydeniz (2018); Cansu & Cansu (2019); Chiazzese et al. (2018); Chou (2020); Djurdjevic-Pahl et al. (2016); Fagerlund et al. (2021); Kong et al. (2018); Nicastro et al. (2018); Ríos Félix et al. (2020); Shen et al. (2022); Waterman et al. (2020); Yuliana et al. (2019).
۳	**علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی**	علوم تکنولوژی مهندسی ریاضی	بخشی جدایی‌ناپذیر از علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی/ تقویت حوزه‌های دانش علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی و شکل‌دهی نگرش دانش‌آموزان نسبت به علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات/ ادغام تفکر محاسباتی در برنامه‌های درسی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی/ آشنایی با رشته‌های مرتبط با علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی ازطریق کسب مهارت تفکر محاسباتی توسط رباتیک در کودکی	Aydeniz (2018); Caballero-Gonzalez et al. (2019); Chiazzese et al. (2018); Fagerlund et al. (2021); Hynes et al. (2016); Irgens et al. (2020); Malva et al. (2020); Shen et al. (2022); Stewart et al. (2021).

پس از استخراج کدها و بیان ویژگی‌های مهارت تفکر محاسباتی در مرحله اول، در پاسخ به سوال دوم پژوهش، کدهای مشابه دسته‌بندی شده و مقوله‌های اصلی این مهارت در سه طبقه، دسته‌بندی شدند. این مقوله‌ها شامل: ۱) مهارت‌های شناختی (شامل زیرمقوله‌های حل مسئله، تجزیه‌وتحلیل، شکل‌گیری شخصیت، تعمیم و انتزاع، ایجاد یادگیری معنی‌دار، بهبود یادگیری، رشد

[1]. International Society for Technology in Education (ISTE)

خلاقیت و ایجاد نوآوری، ادغام تفکر، یادگیری تفکر محاسباتی به‌صورت سنتی)، ۲) مهارت‌های ارتباطی و اطلاعاتی (شامل زیرمقوله‌های علوم کامپیوتر، فناوری اطلاعات و ارتباطات، سواد دیجیتال، طراحی سیستم و درک رفتار انسان، کار با کامپیوتر و انجام کار گروهی، برنامه‌نویسی، برنامه‌نویسی با استفاده از رباتیک، پرورش مهارت‌های اجتماعی، سرگرمی و انجام کار گروهی، تربیت شهروندی و توسعه شغلی، یادگیری استفاده از ابزارهای محاسباتی، داستان‌سرایی، جمع‌آوری داده‌ها، ارزیابی، اشکال‌زدایی داده‌ها، مدل‌سازی، شبیه‌سازی) و ۳) علوم، تکنولوژی، مهندسی، ریاضی (شامل زیرمقوله‌های علوم، تکنولوژی، مهندسی، ریاضی) است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف معرفی تفکر محاسباتی، ویژگی‌ها و مولفه‌های آن و در پاسخ به دو پرسش مطرح‌شده چیستی ویژگی‌ها، قابلیت‌ها و مولفه‌های آن به‌عنوان یکی از مهارت‌های اساسی یادگیری، انجام شده است. با توجه به پژوهش‌های اندکی که در کشور ما در خصوص این نوع مهارت تفکر انجام گرفته است، هدف از این پژوهش معرفی ویژگی‌ها و مولفه‌های تفکر محاسباتی در دوره ابتدایی ازطریق تحلیل و بررسی پژوهش‌های کمّی و کیفی مختلف در سراسر دنیا بوده است. در این پژوهش با یک نگاه جامع و بهره‌گیری از رویکرد فراترکیب به استخراج مهم‌ترین مولفه‌ها و ویژگی‌های تفکر محاسباتی در دوره ابتدایی در قالب دو سوال پرداخته شده است. ابتدا مفاهیم مبانی نظری و پژوهشی مرتبط با مولفه‌ها و ویژگی‌های تفکر محاسباتی جمع‌آوری و بررسی شد. در پاسخ به سوال اول که در رابطه با معرفی ویژگی‌ها و قابلیت‌های تفکر محاسباتی بود، با توجه به تحلیل منابع کمّی و کیفی، نوزده ویژگی و قابلیت ازطریق کدهای اولیه و دسته‌بندی آن‌ها به دست آمد. در مجموع نتایج این پژوهش نشان‌دهندهٔ این مسئله است که، تفکر محاسباتی امروزه به‌عنوان یکی از مهارت‌های نوظهور و یکی از مهارت‌های حل مسئله به شمار می‌آید. این مهارت با استفاده از فناوری، استفاده از رباتیک و برنامه‌نویسی و علوم کامپیوتر در سال‌های اولیه کودکی در مدارس دنیا در حال آموزش و یادگیری است. همچنین، تفکر محاسباتی به‌عنوان یکی از مهارت‌های اساسی و ضروری جهت یادگیری، خصوصا در سال‌های اولیه کودکی و به‌عنوان یک هدف مهم یادگیری در آموزش و یک مهارت ضروری و مورد نیاز شهروندان دیجیتال، تلقی می‌شود. همچنین نتایج پژوهش موید این نکته است که، تفکر محاسباتی به‌عنوان مجموعه‌ای از مهارت‌ها و دانش‌های عرضی برای همگان لازم و ضروری است.

نتایج سوال اول پژوهش در خصوص ویژگی‌ها و قابلیت‌های مهارت تفکر محاسباتی بیانگر این نکته بود که، تفکر محاسباتی به‌عنوان یک مهارت حل مسئله شامل راهبردهای حل مشکلات و مسائل به‌صورت فردی و گروهی، ابزار رشد و خلاقیت دانش‌آموزان ازطریق محیط‌های برنامه‌نویسی

و ایجاد یادگیری معنی‌دار و پرورش این مهارت توسط آموزش ازطریق رباتیک است. همچنین، پژوهش‌های اخیری که در حوزه ویژگی‌های تفکر محاسباتی انجام شده نیز همچون: Shen et al. (2022)، Malva et al. (2020)، Wiebe et al. (2019)، India, Ramakrishna, Bisht, and Swaminathan (2019)، Chaudhary, Agrawal, Sureka, and Sureka (2016)، و Rose, Habgood, and Jay (2017) موید ویژگی‌های مهارت حل مسئله، استفاده از برنامه‌نویسی جهت بهبود عملکرد مهارت تفکر محاسباتی در دانش‌آموزان و و بهبود یادگیری و پرورش این مهارت ازطریق برنامه‌نویسی با رباتیک آموزشی است که در پژوهش حاضر نیز استخراج شده‌اند. تفکر محاسباتی، مهارت و عملیاتی مشتق‌شده از علوم کامپیوتر بوده و بخش جدایی‌ناپذیر حوزه‌های دانش (علوم، کامپیوتر، مهندسی و ریاضیات) است و باعث تقویت آن می‌گردد. همچنین باعث شکل‌دهی نگرش دانش‌آموزان نسبت به علوم چهارگانه (علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات) شده و باعث آشنایی و یادگیری رشته‌های مرتبط با علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی، ازطریق آموزش رباتیک در کودکی بوده و بر ضرورت ادغام تفکر محاسباتی با برنامه درسی اس‌تی‌ای‌ام، نیز تاکید شده است. در این راستا پژوهش‌های Kafai et al. (2020)، Ehsan, Ohland, Dandridge, and Cardella (2018)، Urrutia, Ocaña, Pérez-Marín, and Tamayo (2017)، Rose et al. (2017) نیز موید این ویژگی است که ایجاد فرصت‌های مناسب برای یادگیری تفکر محاسباتی اولیه می‌تواند به‌طور بالقوه به یادگیرندگان در توسعه علاقه و خودکارآمدی در زمینه علوم کامپیوتر و علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی، که در پژوهش حاضر نیز استخراج شده‌اند، کمک کند.

مهارت تفکر محاسباتی شامل ویژگی پرورش مهارت حل مسئله ازطریق بازی‌های فردی و گروهی است. Malva et al. (2020) و India et al. (2019)، نیز در پژوهش‌های خود به بررسی این ویژگی پرداخته‌اند. نتایج پژوهش‌های معرفی‌شده نشان‌دهندهٔ آن است که مفاهیم و مهارت‌های تفکر محاسباتی با درگیر کردن دانش‌آموزان با گیم پلی باعث ایجاد احساس برخورد با چالش در کودکان و در نتیجه افزایش فعالیت آنان جهت رفع چالش و ایجاد حس شادی و اعتمادبه‌نفس در آن‌ها می‌شود. این پژوهش‌ها فرایند تفکر در طول گیم پلی همه کودکان را مثبت ارزیابی کرده و آن را یک وسیله مناسب جهت یادگیری و پرورش مهارت تفکر محاسباتی ارزیابی کرده‌اند. در خصوص این ویژگی نتایج پژوهش Lee et al. (2014) نیز هم‌راستا با نتایج این پژوهش و موید این ویژگی است که حین انجام بازی‌های گروهی در خردسالان، آن‌ها با مسائل مختلف روبه‌رو شده و جهت حل آن‌ها به‌صورت ناخودآگاه از مهارت‌های حل مسئله و تفکر محاسباتی، به‌صورت مرحله به مرحله (الگوریتمی) استفاده می‌کنند.

از دیگر ویژگی‌های مهارت تفکر محاسباتی کمک به پرورش و رشد مهارت‌های شناختی و مهارت‌های ارتباطی و افزایش و رشد مهارت‌های شناختی ازجمله تعامل و رشد اجتماعی در ارتباط

با بزرگ‌سالان و محیط خارج از کلاس درس است. در رابطه با این ویژگی‌ها، در نتایج پژوهشی از Ehsan et al. (2018)، به این مسئله، با عنوان حمایت خانواده از کودکان هنگام یادگیری تفکر محاسباتی در خارج از مدرسه و رشد اجتماعی آنان اشاره شده است. توسعه و لزوم کسب این مهارت در دوران کودکی و سال‌های اولیه دبستان هم‌راستا با پژوهش Kafai et al. (2020)، Butler & Leahy (2020)، Chaudhary et al. (2016)، Urrutia et al. (2017)، Pugnali, Sullivan, & Bers (2017)، نشان دهندهٔ ضرورت پرورش و قابلیت یادگیری این مهارت در دوران کودکی است. ویژگی درک و چگونگی تاثیر محاسبات بر جهان و آموزش ریاضیات به جهت توسعه این مهارت، تسهیل و بهبود فرایند یادگیری و درک هر چه بهتر مفاهیم توسط دانش‌آموزان و پرورش و تقویت ذهن خلاق و تفکر منطقی، رشد و بهبود مهارت تفکر تحلیلی کودک، آموزش ذهن و شکل‌گیری شخصیت هم‌راستا با نتایج پژوهش Yuliana et al. (2021) و موید این مسئله است که تفکر محاسباتی دانشی را ایجاد می‌کند که موجبات یادگیری فرایند محاسبه، تفکر ساختاری، قدرت انتقادی و خلاقیت می‌گردد. در نتایج این پژوهش که هم‌راستا با پژوهش حاضر بوده همچنین به ویژگی قابلیت پرورش این مهارت بدون استفاده از ابزارهای دیجیتال و به‌صورت سنتی اشاره شده است. نتایج نشان‌دهندهٔ استفاده موفقیت‌آمیز از «مجموعه‌ای از فعالیت‌های یادگیری رایگان که علوم کامپیوتر را ازطریق بازی‌ها و پازل‌های جذاب آموزش می‌دهد[1]»، جهت ارائه تفکر محاسباتی به شیوه‌ای ساده در مدارس مناطق دورافتاده و افزایش اشتیاق جهت یادگیری و بهبود نمرات کودکان بوده است. مهندسی، نقطه عطف تفکر محاسباتی است. این مهارت دارای عناصر مشترک با تفکر ریاضی، تفکر مهندسی و تفکر طراحی بوده و میان آن‌ها هم‌پوشانی وجود دارد. تفکر محاسباتی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین اقدامات علمی و مهندسی معرفی شده و آموزش ریاضیات با هدف توسعه تفکر محاسباتی انجام می‌گیرد. نتایج پژوهش Ehsan, Rehmat, and Cardella (2020)، هم‌راستا با پژوهش حاضر و موید این ویژگی است که تفکر محاسباتی و مهندسی می‌توانند یکدیگر را تقویت کرده و طراحی مهندسی می‌تواند زمینه مناسبی برای مشارکت کودکان در مهارت تفکر محاسباتی باشد.

در پاسخ به سوال دوم که معرفی مقوله‌ها و زیرمقوله‌های تفکر محاسباتی بود، سه مقوله مهم و زیرمقوله‌های آن، ازطریق دسته‌بندی ویژگی‌ها و قابلیت‌های تفکر محاسباتی به دست آمد. نتایج پژوهش در پاسخ به سوال دوم و با توجه به بررسی پژوهش‌های انجام‌گرفته، در درجه اول نشان‌دهندهٔ آن است که اگر چه موضوع تفکر محاسباتی در سال‌های گذشته، مورد توجه محققان بسیاری قرار گرفته، اما هنوز هم فاقد یک ادبیات رسمی در دنیا برای پرداختن به مهارت‌های مرتبط با آن بوده و تعریف ویژگی‌ها و قابلیت‌های آن از هر محقق به محقق دیگر متفاوت است. این نتایج هم‌راستا با

[1]. Computer Scienc Unplugged

نتایج پژوهش‌های Nicastro et al. (2018)، Cansu and Cansu (2019)، و Rose et al. (2017) است. با توجه به جمع‌آوری کدهای مشابه از منابع مورد بررسی و جهت دستیابی به اصلی‌ترین مقوله‌های تفکر محاسباتی، سه مقوله در این زمینه به دست آمد. این مقوله‌ها شامل: ۱) مهارت‌های شناختی (شامل زیرمقوله‌های: حل مسئله، تجزیه‌وتحلیل، شکل‌گیری شخصیت، تعمیم و انتزاع، ایجاد یادگیری معنی‌دار، بهبود یادگیری، رشد خلاقیت و ایجاد نوآوری، ادغام تفکر، یادگیری تفکر محاسباتی به‌صورت سنتی)، هم‌راستا با نتایج پژوهش‌های Shen et al. (2022)، Malva et al. (2020)، Wiebe et al. (2019)، India et al. (2019)، Chaudhary et al. (2016)، Rose et al. (2017)، ۲) مهارت‌های ارتباطی و اطلاعاتی (فناوری)، هم‌راستا با نتایج پژوهش‌های Kafai et al. (2020)، Ehsan et al. (2018)، Yuliana et al. (2021)، Rose et al. (2017)، و ۳) مولفه علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی است که در پژوهش‌های فوق نیز به آن اشاره شده است.

چهارچوب مفهوم‌سازی تفکر محاسباتی از سه بعد: مهارت‌های شناختی، مهارت‌های ارتباطی و اطلاعاتی (فناوری) و علوم، تکنولوژی، مهندسی، ریاضی تشکیل می‌شود. مفاهیم، روش‌ها و دیدگاه‌ها که در هر بخش از مفهوم‌سازی تفکر محاسباتی به دست آمدند، دارای زیرمجموعه‌های متناسب هستند؛ به‌طور مثال، یادگیری سازه‌های برنامه‌نویسی دارای توالی، حلقه‌ها، شرطی‌ها و دیگر موارد است. همچنین در بخش روش‌ها، استفاده از مفاهیم تفکر محاسباتی همچون: استفاده مجدد و اصلاح مجدد، تکراری و افزایشی، آزمایش و اشکال‌زدایی صورت می‌گیرد و در بخش دیدگاه‌ها، درک دانش‌آموزان از خود، دنیای فناوری و روابط آنها با یکدیگر مدنظر است. مرکز انجمن معلمان علوم کامپیوتر[1] و انجمن بین‌المللی فناوری در آموزش مبانی فعالیتی را برای تفکر محاسباتی در سال‌های ۲۰۱۱، ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ ارائه داده‌اند، که فعالیت‌های عملی تنظیم‌شده توسط مرکز انجمن بین‌المللی فناوری در آموزش در سال ۲۰۱۱ شامل فرمول‌بندی، سازمان‌دهی، تجزیه‌وتحلیل، مدل‌سازی، انتزاع، تفکر الگوریتمی، اتوماسیون، کارایی، تعمیم، انتقال، در سال ۲۰۱۵ شامل خلاقیت، تفکر الگوریتمی، تفکر انتقادی، حل مسئله، همکاری و در سال ۲۰۱۶ شامل تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، تفکر انتزاعی، تفکر الگوریتمی، مدل‌سازی، نمایش داده‌ها، شکستن مشکلات در قطعات، و اتوماسیون بوده است.

به‌طور کلی تفکر محاسباتی به‌عنوان یکی از مهارت‌های اساسی در دنیا، امروزه مورد توجه واقع شده است. بسیاری از تحقیقات، مزایای توسعه فعالیت‌های یاددهی-یادگیری در مورد مهارت‌های تفکر محاسباتی و حل مسئله از دوران پیش‌از دبستان و ابتدای مدرسه را نشان می‌دهند. اهمیت این مسئله به‌دلیل پیشرفت فناوری و استفاده از وسایل و زیرساخت‌های الکترونیکی در مدارس و در خانواده به‌ویژه در دوران کودکی است. تربیت شهروندان آینده با توجه به اهمیت یادگیری مهارت‌های زندگی، مهارت‌های اقتصادی و مهارت حل مشکلات را می‌توان از دیگر دلایل مهم پرورش این

[1]. Computer Science Teachers Association (CSTA)

مهارت تفکر دانست. امروزه برخورد با مشکلات گوناگون و روش حل آن‌ها نیازمند یادگیری این مهارت به‌ویژه از دوران کودکی است تا در آینده بتوان جهت حل مسائل، فرموله‌سازی آن‌ها، کشف راه‌حل و تعمیم آن‌ها به دیگر موقعیت‌ها جهت حل مسائل مشابه اقدام کرد. در کشور ما ایران، با توجه به پژوهش‌های اندکی که در مورد این نوع مهارت تفکر انجام گرفته و با توجه به اهمیت پرورش و یادگیری آن در مدارس، خصوصا از سنین کودکی و براساس بررسی یافته‌های مقالات مورد نظر، پیشنهاد می‌گردد:

- ادغام دروس علوم و ریاضی با علوم کامپیوتر در برنامه درسی دوره ابتدایی ازطریق کارگروه تالیف کتب درسی کشور در دستور کار قرار گرفته و بررسی شود.
- تالیف دروس مربوط به علوم کامپیوتر به‌ویژه در دوره ابتدایی ازطریق کارگروه تالیف کتب درسی کشور در دستور کار قرار گرفته و بررسی شود.
- وزارت آموزش‌وپرورش، پژوهش در زمینه پرورش و توسعه این نوع تفکر خصوصا در دوره دبستان و پیش‌از دبستان، استفاده از تجهیزات الکترونیکی و فناوری اطلاعات همچون؛ تلفن همراه و کامپیوتر در مدارس ابتدایی را در دستور کار خود قرار دهد.
- به معلمان توصیه می‌گردد در یادگیری هرچه بهتر علوم کامپیوتر و پرورش توانایی تدریس برخی از دروس و مفاهیم آن با استفاده از تلفن همراه به دانش‌آموزان دوره ابتدایی اهتمام ورزند.
- معلمان از اسباب‌بازی‌های کنترلی به‌جای رباتیک در کلاس درس جهت آموزش برخی از مفاهیم درس علوم خصوصا در سال‌های اول دبستان استفاده کنند (این کار به پرورش مهارت تفکر محاسباتی کمک می‌کند).
- به معلمان توصیه می‌گردد به داستان‌سرایی به‌صورت دیجیتالی ازطریق تلفن همراه (داستان‌های مصور که به‌صورت گرافیکی طراحی شده‌اند) و به چالش کشیدن کودکان جهت حل مشکلاتی که برای شخصیت‌های داستان به وجود می‌آید بپردازند.
- به‌دلیل عدم‌استفاده از رباتیک و آموزش برنامه‌نویسی در دوره ابتدایی در مدارس کشور، به مدیران مدارس توصیه می‌گردد تا در تهیه و توزیع کیت‌های ساده الکترونیکی در حد ایجاد روشنایی، در بین دانش‌آموزان، جهت کمک به معلم در تدریس برخی مفاهیم درس علوم در سال‌های اولیه دبستان اهتمام ورزند.
- به معلمان توصیه می‌گردد در برخی مواقع جهت آموزش درس هنر از تلفن همراه جهت رسم نقاشی در کلاس درس استفاده کرده و دانش‌آموزان نیز به انجام این کار اهتمام ورزند. این آموزش باید در حد رشد شناختی کودکان در مدارس ابتدایی انجام شود.

- به معلمان توصیه می‌گردد در درس ورزش از بازی‌های تعاملی برخط[1] گروهی، نه صرفا جهت سرگرمی بلکه با ایجاد یک مسئله و چالش حین بازی برای کودکان و درخواست از آن‌ها برای هم‌فکری و مشارکت با یکدیگر جهت ارائه راه‌حل‌های احتمالی که به ذهن‌شان می‌رسد استفاده کنند. این کار منجر به افزایش قدرت خلاقیت و تعامل اجتماعی کودکان خواهد شد.
- به معلمان توصیه می‌گردد از اسباب‌بازی‌های الکترونیکی (ماشین‌های کنترلی) و ترسیم یک مسیر تقریبا پیچیده و دارای مانع برای این اسباب‌بازی و کنترل و هدایت آن توسط کودک و چالش کشیدن ذهن وی جهت گذشتن از موانع برای رسیدن به هدف، استفاده کنند.
- به معلمان توصیه می‌گردد از بازی‌های کامپیوتری و نرم‌افزارهایی که در تلفن همراه می‌توان استفاده کرد، با توجه به رشد شناختی کودک در کلاس درس توسط معلم، در اوقات فراغت کلاس درس بهره ببرند. اولین خصوصیت بارز این بازی‌ها وجود یک مانع حین بازی و تلاش کودک برای ارائه یک راه‌حل جهت موفقیت در هر مرحله از آن است.

از محدودیت‌های این پژوهش، می‌توان به دسترسی بسیار محدود به پژوهش‌های مشابه داخلی در خصوص توسعه و بهبود تفکر محاسباتی در دوره دبستان اشاره کرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1]. online

منابع

Arab, S. M., Ebrahimzadeh Pezeshki, R., & Morovati Sharifabadi, A. (2015). Designing a meta-synthesis model of factors affecting divorce by systematic review of previous studies. *Iranian Journal of Epidemiology*, *10*(4), 10-22. [Persian]

Aydeniz, M. (2018). Integrating computational thinking in school curriculum. In M. Khine (Ed.), *Computational thinking in the STEM disciplines* (pp. 253-277). Springer, Cham.

Badleh, A., Nosrat, N., & Soleimanirad, V. (2019). The effect of robotics education on problem-solving skills of high school students in physics. *Technology of Education Journal*, *14*(2), 331-340. [Persian]

Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). Computing our future. Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe. *Brussels*: *European Schoolnet.*

Barcelos, T. S., Muñoz-Soto, R., Villarroel, R., Merino, E., & Silveira, I. F. (2018). Mathematics learning through computational thinking activities: A systematic literature review. *Journal of Universal Computer Science*, *24*(7), 815-845.

Beck, C. T. (2002). Mothering multiples: A meta-synthesis of qualitative research. *MCN: The American Journal of Maternal Child Nursing*, *27*(4), 214-221.

Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice; EUR 28295 EN; Doi: 10.2791/792158

Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., & Barone, D. (2017, November). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. In *Proceedings of the 12th workshop on primary and secondary computing education* (pp. 65-72).

Butler, D., & Leahy, M. (2020, January). Using classroom practice as "an object to think with" to develop preservice teachers' understandings of computational thinking. In *Open Conference on Computers in Education* (pp. 56-65). Springer, Cham.

Caballero-Gonzalez, Y. A., Muñoz-Repiso, A. G. V., & García-Holgado, A. (2019, October). Learning computational thinking and social skills development in young children through problem solving with educational robotics. In *Proceedings of the seventh international conference on technological ecosystems for enhancing Multiculturality* (pp. 19-23).

Cansu, F. K., & Cansu, S. K. (2019). An overview of computational thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, *3*(1), 17-30.

Carlborg, N., Tyrén, M., Heath, C., & Eriksson, E. (2019). The scope of autonomy when teaching computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 21, 130-139.

Chaudhary, V., Agrawal, V., Sureka, P., & Sureka, A. (2016, December). An experience report on teaching programming and computational thinking to elementary level children using lego robotics education kit. In *2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)* (pp. 38-41). IEEE.

Chiazzese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., & Tosto, C. (2018, October). Exploring the effect of a robotics laboratory on computational thinking skills in primary school children using the bebras tasks. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 25-30).

Chou, P. N. (2020). Using ScratchJr to foster young children's computational thinking competence: A case study in a third-grade computer class. *Journal of Educational Computing Research*, 58(3), 570-595.

Curasma, R. P., & Curasma, H. P. (2020, September). Computational thinking in school education in South America: Systematic review of the literature. In *2020 IEEE XXVII International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON)* (pp. 1-4). IEEE.

D'Apolito, A. (2017). Thesis aims: *La programmazione visuale per lo sviluppo del pensiero computazione nei bambini*. University of Perugia, Italy.

Djurdjevic-Pahl, A., Pahl, C., Fronza, I., & El Ioini, N. (2016, October). A pathway into computational thinking in primary schools. In *International symposium on emerging technologies for education* (pp. 165-175). Springer, Cham.

Dreer, L. E., Elliott, T. R., Fletcher, D. C., & Swanson, M. (2005). Social problem-solving Abilities and psychological adjustment of persons in low vision rehabilitation. *Rehabilitation Psychology*, *50*(3), 232.

Ehsan, H., & Cardella, M. E. (2017, June). Capturing the computational thinking of families with young children in out-of-school environments. In *2017 ASEE Annual Conference & Exposition*.

Ehsan, H., Ohland, C., Dandridge, T., & Cardella, M. (2018, October). Computing for the critters: Exploring computational thinking of children in an informal learning setting. In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-5). IEEE.

Ehsan, H., Rehmat, A. P., & Cardella, M. E. (2020). Computational thinking embedded in engineering design: Capturing computational thinking of children in an informal engineering design activity. *International Journal of Technology and Design Education*, *31*(3), 441-464.

Fagerlund, J., Häkkinen, P., Vesisenaho, M., & Viiri, J. (2021). Computational thinking in programming with scratch in primary schools: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, *29*(1), 12-28.

Falsafi, A., Memarzadeh, G., Alvani, S. M., & Mousakhani, M. (2020). Model for employees human dignity in Iran public organizations. *Management Studies in Development and Evolution*, *29*(97), 162-190. Doi: 10.22054/jmsd.2020.8775.1569 [Persian]

Fan, J. (2016). The role of thinking styles in career decision-making self-efficacy among university students. *Thinking Skills and Creativity*, 20, 63-73.

Finfgeld, D. L. (2003). Metasynthesis: The state of the art-so far. *Qualitative Health Research*, *13*(7), 893-904.

Flowers, T. R., & Gossett, K. A. (2002). Teaching problem solving, computing, and information technology with robots. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, *17*(6), 45-55.

Ghasemi, A. R., & Raeiyatpishe, M. A. (2015). Presenting a model for assessing of supply chain sustainability with meta-synthesis approach. *Executive Management Research*, *7*(14), 91-112. [Persian]

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, *42*(1), 38-43.

Ghorbanzadeh, P., & Sardary, B. (2018). The effectiveness of problem solving skills training on positive and negative educational emotions of sixth grade students. *Journal of Pouyesh in Education and Consultation, 5*(11), 125-144. [Persian]

Hemmati Maslak Pak, M., Orujlu, S., & Khalkhali, H. (2014). The effect of problem-based learning training on nursing students' critical thinking skills. The *Journal of Medical Education and Development, 9*(1), 24-33. [Persian]

Hynes, M. M., Cardella, M. E., Moore, T. J., Brophy, S. P., Purzer, S., Tank, K. M., ... & Ehsan, H. (2019, June). Inspiring young children to engage in computational thinking in and out of school (research to practice). In *2019 ASEE Annual Conference & Exposition*.

Hynes, M. M., Moore, T. J., Cardella, M. E., Tank, K. M., Purzer, S., Menekse, M., & Brophy, S. P. (2016, June). Inspiring computational thinking in young children's engineering design activities (Fundamental). In *2016 ASEE Annual Conference & Exposition*.

India, G., Ramakrishna, G., Bisht, J., & Swaminathan, M. (2019, October). Computational thinking as play: Experiences of children who are blind or low vision in India. In *The 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (pp. 519-522).

Irgens, G. A., Dabholkar, S., Bain, C., Woods, P., Hall, K., Swanson, H., ... & Wilensky, U. (2020). Modeling and measuring high school students' computational thinking practices in science. *Journal of Science Education and Technology*, *29*(1), 137-161.

Ismaili, M., Ashayerih, H., & Steki, M. (2017). The effect of computer games on improving student's critical thinking. *Advances in Cognitive Science*, *19*(1), 14-24. [Persian]

Jabarzadeh, Y., & Sepehri, F. (2016). Developing a causal model of human and organizational culture factors affecting the knowledge management maturity using meta-synthesis approach. Journal of *Information Technology Management Journal*, *8*(1), 47-76. [Persian]

Kafai, Y. B., Baskin, J., Fields, D., Goode, J., Twarek, B., & Yadav, A. (2020, February). Looking ahead: Professional development needs for experienced CS teachers. In *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 1118-1119).

Kong, S. C., Chiu, M. M., & Lai, M. (2018). A study of primary school students' interest, collaboration attitude, and programming empowerment in computational thinking education. *Computers & Education*, 127, 178-189.

Lee, T. Y., Mauriello, M. L., Ahn, J., & Bederson, B. B. (2014). CTArcade: Computational thinking with games in school age children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *2*(1), 26-33.

Liang, H. N., Fleming, C., Man, K. L., & Tillo, T. (2013, August). A first introduction to programming for first-year students at a Chinese university using LEGO MindStorms. In *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 233-238). IEEE.

Mahdavi, A., Golestani, A., Aghaie, M., Hemti Rad, G., Haj Hosseini, M., Gholamali Lavasani, M., Sepehr Yegane, S., & Ghorbaninia, F. S. (2019). The effectiveness of problem-solving skills training on increasing social adjustment and regulatory self strategies in children of divorce. *Journal of Educational Psychology Studies*, *16*(33), 157-170. [Persian]

Malva, L., Hooshyar, D., Yang, Y., & Pedaste, M. (2020, July). Engaging Estonian primary school children in computational thinking through adaptive educational games: A qualitative study. In *2020 IEEE 20th international conference on advanced learning technologies (ICALT)* (pp. 188-190). IEEE.

Meshkini, F. (2020). The effectiveness of problem-solving skills training on self-regulation and academic stress in secondary school students. *Journal of Psychology New Ideas, 4*(8), 1-10. [Persian]

Minamide, A., Takemata, K., & Yamada, H. (2020). Computational thinking education using Sstickers and scanners in elementary school classes. In *First International Computer Programming Education Conference (ICPEC 2020)*. Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum für Informatik.

Moradi, M., & Aghdasi, A. (2014). Investigate the effectiveness of training critical thinking and problem-solving skills on self-regulation strategies and academic achievement of high school students in Tabriz region 1. *Women and Studies in Family, 7*(28), 129-144. [Persian]

Muñoz, R. F. Z., Alegría, J. A. H., Collazos, C. A., & Fardoun, H. (2019). Child programming evolution: A method to increase the computational thinking skills in school. In *Iberoamerican Workshop on Human-Computer Interaction* (pp. 57-69). Springer, Cham.

Nezu, A. M., Nezu, C. M., Stern, J. B., Greenfield, A. P., Diaz, C., & Hays, A. M. (2017). Social problem-solving moderates' emotion reactivity in predicting suicide ideation among US veterans. *Military Behavioral Health, 5*(4), 417-426.

Nicastro, F., Baranauskas, M. C. C., & Torres, R. (2018). *A methodology to conduct computational thinking activities in children's educational context*. In Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2018), 2, 309-316.

Paul, R. C. (1992). *Critical thinking: What every person needs to survive in a rapidly changing world*. Santa Rosa, C.A, Foundation for Critical Thinking

Pugnali, A., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2017). The impact of user interface on young children's computational thinking. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 16, 171-193.

Radmehr, F., & Hosseinkhanzadeh, A. A. (2018). The role of problem-solving skills and self-efficacy in explaining high risk behaviors of students. *Journal of Child Mental Health, 5*(3), 157-169. [Persian]

Rafiei, Z. (2018). The effect of enriching the learning environment with the help of Shadi School application on the academic progress and problem-solving skills of first grade students in mathematics. *Journal of New Developments in Psychology, Educational Sciences and Education*, 2(14), 20-31. [Persian]

Rijke, W. J., Bollen, L., Eysink, T. H., & Tolboom, J. L. (2018). Computational thinking in primary school: An examination of abstraction and decomposition in different age groups. *Informatics in Education, 17*(1), 77-92.

Ríos Félix, J. M., Zatarain Cabada, R., & Barrón Estrada, M. L. (2020). Teaching computational thinking in Mexico: A case study in a public elementary school. *Education and Information Technologies, 25*(6), 5087-5101.

Rose, S., Habgood, J., & Jay, T. (2017). An exploration of the role of visual programming tools in the development of young children's computational thinking. *Electronic Journal of E-Learning, 15*(4), 297-309.

Sandelowski, M., & Barroso, J. (2006). *Handbook for synthesizing qualitative research*. Springer publishing company.

Santrock, J. W. (2004). Language development. In J. W. Santrock (Ed.), *child development (10th Ed.). Boston: McGraw-Hill*, 313-41.

Shabani, H. (2012). *Advanced teaching method (teaching thinking skills and strategies).* Tehran: Samt Publications (The Organization for Researching and Composing University Textbooks in the Islamic Sciences the Humanities). [Persian]

Shaebani, M. R., Sadjadi, Z., Sokolov, I. M., Rieger, H., & Santen, L. (2014). Anomalous diffusion of self-propelled particles in directed random environments. *Physical Review E, 90*, 030701. Doi: 10.1103/PhysRevE.90.030701

Shamakhi, F. (2015). A look at the meaning, concept and application of thinking in learning, *the fourth National Conference on Sustainable Development in Educational Sciences and Psychology, Social and Cultural Studies*, Tehran. [Persian] https://civilica.com/doc/546558

Shekoohi-Yekta, M., Zamani, N., & Pourkarimi, J. (2015). Effects of problem-solving instruction on improving social skills and decreasing behavioral problems: A single subject study on slow-learner students. *Quarterly Journal of Psychological Studies*, *10*(4), 7-32. [Persian]

Shen, J., Chen, G., Barth-Cohen, L., Jiang, S., & Eltoukhy, M. (2022). Connecting computational thinking in everyday reasoning and programming for elementary school students. *Journal of Research on Technology in Education*, *54*(2), 205-225.

Shokar, G. S., Shokar, N. K., Romero, C. M., & Bulik, R. J. (2002). Self-directed learning: Looking at outcomes with medical students. *Family Medicine-Kansas City*, *34*(3), 197-200.

Shure, M. B. (1979). Training children to solve interpersonal problems: A preventive mental health program. *Social and Psychological Research in Community Centers*, 30-68.

Shure, M. B., & Spivack, G. (1978). *Problem-solving techniques in childrearing*. San Francisco, CA: Jossey-Bass/

Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158.

Stewart, W. H., Baek, Y., Kwid, G., & Taylor, K. (2021). Exploring factors that influence computational thinking skills in elementary students' collaborative robotics. *Journal of Educational Computing Research*, *59*(6), 1208-1239.

Sungur, S., & Tekkaya, C. (2006). Effects of problem-based learning and traditional instruction on self-regulated learning. *The Journal of Educational Research*, *99*(5), 307-320.

Jeffries, M., & Hancock, T. (2005/1397). *Thinking Skills: Teacher's guide*. Translated by: M. Talkhani & Y. Delgoshai. Tehran: Publications of Engareh Cultural and Artistic Institute of Knowledge and Education. [Persian]

Tasso, S., Gervasi, O., Locchi, A., & Sabbatini, F. (2019, July). Hahai: Computational thinking in primary schools. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 287-298). Springer, Cham.

Urrutia, E. K. M., Ocaña, J. M., Pérez-Marín, D., & Tamayo, S. (2017, October). A first proposal of pedagogic conversational agents to develop computational thinking in children. In *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 1-6).

Varela, C., Rebollar, C., García, O., Bravo, E., & Bilbao, J. (2019). Skills in computational thinking of engineering students of the first school year. *Heliyon*, *5*(11), e02820.

Waterman, K. P., Goldsmith, L., & Pasquale, M. (2020). Integrating computational thinking into elementary science curriculum: An examination of activities that support students' computational thinking in the service of disciplinary learning. *Journal of Science Education and Technology*, *29*(1), 53-64.

Wiebe, E., London, J., Aksit, O., Mott, B. W., Boyer, K. E., & Lester, J. C. (2019, February). Development of a lean computational thinking abilities assessment for middle grades students. *Proceedings of the 50th ACM technical symposium on computer science education* (pp. 456-461).

Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking what and why. *The Link Magazine*, 6, 20-23.

Yuliana, I., Hermawan, H. D., Prayitno, H. J., Ratih, K., Adhantoro, M. S., Hidayati, H., & Ibrahim, M. H. (2021). Computational thinking lesson in improving digital literacy

for rural area children via CS Unplugged. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1720, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.

Yuliana, I., Octavia, L. P., Sudarmilah, E., & Matahari, M. (2019, September). Introducing computational thinking concept learning in building cognitive capacity and character for elementary student. In *2019 19th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT)* (pp. 549-554). IEEE.

Zeraatkar, H., & Moradi, A. (2019). The effect of problem-solving skills training based on storytelling on different levels of aggression behaviors in students. Quarterly *Journal of Child Mental Health*, 6(2), 68-80. [Persian]

Zeraatkar, H., & Noury, R. (2019). The effect of story in teaching problem solving to children. *Rooyesh-e-Ravanshenasi Journal*, *8*(4), 85-92. [Persian]

Zimmer, L. (2006). Qualitative meta-synthesis: A question of dialoguing with texts. *Journal of Advanced Nursing*, *53*(3), 311-318.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Studies in Learning & Instruction
Vol.15, No.1, 2023, Ser 84

English Abstract

Identifying the Components of Computational Thinking Involved in Learning Skills at the Primary School Level

Maryam Roohi[*], Marziyeh Dehghani[**], Mohadeseh Khattat[***]

The purpose of this study was to identify and explain the features, capabilities, and components of computational thinking as one of the basic learning skills at the primary school level. This qualitative study used meta-analysis to identify the components of computational thinking. For this purpose, Persion keywords such as "thinking", "thinking skills", "computational thinking in primary school", and "computational thinking in students", together with their equivalents in English, were searched in MagIran, Sid, Civilica, ScienceDirect, Scopus databases, Institute of Electrical and Electronics Engineers from 1390 to 1399 and 2000 to 2021 in Persian and English sources, respectively. Data were collected using Sandelowski and Barroso's seven-stage meta-synthesis method. The sample was selected using acceptance and non-acceptance criteria and Critical Appraisal Skills Programme. The credibility of the results was checked using the researcher's self-monitoring, peer review, and expert survey. Initially, 1643 articles were extracted, of which 1533 were screened based on the title, 35 based on the abstract, and 51 based on the content. Finally, 24 articles were selected as the study sample and analyzed. Based on the findings, the components of computational thinking can be classified into nineteen general categories. The results, furthermore, highlighted the importance of the following three basic categories in cultivating computational thinking in schools, especially during childhood and the early years of primary schooling: cognitive skills, communication and information skills (technology), and skills related to science, engineering, and mathematics. There was a high level of overlap and a positive relationship between the identified components and categories of computation thinking. In sum, it can be stated that computational thinking is an emerging problem-solving skill that should be taught and learned through technology and computer science in early childhood and primary schools.

Keywords: cognitive skills, computational thinking, learning skills, primary school

[*]MA student in Curriculum Planning, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran (Maryam.Rouhi@ut.ac.ir)

[**]Associate Professor, Department of Curriculum Development and Instruction Methods, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. (Corresponding Author). (dehghani_m33@ut.ac.ir)

[***] PhD student in Curriculum Planning, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Tehran, Iran. (m.khattat@ut.ac.ir)