Journal of Theory & Practice in Curriculum
Vol.18 (9); 2022, 397-428

دو فصلنامهٔ نظریه و عمل در برنامهٔ درسی
سال نهم، شمارهٔ ۱۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، ۴۲۸-۳۹۷

# طراحی الگوی برنامه‌درسی مبتنی بر پروژه با تاکید بر STEM در دوره ابتدایی[1]

# Designing a Stem Project-Based Curriculum in Primary School

**A. Saeednia, F. Mahmoodi(Ph.D), A. Imanzade(Ph.D),K. Taghipour (Ph.D)**

**Abstract:** The aim of this study was to design a STEM project-based curriculum model in primary school based on synthesis method. The statistical population included all valid scientific researches related to the subject that by regular searches in databases and based on inclusion criteria, 172 researches were identified and based on exclusion criteria, 67 researches were selected for final review. A researcher-designed worksheet form was used to collect, record and report the initial research data. Findings were analyzed using Hurd (1983) seven-step model and open and axial coding method. To ensure the coding method, two evaluators were used to re-codify the findings and to confirm the reliability of the Cohen Kappa coefficient formula was used. In this study, the agreement between the evaluators was 0.79 or 79%. Research findings show that the STEM project-based curriculum is a student-centered curriculum that defines a completely different role from the traditional curriculum elements in all curriculum elements. The logic of this curriculum is to educate citizens with different skills and to expand educational justice and create meaningful and lifelong learning. The goals of the curriculum were in line with the logic of the curriculum, creating and developing different skills in students. Therefore, the content is rich and flexible and tailored to the needs and related issues of the real world. The interactive and practical methods and engineering design process are used for teaching and learning and the teacher acts as a facilitator, supporter and creator of learning opportunities. The STEM project-based curriculum uses technological equipment, laboratory equipment, and workshops, and students are grouped according to their type, number, type of purpose, and content. The implementation of the curriculum is not limited to class time and space, and special attention is paid to extracurricular education. Curriculum evaluation is done in a multiple and valid manner and based on reports and product presentation individually or in groups.

**Keywords:** Curriculum Model Design, STEM Project-Based Curriculum, Curriculum Elements

**اکبر سعیدنیا[2]، دکتر فیروز محمودی [3]، دکتر علی ایمان زاده [4]، دکتر کیومرث تقی‌پور [5]**

**چکیده:** پژوهش حاضر با هدف طراحی الگوی برنامه-درسی مبتنی بر پروژه STEM در دوره ابتدایی بر اساس روش سنتزپژوهی انجام شد. جامعه پژوهش شامل کلیه پژوهش‌های علمی معتبر مرتبط با موضوع بود که با جستجوی منظم در پایگاه‌های اطلاعاتی و بر اساس معیارهای ورود، تعداد ۱۷۲ پژوهش شناسایی و براساس معیارهای خروج، تعداد ۶۷ پژوهش برای بررسی نهایی انتخاب شد. برای جمع‌آوری، ثبت و گزارش اطلاعات اولیه پژوهش‌ها از فرم کاربرگ محقق‌ساخته استفاده شد. تحلیل یافته‌ها با استفاده از الگوی هفت مرحله‌ای هورد(۱۹۸۳) و روش کدگذاری باز و محوری انجام شد. جهت اطمینان از نحوه کدگذاری از دو نفر ارزشیاب برای کدگذاری مجدد یافته‌ها استفاده شد و برای تائید پایایی فرمول ضریب کاپای کوهن بکار برده شد که در این پژوهش میزان توافق بین ارزشیاب‌ها ۰/۷۹ معادل ۷۹ درصد بود. یافته‌های پژوهش نشان داد که برنامه‌درسی مبتنی بر پروژه STEM برنامه‌ای دانش‌آموزمحور است که به‌تمامی عناصر برنامه نقشی متفاوت از برنامه‌های آموزشی سنتی و رایج تعریف می‌کند. منطق این برنامه تربیت شهروندانی دارای مهارت‌های مختلف، ایجاد یادگیری معنادار و مادام‌العمر و ایجاد فرصت‌های آموزشی برابر است و اهداف برنامه‌درسی، همسو با منطق برنامه، ایجاد و توسعه مهارت‌های مختلف در دانش‌آموزان بود. ازاین‌رو محتوا هم غنی و انعطاف‌پذیر و متناسب با نیازها و مرتبط مسائل دنیای واقعی تدوین می‌شود. از روش‌های تعاملی، عملی و دست‌ورزی برای یاددهی و یادگیری استفاده‌شده و معلم به‌عنوان یک تسهیلگر، حامی و خالق فرصت‌های یادگیری ایفای نقش می‌کند. در برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM از تجهیزات فناورانه و عملکردی استفاده می‌شود و دانش‌آموزان بر اساس معیارهایی مانند تعداد و توانایی و نوع هدف و محتوا گروه‌بندی می‌شوند. اجرای برنامه محدود به زمان و فضای کلاسی نیست و توجه ویژه‌ای به آموزش خارج از کلاس می‌شود. ارزشیابی برنامه هم به‌صورت چندگانه و معتبر و بر اساس گزارش‌ها و ارائه محصول به‌صورت فردی یا گروهی انجام می‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: طراحی الگوی برنامه‌درسی، برنامه‌درسی مبتنی بر پروژه، استم (STEM)، عناصر برنامه‌درسی

---

۱. طراحی الگوی برنامه‌درسی مبتنی بر پروژه با تاکید بر STEM (استم) در دوره ابتدایی تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۱۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۳

۲. دانشجوی دکتری برنامه ریزی درسی،دانشگاه تبریز، تبریز، ایران ، رایانامه: saeednia_akbar@yahoo.com

۳. دانشیارگروه روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران رایانامه : firoozmahmoodi@tabrizu.ac.ir

۴. دانشیارگروه روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران رایانامه : aliimanzadeh@yahoo.com

۵. استادیارگروه روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران رایانامه : taghipour@tabrizu.ac.ir

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

**مقدمه**

اصطلاح روش پروژه[6] اولین بار در سال ۱۹۰۸ توسط یک معلم آمریکایی به نام استیمسون[7] در برنامه‌های «مدارس فنی‌حرفه‌ای کشاورزی»[8] استفاده گردید و از آن تاریخ تاکنون در کشورهای مختلف استفاده می‌شود (کمرتاش[9]،۱۹۹۹). این روش در اصل محصول جنبش آموزش پیشرفت‌گرایی آمریکاست که برای اولین بار در سال ۱۹۱۸، کیلپاتریک[10] به‌طور کامل آن را توصیف و سرتاسر جهان را با آن آشنا ساخت (چارچ و سدلاک[11]، ۱۹۷۶). اصطلاح یادگیری مبتنی بر پروژه به‌طور رسمی از دهه ۱۹۸۰ مرسوم شد (مورگان[12]، ۱۹۸۴).

به‌طورکلی نمی‌توان تعریف واحدی از یادگیری مبتنی بر پروژه ارائه داد، زیرا همان‌طور که کوفالووا[13](۲۰۰۶) بیان می‌کند نویسندگان مختلف در تعاریف خود، به ویژگی‌های مختلف آن اشاره می‌کنند. برخی به ارزش و اهمیت عملی آن، برخی بر عناصر یادگیری فعال و تجارب قبلی یادگیرندگان و گروهی بر اهداف تأکید می‌کنند. از نظر تامکووا[14](۲۰۰۹) این رویکرد یادگیری را می‌توان به‌عنوان یک راهبرد و روش پیچیده آموزشی در نظر گرفت. به‌عنوان یک راهبرد آموزشی، یادگیرندگان به واسطه انجام پروژه در فرآیندهای یادگیری معتبر درگیر می‌شوند. این رویکرد آموزشی تفاوت زیادی با کلاس سنتی معلم‌محور دارد و فعالیت‌هایی بین‌رشته‌ای[15] و یادگیرنده‌محوری که برگرفته از موضوعات و مسائل دنیای واقعی است را به یادگیرندگان ارائه می‌دهد که معمولاً در بازه زمانی نسبتاً طولانی انجام می‌گیرد. هم‌چنین این رویکرد تا حدود زیادی

6.Project Method
7.Stimson
8.Agricultural vocational schools
9.Kemertaş
10.Kilpatrick
11.Church & Sedlak
12.Morgan
13.Coufalová
14.Tomková
15.Interdisciplinary



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

بر تعاملات و کاوشگری‌های یادگیرنده که منجر به ایجاد دانش می‌شود، متکی است (وونگ[16]و همکاران، ۲۰۰۶). نتو-شک[17](۲۰۰۴) تأکید می‌کند که این رویکرد، مولد پرسش‌هایی است که یادگیرندگان را در راستای توجه و بررسی مفاهیم و اصول مربوط به مطالعه خود راهنمایی می‌کند. از لحاظ شناختی هم سودمندتر از آموزش‌های سنتی معلم‌محور است زیرا یادگیرندگان را قادر می‌سازد تا مهارت‌های خود را از طریق بازسازی دانش تقویت و توسعه دهند، برای بسط پروژه خود با دیگران همکاری کرده و مسائل موردنظر را حل نمایند و از این طریق آن‌ها وادار می‌شوند تا افکار و نظریه‌های خود را به‌طور کامل پیاده ساخته و شکاف موجود در دانش محتوایی را شناسایی کنند (هل[18]و همکاران، ۲۰۰۶).

یادگیری مبتنی بر پروژه از چهار جزء اصلی تشکیل شده است که کیفیت آن‌ها در موفقیت این رویکرد تأثیر بسزایی دارد. اولین جز نقش معلم است. کالابزوا[19](۲۰۱۵) بیان می‌کند معلمان از نقش سنتی خود یعنی یک سخنران یا یک متخصص کلاس درس فراتر می‌روند. هاینس[20](۱۹۸۹) نقش معلمان را با عناوین راهنما، تسهیلگر، مدیر، مشاور یا ارزیاب بیان می‌کند. دومین مؤلفه نقش یادگیرندگان است. از نظر هاچینسون[21](۱۹۹۲) همه یادگیرندگان باید در تمامی مراحل پروژه -از مرحله برنامه‌ریزی تا مرحله ارائه و ارزیابی- درگیر بوده و مشارکت داشته باشند. اگرچه این معلم است که به ایده یادگیری مبتنی بر پروژه نائل می‌شود، اما این یادگیرندگان هستند که آن را به شکل واقعی با دقت تشریح می‌کنند. سومین جزء محتوای برنامه‌درسی است. محتوا به‌طورکلی متناسب با چارچوب برنامه‌های آموزشی مدرسه است و معلمان می‌توانند محتوای آموزشی مدرسه را با محتوای پروژه خود مرتبط سازند. این رویکرد

16.Wong
17.Netto-Shek
18.Helle
19.Kalabzova
20.Haines
21.Hutchinson



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

یادگیری از یک‌سو می‌تواند با یک یا چند موضوع مرتبط باشد که دارای جهت‌گیری نظری و یا عملی هستند و یا فقط در آموزش مهارت‌های اساسی بکار گرفته شود و یا بر آموزش دانش واقعی و عملی که ممکن است دانشی فرعی باشد تمرکز نماید (دووراکوا[۲۲]، ۲۰۰۹). جزء چهارم محیط یادگیری است. این رویکرد یادگیری می‌تواند در کلاس درس انجام گیرد. بااین‌حال، اگر بتوان فراتر از محیط کلاس و مدرسه رفت، بسیار مفیدتر خواهد بود. از نظر هیل و هنفین[۲۳](۲۰۱۱) محیط‌های یادگیری پیچیده‌تر بر ابزارها، منابع و چهارچوب‌ها اتکا بیشتری دارند. چنین محیط‌هایی سازگاری بهتری با پداگوژی‌های دانش‌آموزمحوری همچون یادگیری مبتنی بر پروژه دارند.

محتوای مهم و معنی‌دار مطابق با استانداردها؛ مبتنی بر اطلاعات بودن؛ پرسش‌های اساسی؛ حق انتخاب برای یادگیرنده؛ استفاده از مهارت‌های قرن ۲۱؛ کاوشگری، پرس‌وجو و نوآوری؛ بازخورد و تجدیدنظر؛ ارائه نتایج به مخاطبان داخل و خارج از مدرسه، هشت عنصر اساسی برای یادگیری پروژه‌محور می‌باشند (لارمر و مرگندلار[۲۴]،۲۰۱۰). نتایج پژوهش‌ها نشان داده‌اند که این رویکرد یادگیری باعث افزایش انگیزه یادگیرندگان (الام و نسبیت[۲۵]،۲۰۱۲)؛ بهبود و افزایش پیشرفت تحصیلی (ارگول و کارگین[۲۶]،۲۰۱۴)؛ افزایش توانایی همکاری و مشارکت (بارس[۲۷]،۲۰۱۲)؛ بهبود توانایی برقراری ارتباط و افزایش مهارت مدیریت منابع (سومارنی[۲۸]،۲۰۱۵)؛ افزایش مهارت مدیریت منابع یادگیری (مورگیل[۲۹]و همکاران،۲۰۰۸)؛ جذابیت و خوشایندی

22.Dvořáková
23.Hill & Hannafin
24.Larmer & Mergendoller
25.Elam & Nesbit
26.Ergül. & Kargın
27.Barrs
28.Sumarni
29.Morgil



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

فرآیند یادگیری (جومات و تاسیر[30]،۲۰۱۳)؛ افزایش خلاقیت (ژو[31]،۲۰۱۲)؛ بهبود نگرش نسبت به یادگیری و کاهش سطح اضطراب یادگیری (اردم[32]،۲۰۱۲)؛ ایجاد ارتباط بین نظر و عمل و افزایش توانایی حل‌مسأله و تسهیل ایجاد یادگیری مادام‌العمر (فرناندز[33]،۲۰۱۵) می‌شود. ویژگی‌های مسأله‌محوری، لزوم یک نتیجه یا محصول نهایی، یادگیرنده‌محوری این رویکرد، آن را تا حد زیادی از سایر رویکردهای یادگیری متمایز می‌کند (هل و همکاران،۲۰۰۶).

یادگیری مبتنی بر پروژه روشی است که اغلب در کلاس‌هایی با رویکرد STEM موردتوجه قرارگرفته و اجرا می‌شود (ادموندز[34]و همکاران، ۲۰۱۷) و عمده پژوهش‌های مرتبط با آن در حوزه ریاضیات، علوم و فناوری است (هولم[35]،۲۰۱۱). از سوی دیگر در دنیای واقعی، حل‌مسائل اجتماعی و محیطی در حوزه‌های جداگانه رخ نمی‌دهد بلکه تا حدود زیادی در مرزهای رشته‌های STEM اتفاق می‌افتد (کاپرارو و جونز،۲۰۱۳).

اصطلاح STEM برگرفته از سرواژه علوم (Science)، فناوری (Technology)، مهندسی (Engineering) و ریاضیات (Mathematics) است که اولین بار به‌صورت رسمی، در اوایل دهه ۱۹۹۰ توسط «بنیاد ملی علوم»[36] مطرح شد (اوستلر[37]، ۲۰۱۲). از نظر مور[38]و همکاران (۲۰۱۴)، «STEM تلاش برای ترکیب تعدادی یا همه چهار رشته علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در قالب یک کلاس، یک واحد یا درس است که مبتنی بر ارتباط‌بخشی بین موضوعات درسی با مسائل دنیای واقعی است». ساندرز[39] (۲۰۰۹)،

30.Jumaat & Tasir
31.Zhou
32.Erdem
33.Fernandes
34.Edmunds
35.Holm
36.National Science Foundation
37.Ostler
38.Moore
39.Sanders



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

STEM را رویکردی می‌داند که آموزش و یادگیری بین دو یا چند موضوع از چهار موضوع موجود در STEM و یا بین یک موضوع STEM با یک یا چند موضوع آموزشی دیگر مانند هنر را بررسی و کاوش می‌کند. هدف آن ایجاد رویکردی جامع است تا رشته‌های درسی به هم پیوند داده شوند تا درنتیجه یادگیری پیوسته، معنی‌دار و مرتبط با نیاز دانش‌آموزان باشد (اسمیت و کارکیدول[۴۰]،۲۰۰۰). استولمن[۴۱](۲۰۱۲) اظهار دارد که تلاش برای تلفیق STEM در یک کلاس مبتنی بر ارتباط‌دهی بین موضوعات و مسائل دنیای واقعی است. آن یکی از بهترین فرصت‌ها جهت تجربه یادگیری در شرایط دنیای واقعی است، نه یادگیری موضوعات دروس به‌صورت جدا از هم (تسوپروز[۴۲]و همکاران، ۲۰۰۹). STEM راهبردی در یادگیری است که موانع سنتی مجزاکننده این چهار رشته علمی را برطرف می‌کند و آن‌ها را با تجارب یادگیری موشکافانه، مرتبط و مبتنی بر دنیای واقعی تلفیق می‌کند (واسکوئز[۴۳]و همکاران،۲۰۱۳).

پژوهش‌های انجام‌گرفته در حوزه STEM نشان می‌دهد که استفاده از این راهبرد می‌تواند باعث ایجاد و تربیت منابع انسانی مناسب و مورد انتظار کشور(میلاتوراما[۴۴] و همکاران،۲۰۱۷)، بهبود مهارت‌های ارتباطی و همکاری در کلاس‌های درس(هان[۴۵] و همکاران،۲۰۱۶)، افزایش علاقه به یادگیری فناوری و توانایی تلفیق مهارت‌های قرن بیست‌ویکم مانند مهارت در نوآوری و سواد عصر دیجیتال(یاسین[۴۶]و همکاران، ۲۰۱۸)، بهبود سطح مهارت‌های لازم این قرن ازجمله مهارت بهره‌وری بالا (رسول[۴۷]و همکاران، ۲۰۱۶)، دستیابی به یکی از بهترین راهبردهای سیاست‌گذاری برای نیل به توسعه صنعتی در آینده (چیتایت[۴۸]،۲۰۱۶)، موفقیت تحصیلی و افزایش سواد علمی(یلدرم و

40.Smith & Karr-Kidwell
41.Stohlmann
42.Tsupros
43.Vasquez
44.Milaturrahmah
45.Han
46.Yasin
47.Rasul
48.Chitate



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

سیدکلی[49]، ۲۰۱۵)، کسب مهارت‌های حل‌مسئله و تفکر انتقادی (کیم[50]و همکاران، ۲۰۱۴)، بهبود نگرش دانش‌آموزان -به‌ویژه دانش‌آموزان دوره ابتدایی- نسبت به علوم(توما و گرسا[51]،۲۰۱۸)، افزایش میزان موفقیت در ریاضیات (هان و همکاران، ۲۰۱۶)، تولید نتایج و محصولات خلاقانه و نوآوری در راستای حل مسائل موجود در جامعه (میلاتوراما و همکاران، ۲۰۱۷) و بهبود تعامل و درگیری، توانمندی، قابلیت و دوام و بقاء دانش‌آموزان و معلمان در حوزه‌های مختلف (آن[52]،۲۰۱۳) شود.

از نظر موریسون[53](۲۰۰۸) STEM یک فرارشته است که به‌واسطه تلفیق دانش رشته-های دیگر، در قالب یک رشته کلی‌تر- به‌جای رشته‌های جدا از هم- و با هدف رفع فاصله احتمالی موجود بین چهار رشته آن ایجاد می‌گردد. داجر[54](۲۰۱۰) هر یک از چهار رشته STEM را در ارتباط با یکدیگر تعریف می‌کند و سپس چهار روش کلی برای آموزش STEM بیان می‌کند، این چهار روش عبارت‌اند از: سیلو شده[55]، روش وزنی[56]، چند رشته‌ای متقاطع[57] و تلفیقی(یکپارچه[58]).

روش سیلوشده یا ایزوله‌شده بر توجه جداگانه به چهار رشته موجود در STEM، بدون انجام تلاشی برای تلفیق این رشته‌ها اشاره دارد. برخی این رویکرد را به‌صورت S-T-E-M نمایش می‌دهند که مبین آموزش مستقل یا با حداقل تلفیق موضوعات است. در رویکرد وزنی یک یا دو رشته STEM بها و وزن بیشتری دارد و در فرآیند آموزش تأکید بیشتری بر آن‌ها می‌شود که به شکل SteM نمایش داده می‌شود. در رویکرد چندرشته‌ای متقاطع یکی از رشته‌های STEM در سه رشته دیگر ادغام می‌شود یعنی

49.Yıldırım & Sidekli
50.Kim
51.Toma & Greca
52.An
53.Morrison
54.Dugger
55.Siloed
56.Weighted
57.Cross-Disciplinary
58.Integrated



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

یکی از رشته‌ها به‌عنوان رشته اصلی انتخاب می‌شود و از لنز آن رشته، به رشته‌های دیگر نگریسته می‌شود و به شکل E: S,T,M یا S T M نمایش داده می‌شود. رویکرد تلفیقی(یکپارچه) به عنوان جامع‌ترین رویکرد و تزریق هر چهار رشته به یکدیگر و آموزش آن‌ها به شکلی یکپارچه است یعنی ارتباط‌بخشی و شبکه کردن چهار رشته باهم جهت ارائه یک موضوع به شکلی کامل و جامع. در اینجا کل چیزی فراتر از مجموع اجزا و عناصر تشکیل‌دهنده است. تلفیق STEM یکی از بهترین فرصت‌ها برای یادگیری در شرایط دنیای واقعی را به دانش‌آموزان ارائه می‌دهد(تسوپروس و همکاران، ۲۰۰۹).

ازجمله اهداف برنامه‌درسی دوره ابتدایی کشور ما، آشنایی با مهارت‌های زندگی و به‌کارگیری آن‌ها، توانایی استفاده از مهارت‌ها در حل مسائل روزمره زندگی، مهارت در خلق آثار فرهنگی و هنری، تقویت تفکر، آشنایی با کار و مشاغل و فرآیندهای اقتصادی در محیط زندگی، شناخت و کاربرد روش‌ها، مواد و ابزارهای علمی و فناورانه در یادگیری و زندگی است(مصوبه هشتصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی آموزش‌وپرورش،۱۳۹۰) همچنین کسب یادگیری معنی‌دار و مادام‌العمر، جلب مشارکت افراد در برنامه‌ها، پاسخگویی به نیازهای منطقه‌ای و محلی ناشی از تفاوت‌های محیط زندگی، تنوع‌بخشی و شاداب سازی محیط‌های یادگیری ایجاد مهارت رویارویی و حل مسائل و خلاقیت و ... در اهداف برنامه‌درسی ملی، اهداف دوره ابتدایی و اهداف برنامه ویژه مدرسه (بوم) آورده شده‌است (سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۹۷) که به نظر می‌رسد همسو با اهداف آموزش STEM می‌باشند. اما نتایج تحقیقات، برای مثال نادرنژاد(۱۳۹۲)؛ موسوی(۱۳۹۲)؛ آل‌آقا(۱۳۹۱) و ابرازه(۱۳۹۴)، نشان می-دهند که غالب این اهداف تحقق نیافته‌اند. شاید از دلایل عدم تحقق اهداف، عدم برقراری ارتباط مؤثر بین دروس و عدم فراهم‌آوری امکان برقراری شرایط تجربه



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

موضوعات در دنیای واقعی و نیز توجه خیلی کم به رشته مهندسی(طراحی) و فناوری در این پایه باشد. همچنین کسب نتایج پایین‌تر از عملکرد بین‌المللی دانش‌آموزان ایرانی در آزمون‌های مختلف تیمز نیز نشانگر ضعف آنان در مهارت‌هایی مانند حل‌مساله، استدلال، فرضیه‌سازی، آزمایش فرضیه، تخمین، مهارت‌های محاسباتی و پیش‌بینی نتایج و... است (پژمان، ۱۳۹۶). از این‌رو، بهسازی و نوسازی رویکردهای آموزشی دروس مختلف به‌ویژه علوم و ریاضی دوره ابتدایی و توجه به برنامه‌های آموزشی پروژه‌محور STEM ضروری به نظر می‌رسد و ازآنجایی‌که در داخل کشور پژوهشی در زمینه یادگیری پروژه‌محور STEM انجام نگرفته است، استفاده از تجارب کشورهای پیشرو در این زمینه می‌تواند باعث توسعه دانش نظری در این زمینه باشد و بستر لازم برای طراحی و عملی‌سازی این رویکردهای آموزشی را در کشورمان ایجاد کند. ازاین‌رو، پژوهش حاضر با هدف طراحی الگوی برنامه‌درسی مبتنی بر پروژه با تأکید بر STEM در دوره ابتدایی کشور ایران انجام شده است.

**روش پژوهش**

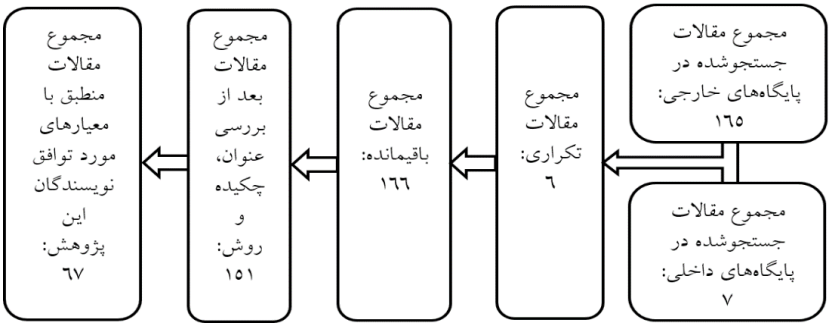
پژوهش‌های علمی و معتبر انجام شده در حوزه برنامه‌درسی پروژه محور STEM جامعه آماری این پژوهش بودند که از طریق جستجوی منظم در پایگاه‌های اطلاعاتی و مبتنی بر معیارهای ورود، تعداد ۱۷۲ پژوهش شناسایی و درنهایت مبتنی بر معیارهای خروج تعداد ۶۷ پژوهش به‌عنوان نمونه جهت تحلیل نهایی انتخاب گردید. با توجه به هدف اصلی پژوهش، با جستجوی کلمات کلیدی یادگیری و برنامه‌درسی پروژه‌محور، استم، PBL، STEM PBL، STEM project based learning، integrated STEM در پایگاه داده‌های خارجی ProQuest، ERIC، Springer، ScienceDirect، GoogleScholar، SAGE و پایگاه‌های داخلی، نمایه استنادی علوم ایران (ISC)، پایگاه مجلات تخصصی



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

نور (Noormags)، پایگاه علمی جهاد دانشگاهی (SID)، بانک اطلاعات نشریات ایران (Magiran) و پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (Irandoc) تمامی مقالات، پایان‌نامه و رساله‌هایی که برنامه‌درسی مبتنی بر پروژه و STEM را مورد مطالعه قرار داده بودند، جمع‌آوری گردید.

شکل ۱: فرآیند انتخاب مطالعات انجام‌شده




ملاک‌های ورود و خروج مطالعات انجام‌شده شامل: ۱. رساله و پایان‌نامه‌های دکتری و کارشناسی‌ارشد و مقالات مروری و علمی در حوزه یادگیری مبتنی بر پروژه و STEM که طی سال‌های ۲۰۲۱-۲۰۰۱ در پایگاه‌های خارجی و سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۰ در پایگاه‌های داخلی منتشر شده‌اند؛ ۲. پژوهش‌هایی با موضوع برنامه‌درسی و یادگیری مبتنی بر پروژه، STEM، تلفیق STEM؛ ۳. استفاده از روش پژوهش کیفی، میدانی و نیمه‌آزمایشی؛ ۴. بررسی حداقل یکی از عناصر برنامه‌درسی؛ ۵. کاربست روش پروژه-محور STEM در فرآیند آموزش و یادگیری بودند. از مجموع ۱۷۲ پژوهش جستجو شده در پایگاه‌های اطلاعاتی، پس از بررسی نویسندگان و انطباق با معیارهای موردنظر، درنهایت ۶۷ پژوهش برای تحلیل انتخاب گردید.

راهبرد مورداستفاده در این پژوهش فراترکیب چارچوب‌های نظری و پژوهش‌های مرتبط پیشین (سنتز پژوهی) است که گاهی معادل فراتحلیل کیفی نیز استفاده می‌شود و



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

شامل ترکیب ویژگی‌ها و عوامل خاص ادبیات تحقیق است. در این روش سعی بر این است پژوهش‌های تحت پوشش را تحلیل کرده و تعارضات موجود را رفع نموده و موضوعاتی را برای پژوهش‌های آتی تعیین کند (کوپر و هدج[59]، ۲۰۰۹)؛ بنابراین هدف فقط کنار هم قراردادن دانش‌های قبلی نیست؛ بلکه بر ترکیب یافته‌های گوناگون در چارچوبی مشخص برای ایجاد روابطی جدید تأکید می‌شود. سنتزپژوهی در این پژوهش بر اساس الگوی هفت مرحله‌ای هورد[60](۱۹۸۳) طی مراحل: ۱. شناسایی منابع مرتبط؛ ۲. بازنگری و تحلیل مفهومی عناصر؛ ۳. شناسایی اطلاعات یا دسته‌های مفهومی؛ ۴. کنار هم گذاشتن اطلاعات درون هر دسته؛ ۵. تداوم تحلیل و پایش بیانیه‌ها؛ ۶. مرتب کردن جملات و در دسته‌های متناسب برای کاربردهای موردنظر؛ ۷. تفسیر مطالب ترکیبی انجام شد (شورت[61]، ۱۳۸۸).

پژوهش حاضر از نوع استقرایی بوده و کدهای محوری بر اساس عناصر برنامه‌درسی اکر[62] است. پس از بررسی و مطالعه محتوای پژوهش‌های منتخب و با در نظر گرفتن عناصر برنامه‌درسی، مفاهیم موردنظر با روش کدگذاری باز استخراج گردید و سپس مفاهیم دارای اشتراک معنایی کنار هم قرار گرفت. جهت اطمینان از نحوه کدگذاری از دو نفر ارزشیاب برای کدگذاری مجدد استفاده شد و برای تایید پایایی از فرمول ضریب کاپای کوهن استفاده شد که در این پژوهش میزان توافق بین ارزشیابان ۰/۷۹ به دست آمد که نشانگر ۷۹ درصد توافق بین آن‌ها در کدگذاری بود.

59.Cooper & Hedges
60.Hurd
61.Short
62.Akker



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

**یافته‌ها**

برای تحلیل نهایی از یافته‌های ۶۷ پژوهش علمی استفاده شده است که ویژگی‌های این پژوهش‌ها شامل کد پژوهش، پژوهشگران، هدف، روش پژوهش، جامعه آماری، سال انتشار و نتایج پژوهش‌ها در جدول۱ پیوست آورده شده است.

بر اساس یافته‌های پژوهش‌های منتخب در جدول۱ پیوست، تمامی مؤلفه‌ها با استفاده از کدگذاری باز استخراج شده و بر اساس مفاهیم مشترک دسته‌بندی شدند. بر اساس فرآیند کدگذاری، ویژگی‌های برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM بر اساس عناصر برنامه-درسی اکر و با توجه به کد هر پژوهش، در جدول۱ آورده شده است. درنهایت یک الگوی کلی و جامع بر اساس یافته‌ها ترسیم شده است.

جدول ۱: ویژگی عناصر الگوی برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM بر اساس مؤلفه‌های برنامه‌درسی اکر

| عنصر | ویژگی‌ها |
|---|---|
| **منطق** | تربیت شهروندان کارآمد (۹، ۳۱، ۴۲، ۵۲)؛ جذاب‌سازی برنامه‌درسی (۱۲، ۴۲، ۲۵، ۳۲، ۳۷، ۶۴)؛ ایجاد و شکل‌گیری مهارت‌های اساسی قرن ۲۱ (۴، ۵، ۱۲، ۱۳، ۱۹، ۲۲، ۲۶، ۳۰، ۳۸، ۶۵)؛ تفکر سطح بالا (۱۲، ۲۰، ۲۲، ۲۵، ۲۸، ۳۰، ۴۳)؛ یادگیری معنادار (۶، ۹، ۲۶، ۵۲، ۶۱)؛ افزایش مشارکت و درگیرسازی دانش‌آموز (۱، ۲، ۳، ۵، ۷، ۱۱، ۲۰، ۲۱، ۲۳، ۳۰، ۵۶)؛ گسترش عدالت آموزشی (۱۱، ۳۰، ۳۶، ۴۷، ۵۳)؛ کاهش افت و ترک تحصیلی (۳۶، ۵۱)؛ ایجاد زمینه یادگیری عملی (۲۱، ۴۲، ۵۱، ۵۴، ۵۶)؛ استقلال در یادگیری (۱۴، ۲۱، ۲۹، ۳۱، ۵۶، ۶۲)؛ ایجاد علاقه (۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱۷، ۳۰، ۳۳، ۵۵، ۵۸)؛ یادگیری مادام‌العمر (۱۲، ۳۷) |
| **هدف** | افزایش قدرت تفکر انتقادی (۱۲، ۳۰، ۶۳)؛ پرورش نوآوری و خلاقیت (۱، ۵، ۶، ۱۲، ۱۴، ۱۸، ۲۳، ۳۰، ۵۱، ۶۴، ۶۶)؛ پرورش تفکر تجسمی (۱۵، ۴۶)؛ استفاده از مهارت‌ها در دنیای واقعی (۱۲، ۱۵، ۲۵، ۲۶، ۲۸، ۳۱، ۶۴)؛ پرورش مهارت‌های کارگروهی (۱۲، ۳۰، ۳۱، ۳۳، ۳۷، ۴۱، ۴۹)؛ ایجاد مهارت‌های استفاده از فناوری (۲، ۹، ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۲۱، ۲۹، ۴۱، ۵۲)؛ افزایش مسئولیت‌پذیری (۵، ۱۴)؛ پرورش و کسب سواد علمی و فناورانه (۱۹، ۳۳، ۵۷، ۶۶)؛ افزایش قدرت تصمیم‌گیری |



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

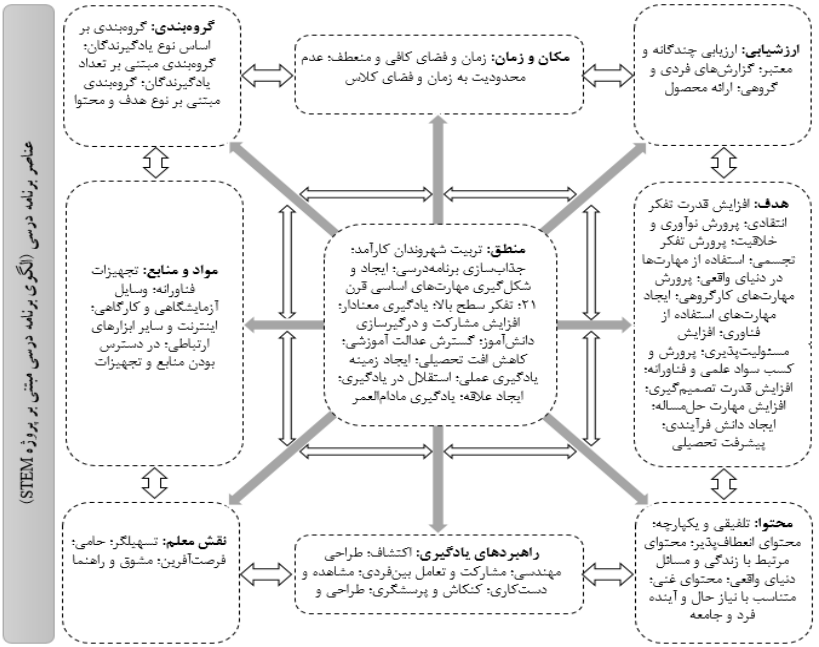
| عنصر | ویژگی‌ها |
|---|---|
| | (۳۰، ۴۹)؛ افزایش مهارت حل‌مساله (۱۲، ۱۳، ۲۰، ۲۶، ۲۸، ۳۱، ۳۳، ۳۸، ۳۹، ۴۸، ۵۰)؛ ایجاد دانش فرآیندی (۱۵، ۲۲، ۲۳، ۳۳، ۴۳، ۴۴)؛ پیشرفت تحصیلی (۵، ۷، ۸، ۱۷، ۲۷، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۴۱، ۴۶، ۵۶) |
| **محتوا** | تلفیقی و یکپارچه (۸، ۱۶، ۱۸، ۲۶، ۴۴، ۶۷)؛ محتوای انعطاف‌پذیر (۴۲، ۶۲)؛ محتوای مرتبط با زندگی و مسائل دنیای واقعی (۱۵، ۲۵، ۲۶، ۳۱، ۶۴)؛ محتوای غنی (۱۵، ۲۴)؛ متناسب با نیاز حال و آینده فرد و جامعه (۲۶، ۳۸) |
| **راهبردهای یادگیری** | مشارکت و تعامل بین‌فردی (۱۵، ۱۶، ۳۱، ۳۳، ۴۹، ۵۱)؛ طراحی مهندسی (۱۴، ۱۵، ۲۳، ۴۲، ۴۳، ۴۶)؛ مشاهده و دست‌کاری (۲۱، ۲۹، ۳۰، ۴۲، ۵۱، ۵۴)؛ اکتشاف (۱۲، ۳۰، ۳۳، ۶۳)؛ کنکاش و پرسشگری (۲۸، ۴۱، ۶۳)؛ طراحی و ساخت (۱۱، ۱۵، ۲۳، ۳۰، ۳۱، ۳۳، ۴۱، ۴۶، ۶۴) |
| **نقش معلم** | تسهیلگر (۲۸، ۴۰، ۵۹)؛ حامی (۳۴، ۶۰، ۶۱، ۶۳)؛ فرصت‌آفرین (۵، ۱۲، ۳۰، ۳۱، ۴۰، ۴۹، ۵۱، ۶۰، ۶۴)؛ مشوق و راهنما (۴۰، ۶۳) |
| **مواد و منابع** | تجهیزات فناوری (۲، ۱۵، ۲۸، ۴۰، ۴۱، ۴۶)؛ وسایل آزمایشگاهی و کارگاهی (۱۵، ۲۸، ۳۰)؛ اینترنت و سایر ابزارهای ارتباطی (۱۲، ۲۸)؛ در دسترس (۲، ۴۰) |
| **گروه‌بندی** | گروه‌بندی بر اساس نوع یادگیرندگان (۸، ۵۳، ۵۸)؛ گروه‌بندی مبتنی بر تعداد یادگیرندگان (۸، ۱۵، ۵۳)؛ گروه‌بندی مبتنی بر نوع هدف و محتوا (۸، ۱۵) |
| **زمان** | زمان کافی و انعطاف‌پذیر (۱۶، ۳۲، ۴۰، ۴۱، ۵۶، ۶۰، ۶۳، ۶۴)؛ عدم محدودیت به زمان کلاس (۱۲، ۲۸، ۳۷، ۴۵، ۶۴) |
| **مکان** | فضای کافی و منعطف (۳۰، ۵۲)؛ عدم محدودیت به فضای کلاس (۲، ۱۲، ۲۸، ۳۷) |
| **ارزشیابی** | ارزیابی چندگانه و معتبر (۱، ۱۲، ۳۰)؛ گزارش‌های فردی و گروهی (۳۰، ۳۹، ۴۵)؛ ارائه محصول (۴، ۳۰، ۴۱، ۴۶، ۴۹) |

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از سنتزپژوهی و کدگذاری باز و محوری، الگوی برنامه-درسی مبتنی بر پروژه با تاکید بر STEM در دوره ابتدایی در شکل ۲ آورده شده است:



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

شکل۲: الگوی برنامه‌درسی مبتنی بر پروژه STEM در دوره ابتدایی




طبق منطق برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM، دلایل به‌کارگیری این برنامه‌درسی تربیت شهروندانی کارآمد، ایجاد فرصت‌های برابر آموزشی، افزایش میزان مشارکت دانش-آموزان در یادگیری، کمک به ساخت دانش و ایجاد یادگیری عملی است. براین اساس اهداف برنامه‌درسی ایجاد و بهبود مهارت‌های مختلف تفکر، انجام کار گروهی، استفاده از فناوری و حل مسئله و پرورش قدرت تصمیم‌گیری در دانش‌آموزان است و در راستای نیل به اهداف، محتوای برنامه‌درسی به‌صورت غنی، منعطف، تلفیقی و در ارتباط با مسائل دنیای واقعی طراحی می‌شود. جهت ارائه محتوا، از روش‌های تعاملی، عملی،



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

دست‌ورزی و پژوهش علمی استفاده می‌شود. معلم به‌عنوان راهنما، تسهیلگر یادگیری بوده و در اجرای برنامه از تجهیزات فناورانه، اینترنت، وسایل و تجهیزات عینی و عملی استفاده می‌شود. برای افزایش میزان مشارکت و رفع تفاوت های فردی دانش‌آموزان بر اساس توانمندی، تعداد و یا هدف و محتوای موردنظر گروه‌بندی می‌شوند. اختصاص زمان و فضای کافی و پرهیز از محدودشدن به زمان و فضای کلاس درس از ضروریات است. ارزشیابی برنامه‌درسی به شکل چندگانه به طرق مختلفی همچون گزارش‌های فردی یا گروهی و ارائه نتایج اکتسابی به اشکال مختلف انجام می‌گیرد.

**نتیجه‌گیری**

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، منطق برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM در دوره ابتدایی تربیت شهروندانی کارآمد؛ افزایش عدالت آموزشی؛ جذاب‌سازی برنامه‌درسی؛ ایجاد و شکل‌دهی مهارت‌های اساسی برای زندگی در قرن ۲۱، یادگیری معنادار و عملی؛ ایجاد علاقه و استقلال در یادگیری؛ افزایش مشارکت در فرآیند یادگیری؛ کاهش افت و ترک تحصیلی و یادگیری مادام‌العمر است. این یافته‌ها با نتایج پژوهش چتین[۶۳](۲۰۲۰)، سعد[۶۴](۲۰۲۰)، لی[۶۵] و همکاران(۲۰۱۹) و هان و همکاران(۲۰۱۶) همسو است. از نظر چتین(۲۰۲۰) به منظور پرورش شهروندانی موفق برای زندگی در عصر حاضر، آموزش دانش‌آموزان باید در بستر زندگی واقعی و موضوعات مرتبط با زندگی روزمره باشند و به واسطه ایجاد دانش و توانمندی علمی و فناورانه لازم و پایدار، فرد برای مواجهه و حل مسائل واقعی آماده گردد. از آنجایی‌که به دلایل مختلف، همه دانش‌آموزان فرصت برابری برای یادگیری مادام‌العمر مهارت‌های کاربردی برای

63.Çetin
64.Saad
65.Lee



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

حل مسائل زندگی واقعی را ندارند، سعد(۲۰۲۰) معتقد است که این رویکرد آموزشی علاوه بر جذابیت و ایجاد انگیزه، دانش‌آموزان را قادر می‌سازد با حل و تحلیل پروژه‌ها و انتقال آن‌ها به خارج از محیط مدرسه نه تنها علاقمندی و توانایی استدلال آنها افزایش می یابد بلکه تبدیل به حل کننده‌های مادام‌العمر مسائل در زندگی واقعی می شوند. از نظر هان(۲۰۱۶) تعاملات ارتباطی، مشارکت در یادگیری و جذابیت برنامه باعث ایجاد نگرش مثبت نسبت به آموزش و مدرسه شده و در نتیجه میزان ترک تحصیل و افت آموزشی کاهش می یابد.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که اهداف برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM، افزایش مهارت‌های تفکر تجسمی، تفکر انتقادی، حل‌مساله، نوآوری و خلاقیت، استفاده از فناوری، کارگروهی و استفاده از این مهارت‌ها در دنیای واقعی؛ افزایش مسئولیت-پذیری و قدرت تصمیم‌گیری؛ پرورش و کسب سواد علمی و فناورانه؛ ایجاد دانش فرآیندی و پیشرفت تحصیلی است. این یافته‌ها با نتایج پژوهش کارتینی[۶۶] و همکاران (۲۰۲۱)، فیتریانی[۶۷] و همکاران(۲۰۲۰)، لستاری[۶۸]و همکاران(۲۰۱۸)، سامسودین[۶۹] و همکاران(۲۰۲۰) همسو است. از نظر لستاری(۲۰۱۸) فرآیند یادگیری فعال، سرگرم‌کننده و خلاق این برنامه باعث می‌شود تا دانش‌آموزان در مواجهه با مسائل فعالانه و نقادانه آن را از ابعاد مختلف مورد بررسی قرار داده و خلاقانه برای ایجاد راه‌حل تلاش نمایند و با مسائل مشابه در دنیای واقعی با اعتماد به نفس و آگاهانه روبرو شوند. بدین ترتیب علاوه بر پیشرفت تحصیلی و کسب دانش اجتماعی، فنی و علمی، به‌راحتی در مورد آینده تصمیم‌گیری می‌شود و همسو با زندگی و جامعه، جهان به مکانی مناسب و

66.Kartini
67.Fiteriani
68.Lestari
69.Samsudin



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

کارآمد تبدیل می‌شود (تسنگ[70]و همکاران، ۲۰۱۳). این برنامه‌درسی، علاوه بر ارائه دانش علمی به بهبود مهارت‌های عملی، بروز خلاقیت، ارائه دیدگاه و توانایی تجزیه و تحلیل و حل‌مساله دانش‌آموزان کمک می‌کند (لو و همکاران، ۲۰۱۶). این امر به همراه جذابیت پروژه‌ها برای دانش‌آموزان علاوه بر ایجاد انگیزه، باعث آشنایی آنها با پژوهشگری و مراحل روش علمی می‌شود. از دیدگاه کارتینی(۲۰۲۱) این رویکرد توانایی حقیقت‌یابی دانش‌آموزان را بهبود و تسهیل می‌کند، زیرا نه‌تنها برای موضوع یادگیری بلکه در فرایند ساخت پروژه نیز از آن‌ها استفاده می‌شود. دانش‌آموزان قادر به ادغام ابعاد مختلف رشته ها و کسب دانش عمیق شده و تجربه آن‌ها برای استفاده از دانش در زندگی روزمره افزایش می یابد. دانش‌آموزان مسئولیت بیشتری نسبت به یادگیری خود داشته و توانایی ایده‌یابی‌شان افزایش می‌یابد. همچنین باعث رشد مهارت راه‌حل‌یابی دانش‌آموزان شده و بنابراین، وقتی با مشکل مشابه دیگری روبرو می‌شوند از قبل با ارزیابی و ارائه راه‌حل آشنا هستند.

بر اساس یافته‌های پژوهش، محتوای برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM، به‌صورت تلفیقی و یکپارچه، غنی و انعطاف‌پذیر، مرتبط با نیاز حال و آینده فرد و جامعه و در راستای زندگی و مسائل دنیای واقعی است. این یافته‌ها با نتایج پژوهش گوآ و تانگ (۲۰۲۰)، لستاری و همکاران(۲۰۱۸) و لقمان‌الحکیم[71]و همکاران(۲۰۱۹) همسو است. تحقیقات نشان می‌دهد که ساختارهای دانش متصل‌به‌هم باعث می‌شوند دانش‌آموزان توانایی انتقال دانسته‌ها و مهارت‌هایشان را در موقعیت‌های جدید و ناآشنا کسب کنند و یادگیری تسهیل یابد (هانی[72]و همکاران،۲۰۱۴). از نظر گوآ و تانگ (۲۰۲۰) تلفیق

[70].Tseng
[71].LuqmanulHakim
[72].Honey



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

رشته‌ها باعث ایجاد محتوای غنی و چالش‌برانگیز و ارتباط پروژه‌ها با زندگی، انگیزه‌های درونی برای یادگیری دانش‌آموزان ایجاد می‌کند. لقمان‌الحکیم (۲۰۱۹) بیان می کند که این برنامه درسی الگویی تلفیقی و بین‌رشته‌ای است که برای حل‌مسائل و نیاز به کسب مهارت‌های قرن ۲۱ را مرتفع می‌سازد. از نظر محققان بهترین رویکرد در دوره ابتدایی رویکرد یکپارچه‌شده(تلفیقی) است به این معنی که بیشترین سطح تلفیق در انتخاب محتوا صورت گیرد و بیشتر از سطح دانشی و شناختی باید بر نگرش و مهارت‌آموزی دانش‌آموزان در برنامه‌های درسی STEM تلفیقی تمرکز کرد.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که راهبردهای یاددهی-یادگیری در برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM، به‌صورت مشارکتی و تعامل بین‌فردی، مشاهده، دست‌کاری، اکتشاف و پرسشگری، پژوهش علمی، طراحی و ساخت غالباً بر اساس فرآیند طراحی مهندسی است. این یافته‌ها با نتایج پژوهش سیو و آمبو(۲۰۱۸)، چتین (۲۰۲۰) و چویک و آزکین[۷۳](۲۰۲۰) همسو است. ماهیت برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM ایجاب می‌کند که راهبردهای یاددهی و یادگیری در تعامل با فناوری، نیازهای فرد، شغل و جامعه و به‌واسطه فعالیت‌های گروهی و کاوشگری انجام گیرد (گاردنر، ۲۰۱۷). همچنین نتایج مطالعات میدانی نشان می‌دهد که در این رویکرد آموزشی باید از چارچوب نظری «فرایند طراحی مهندسی» استفاده شود (کریسموند و آدامز[۷۴]، ۲۰۱۲). از نظر سیو و آمبو(۲۰۱۸) استفاده از الگوی طراحی مهندسی، مدل ساختار خلاقیت علمی و یادگیری مشارکتی از مهمترین ویژگی‌های این رویکرد است که در آن دانش‌آموزان مسائل مبهم را تجربه کرده و راه‌هایی برای حل آن‌ها از طریق طراحی و ساخت نمونه‌های اولیه مبتنی بر علم بدست می‌آورند. غالب پژوهش‌ها به اثربخشی فرآیند طراحی مهندسی در

[73].Çevik & Azkın
[74].Crismond & Adams



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

رویکردهای آموزشی STEM پرداخته‌اند، که همین امر اهمیت آن را ثابت می‌کند (حافظ و ایوب[۷۵]، ۲۰۱۹). مراحل فرآیند طراحی مهندسی (شامل: تعریف مسئله، انتخاب سامانمند راه‌حل، مدل‌سازی و تحلیل، تکرار فرایند طراحی) می‌تواند توانایی دانش‌آموزان را در به‌کارگیری مفاهیم علوم و ریاضیات در حل مسائل دنیای واقعی افزایش دهد (انگلش و کینگ[۷۶]، ۲۰۱۵).

از نظر چتین (۲۰۲۰) فرآیند یادگیری در این برنامه‌درسی به واسطه تعامل و مشارکت افراد با یکدیگر صورت می گیرد و تعامل افراد به صورت مشارکت اجتماعی(یادگیری کار باهم، بهبود دوستی‌ها)، مشارکت علمی (کسب دانش علمی، آموزش یادگیری از طریق انجام دادن، داشتن دیدگاه متفاوت به درس‌ها) و مشارکت شخصی(توسعه مهارت‌های دست‌ورزی، کشف و توسعه توانایی‌ها، کسب مهارت‌های تفکر، توسعه مهارت حل مسئله) بروز می کند.

بر اساس یافته‌های پژوهش، معلم در برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM، نقش حامی، مشوق و راهنمای دانش‌آموزان، تسهیلگر و خالق فرصت‌های مختلف یادگیری است. یافته‌ها با نتایج پژوهش هان و همکاران (۲۰۱۴)، ادموندز و همکاران (۲۰۱۷) و موریسون و همکاران(۲۰۲۰) همسو است. ازآنجاکه اساس این برنامه‌درسی، مبتنی بر سازنده‌گرایی و تجربه‌گرایی است، نقش معلم در اجرای برنامه متفاوت از کلاس‌های سنتی بوده و برای انطباق با اصول جدید و اصلاحات در آموزش‌وپرورش آماده باشد. نقش معلمان از مدرس و مدیر آموزش بودن به ارائه‌دهنده منابع و شرکت‌کننده در فعالیت‌های یادگیری و از متخصص بودن به مشاور/تسهیلگر تغییر می‌یابد (نیول[۷۷]،

[75].Hafiz & Ayop
[76].English & King
[77].Newell



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

۲۰۰۳). از نظر هان (۲۰۱۴) در این برنامه‌درسی معلمان بر اهداف کاربردی‌تری برای درس برمی‌گزینند و تکالیف منتخب موضوعات مختلف را پوشش می‌دهد، آنها دستورالعمل‌های کمتری نسبت به کلاس درس سنتی ارائه می دهند و بیشتر سعی بر هدایت جریان یادگیری و حمایت از فرآیند یادگیری دانش آموزان دارند.

ادموندز(۲۰۱۷) بیان می‌کند معلمان با بررسی پرسش‌ها، فعالیت‌های حل‌مسئله و تکالیف پروژه‌ها اطمینان حاصل می‌کنند که آن‌ها دانش‌آموزان را به تفکر در سطوح بالاتر می‌رسانند و فرصت‌های یادگیری متنوعی را در سرتاسر پروژه و زمان ارائه تعبیه می‌کنند. موریسون (۲۰۲۰) اظهار دارد که هدف اصلی معلم به عنوان راهنما و پشتیبان در فرآیند یادگیری، توانمندسازی و افزایش اشتیاق دانش‌آموزان است. برای اکثر معلمان تغییر نقش اصلی و ایفای نقش مشاور و تسهیل‌کننده در فرآیند آموزشی بسیار دشوار است. عدم باور معلمان به تأثیرات مثبت این رویکرد (رینگ[۷۸]، ۲۰۱۷)، بی‌علاقه بودن و عدم درک درست از رشته‌های STEM (کارتر[۷۹]، ۲۰۱۳)، فقدان تحصیلات تخصصی معلمان دوره‌های ابتدایی و عدم توانایی آن‌ها در تدریس مهندسی و فناوری (اجویل[۸۰]، ۲۰۱۳) از دلایل این امر است.

بر اساس یافته‌های پژوهش، مواد و منابع برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM، تجهیزات فناوری، وسایل آزمایشگاهی و کارگاهی، اینترنت و سایر ابزارهای ارتباطی در دسترس است. یافته‌ها با نتایج پژوهش دجولیا و سیماتوپانگ[۸۱](۲۰۲۰) کرلو و آیدین[۸۲](۲۰۱۶) و تسیناجیانی[۸۳] و همکاران(۲۰۲۰) همسو است. دجولیا و سیماتوپانگ (۲۰۲۰) معتقدند

[78].Ring
[79].Carter
[80].Ejiwale
[81].Djulia &Simatupang
[82].Corlu & Aydin
[83].Tsinajinie



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

که در این رویکرد باید از منابع و مطالب آموزشی غنی استفاده شود و دانش آموزان مهارت مدیریت منابع را کسب نمایند. کمبود مواد و وسایل و نامناسب بودن مواد از جمله محدودیت های تحقق اهداف در این برنامه درسی است (سیو[۸۴] و همکاران، ۲۰۱۵). کرلو و آیدین (۲۰۱۶) بیان می‌کنند که دانش‌آموزان از نرم‌افزارهای رایانه‌ای در انجام تکالیف استفاده می‌کنند و اینترنت به عنوان مهمترین منبع گردآوری اطلاعات محسوب می‌شود. ازآنجایی‌که ماهیت این برنامه مبتنی بر دست‌ورزی است، فراهم‌آوری موادی که امکان فعالیت عملی را برای دانش‌آموزان فراهم آورد، ضروری است. دانش-آموزان باید به اینترنت، تجهیزات فناورانه، وسایل آزمایشگاهی و کارگاهی دسترسی داشته باشند (مک‌کلور، ۲۰۱۷).

بر اساس یافته‌های پژوهش، گروه‌بندی در برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM، بر اساس نوع، تعداد یادگیرندگان و هدف و محتوای برنامه انجام می‌گیرد. یافته‌ها با نتایج پژوهش رزالس و سلیمان[۸۵] (۲۰۲۰) و هان و همکاران (۲۰۱۶) همسو است. در بسیاری از مطالعات، کار گروهی به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از روش‌های آموزشی STEM شناخته‌شده است (تیبوت[۸۶]و همکاران، ۲۰۱۸). در طی قرن گذشته، در حدود ۶۰۰ مطالعه و بیش از ۱۰۰ پروژه مقایسه روش‌های کار مشارکتی، رقابتی و فردی، مشخص شده است که کار گروهی منجر به عملکرد بهتر، بهره‌وری بیشتر، روابط حمایتی بیشتر، افزایش سلامت روان، افزایش روابط اجتماعی، شایستگی، خودپنداره مثبت و افزایش توانایی برای مدیریت مشکلات و استرس شده است (روسک و رونینگ، ۲۰۲۰). بنابراین یادگیری گروهی و مشارکتی و همکاری با همتایان و معلم

[84].Siew
[85].Rosales & Sulaiman
[86].Thibaut



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

تبدیل به یکی از اهداف اصلی این برنامه‌درسی شده است. هان(۲۰۱۶) معتقد است که در این برنامه‌درسی گروه‌بندی می‌تواند بر اساس نوع و سطح دانش یادگیرندگان و بر حسب نوع پروژه انجام گیرد. عدم آگاهی نسبت به نحوه به اشتراک‌گذاری ایده‌ها، کنار رفتن برخی از اعضا، مشکلات ارتباطی بین گروه‌ها، تعداد زیاد گروه‌ها و پرجمعیت بودن هر گروه از جمله مشکلات اجرا این برنامه درسی است (چتین، ۲۰۲۰).

بر اساس یافته‌های پژوهش، زمان در برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM، کاملاً انعطاف-پذیر بوده و به زمان کلاسی محدود نمی‌شود. یافته‌ها با نتایج پژوهش دیگو-مانتکن[87]و همکاران (۲۰۲۱)، چوونگ[88]و همکاران(۲۰۱۶) و سیو و همکاران (۲۰۱۵) همسو است. دیگو-مانتکن (۲۰۲۱) بیان می‌کند که در این برنامه‌درسی تنها با اختصاص زمان کافی و لازم، می‌توان در اجرای پروژه‌ها پیشرفت کرد، بنابراین نمی توان به زمان محدود کلاسی اکتفا کرد. ازآنجاکه ماهیت برنامه متمرکز بر فعالیت و دست‌ورزی دانش‌آموزان، طراحی و ساخت (گوآ و تانگ،۲۰۲۰) و یادگیری از خطاها و اشتباهات (کارول[89]، ۲۰۱۹) است، به‌منظور ارائه فرصت تجربه، شکست و تجربه مجدد، انعطاف‌پذیری زمان ضرورت دارد زیرا علاوه بر اینکه طراحی، ساخت و اجرا پروژه کاری زمان‌بر است، توانایی دانش‌آموزان در انجام کار نیز متفاوت است. بنابراین غالب برنامه‌های STEM در بازه‌های زمانی فراتر از زمان کلاسی و در قالب فعالیت‌های فوق‌برنامه انجام می‌گیرد. هان(۲۰۱۴) اظهار می کند که مهمترین خواسته معلمان در اجرای این نوع برنامه‌های‌درسی اختصاص زمان بیشتر است زیرا محدودیت به زمان کلاسی از جمله موانع تحقق اهداف می‌باشد.

87.Diego- Mantecon
88.Cheung
89.Carroll



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

بر اساس یافته‌های پژوهش، مکان در برنامه‌درسی پروژه‌محور STEM، کاملاً منعطف بوده و به کلاس‌درس محدود نمی‌شود و استفاده از مکان‌های غیررسمی باعث تسهیل برنامه‌درسی می‌شود. یافته‌ها با نتایج پژوهش تسیناجیانی و همکاران(۲۰۲۰)، سعد (۲۰۲۰) و کرلو و آیدین (۲۰۱۶) همسو است. به دلیل پروژه‌محور بودن این برنامه، تخصیص فضای کافی، مناسب و مجهز برای انجام پروژه‌ها ضروری است. چراکه ازجمله موانع اجرای این برنامه‌ها کمبود و نامناسب بودن امکانات و فضای ناکافی است (چتین، ۲۰۲۰). بنابراین، معمولاً اجرای برنامه‌ها فراتر محیط آموزشی رسمی کلاس در محیط‌های آموزشی غیررسمی مانند اردوها، پارک‌های فناوری، سازمان‌ها، موزه‌ها و مراکز علمی انجام می‌گیرد (سالنجر[۹۰]، ۲۰۰۶). در برنامه‌درسی ملی(۱۳۹۱) نیز بر ایجاد شبکه‌ای از محیط‌های یادگیری خارج از مدرسه مانند اردوگاه‌ها، نمایشگاه، موزه‌های تخصصی علوم و فناوری و پژوهش‌سراها و لزوم استفاده آموزش‌وپرورش از آن‌ها برای اجرای برنامه‌ها اشاره شده است.

یافته‌های پژوهش نشان می دهد که برای ارزشیابی در این برنامه‌درسی از روش‌های ارزشیابی معتبر و چندگانه و بر اساس ارائه گزارش‌های فردی و گروهی و ارائه نتیجه یا محصول نهایی انجام می‌گیرد. یافته‌ها با نتایج پژوهش نورحایاتی[۹۱]و همکاران(۲۰۲۱)، سعد(۲۰۲۰) و ویلسون[۹۲](۲۰۲۰) همسو است. از نظر سعد(۲۰۲۰) به دلیل ماهیت تمرکز برنامه بر توسعه پروژه‌های مرتبط با دنیای واقعی، ارزیابی معتبر از طریق فناوری، به‌صورت تکوینی و تراکمی انجام می‌گیرد. ارزیابی معتبر به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا از مقررات تحمیلی به خودتنظیمی یادگیری گذر کنند. بنابراین، در

[90].Sullenger
[91].Nurhayati
[92].Wilson



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

یادگیری مبتنی بر پروژه STEM آموزش‌وپرورش با روش‌های ارزیابی یکپارچه کاملاً درهم‌آمیخته شده است که کلیت فرد را توسعه می‌دهد، خلاقیت را تحریک می‌کند و مسئولیت گروهی-فردی را تقویت می‌کند (کاپرارو و کرلو، ۲۰۱۳). در برنامه‌درسی ملی(۱۳۹۱) نیز بر ارزشیابی مستمر و توجه به ابعاد مختلف یادگیری دانش‌آموزان در راستای نیل به شایستگی‌های بالا اشاره شده است.

با توجه به یافته‌های پژوهش و همچنین با توجه به اینکه آموزش برنامه‌های پروژه‌محور و STEM نقش مهمی در تجهیز افراد به مهارت‌هایی مانند تفکر سطح بالا، حل مسئله، قدرت تصمیم‌گیری دقیق و سریع، سواد فناورانه، کارگروهی، ارتباط مؤثر و یادگیری مادام‌العمر دارد (دوبان و آی[۹۳]، ۲۰۱۶) و کشورهایی که قصد پرورش نسلی مجهز به این مهارت‌ها را دارند، آموزش STEM را اتخاذ می‌کنند چون آن راه‌حلی برای مشکلات کنونی جهان خواهد بود (بایبی[۹۴]، ۲۰۱۰)، پیشنهاد می‌شود در آموزش دوره ابتدایی کشور ما هم از برنامه‌های‌درسی مبتنی بر پروژه با محوریت STEM استفاده شود و پژوهش‌هایی کاربردی در سایر سطوح و پایه‌های آموزشی کشورمان انجام گیرد. محدودیت عمده پژوهش حاضر، تعداد کم مقالات داخلی در مورد برنامه‌درسی مبتنی بر پروژه STEM بود که با توجه نداشتن شرایط ورود به پژوهش، از مطالعه حذف گردیدند

[93].Duban & Ay
[94].Bybee



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

## منابع

ابرازه، فریبا (۱۳۹۴). *بررسی میزان تحقق اهداف درس کار و فناوری پایه ششم از دیدگاه معلمان و دانش‌آموزان*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه تبریز.

پژمان، حمیدرضا (۱۳۹۶). *تحلیل و بررسی نتایج آزمون تیمز ۲۰۱۵ در جمعیت اول در حوزه‌های شناختی*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.

شورت، ادموند سی. (۱۳۸۸). *روش‌شناسی مطالعات برنامه درسی*. ترجمه محمود مهرمحمدی و دیگران. انتشارات سمت.

موسوی، شهناز (۱۳۹۲). *تحلیل محتوای کتاب تفکر و پژوهش ششم ابتدایی بر اساس سبک ویلیام رومی*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد مرودشت.

نادرنژاد، سارا (۱۳۹۲). *تحلیل محتوای کتاب‌های درسی پایه ششم ابتدایی بر اساس پرورش مولفه‌های مهارت اجتماعی*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه مازندران.

Barrs, K. (2012). *Fostering computer-mediated L2 interaction beyond the classroom.* Language Learning & Technology, 16(1), 10-25.

Bybee, R. (2010). *Advancing STEM education: A 2020 vision.* Technology and Engineering Teacher, 7(1), 30-35.

Capraro, R. M., & Corlu, M. S. (2013). *Changing views on assessment for STEM project-based learning.* In STEM project-based learning (pp. 109-118). SensePublishers, Rotterdam.

Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. (2013). *STEM Project-Based Learning: An Integrated STEM Approach.* In STEM project-based learning, Rotterdam: Sense Publishers.

Carter, V.R. (2013). *Defining Characteristics of an Integrated STEM Curriculum in K-12 Education*. University of Arkansas.

Çetin, A. (2020). *Examining Project-Based STEM Training in a Primary School*. International Online Journal of Education and Teaching, 7(3), 811-825.

Çevik, M., & AZKIN, Z. (2020). *STEM anlayışının ve görselleştirilmesinin zeka alanlarıyla ilişkisinde proje tabanlı*



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

*öğretime dayanan STEM yaklaşımının rolü.* Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi, 14(34), 1-44.

Chanlin, L. J. (2008). *Technology integration applied to PBL in science.* Innovations in Education and Teaching International, 45(1), 55-65.

Cheung, H. Y., Chow, M. H., & Chiu, P. K. (2016). *How STEM project-based learning improves student learning.* International Journal of Science and Mathematics Education,13, 1089–1113.

Church, R. L. & Sedlak, M. W. (1976). *Education in the United States: An interpretative history.* NewYork: Free Press.

Cooper, H. and Hedges, V. (2009). *Research Synthsis as a scientific process.* A chapter on: The Handbook of Research Synthsis and Meta- Analysis, Second Edition.Russel Foundation.

Corlu, M. A., & Aydin, E. (2016). *Evaluation of learning gains through integrated STEM projects.* International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, *4*(1), 20-29.

Coufalová, J. (2006). *Project teaching.* Prague: Fortuna Publishing House.

Crismond, D. P. and Adams, R. S. (2012). *The informed design teaching and learning matrix.* Journal of Engineering Education, 101(4), 738–797.

Diego-Mantecon, J. M., Prodromou, T., Lavicza, Z., Blanco, T. F., & Ortiz-Laso, Z. (2021). *An attempt to evaluate STEAM project-based instruction from a school mathematics perspective.* ZDM–Mathematics Education, 53(5), 1137-1148.

Djulia, E., & Simatupang, H. (2021). *STEM-based Project for Everyday Life Created by Pre-Service Students and Its Implication of Pedagogical Competence for Science Teacher.* Journal of Physics, 1819(1).

Duban, N. & Ay S.T. (2016). *Contemporary approaches in educational sciences.* (Ed. F.S. Kırmızı & N. Duban). Introduction to Educational Sciences, pp. 314-345. Ankara: Anı.

Dugger, W. (2010). *Evolution of STEM in the United States.* Paper presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Griffith, Australia

Dvořáková, M. (2009). *Project teaching in the Czech school: Development, inspiration, current problems.* Prague: Karolinum.



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

Edmunds, J., Arshavsky, N., Glennie, E., Charles, K. & Rice, O. (2017). *The Relationship between Project-Based Learning and Rigor in STEM-Focused High Schools.* Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 11(1).

Ejiwale, J. (2013). *Barriers to successful implementation of STEM education.* Journal of Education and Learning. Vol.7 (2) pp. 63-74.

Elam, J. R. & Nesbit, B. (2012). *The effectiveness of PBL utilizing Web 2.0 Tools in EFL.* The JALT Call Journal 2012, 8(2), 113-127.

English, L. D., & King, D. T. (2015). *STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace.* International Journal of STEM Education, 2(1), 1-18.

Erdem, D. (2012). *Examination of the effects of PBL approach on students' attitudes towards chemistry and test anxiety.* World Applied Sciences Journal, 17(6), 764-769.

Ergül, N. R. & Kargın, E. K. (2014). *The effect of PBL on students" science success.* Procedia - Social and Behavioral Sciences, 136, 537-541.

Fernandes, M. A. C. (2015). *Project-Based Learning Laboratory for Teaching Embedded Systems Department of Computer Engineering and Automation.* Mathematical Problems in Engineering, Federal University of Rio Grande.

Fiteriani, I., Diani, R., & Anwar, C. (2021). *Project-based learning through STEM approach: Is it effective to improve students creative problem-solving ability and metacognitive skills in physics learning?.* Journal of Physics,1796(1).

Guo, C., & Tang, Y. (2021). *A Case Study of Thoroughly Integrated STEM PBL Course of Mechanics.* Journal of Physics, 1732(1).

Hafiz, N. R. M., & Ayop, S. K. (2019). *Engineering Design Process in Stem Education: A Systematic Review.* International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 9(5), 676–697.

Haines, S. (1989). *Projects for the EFL Classroom: Resource Material for Teachers*. Nelson.

Han, S., & Carpenter, D. (2014). *Construct validation of student attitude toward STEM project-based learning: The case of Korean middle grade students.* Middle Grades Research Journal, *9*(3), 27-41.



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

Han, S., Capraro, R. M. & Capraro, M. M. (2016). *How science, technology, engineering, and mathematics project-based learning affects high-need students in the U.S.* Learning and Individual Differences, (51) 157–166.

Helle, L., Tynjala, P., & Olknuora, E. (2006). *Project-based learning in post-secondary education: Theory, practice and rubber sling shots.* Higher Education, 51, 287–314.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, A. (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research.* Washington: National Academies Press

Hutchinson, T. (1992). *Project.* Oxford: Oxford University Press.

Jumaat, N. F. & Tasir, Z. (2013). *Integrating project-based learning environment into the design and development of mobile apps for learning 2D-animation.* Paper presented at 13th International Educational Technology Conference, 565-572.

Kalabzová, M. (2015). *The application of project-based learning in the English classrooms.* Diploma thesis, University of West Bohemia.

Kartini, F. S., Widodo, A., & Winarno, N. (2021). *STEM project-based learning on student's STEM literacy: the case of teaching earth layer and disaster*. Journal of Physics,1806(1).

Kuo, H. C., Tseng, Y. C., & Yang, Y. T. C. (2019). *Promoting college student's learning motivation and creativity through a STEM interdisciplinary PBL human-computer interaction system design and development course.* Thinking Skills and Creativity, 31, 1-10.

Larmer, J., & Mergendoller, J. (2010). *Essentials for Project-Based Learning.* Educational Leadership, 68(1), 52-55.

Lee, Y., Capraro, R. M., & Bicer, A. (2019). *Affective mathematics engagement: A comparison of STEM PBL versus non-STEM PBL instruction.* Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 19(3), 270-289.

Lestari, T. P., Sarwi, S., & Sumarti, S. S. (2018). *STEM-based Project Based Learning model to increase science process and creative thinking skills of 5th grade.* Journal of primary education, 7(1), 18-24.

LuqmanulHakim, L., Sulatri, Y. L., Mudrikah, A., & Ahmatika, D. (2019). *STEM project-based learning models in learning mathematics to develop 21st century skills.* ITEEA Journal, 1-5.



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). *Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education.* West Lafayette: Purdue University Press.

Morgan, A. (1984). *Overview: project-based learning.* The Open University, Milton Keynes, England, 221-237.

Morgil, I, Seyhan, H. G., Alsan, E. U., & Temel, S. (2008). *The effect of web-based project applications on student's attitudes towards chemistry.* Turkish Online Journal of Distance Education, 9(2), 220-237.

Morrison, J., Frost, J., Gotch, C., McDuffie, A. R., Austin, B., & French, B. (2021). *Teachers' role in students' learning at a project-based STEM high school: Implications for teacher education.* International Journal of Science and Mathematics Education, 19(6), 1103-1123.

Netto-Shek, J. (2004). *Making projects work: Structuring learning.* Singapore: Prentice Hall.

Newell, R. (2003). *Passion for learning: How project-based learning meets the needs of 21st-century students.*The Scarecrow Press.

Nurhayati, NP. & Juandi, D. (2021). *Improving students' mathematical problem-solving abilities through online project-based learning models with the STEM approach.* Journal of Physics,1806(1).

Ostler, E. (2012). *21st Century STEM Education: A Tactical Model for Long-Range Success.* International Journal of Applied Science and Technology, 2(1).

Rasul, M. S., Halim, L. & Iksan, Z. (2016). *Using stem integrated approach to nurture student's interest and 21st century skills.* International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology. EPESS,4, 313-319.

Ring, E. A. (2017). *Teacher conceptions of integrated STEM education and how they are reflected in integrated STEM curriculum writing and classroom implementation*. Doctoral dissertation, University of Minnesota.

Rosales JR, J. J. R., & Sulaiman, F. (2020). *The Effectiveness of Integrated STEM-PBL Physics Module on Students' Beliefs about Physics and Learning Physics.* Solid State Technology, 63(6).



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

Saad, A. F. (2020). *Exploring the Use of Class Blog for PBL in K-12 STEM Subject.* Online Submission, 7(3), 36-43.

Samsudin, M. A., Jamali, S. M., Md Zain, A. N., & Ale Ebrahim, N. (2020). *The effect of STEM project-based learning on self-efficacy among high-school physics students.* Journal of Turkish Science Education, 16(1), 94-108.

Sanders, M. (2009). *STEM, STEM education, STEM mania.* technology teacher, 68(4)20–26.

Siew, N. M., Amir, N., & Chong, C. L. (2015). *The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science.* Springer, 4(1), 1-20.

Smith, J. & Karr-Kidwell, P. (2000). *The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers.* Retrieved from ERIC database.

Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). *Considerations for teaching integrated STEM education.* Journal of Pre-College Engineering Education Research, 2(1), 28–34.

Sullenger, K. (2006). *Beyond school walls: Informal education and the culture of science.* Education Canada, 46(3), 15-18.

Sumarni, W. (2015). *The Strengths and Weaknesses of the Implementation of Project Based Learning: A Review.* International Journal of Science and Research, 4(3), 478-484.

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A. and Hellinckx, L. (2018). *Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education.* European Journal of STEM Education, 3(1), 1-12.

Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). *Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics in a project-based learning environment.* International Journal of Technology and Design Education, 23(1), 87-102.

Tsinajinie, G., Kirboyun, S., & Hong, S. (2021). *An Outdoor Project-Based Learning Program: Strategic Support and the Roles of Students with Visual Impairments Interested in STEM.* Journal of Science Education and Technology, 30(1), 74-86.

Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009*). STEM education: A project to identify the missing components.* Intermediate Unit 1, 11-17.



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

Vasquez, J. A., Comer M., & Sneider C. (2013). *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Wilson, K. (2021). *Exploring the challenges and enablers of implementing a STEM project-based learning programme in a diverse junior secondary context.* International Journal of Science and Mathematics Education, 19(5), 881-897.

Wong, A. F. L., Quek, C. L., Divaharan, S., Liu, W. C., Peer, J., & Williams, M. D. (2006). *Singapore students' and teachers' perceptions of computer-supported project work classroom learning environments.* Journal of Research on Technology in Education, 38(4), 449–479.

Yıldırım, B. & Sidekli, S. (2018). *Stem applications in mathematics education: The effect of stem applications on different dependent variables.* Journal of Baltic Science Education, 17(2), 200-214.



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12 ]