مجله مطالعات آموزش و یادگیری
دوره شانزدهم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، شماره پیاپی ۸۷، صفحه‌های ۸۶- ۵۷
(مجله علوم اجتماعی و انسانی سابق)

طراحی الگوی شایستگی‌های حرفه‌ای معلمان برای آموزش مبتنی‌بر استدلال فضایی با استفاده از رویکرد فراترکیب

فهیمه کشاورزی*، الهام قنواتی، رحمت‌اله مرزوقی***، مهدی محمدی****، قاسم سلیمی*****

چکیده

هدف پژوهش حاضر طراحی الگوی شایستگی‌های حرفه‌ای معلمان برای آموزش مبتنی‌بر استدلال فضایی بود. این پژوهش از نوع فراترکیب بوده که با استفاده از روش هفت مرحله‌ای سندولوفسکی و باروسو انجام شده است. تیم فراترکیب شامل سه متخصص در حوزه مطالعات برنامه درسی، یک متخصص در حوزه مدیریت آموزشی و یک کارشناس آگاه به علم اطلاعات و دانش‌شناسی بود. پس‌از بررسی و در نظرگرفتن معیارهای شمول و خروج، ۲۵۸ منبع، بررسی و درمجموع ۱۹ مضمون پایه حاصل گردید. مضامین پایه، در سه مضمون سازمان‌دهنده دانش (شامل مضامین پایه‌ای مانند آگاهی از اصطلاحات مرتبط با استدلال فضایی، ابعاد و اجزاء، تاریخچه، گونه‌شناسی، فرایندها و متغیرهای اثرگذار، نظریه‌های روان‌شناختی بنیادی و فرایندهای شناختی و...)، مهارت (شامل مضامین پایه‌ای مانند مهارت‌های بصری – فضایی، توانایی‌های استدلال فضایی و...) و نگرش (شامل مضامین پایه‌ای مانند تمایل به استدلال فضایی انتقادی، عادت استدلال فضایی و...) قرار گرفتند و در نهایت کلیه مضامین تحت مضمون فراگیر شایستگی‌های آموزش مبتنی‌بر استدلال فضایی قرار گرفتند و براساس آن شبکه مضامین شایستگی‌های آموزش مبتنی‌بر استدلال فضایی ترسیم شد. براساس یافته‌های پژوهش، ضروری است معلمان برای آموزش و طراحی دروس مبتنی‌بر استدلال فضایی، دانش، مهارت و نگرش مبتنی‌بر استدلال فضایی را در خود پرورش دهند. دستاوردهای پژوهش حاضر می‌تواند به درک صحیح و توسعه نگرش مثبت مفاهیم استدلال فضایی کمک کند و معیاری جهت سنجش میزان صلاحیت و شایستگی معلمان در تدریس اثربخش و همچنین راهنمایی برای آنان در طراحی و اجرای دروس باشد.

واژه‌های کلیدی: آموزش، استدلال فضایی، تفکر فضایی، توسعه حرفه‌ای، شایستگی

---

* دانشیار، گروه مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. (نویسنده مسئول). Fahimehkeshavarz@ yahoo.com
** دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی درسی، دانشگاه شیراز ، شیراز ، ایران Eghanavati222@gmail.com
*** استاد، گروه مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. marzoghi@yahoo.com
****دانشیار، گروه مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. m48r52@gmail.com
*****دانشیار، گروه مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. salimi.shu@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۱۱ تاریخ دریافت مقاله نهایی: ۱۴۰۳/۰۶/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۴

مقدمه

تفکر فضایی[1]، یکی از گونه‌های تفکر و شامل مجموعه‌ای از مهارت‌های شناختی است که ادراک و فهم دانش و برخی عملیات شناختی را در بر می‌گیرد و برای عمل، ترکیب یا تبدیل دانش مورد استفاده قرار می‌گیرد. تفکر فضایی ترکیبی سازنده از سه عنصر مفاهیم فضا[2]، ابزار بازنمایی[3] و فرایندهای استدلال[4] است (National Research Council, 2006; Zhu et al., 2023). تفکر فضایی زمینه‌ساز فرایند استدلال فضایی[5] است که به‌عنوان توانایی دست‌کاری ذهنی اشیاء و درک روابط بین اشیاء و خود تعریف می‌شود (Gifford et al., 2022). یافتن راه‌حل بسیاری از مسائل در دنیای واقعی مستلزم به‌کارگیری چندین مرحله‌ای استدلال فضایی است (Chen et al., 2024). برای استدلال فضایی باید مجموعه مهارت‌های مربوط به آن کسب و به کار گرفته شود. مهارت‌های مذکور به دو زیردامنه، مهارت‌های درونی و بیرونی تقسیم می‌گردند، مهارت‌های درونی، درون شیء هستند و شامل دست‌کاری اشیاء و اجزای آن‌ها می‌شوند (بازنمایی و تبدیل ذهنی اشیاء برای تفسیر اندازه و جهت آن‌ها) و مهارت‌های بیرونی، بین شیء بوده و شامل توانایی جهت‌یابی و درک روابط فضایی بین اشیاء می‌شود (Newcombe, 2017; Newcombe & Shipley, 2014; Uttal et al., 2013).

یکی از چشمگیرترین مهارت‌های نوع بشر، مهارت فضایی بازنمایی و تبدیل ذهنی اشکال است که جزء مهم موفقیت در زمینه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM)[6] به شمار می‌روند. انسان‌ها می‌توانند تصاویر ذهنی از اشکال دوبعدی یا اشیاء سه‌بعدی تولید کنند و آن‌ها را به روش‌های مختلف تبدیل کنند (به‌عنوان مثال، چرخاندن، خم‌کردن یا تا کردن آن‌ها). چنین نمایش‌های انعطاف‌پذیری برای پیش‌بینی موقعیت اجسام متحرک کاربرد دارد. به‌عنوان مثال، برای جلوگیری از تصادف هنگام عبور از یک خیابان، پیش‌بینی نتایج هنگام دست‌کاری اشیاء یا استفاده از ابزار، توانایی انجام دگرگونی‌های فضایی ذهنی اعداد و مهارت‌های ریاضی. درخصوص اهمیت تفکر و استدلال فضایی، Goodchild (2006) خاطرنشان کرده است که تفکر فضایی به‌عنوان «چهارمین R[7]» پس‌از «سه R[8]» (خواندن، نوشتن و حساب) در جامعه امروزی اهمیت یافته است که در آن انواع مختلفی از اطلاعات مکانی با توسعه اطلاعات افزایش یافته است (Wakabayashi & Ishikawa, 2011). طی

---

1. spatial thinking
2. space
3. tools of representation
4. processes of reasoning
5. spatial reasoning
6. Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM)
7. fourth R (Rethinking)
8. 3Rs (Reading, wRiting, aRithmetic)

دهه‌های گذشته، پژوهشگران در روان‌شناسی، آموزش و بسیاری از رشته‌های دیگر به‌طور فزاینده‌ای نقش تفکر فضایی در دستاوردهای علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM) را بررسی کرده‌اند (Šafhalter et al., 2020; Uttal et al., 2013). یافته‌ها در این حوزه‌ها نشان می‌دهند که آموزش مهارت‌های فضایی یک راه امیدوارکننده برای بهبود یادگیری STEM است و منجر به فراخوانی استفاده از پژوهش‌های تفکر فضایی در کلاس درس شده است (Frick et al., 2014; Gagnier et al., 2022; Hegarty, 2014; Newcombe, 2010, 2013, 2017; Uttal & Cohen, 2012; Uttal et al., 2013; Wai & Uttal, 2018). تفکر فضایی همچنین دربرگیرنده استفاده از راهبردهای شناختی برای تسهیل حل مسئله و تصمیم‌گیری است (Andrienko et al., 2007). این‌ها و بسیاری از موارد مشابه باعث شد که Gardner (1993) به این نتیجه برسد که «مهارت در توانایی فضایی است که تعیین می‌کند یک فرد تا چه حد در علم پیشرفت کند» (Uttal & Cohen, 2012). ازآنجایی‌که درک بسیاری از مفاهیم STEM شامل درک و دست‌کاری اشیاء در فضا است، آموزش STEM نیاز به یک پایهٔ قوی در مهارت‌های استدلال فضایی دارد (Khine, 2017; Supli & Yan, 2024).

استدلال فضایی مهارتی است که همه می‌توانند و باید آن را یاد بگیرند، اما تفاوت‌های فردی و گروهی قابل توجهی در سطوح عملکرد وجود دارد (National Research Councile, 2006). تفکر و توانایی‌های فضایی به‌رغم اهمیت اساسی آن، معمولاً در برنامه درسی سنتی مورد توجه قرار نگرفته‌اند (Black, 2005; Mathewson, 1999; Wai et al., 2009)؛ بنابراین، نیاز اساسی و روبه‌رشدی برای توسعه روش‌ها و برنامه‌های آموزشی نوآورانه برای ارتقای سواد فضایی در آموزش وجود دارد (Bodzin, 2011). آموزش و یادگیری تفکر و استدلال فضایی مستلزم برنامه درسی جدید با روش‌های آموزشی و پشتیبانی مناسب است (Bodzin, 2011). یکی از راه‌های تقویت ارتباط بین شناخت فضایی و یادگیری STEM، «فضایی‌سازی برنامه درسی» است (Zhu et al., 2023). برای فضایی‌سازی برنامه درسی، مواد برنامه درسی جدید باید طراحی شوند و معلمان باید آموزش ببینند تا محتوا، روش و نحوهٔ ارائه مطالب خود را ازنظر فضایی تقویت کنند (Newcombe, 2017). به این منظور، لازم است مربیان و معلمان، شایستگی‌ها و قابلیت‌های مرتبط با استدلال فضایی را دریافت کرده و در خود پرورش دهند.

بنابر آنچه گفته شد و با توجه به نیاز به افزایش سواد علمی و فناوری در نیروی کار و در زندگی روزمره و همچنین نیاز به آماده‌کردن دانش‌آموزان برای زندگی در هزاره سوم که عصر علم و فناوری است، معلمان باید به مهارت‌هایی مجهز شوند که آن‌ها را قادر می‌سازد تا از مهارت و توانایی فضایی لازم برای طراحی و آموزش مباحث علمی بهره‌مند گردند و بتوانند مفاهیم علمی را به شیوه‌ای قابل

فهم‌تر و ساده‌تر برای طیفی از دانش‌آموزان با علایق و توانمندی‌های مختلف، آموزش دهند و بیاموزند و از آن‌ها در حل مسائل علمی و زندگی خود بهره ببرند. به این منظور برای ایجاد مداخله‌های مؤثر در کلاس درس برای تقویت مهارت‌های فضایی دانش‌آموزان، باید احساسات و ادراک معلمان از مهارت‌های فضایی خود، باورها در مورد اهمیت این مهارت‌ها در حل مسائل حوزه STEM و موفقیت تحصیلی و خودکارآمدی در پرورش مهارت‌های فضایی دانش‌آموزان هنگام آموزش در کلاس مورد توجه قرار گیرند. این کار مستقیماً به درک ما از باورهای معلمان و به توصیه‌های عملی برای آموزش معلمان جهت حمایت از توسعه، اجرا و ارزیابی مداخلات فضایی در کلاس درس منجر می‌شود (Gagnier et al., 2022) و نیز سبب می‌شود معلمان درباره پیشینه پژوهشی مرتبط با تفکر فضایی بیشتر بیاموزند و سعی کنند شایستگی‌های فضایی را در خود ایجاد نمایند (Burte et al., 2020). درعین‌حال، اساسی‌ترین اعتقادی که باید داشته باشند این است که مهارت‌های تفکر را می‌توان و باید آموزش داد (Burte et al., 2020). در نتیجه می‌توان گفت، باور معلمان درباره استدلال فضایی، در آموزش مهارت‌های تفکر و استدلال، تمایل به اولویت‌دادن به توسعه این مهارت‌ها در دانش‌آموزان، و تمایل به تحریک مهارت‌های تفکر دانش‌آموزان با استفاده از انواع راهبردهای آموزشی، برای معلمی که تفکر فضایی را در کلاس‌های درس وارد می‌کند، لازم و ضروری است (Jo & Bednarz, 2014).

با وجود اساسی بودن آموزش مهارت‌های تفکر، با توجه به اینکه تفکر فضایی تا این اواخر مورد توجه قرار نگرفته است، بعید است که معلمان تفکر و استدلال فضایی را در شیوه‌های آموزشی معمول خود بگنجانند (Lee & Bednarz, 2009; Newcombe, 2010; Sorby, 2009). معلمان عموماً از شکست دانش‌آموزان در نشان‌دادن درک اساسی یا برخی مهارت‌های مورد انتظار برای شروع یک موضوع جدید یا فعالیت شکایت می‌کنند، دانش قبلی در مورد موضوعی که توسط دانش‌آموزان به نمایش گذاشته می‌شود، غالباً ناقص است و ازطرفی، مدارس (یعنی معلمان، برنامه‌های درسی و متون آموزشی) به‌طرز عجیبی نسبت به این جنبه بی‌تفاوت هستند (McCormack,1988).

ازاین‌رو توسعه شایستگی معلمان کلید گنجاندن آموزش و یادگیری بصری – فضایی در آموزش به شمار می‌رود. تفکر و استدلال بصری – فضایی باید جزء نظام‌مند و جدانشدنی برنامه‌ریزی، آموزش، آماده‌سازی معلم و پژوهش در آموزش باشد (Gilligan-Lee et al., 2023; Mathewson, 1999). مهارت‌های فضایی ضعیف‌تر در معلمان دوره‌های پیش‌دبستانی و ابتدایی نگران‌کننده است، زیرا مهارت‌های فضایی، کلید یادگیری STEM هستند که از سنین پایین شروع می‌شوند (Atit et

al., 2018). ازطرفی باورها، مهارت‌ها و اضطراب معلمان بر باورها، اضطراب و عملکرد دانش‌آموزان آن‌ها تأثیر می‌گذارد؛ بنابراین، بسیار مهم است که بدانیم باورها و اضطراب معلمان در استفاده از تفکر و استدلال فضایی چگونه با عقاید آن‌ها پیوند خورده است، زیرا مداخلات مربوط به تفکر و استدلال فضایی، باید با درنظرگرفتن اجرای معلم، طراحی شود. ارتباط بین نگرش و باورهای معلمان درباره اضطراب استفاده از رویکرد استدلال فضایی یا شایستگی استدلال فضایی، نشان داد که مداخلات فضایی با هدف یادگیری ریاضیات و علوم باید شامل حمایت مضاعف از معلمان نیز باشد. این امر به‌ویژه برای معلمانی که درک منفی از مهارت‌های فضایی دارند، مهم است (Burte et al., 2020).

با توجه به اهمیت موضوع و ضرورت توسعه حرفه‌ای معلمان در شناخت و استفاده از این رویکرد قدرتمند در تدریس، جستجوی مطالعات خارجی و داخلی در این حوزه نشان داد که پژوهش‌های داخلی انجام‌شده در این زمینه بسیار ناچیز و اندک هستند و با وجود چند دهه توجه به این حوزه در متون خارجی و گذشت بیش از یک‌صد سال از طرح این موضوع در پژوهش‌های مرتبط با تعلیم‌وتربیت، این حوزه در میان پژوهش‌های مرتبط با آموزش در ایران جایگاهی نداشته است و به همین ترتیب سهم مقالات چاپ شده توسط پژوهشگران ایرانی در این باره در سطح بین‌المللی صفر است.

براین‌اساس و با درک اهمیت موضوع تفکر و استدلال فضایی در بستر آموزش‌های رسمی مدارس در سیستم آموزش‌وپرورش و مغفول واقع‌شدن آموزش رسمی تفکر و استدلال فضایی و پیاده‌سازی مهارت‌های مربوط به آن به‌منظور ایجاد زمینه، تقویت و توسعه مهارت‌ها و شایستگی‌های مرتبط با تفکر و استدلال فضایی دانش‌آموزان، هدف پژوهش حاضر کشف شایستگی‌های حرفه‌ای مورد نیاز معلمان برای آموزش مبتنی‌بر استدلال فضایی در جهت توسعهٔ حرفه‌ای معلمان و مربیان بوده است.

روش پژوهش

با توجه به هدف پژوهش حاضر «کشف شایستگی‌های حرفه‌ای مورد نیاز معلمان برای آموزش مبتنی‌بر استدلال فضایی»، از رویکرد فراترکیب جهت یافتن شایستگی‌های مورد نظر در این حوزه استفاده شده است. اعضای تیم فراترکیب شامل سه متخصص در حوزه مطالعات برنامه درسی، یک متخصص در حوزه مدیریت آموزشی و یک کارشناس آگاه به علم اطلاعات و دانش‌شناسی بود. در

پژوهش حاضر به‌اتفاق آرای نویسندگان، از گام‌های معرفی شده توسط Sandelowski and Barros (2007) استفاده گردیده است.

گام اول: تنظیم پرسش

پرسش اصلی پژوهش این بود که شایستگی‌های حرفه‌ای مورد نیاز معلمان در آموزش مبتنی‌بر استدلال فضایی شامل چه مؤلفه‌هایی است؟

گام دوم: جست‌وجوی نظام‌مند منابع

با توجه به پرسش پژوهش، معیارهای مشخصی برای شمول مقالات در مرور به‌صورت زیر تعیین گردید:

الف) مقالاتی که در مجلات معتبر بین‌المللی چاپ شده باشند.

ب) مقالات و پژوهش‌هایی که با روش کیفی انجام شده‌اند یا مقالات با روش آمیخته که نتایج کیفی و کمّی آن‌ها از یکدیگر قابل تفکیک باشند.

ج) مقالات عملی که با هدف توسعه استدلال فضایی در حوزه آموزش، انجام شده باشند.

د) مقالاتی که در یافته‌های آن‌ها به یک یا چند مؤلفه توسعه استدلال فضایی اشاره شده باشد.

ه) پایان‌نامه‌ها و رساله‌های کیفی و بخش کیفی رساله‌های با رویکرد ترکیبی.

در پژوهش حاضر دو نفر از پژوهشگران، با هدایت یک کتابدار از کتابخانه دانشگاه شیراز، به‌عنوان گروه جستجوگرِ منابع تعیین شدند. به‌منظور انجام جستجویی جامع و همه‌جانبه، علاوه‌بر جستجوی نظام‌مند پایگاه‌های استنادی و اطلاعاتی، جستجو به روش دست‌چین‌کردن[1] و همچنین جستجوی دستی مجلات نیز مورد استفاده قرار گرفت. در جستجوی نظام‌مند، پایگاه‌های Scopus, Taylor & Francis, Science Direct, Oxford, Eric, Sage ProQuest, Springer, Wiley online, Google scholar, pub, برای مطالعات خارجی و پایگاه‌های داده به زبان فارسی ایرانداک، مگیران، سیویلیکا، نورمگز و پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین در این پایگاه‌ها، به‌منظور جستجوی روبه‌عقب، از قسمت «مراجع[2]»، و برای جستجوی روبه‌جلو، از قسمت «استناد شده توسط[3]» استفاده گردید. در مرحلهٔ اولیهٔ جستجوی نظام‌مند، کلیدواژه‌های: تفکر فضایی، استدلال فضایی، آموزش[4] و برنامه‌ریزی درسی فضایی[5] و شایستگی[6] به همراه واژهٔ معلمان[7]

---

1. berry picking
2. references
3. cited by
4. education
5. spatial curriculum
6. competency
7. teachers

در حوزه مطالعاتی علوم اجتماعی، جستجو شدند. در پژوهش حاضر، بازهٔ زمانی جستجو از آغاز مباحث تفکر فضایی تا کنون (۲۰۲٤) در نظر گرفته شد. در نهایت طی جستجوی نظام‌مند و دستی و با بررسی عنوان، چکیده و کلمات کلیدی، تعداد ٦٣٥ منبع که با معیارهای شمول مقالهٔ حاضر هم‌خوانی داشتند، انتخاب شد و متن کامل این منابع، جهت انجام بررسی‌های دقیق‌تر، وارد مرحلهٔ ارزیابی کیفیت گردید.

به‌منظور افزایش اعتبار جستجو، در تمام مراحل فرایند فراترکیب، از روش جستجوی دست‌چینی نیز بهره برده شد. به‌علاوه، با مطالعهٔ هر مقاله (در صورت نیاز) منابع جدید و مفیدِ موجود در مقاله نیز که به روشن‌شدن موضوع کمک می‌کردند، مورد بررسی قرار گرفته و در صورت سازگاری با معیارهای شمول حاضر، به منابع مورد بازنگری اضافه شدند. به‌طورکلی، با این شیوه‌های جستجو، حذف یا افزودن منابع جدید به بازنگری در هر گام از فراترکیب ممکن است. فرایند جستجو تا رسیدن به اشباع نظری داده‌ها[1] ادامه یافت.

گام سوم: غربالگری و انتخاب مطالعات کیفی مناسب

پس‌از جستجوی اولیه پایگاه داده‌های ذکرشده، تعـداد ٦٣٥ منبع با کلید واژه‌های اشاره‌شده به دست آمد. در این مرحله، هر منبع توسط هر دو پژوهشگر (نویسندگان اول و دوم این مقاله) به‌دقت مطالعه شده و براساس معیارهای پژوهش حاضر و ارتباط با موضوع مورد مطالعه، پس‌از بررسی عناوین، تعداد ۱۷۰ منبع که ارتباط کمتری با پرسش پژوهش داشتند حذف شدند. همچنین پس‌از بررسی چکیده‌ها تعداد ۱۸۲ منبع کنار گذاشته شدند و در نهایت تعداد ۲۸۳ منبع باقی ماند. حذف منابع براساس نظر هر دو پژوهشگر انجام شد و هرگونه اختلاف نظر تا رسیدن به توافق نهایی مورد بحث قرار گرفت.

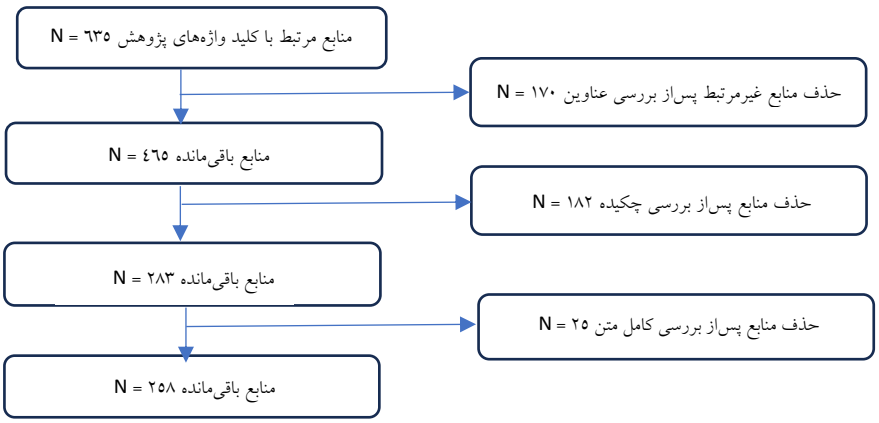
گام چهارم: ارزیابی نقادانه مطالعات و استخراج داده

در این گام، کیفیت روش‌شناختی مطالعات مورد بررسی قرار گرفت و از ابزار CASP[2] که برای تعیین اعتبار، کاربردی‌بودن و تناسب پژوهش فراترکیب کیفی به کار می‌رود (Long et al., 2020)، استفاده شد. براین‌اساس بازبینه‌ای شامل ۱۱ پرسش تهیه شد. پرسش‌های بازبینه کیفی براساس ابزار CASP (Long et al., 2020) عبارت بودند از: ۱. آیا اهداف پژوهش به‌روشنی بیان شده بود؟ ۲. آیا مبانی نظری مطالعه روشن، سازگار و ازنظر مفهومی منسجم هستند؟ ۳. آیا روش‌شناسی کیفی مناسب بود؟ ٤. آیا طرح پژوهش برای رسیدگی به اهداف پژوهش مناسب بود؟ ٥. آیا راهبرد مورد

[1]. data saturation
[2]. CASP (Critical Appraisals Skills Programme)

استفاده، برای دستیابی به اهداف پژوهش مناسب بود؟ ٦. آیا داده‌ها به‌گونه‌ای جمع‌آوری شده‌اند که به مسئله پژوهش رسیدگی کنند؟ ۷. آیا رابطه بین پژوهشگر و شرکت‌کنندگان در نظر گرفته شده است؟ ۸. آیا مسائل اخلاقی در نظر گرفته شده‌اند؟ ۹. آیا تحلیل داده‌ها به‌اندازهٔ کافی دقیق بود؟ ۱۰. آیا بیانیه روشنی از یافته‌ها وجود دارد؟ ۱۱. پژوهش چقدر ازنظر دستیابی به مفاهیم مورد نظر، ارزشمند است؟

پرسش‌ها دربرگیرندهٔ اهداف، روش‌شناسی، طرح پژوهش، مبانی نظری، رویکرد پژوهش، چگونگی جمع‌آوری داده‌ها، ارتباط میان پژوهشگر و مشارکت‌کنندگان در پژوهش، مسائل اخلاقی در نظر گرفته‌شده، دقت در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، بیان واضح یافته‌ها و ارزش پژوهش بودند. براساس این ابزار، منابع مورد بازبینی مجدد قرار گرفتند و برای هر منبع ازنظر دارا بودن شرایط فوق، امتیازی بین ۱ تا ۵ در نظر گرفته شد. هر منبع براساس درجه کیفی منطبق با طیف خیلی خوب «٤٥– ۵۵»، خوب «٣٤–٤٤»، متوسط «۲۳–۳۳»، ضعیف «۱۲–۲۲» و خیلی ضعیف «۰–۱۱» و درمجموع، مقیاس ۵۵ امتیازی مطابق این روش، مورد بررسی و بازنگری قرار گرفت. در نتیجه تعداد ۲۵ منبع به‌دلیل کسب امتیاز ضعیف و خیلی ضعیف از فرایند بررسی، حذف شدند و از ۲۵۸ منبع باقی‌مانده، ٤۰ منبع امتیاز متوسط و ۲۱۸ منبع نیز امتیاز خوب و خیلی خوب را کسب کردند. الگوریتم انتخاب نهایی منابع در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. الگوریتم انتخاب منابع نهایی

گام پنجم: تحلیل و تبدیل یافته‌های مطالعات کیفی

در این گام، ۲۵۸ منبع منتخب و نهایی‌شده جهت دستیابی به یافته‌های درون محتوایی مجزایی که مطالعات اصلی در آن‌ها صورت گرفته است، چند بار مرور شده و استخراج مضامین انجام گرفت. برای احصای مضامین، پرسش اصلی پژوهش ملاک عمل قرار گرفت و درمجموع ۱۹ مضمون پایه استخراج گردید.

گام ششم: اعتباریابی یافته‌ها

Sandelowski and Barroso (2007) روش‌های بهینه‌سازی اعتبار[1] برای پژوهش فراترکیب را در چهار مرحله معرفی می‌کنند: توصیفی[2]، تفسیری[3]، نظری[4] و پراگماتیک[5]. فرایندهایی که منجر به ارتقای اعتبار فراترکیب‌های کیفی می‌شود را می‌توان در جدول ۱ به‌طور خلاصه بیان کرد.

جدول ۱. فرایندهای بهینه‌سازی اعتبار فراترکیب (اقتباس از سندلوفسکی و باروسو، ۲۰۰۷)

نوع اعتباریابی فرایندها	توصیفی	تفسیری	نظری	پراگماتیک
ارتباط با نویسندگان مطالعات اولیه	*	*		
مشورت با کتابدار مرجع	*			
مشورت با متخصص پژوهش‌های فراترکیب			*	
مشورت با متخصص آموزش استدلال فضایی				*
جستجوی مستقل منابع حداقل توسط دو بازنگر	*			
ارزیابی مستقل هر گزارش حداقل توسط دو بازنگر	*	*		
جلسه‌های هفتگی تیم پژوهشی به‌منظور بحث دربارهٔ نتایج جستجوها و شکل‌دهی و اصلاح راهبردهای جستجوی منابع	*			
جلسه‌های هفتگی تیم پژوهشی به‌منظور بحث دربارهٔ نتایج ارزیابی‌ها و تصمیم‌گیری دربارهٔ راهبردهای ارزیابی مطالعات	*	*		
جلسه‌های هفتگی تیم پژوهشی به‌منظور تثبیت حوزه‌های مورد توافق و مذاکره دربارهٔ حوزه‌ها و موارد شامل اختلاف‌نظر تا رسیدن به اجماع	*	*	*	
مستندسازی از تمام فرایندها، رویه‌ها، تغییرات در روند کار و نتایج. برگزاری نشست‌های تیمیِ تفکر با صدای بلند.	*	*	*	*

[1]. procedures to optimizie validity
[2]. descriptive
[3]. interpretive
[4]. theoretical
[5]. pragmatic

در پژوهش حاضر، به جز ارتباط با نویسندگان اولیهٔ مقاله، از تمامی فرایندهای بهینه‌سازی اعتبار ترکیب، مذکور در جدول ۱، بهره برده شده است.

گام هفتم: ارائه یافته‌ها

یافته‌ها

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از روش تحلیل مضمون[1] صورت پذیرفت. مضامین شناسایی‌شده مجدداً در جلسهٔ بحث گروهی متمرکز[2] مورد بررسی قرار گرفتند تا در نهایت روی مضامین استخراج‌شده توافق حاصل گردید. تمام عوامل استخراج شده از پژوهش‌ها به‌عنوان مضمون در نظر گرفته شد که این مضامین براساس مفاهیم مرتبط با مفهوم شایستگی آموزش مبتنی‌بر استدلال فضایی در ۱۹ مضمون پایه، ۳ مضمون سازمان‌دهنده، تحت یک مضمون فراگیر طبقه‌بندی شدند. مضامین پایه استخراج‌شده از مقالات در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. مضامین پایه استخراج‌شده از مقالات

ردیف	مضامین پایه	شواهد
۱	آشنایی با اصطلاحات مرتبط با استدلال فضایی	McCormack, 2017; National Academies Press, 2006; Wakabayashi & Ishikawa, 2011; Zhu et al., 2023.
۲	اطلاع از ابعاد و اجزای استدلال فضایی	McCormack, 2017; National Academies Press, 2006; Šafhalter et al., 2020; Zhu et al., 2023.
۳	آگاهی از تاریخچه استدلال فضایی	Heiser et al., 2002; Humphreys et al., 1993; Kell et al., 2013; Wakabayashi & Ishikawa, 2011.
٤	اطلاع از گونه‌شناسی استدلال فضایی	Bednarz & Kem , 2011; Jo & Hong, 2020; Uttal et al., 2013.
٥	دانستن فرایندها و متغیرهای اثرگذار بر استدلال فضایی	Hauptman, 2010; Newcombe, 2020; Zhu et al., 2023.
٦	آگاهی از نظریه‌های روان‌شناختی و فرایندهای شناختی بنیادی	Kastens & Ishikawa, 2006; Kim et al., 2012; Linn & Petersen, 1985; Newcombe, 2020.
۷	آشنایی با طبقه‌بندی توانایی‌های فضایی	Jo & Hong, 2020; National Academies Press, 2006; Uttal et al., 2013; Zhu et al., 2023.

[1]. content analysis
[2]. focused group

٨	اطلاع از مفاهیم اصلی استدلال فضایی	Gersmehl, 2014; Gersmehl & Gersmehl, 2007 ; Golledge, 1993; Golledge et al., 2008; Goodchild & Janelle, 2010; Jo & Hong, 2020; McGrew, 2009; Uttal et al., 2013.
٩	آشنایی با پژوهش‌های توانایی‌های بصری – فضایی	Jo & Hong, 2020; National Research Council, 2006; Newcombe, 2020; Šafhalter et al., 2020.
١٠	دانستن عوامل تأثیرگذار بر تمایل و میزان استفاده از استدلال فضایی	Bartlett & Camba, 2023; Black, 2005; Hoskyns-Staples & Blackmore, 2020; Linn & Petersen, 1985; MacPhee et al., 2013؛ McCormack, 2017; National Research Council, 2006; Newcombe, 2020; Rosenthal, 2021; Saw et al., 2018; Sorby et al., 2005; Zhu et al., 2023.
١١	مهارت‌های بصری – فضایی	McCormack, 2017; Newcombe, 2020; Uttal et al., 2013; Zhu et al., 2023.
١٢	توانایی‌های استدلال فضایی	Gersmehl & Gersmehl, 2007; Kastens & Ishikawa, 2006; Linn & Petersen,1985; Newcombe, 2016; Newcombe & Shipley, 2014; Šafhalter et al., 2020; Sorby, 1999; Uttal et al., 2013; Veurink et al., 2009; Wakabayashi & Ishikawa, 2011.
١٣	مهارت‌های استدلال فضایی در علم	Atit et al., 2013; Bruce & Hawe, 2015; Hegarty, 2014; Holton, 1986; Jones & Broadwell, 2008; Lin & Chen, 2016; Linn & Petersen, 1985; MacEachren, 2004; Mathewson, 1999; McArthur & Wellner, 1996; National Research Council, 2006; Nielsen et al., 2011; Stieff et al., 2014; Sorby, 2009; Wakabayashi & Ishikawa, 2011; Zhu et al., 2023.
١٤	توانمندی کاربست رویکردهای مختلف آموزش با استدلال فضایی	Brinkmann, 1996; Carbonell Carrera & Bermejo Asensio, 2017; Dean, 2017; Gagnier et al., 2012; Gerson et al., 2001; Hauptman, 2010; Hegarty, 2014; Jo & Hong, 2020; Lee & Bednarz, 2009; Lord, 1985; Miller & Halpern, 2011; Provo et al., 2002; Šafhalter et al., 2020; Sanandaji et al., 2017; Small & Morton, 1983; Sorby, 2009; Uttal & Cohen, 2012; Uttal et al., 2013.
١٥	مهارت‌های ارزیابی استدلال فضایی	Dean, 2017; Jo & Hong, 2020; Šafhalter et al., 2020; Uttal et al., 2013; Zhu et al., 2023.
١٦	تمایل به استدلال فضایی انتقادی	Gibson, 2014; Sinton, 2017.
١٧	علاقه‌مندی به تمرین آگاهانهٔ تفکر فضایی	Burte et al., 2020; Gagnier et al., 2022; Gibson, 2014; Jo & Bednarz, 2014; Sinton, 2017.

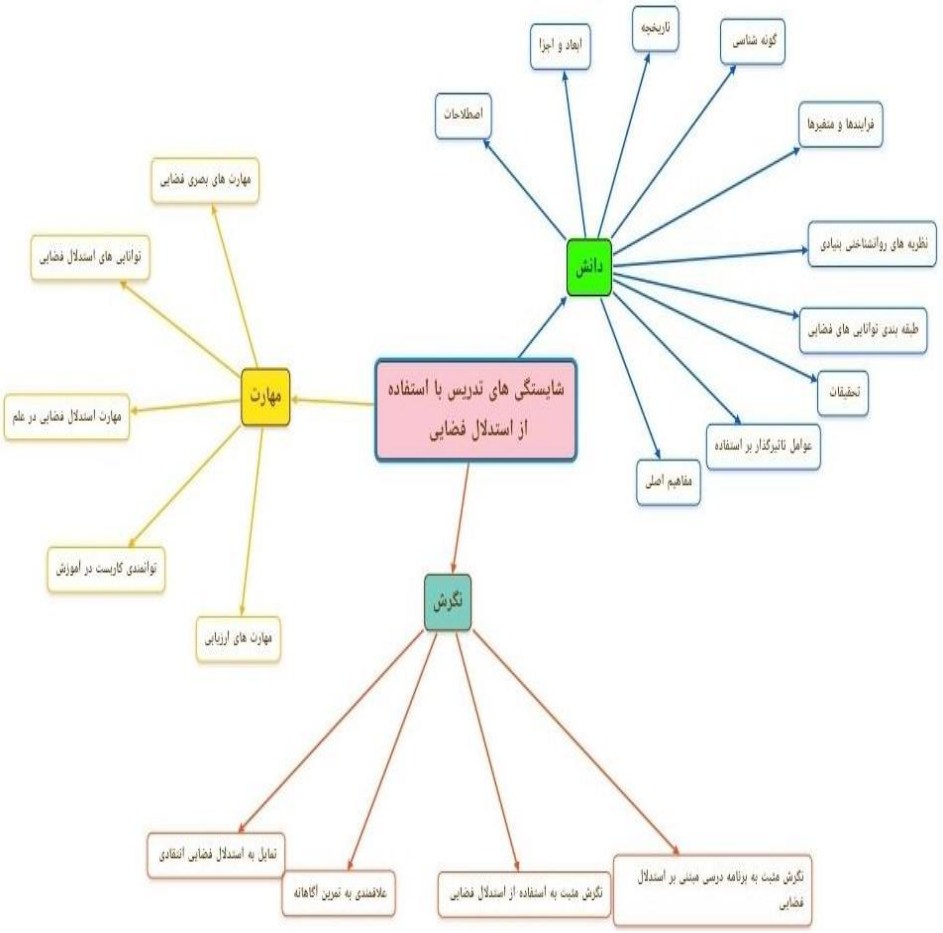
۱۸	نگرش مثبت و باورها نسبت به استفاده از استدلال فضایی در تدریس	Bates et al., 2023; Gagnier et al., 2022; Gilligan-Lee et al., 2023; Hegarty, 2014; Jo & Bednarz, 2014; Milner-Bolotin & Nashon, 2012; Newcombe, 2010, 2013, 2017; Newcombe, & Frick, 2010; Uttal & Cohen, 2012; Uttal et al., 2013; Wai & Uttal, 2018;
۱۹	نگرش مثبت نسبت به برنامه درسی مبتنی‌بر استدلال فضایی	Atit et al., 2018; Baker et al., 2009; Bodzin, 2011; Gagnier et al., 2022; Gilligan-Lee et al., 2023; McCormack, 2017; National Research Council, 2006; Newcombe, 2016.

مضامین سازمان‌دهنده و فراگیر استخراج‌شده نیز، در جدول ۳ آمده است. در این جدول، مفاهیم پایه ذیل ۳ مضمون سازمان‌دهنده شامل دانش، مهارت و نگرش لازم برای تدریس با استفاده از استدلال فضایی قرار گرفته‌اند. شایستگی «دانش» شامل ۱۰ مضمون پایه شامل مواردی چون آشنایی با اصطلاحات مرتبط با استدلال فضایی، اطلاع از ابعاد و اجزای استدلال فضایی، آگاهی از تاریخچه استدلال فضایی، اطلاع از گونه‌شناسی استدلال فضایی، دانستن فرایندها و متغیرهای اثرگذار بر استدلال فضایی، آگاهی از نظریه‌های روان‌شناختی و فرایندهای شناختی بنیادی، آشنایی با پژوهش‌های توانایی‌های بصری – فضایی و ... است. همچنین شایستگی «مهارت» شامل ۵ مضمون به نام‌های مهارت‌های بصری – فضایی، توانایی استدلال فضایی، مهارت‌های استدلال فضایی در علم، توانمندی کاربست رویکردهای مختلف آموزش با استدلال فضایی، مهارت‌های ارزیابی استدلال فضایی و در نهایت، شایستگی «نگرش» دربرگیرنده ٤ مضمون شامل تمایل به استدلال فضایی انتقادی، علاقه‌مندی به تمرین آگاهانهٔ تفکر فضایی، نگرش مثبت و باورها نسبت به استفاده از استدلال فضایی در تدریس، نگرش مثبت نسبت به برنامه درسی مبتنی‌بر استدلال فضایی است و همگی این مضامین تحت مضمون فراگیر «شایستگی‌های تدریس با استفاده از استدلال فضایی» قرار گرفته‌اند.

جدول ۳. دانش، مهارت و نگرش لازم برای آموزش استدلال فضایی

مضمون فراگیر	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین پایه
شایستگی‌های تدریس با استفاده از استدلال فضایی	دانش	– آشنایی با اصطلاحات مرتبط با استدلال فضایی – اطلاع از ابعاد و اجزای استدلال فضایی – آگاهی از تاریخچه استدلال فضایی – اطلاع از گونه‌شناسی استدلال فضایی – دانستن فرایندها و متغیرهای اثرگذار بر استدلال فضایی – آگاهی از نظریه‌های روان‌شناختی و فرایندهای شناختی بنیادی – آشنایی با طبقه‌بندی توانایی‌های فضایی – اطلاع از مفاهیم اصلی استدلال فضایی – آشنایی با پژوهش‌های توانایی‌های بصری – فضایی – دانستن عوامل تأثیرگذار بر تمایل و میزان استفاده از استدلال فضایی
	مهارت	– مهارت‌های بصری – فضایی – توانایی‌های استدلال فضایی – مهارت‌های استدلال فضایی در علم – توانمندی کاربست رویکردهای مختلف آموزش با استدلال فضایی – مهارت‌های ارزیابی استدلال فضایی
	نگرش	– تمایل به استدلال فضایی انتقادی – علاقه‌مندی به تمرین آگاهانهٔ تفکر فضایی – نگرش مثبت و باورها نسبت به استفاده از استدلال فضایی در تدریس – نگرش مثبت نسبت به برنامه درسی مبتنی‌بر استدلال فضایی

پس‌از استخراج مضامین، شبکه مضامین شایستگی‌های تدریس مبتنی‌بر استدلال فضایی در شکل ۲ به‌صورت یک شبکه مفهومی گزارش شده است.



شکل ۲. شبکه مضامین شایستگی‌های تدریس مبتنی‌بر استدلال فضایی

بحث و نتیجه‌گیری

هدف کلی از انجام این پژوهش بررسی شایستگی‌های مورد نیاز معلمان برای آموزش براساس استدلال فضایی بوده است. نتایج نشان داد شایستگی‌های این حوزه را می‌توان در قالب ۱۹ مضمون پایه، ۳ مضمون سازمان‌دهنده و یک مضمون فراگیر دسته‌بندی کرد. لازم است معلمان یا مربیانی که قصد استفاده از استدلال فضایی در تدریس خود را دارند، شایستگی‌های دانشی، مهارتی و نگرشی را در این زمینه کسب نمایند و در خود پرورش دهند. مؤلفه‌های هریک از شایستگی‌های مذکور به

شرح ذیل مورد بحث‌وبررسی قرار می‌گیرد. شایستگی دانش شامل ۱۰ مضمون پایه است که عبارت‌اند از:

آشنایی با اصطلاحات مرتبط با استدلال فضایی: فرایند استدلال فضایی شامل مجموعهٔ وسیعی از شایستگی‌های به‌هم‌پیوسته ازجمله توانایی‌های فضایی، تفکر، بازنمایی، استدلال و سواد فضایی است. تفکر فضایی شامل دانش فضاییِ جهت‌گیری، مقیاس، فاصله، مکان، تداعی و سایر عناصر دخیل در چهارچوب مرجع فضایی است. همچنین شامل روش‌های فضایی تفکر و عمل، مانند درک تغییر فضا و تغییر زمان، شناخت الگوهای داده‌ها و استفاده از راهبردهای شناختی برای تسهیل حل مسئله و تصمیم‌گیری است. آگاهی از اصطلاحات موجود در مباحث استدلال و تفکر فضایی گامی مهم جهت رسیدن به سواد فضایی و استفاده از رویکرد استدلال فضایی در تدریس خواهد بود.

اطلاع از ابعاد و اجزای استدلال فضایی: استدلال بصری – فضایی یک مهارت ذهنی تک‌بعدی نیست. بلکه مجموعه پیچیده‌ای از ابعاد (ادراک، حافظه، منطق، خلاقیت) و توانایی‌های مرتبط با هم است. در سال‌های اولیه مدرسه، کودکان باید مهارت‌های تجسم را ازطریق تجربیات عملی بهبود دهند که به آن‌ها اجازه می‌دهد اشکال دوبعدی و سه‌بعدی را کوچک یا گسترده کرده، در ذهن بچرخانند و تغییر شکل دهند. آن‌ها باید شروع به تسلط بر ایده‌های موقعیت نسبی اشیاء کنند و معنای بالا، پایین، نزدیک، چپ و راست را یاد بگیرند. ساختن و دست‌کاری اشیاء دو و سه‌بعدی، درک یک شیء از دیدگاه‌های مختلف و با استفاده از نمودارها، نقشه‌ها، شکل‌ها، مدل‌ها و سایر ابزارهای عینی برای کاوش، بررسی و درک مفاهیم انتزاعی مانند فرمول‌های جبری یا مدل‌های دنیای فیزیکی اشکال مختلف استدلال فضایی ضروری هستند. این امر یک چهارچوب برای ارزیابی و مقایسه اشکال مختلف تفکر فضایی و چگونگی تغییر آن‌ها ازطریق زمان برای ایشان فراهم می‌کند. دانستن ابعاد و اجزای تشکیل‌دهنده استدلال فضایی، چهارچوب ذهنی معلمان را درباره این موضوع شکل داده و سازمان‌دهی می‌کند.

آگاهی از تاریخچه استدلال فضایی: انسان‌ها پیش‌از تاریخ مدون، از نقشه‌های روی شن گرفته تا درختان خمیده به‌عنوان نشانگرهای مسیر تا نقوش روی دیوار غارها و سنگ‌تراش‌ها از وقایع عینی اطراف خود، بازنمایی صوری ایجاد کرده‌اند و در فرایندی متقابل از درک تصاویری که می‌بینند در ذهن خود بازنمایی عینی ایجاد نموده‌اند. نمونه‌های تاریخی استفاده از مفهوم تفکر فضایی در علم و زندگی روزمره بسیار زیاد هستند. آگاهی از این جنبه و اشراف بر گذار تاریخی این حوزه،

می‌تواند به معلمان کمک کند استدلال فضایی را در تدریس مفاهیم علمی به‌نحوِ اثربخش مورد استفاده قرار دهند.

اطلاع از گونه‌شناسی استدلال فضایی: گونه‌شناسی تفکر فضایی، برگرفته از زمینه‌ای است که تفکر فضایی در آن اتفاق می‌افتد. گونه اول تفکر فضایی، تفکر فضایی در دنیای واقعی یا محیطی است، مانند پیاده‌روی به‌سمت مدرسه، استفاده از مسیر میان‌بر برای اجتناب از ترافیک. گونه دوم تفکر فضایی، تفکر در مورد فضا است و معمولاً زمانی به کار می‌رود که افراد اطلاعات واقعی را که به‌صورت حقایق و تعمیم‌ها سازمان‌دهی می‌شوند، در مورد چگونگی کارکرد جهان یاد می‌گیرند و گونه سوم تفکر فضایی، تفکر با فضا، انتزاعی‌تر و در عین حال ابزاری قدرتمندتر است. فضاسازی داده‌های غیرمکانی یا استفاده از فضا به‌عنوان چهارچوب سازمان‌دهی برای مفهوم‌سازی مسائل و تصمیم‌گیری، یک راهبرد شناختی مؤثر است که اغلب در حل مسئله استفاده می‌شود. داشتن چهارچوب ذهنی سازمان‌یافته و آگاهی از گونه‌های مختلف استدلال و تفکر فضایی، به معلمان در استفاده هدفمند و آگاهانه از این رویکرد، کمک می‌کند.

دانستن فرایندها و متغیرهای اثرگذار بر استدلال فضایی: دست‌کاری یک تصویر، چرخش ذهنی، حافظه تصویری، آگاهی از ارتباطات فضایی، تمیز دیداری، ثابت‌بینی ادراکی، خلق یک تصویر فضایی ازجمله فرایندهای اثرگذار بر استدلال فضایی در افراد هستند. آگاهی از این متغیرها و فرایندها در استفاده بهینه و کنترل و هدایت برخی شرایط هنگام به‌کارگیری این رویکرد مؤثر خواهد بود.

آگاهی از نظریه‌های روان‌شناختی و فرایندهای شناختی بنیادی: درک تفکر فضایی از منظر رشد و یادگیری انسان، پیش‌درآمد ضروری برای بحث در مورد روندهای جاری آموزش تفکر فضایی است. یکی از مهم‌ترین بحث‌هایی که در مورد تفکر و استدلال فضایی در آموزش‌وپرورش وجود دارد این است که تفکر فضایی تا چه حد ذاتی و مربوط به طبیعت است. بسیاری از پژوهشگران تلاش کرده‌اند توسعهٔ تفکر فضایی را مفهوم‌سازی کنند. این نظریه‌ها را می‌توان در چهار دسته کلی دسته‌بندی کرد: بومی‌گرا، پیاژه، ویگوتسکی و تعامل‌گرا (تلفیقی) (Kim et al., 2012). بومی‌گراها استدلال می‌کنند که کودکان با یک سطح بیولوژیکی مشخص از تفکر فضایی متولد می‌شوند و حتی چنانچه تفکر فضایی با افزایش سن و تجربه رشد کند، سطح زیست‌شناختی، این توانایی را از قبل تعیین می‌کند. برخلاف رویکرد بومی‌گرایانه، پیاژه‌ای‌ها استدلال می‌کنند که نوزادان بدون شناخت فضا و بدون تصور اجسام دائمی که آن فضا را اشغال کرده و ساختار می‌دهند، به دنیا می‌آیند (Newcombe & Huttenlocher, 2003). هر دو گروه بومی‌گراها و پیاژه‌ای‌ها در تفکر

فضایی، تأثیرات اجتماعی و فرهنگی بر توسعه تفکر فضایی انسان را به حداقل می‌رسانند یا نادیده می‌گیرند، به‌عنوان مثال، نقش ابزارهای فرهنگی مانند زبان یا نقشه‌ها را نادیده می‌گیرند. کسانی که تفکر فضایی را با مفهوم‌سازی ویگوتسکی (یا اجتماعی – فرهنگی) در نظر می‌گیرند، بر تأثیرات اجتماعی و فرهنگی بر رشد فکری فردی تأکید می‌کنند و بررسی ابزارها و محیط‌های فرهنگی که بر رشد انسانی تأثیر می‌گذارند، را تشویق می‌کنند. رویکرد تعامل‌گرایانه (تلفیقی) تفکر فضایی مؤلفه‌های هریک از رویکردهای مورد بحث قبلی را معتبر می‌شمارد. استفاده از رویکرد استدلال فضایی مستلزم داشتن اطلاعات درباره نظریات زیربنایی این حوزه است و شایسته است معلمانی که قصد استفاده از این رویکرد را دارند اطلاعات کاملی از این مباحث داشته باشند.

آشنایی با طبقه‌بندی توانایی‌های فضایی: در پاسخ به عدم‌اجماع در مورد تعریف و طبقه‌بندی توانایی فضایی، Uttal et al. (2013) یک سیستم طبقه‌بندی را ایجاد کردند که از زبان‌شناسی، علوم شناختی و علوم اعصاب ریشه گرفته تا توانایی‌های فضایی مختلف را در دو بُعد متمایز کند: درونی ـ بیرونی و ایستا - دینامیک. بعد درونی – بیرونی براساس اینکه آیا اطلاعات مکانی شامل یک جسم به‌تنهایی(درون اجسام) یا دربرگیرنده چند جسم (بین اجسام) هستند، طبقه‌بندی می‌شود، درحالی‌که بعد ایستا – دینامیک براساس دخیل بودن تغییر یا حرکت (متحرک یا ایستا بودن اجسام) طبقه‌بندی می‌شود (Zhu et al., 2023). آشنایی و استفاده از این طبقه‌بندی در استفاده مؤثر از این رویکرد مفید است.

اطلاع از مفاهیم اصلی استدلال فضایی: پژوهشگران تعدادی از مفاهیم فضایی را شناسایی کرده‌اند. به‌عنوان مثال، Golledge (1993) مجموعه‌ای از مفاهیم اولیه فضایی (مانند هویت مکان خاص، مکان، اندازه و زمان) را تعریف کرد و یک سری مفاهیم فضایی ساده و پیچیده را از آن‌ها استخراج کرد (مثلاً توزیع یا آرایش، منطقه، جهت، الگو، خوشه‌بندی، پراکندگی، تداعی فضایی، چگالی و زوال فاصله). فهرست مهارت‌های تفکر فضایی Gersmehl (2014) (بیان موقعیت، ردیابی ارتباطات با مکان‌های دیگر و تشخیص الگوی فضایی) برای انجام موفقیت‌آمیز هر نوع تفکر فضایی بسیار مهم است. فقدان طبقه‌بندی مبتنی‌بر نظریه ممکن است یکی از دلایل این اختلاف‌ها باشد. آگاهی کلی از این مفاهیم باید مدّ نظر معلمان و مربیان قرار گیرد.

آشنایی با پژوهش‌های توانایی‌های بصری – فضایی: پژوهش‌های توانایی استدلال فضایی را می‌توان براساس دست‌کاری اشیاء به دو زیرگروه تقسیم کرد: الف) موضوعات پژوهش سنتی، شامل پژوهش‌هایی که در آن اشیاء دوبعدی و سه‌بعدی به‌صورت شکل‌ها و مدل‌های واقعی و اشیاء واقعی

ارائه می‌شوند و ب) موضوعات پژوهش مدرن، در دنیای مجازی فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات. بررسی و آگاهی از انواع این پژوهش‌ها در حوزه‌های مختلف علمی، آموزشی و اجتماعی می‌تواند در استفاده هدفمند و مبتنی‌بر نیاز و علاقه، در تدریس با استفاده از این رویکرد، اثرگذار باشد.

دانستن عوامل تأثیرگذار بر تمایل و میزان استفاده از استدلال فضایی: عواملی مانند جنسیت، علل بیولوژیکی، وضعیت اجتماعی و اقتصادی، پیشینه‌های قومی گوناگون، فرصت‌های اجتماعی و تحصیلی، نقش‌های جنسیتی و هنجارهای اجتماعی والدین، مداخلات فضایی و آموزش، محیط یادگیری ازجمله عوامل تأثیرگذار بر نگرش، احساس و توانمندی فضایی افراد هستند. دانستن این عوامل و توجه به آن‌ها کمک می‌کند معلم نقاط قوت و ضعف را تشخیص دهد و آموزش خود را براساس آن‌ها استوار سازد.

شایستگی مهارت شامل ۵ مضمون پایه بود که عبارت‌اند از:

مهارت‌های بصری – فضایی: طبقه‌بندی مهارت‌های بصری – فضایی در چهار حوزه سازمان‌دهی شده است: الف) ادراک بصری – فضایی: شامل توانایی فیزیولوژیکی ابتدایی برای مشاهده اشیاء و تشکیل تصاویر ذهنی از آن‌ها، ب) حافظه بصری – فضایی: شامل توانایی‌هایی برای ذخیره‌سازی ذهنی تصاویر و بازیابی آن‌ها در زمان بعدی و انتقال توضیحات تصاویر ازطریق نقاشی و زبان، پ) تفکر بصری – فضایی منطقی: شامل عملیاتی است که تصاویر ذهنی را در بر می‌گیرد و در آن، عملکردها مبتنی‌بر مجموعه‌ای از قوانین و تفکر تحلیلی و همگرا است، بیشتر این عملیات شامل فرایندهای استنتاج منطقی است. ت) تفکر بصری – فضایی خلاق: شامل تولید تصاویر ذهنی کمیاب، منحصربه‌فرد یا اصیل است.

تفکیک دقیق میان مهارت‌ها و توانایی‌های استدلال فضایی به‌دلیل نزدیکی معانی این دو حوزه بسیار دشوار است. اگرچه براساس آنچه در ادبیات موضوع موجود است، مهارت‌ها در این حوزه بیشتر ذاتی هستند یا براساس نوع علاقه‌مندی افراد، محیط، بازی‌های کودکی، شیوه تربیتی والدین، نژاد و جنسیت افراد در آن‌ها پرورش یافته یا تقویت شده‌اند. در مقابل، توانایی‌های استدلال فضایی بیشتر در اثر آموزش هدفمند در افراد ایجاد می‌شوند. این امر همان نقطهٔ عطف در استفاده از این رویکرد به‌عنوان یک شایستگی قابل توجه در تدریس است.

توانایی‌های استدلال فضایی: توانایی‌های فضایی مهارت‌های شناختی اساسی برای تفکر فضایی هستند که از تجسم فضایی، جهت‌گیری فضایی و رابطه فضایی تشکیل شده‌اند. طبقه‌بندی توانایی‌های فضایی به سه دسته مختلف، با توجه به شباهت در فرایندهای اساسی، به شرح زیر است

(Šafhalter et al., 2020)، الف) ادراک فضایی: توانایی برای تعیین روابط فضایی در مورد جهت. ب) چرخش ذهنی: توانایی چرخش ذهنی تصاویر دو یا سه‌بعدی تاحدامکان سریع و دقیق و پ) تجسم فضایی: قابلیتی که در آن اطلاعات مکانی پیچیده زمانی که چندین مرحله برای حل تکالیف مورد نیاز است دست‌کاری می‌شود. همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، این توانایی‌ها با آموزش توسعه می‌یابند. آگاهی از این توانایی‌ها و پرورش آن‌ها برای معلمانی که قصد دارند از این راهبرد استفاده کنند امری ضروری و حائز اهمیت است.

مهارت‌های استدلال فضایی در علم: تفکر فضایی در علم ازطریق سه‌گام زیر پیشرفت می‌کند: استخراج ساختارهای فضایی، انجام تبدیل‌های فضایی و ترسیم استنتاج‌های عملکردی (Wakabayashi & Ishikawa, 2011). چندین مطالعه رابطه بین توانایی فضایی و یادگیری STEM را توصیف کرده‌اند. به‌عنوان مثال، در حوزه ریاضی، همبستگی مثبتی بین توانایی فضایی و عملکرد ریاضی در میان کودکان پیش‌دبستانی، دوران کودکی میانی، پیش‌از نوجوانی و بزرگ‌سالی جوان، نشان می‌دهد که افرادی که در مسائل فضایی بهتر عمل می‌کنند، عملکرد کلی بهتری در ریاضیات نیز دارند. همبستگی بین توانایی فضایی و ریاضی شامل زیرحوزه‌های مختلفی از ریاضیات می‌شود، ازجمله زیرحوزه‌هایی که به‌طور سطحی، فضایی به نظر نمی‌رسند. برای مثال، همبستگی‌های مثبتی با هندسه و حل مسئله و همچنین با حساب و اعداد اول پیدا شده است (Zhu et al., 2023). علاوه‌بر ریاضیات، توانایی فضایی با عملکرد در سایر حوزه‌های STEM، ازجمله مهندسی، علوم زمین، شیمی، برنامه‌نویسی رایانه، طراحی و مطالعات پزشکی نیز مرتبط است. پرورش این مهارت‌ها در حوزه علوم از دو جنبه قابل تأمل است: یک جنبه مربوط به کسانی است که به‌صورت حرفه‌ای سعی دارند از این راهبرد برای حل مسائل و گره‌گشایی استفاده کنند؛ مانند دانشمندان علوم تجربی، و جنبه دیگر مورد توجه مربیان علوم است که با استفاده از این راهبرد قصد دارند درک بهتر و عمیق‌تری از مفاهیم در ذهن فراگیران ایجاد نمایند.

توانمندی کاربست رویکردهای مختلف آموزش با استدلال فضایی: آموزش در این حوزه می‌تواند به شکل‌های مختلف و متنوعی صورت گیرد ازجمله: استنتاج مقاطع عرضی ساختارهای سه‌بعدی، استفاده از مدل‌های چوبی جامدات هندسی، استفاده از الگوهای مقوای تاشو و اشکال هندسی چوبی، مدل‌سازی سه‌بعدی، دست‌کاری مدل‌های مولکولی در شیمی، آموزش‌های طراحی در فیزیک، آموزش فضایی سه‌بعدی در فیزیک، استفاده از واقعیت افزوده به‌عنوان یک محیط آموزشی دیجیتال، استفاده از نرم‌افزار محیط‌های مجازی و نرم‌افزار اطلاعات جغرافیایی، ترکیب اجسام جامد،

حل پازل‌های تانگرام، چرخش حول چندمحور و بسیاری از روش‌های دیگر که براساس نیاز، کاربرد و دانش معلمان می‌تواند طراحی و به کار گرفته شود. افراد براساس نوع توانمندی و نگرش خود از رویکردهای فضایی مختلف در آموزش استفاده می‌کنند.

مهارت‌های ارزیابی استدلال فضایی: آزمون‌های مختلفی در ارزیابی مهارت‌های فضایی مورد استفاده قرار می‌گیرد ازجمله: آزمون‌های چرخش ذهنی شامل آزمون چرخش تصویر، آزمون‌های ادراک فضایی (آزمون کاغذهای پانچ شده و آزمون تا کردن کاغذ)، آزمون‌های تجسم فضایی (آزمون تجسم فضایی پوردو: چرخش‌ها، آزمون تخته فرم، آزمون توسعه سطحی). استفاده از آزمون‌های مختلف و متنوع این حوزه برای سنجش میزان یادگیری و تعمیق مطالب، آخرین حلقه مهارتی و کامل‌کننده فرایند آموزش و یادگیری در این حوزه است که جایگاه و اهمیت ویژه‌ای در متون مربوط به حوزه دارد.

شایستگی نگرش شامل ٤ مضمون پایه بود که عبارت‌اند از:

تمایل به استدلال فضایی انتقادی: درک مشکلات بررسی دقیق و عمدی عوامل و متغیرها، استخراج راه‌حل‌ها، ارتباط مؤثر در فرایندها، تجزیه‌وتحلیل یا ترکیب و استخراج نتایج ازجمله نتایج استفاده از استدلال فضایی انتقادی است. میزان دستیابی به هریک از این دستاوردها به نوع آموزش و چگونگی استفاده از این رویکرد و مقدار تأکید بر استفاده از استدلال فضایی در حل مسائل روزمره توسط فراگیران و معلمان بستگی دارد.

علاقه‌مندی به تمرین آگاهانهٔ تفکر فضایی: استفاده از استدلال فضایی توسط افراد اغلب به‌صورت ناخودآگاه صورت می‌گیرد. به‌عنوان مثال، عادت ذهنی تفکر مکانی، تمرین آگاهانهٔ تفکر فضایی، دانش گسترده و عمیق مفاهیم فضایی، اتخاذ موضع انتقادی نسبت به تفکر فضایی. علاقه‌مندی به استفاده آگاهانه از تفکر فضایی و تمایل به استدلال فضایی انتقادی ازجمله مسائل حائز اهمیت و توجه ویژه هستند که متأسفانه در متون و پژوهش‌های این حوزه مغفول واقع شده‌اند یا توجه اندکی به آن‌ها شده است.

نگرش مثبت و باورها نسبت به استفاده از استدلال فضایی در تدریس: عوامل اجتماعی – روان‌شناختی مانند اضطراب فضایی، میزان اعتمادبه‌نفس و کلیشه‌های جنسیتی بر عملکرد فضایی تأثیر می‌گذارند. یافته‌ها در این حوزه نشان می‌دهند که قرارگرفتن در معرض فعالیت‌های فضایی ممکن است موضوعات را در آزمون‌های فضایی آشناتر کند و بنابراین کمتر تهدیدکننده یا تحریک‌کنندهٔ اضطراب باشد. میزان علاقه، باورها، اضطراب و اعتماد به استفاده از رویکرد استدلال

فضایی نقشی تعیین‌کننده در به‌کارگیری این نوع استدلال در تدریس مفاهیم علمی یا اجتماعی ایفا می‌کند. اعتماد کم به درک خود از استدلال فضایی، تمایل به آموزش تفکر فضایی و باورهای معلمان در آموزش مهارت‌های تفکر و استدلال، ازجمله عوامل شایان توجه در مقوله نگرشی شایستگی هستند.

نگرش مثبت نسبت به برنامه درسی مبتنی‌بر استدلال فضایی: اغلب معلمان به‌دلیل عدم‌کسب مهارت‌ها و شایستگی‌های لازم در حوزه‌های مختلفی ازجمله استدلال فضایی، این رویکرد را وقت‌گیر، کسل‌کننده و بی‌فایده تلقی کرده و در استفاده از این رویکرد تردید داشته یا به‌راحتی آن را از فرایند تدریس خود کنار می‌گذارند. در این مورد باید توجه کرد که برنامه استفاده از تفکر و استدلال فضایی در تدریس، افزونه‌ای بر برنامه درسی شلوغ مدرسه نیست، بلکه حلقه مفقوده‌ای در برنامه درسی است. آموزش و تزریق تفکر فضایی می‌تواند به دستیابی به اهداف درسی موجود، کمک کند و به عبارتی استدلال فضایی اهرمی است که دانش‌آموزان را قادر می‌سازد تا به درک عمیق‌تر و روشن‌تر از موضوعات در سراسر برنامه درسی دست یابند. توجه به ایجاد و پرورش نگرش مثبت در مربیان و معلمان می‌تواند ضامن علاقه‌مندی و اجرای صحیح این راهبرد و در نهایت آموزش صحیح و اثربخش در درس‌های مختلف و به‌ویژه دروس انتزاعی موجود در علوم تجربی، ریاضیات و علوم پایه باشد.

براساس یافته‌های پژوهش حاضر و به‌دلیل نزدیکی و پیوند مفاهیم، تفکیک حوزه‌های مختلف مربوط به تفکر و استدلال فضایی کاری دشوار است و در برخی موارد مرز دقیقی را نمی‌توان میان آنچه در پژوهش حاضر، با عنوان مضامین دانشی، نگرشی و مهارتی دسته‌بندی‌شده است، تصور نمود. بااین‌حال با توجه به عدم‌وجود طبقه‌بندی جامع در این حوزه به‌طور ویژه عدم‌وجود چهارچوب سازمان‌یافته برای آموزش معلمان در این باره و همچنین برای بررسی و کاربست دقیق‌تر و عملیاتی‌تر استدلال فضایی در تدریس و آموزش، باید دسته‌بندی‌های مذکور مورد نظر قرار گیرد. نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به‌عنوان یک الگو جهت استفاده معلمانی قرار گیرد که با مطالعه و درنظرگرفتن بعد دانشی استدلال فضایی، تمایل دارند از این رویکرد در طراحی دروس و برنامه درسی خود بهره گیرند. همچنین نتایج این پژوهش می‌تواند مورد توجه طراحان برنامه درسی و منابع آموزشی واقع شود. براین‌اساس، توجه به هر سه بُعد دانشی، مهارتی و نگرشی در طراحی، آموزش و تدریس مبتنی‌بر استدلال فضایی، امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، معلمان و مربیانی که قصد دارند از این رویکرد در تدریس خود بهره گیرند، لازم است شایستگی‌های

ذکرشده را در خود ایجاد کرده و پرورش دهند. دستاوردهای پژوهش حاضر می‌تواند به درک صحیح از مفاهیم استدلال فضایی کمک کند، در شناسایی و اولویت‌بندی مجموعه شایستگی‌های راهبردی مورد نیاز معلمان جهت اجرای اثربخش استدلال فضایی در آموزش و توسعه حرفه‌ای آنان مؤثر باشد و نیز معیاری جهت سنجش میزان صلاحیت و شایستگی معلمان در تدریس اثربخش آنان باشد. در نهایت این شایستگی‌ها از یک سو به‌طور شخصی می‌تواند مورد استفاده معلمان و ازسوی‌دیگر به‌طور عام در خدمت به توسعه مهارت‌های تدریس آنان باشد.

به‌طور کلی دستاوردهای این پژوهش می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

۱) طراحی الگوی شایستگی‌های حرفه‌ای معلمان: پژوهش به طراحی و توسعه یک الگوی کلی از شایستگی‌های لازم برای معلمان در آموزش مبتنی‌بر استدلال فضایی پرداخته است که شامل دانش، مهارت و نگرش است.

۲) شبکه مضامین شایستگی‌های آموزش مبتنی‌بر استدلال فضایی: با ترسیم شبکه‌ای از مضامین، معلمان می‌توانند به‌طور کامل با جنبه‌های مختلف استدلال فضایی و کاربرد آن آشنا شوند.

۳) ارتقای دانش معلمان: معلمان نیاز دارند تا درک کاملی از اصطلاحات مرتبط با استدلال فضایی، ابعاد و اجزاء آن، تاریخچه و گونه‌شناسی آن، فرایندها و متغیرهای اثرگذار و نظریه‌های روان‌شناختی بنیادی مرتبط با استدلال فضایی داشته باشند.

٤) تقویت مهارت‌های بصری – فضایی: معلمان باید مهارت‌های بصری – فضایی و توانایی‌های استدلال فضایی خود را ارتقا دهند تا بتوانند این مهارت‌ها را به دانش‌آموزان انتقال دهند.

۵) توسعه نگرش مثبت به استدلال فضایی: معلمان باید نگرش مثبتی نسبت به استدلال فضایی داشته باشند، ازجمله تمایل به استدلال فضایی انتقادی و عادت به استفاده از آن در فرایندهای آموزشی.

٦) توجه به فرایندهای شناختی: شناخت فرایندهای شناختی مرتبط با استدلال فضایی و کاربرد آن‌ها در آموزش، ازجمله دستاوردهای مهم این پژوهش است.

۷) پیشنهادهای عملی برای آموزش و توسعه حرفه‌ای معلمان: براساس یافته‌های پژوهش، پیشنهادهایی برای آموزش و توسعه حرفه‌ای معلمان ارائه شده است که می‌تواند به بهبود کیفیت آموزش مبتنی‌بر استدلال فضایی کمک کند. این دستاوردها می‌توانند به‌عنوان پایه‌ای برای توسعه برنامه‌های آموزشی و ارتقای کیفیت تدریس در حوزه استدلال فضایی مورد استفاده قرار گیرند.

پژوهش حاضر، حاصل بررسی مقالات ذکرشده در قسمت روش پژوهش است که به‌دلیل محدودیت مطالعه و بررسی همهٔ منابع موجود در این حوزه، کاملاً جامع و دربرگیرنده تمامی نکات

موجود نیست. ازسوی‌دیگر یافته‌های این مطالعه بیشتر معطوف به مطالعات خارجی موجود در این مقوله است و این یافته‌ها هنوز در داخل و در بستر برنامه درسی مرسوم کشور مورد بررسی و پژوهش قرار نگرفته‌اند؛ بنابراین به نظر می‌رسد شایسته است مباحث مربوط به استدلال فضایی در برنامه درسی ملی مورد توجه قرار گیرند و براین‌اساس دوره‌های آموزش معلمان برای کسب مهارت‌های لازم برای تدریس با استفاده از این رویکرد طراحی و تدوین گردد. ازجمله پیشنهادها برای پژوهش‌های آتی در این حوزه می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- بررسی نقش استدلال فضایی در آموزش و یادگیری فراگیران در دوره‌های تحصیلی مختلف.
- بررسی میزان و نحوهٔ استدلال فضایی با توجه به تفاوت‌های جنسیتی، اجتماعی و محیطی افراد.
- بررسی میزان موفقیت یا عدم‌موفقیت این رویکرد در نحوهٔ تفکر و استدلال افراد در حل مسائل.
- چگونگی و میزان ماندگاری این رویکرد در ذهن افراد به‌عنوان یک عادت ذهنی.
- بررسی میزان استفاده معلمان از این رویکرد در دوره‌های مختلف تحصیلی.

منابع

Andrienko, G., Andrienko, N., Jankowski, P., Keim, D., Kraak, M.-J., MacEachren, A., & Wrobel, S. (2007). Geovisual analytics for spatial decision support: Setting the research agenda. *International Journal of Geographical Information Science*, *21*(8), 839–857.

Atit, K., Miller, D. I., Newcombe, N. S., & Uttal, D. H. (2018). Teachers' spatial skills across disciplines and education levels: Exploring nationally representative data. *Archives of Scientific Psychology*, *6*(1), 130-137.

Atit, K., Shipley, T. F., & Tikoff, B. (2013). Twisting space: Are rigid and non-rigid mental transformations separate spatial skills? *Cognitive Processing*, *14*, 163-173.

Baker, T. R., Palmer, A. M., & Kerski, J. J. (2009). A national survey to examine teacher professional development and implementation of desktop GIS. *Journal of Geography*, 108(4–5), 174–185.

Bartlett, K. A., & Camba, J. D. (2023). Gender differences in spatial ability: A critical review. *Educational Psychology Review*, *35*(1), 1-8.

Bates, K. E., Williams, A. Y., Gilligan-Lee, K. A., Gripton, C., Lancaster, A., Williams, H.,... & Farran, E. K. (2023). Practitioners' perspectives on spatial reasoning in educational practice from birth to 7 years. *British Journal of Educational Psychology*, *93*(2), 571-590.

Bednarz, S. W., & Kemp, K. (2011). Understanding and nurturing spatial literacy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *21*, 18-23.

Black, A. A. (2005). Spatial ability and earth science conceptual understanding. *Journal of Geoscience Education*, *53*(4), 402-414.

Bodzin, A. M. (2011). The implementation of a geospatial information technology (GIT)-supported land use change curriculum with urban middle school learners to promote spatial thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, *48*(3), 281-300.

Brinkmann, E. H. (1996). Programed instruction as a technique for improving spatial visualization. *Journal of Applied Psychology*, *50*(2), 179-184.

Bruce, C. D., & Hawes, Z. (2015). The role of 2D and 3D mental rotation in mathematics for young children: what is it? Why does it matter? And what can we do about it? *ZDM*, *47*, 331-343.

Burte, H., Gardony, A. L., Hutton, A., & Taylor, H. A. (2020). Elementary teachers' attitudes and beliefs about spatial thinking and mathematics. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *5*(1), 1-18.

Carbonell Carrera, C., & Bermejo Asensio, L. A. (2017). Augmented reality as a digital teaching environment to develop spatial thinking. *Cartography and Geographic Information science*, *44*(3), 259-270.

Chen, B., Xu, Z., Kirmani, S., Ichter, B., Driess, D., Florence, P.,... & Xia, F. (2024). Spatialvlm: Endowing vision-language models with spatial reasoning capabilities. *ArXiv Preprint arXiv:2401.12168*.

Dean, A. K. (2017, June). Applied Spatial Visualization for Engineers. In *2017 ASEE Annual Conference & Exposition*.

Frick, A., Möhring, W., & Newcombe, N. S. (2014). Development of mental transformation abilities. *Trends in Cognitive Sciences*, *18*(10), 536-542.

Gagnier, K. M., Atit, K., Ormand, C., & Shipley, T. F. (2012, November). Teaching Penetrative Thinking Via Progressive Alignment and Directed Sketching. In *Geological Society of America Abstracts with Programs* (Vol. 44, No. 7, p. 180).

Gagnier, K. M., Holochwost, S. J., & Fisher, K. R. (2022). Spatial thinking in science, technology, engineering, and mathematics: Elementary teachers' beliefs, perceptions, and self-efficacy. *Journal of Research in Science Teaching*, *59*(1), 95-126.

Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: The theory in practice*. Basic Books/Hachette Book Group.

Gersmehl, P. (2014). Teaching geography (3rd Ed). New York, NY: The Guildford Press.

Gersmehl, P. J., & Gersmehl, C. A. (2007). Spatial thinking by young children: Neurologic evidence for early development and "educability". *Journal of Geography*, *106*(5), 181-191.

Gerson, H. B., Sorby, S. A., Wysocki, A., & Baartmans, B. J. (2001). The development and assessment of multimedia software for improving 3-D spatial visualization skills. *Computer Applications in Engineering Education*, *9*(2), 105-113.

Gibson, J. J. (2014). The ecological approach to visual perception: classic edition. Psychology press.

Gifford, S., Gripton, C., Williams, H., Lancaster, A., Bates, K. E., Williams, A. Y., Gilligan-Lee, K. A., Borthwick, A., & Farran, E. K. (2022). Spatial reasoning in early childhood.

Gilligan-Lee, K. A., Bradbury, A., Bradley, C., Farran, E. K., Van Herwegen, J., Wyse, D., & Outhwaite, L. A. (2023). Spatial Thinking in Practice: A Snapshot of teacher's Spatial Activity Use in the Early Years' Classroom. *Mind, Brain, and Education*, *17*(2), 107-116.

Golledge, R. G. (1993). Geographical perspectives on spatial cognition. In *Advances in Psychology* (Vol. 96, pp. 16-46). North-Holland.

Golledge, R. G., Marsh, M., & Battersby, S. (2008). Matching geospatial concepts with geographic educational needs. *Geographical Research*, *46*(1), 85-98.

Goodchild, M. F. (2006). The fourth R? Rethinking GIS education. *ESRI ArcNews*, *28*(3), 1-5.

Goodchild, M. F., & Janelle, D. G. (2010). Toward critical spatial thinking in the social sciences and humanities. *GeoJournal*, *75*, 3-13.

Hauptman, H. (2010). Enhancement of spatial thinking with Virtual Spaces 1.0. *Computers & Education*, *54*(1), 123-135.

Hegarty, M. (2014). Spatial thinking in undergraduate science education. *Spatial Cognition & Computation*, *14*(2), 142-167.

Heiser, J., Tversky, B., & Jordan Hall, B. (2002). Mental models of complex systems: Structure and function. *Manuscript submitted for publication*.

Holton, G. (1986). Metaphors in science and education. *G. Holton, The Advancement of Science, and its burdens*, 229-252.

Hoskyns-Staples, L., & Blackmore, K. (2020). Collaborative problem-solving in primary mathematics: Developing shape and spatial awareness. *Social and learning relationships in primary schools. Bloomsbury Monograph series*, 9-30.

Humphreys, L. G., Lubinski, D., & Yao, G. (1993). Utility of predicting group membership and the role of spatial visualization in becoming an engineer, physical scientist, or artist. *Journal of Applied Psychology*, *78*(2), 250-261.

Jo, I., & Bednarz, S. W. (2014). Dispositions toward teaching spatial thinking through geography: Conceptualization and an exemplar assessment. *Journal of Geography*, *113*(5), 198-207.

Jo, I., & Hong, J. E. (2020). Effect of learning GIS on spatial concept understanding. *Journal of Geography*, *119*(3), 87-97.

Jones, M. G., & Broadwell, B. (2008). Visualization without vision: students with visual. In *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp. 283-294). Dordrecht: Springer Netherlands.

Kastens, K.A., & Ishikawa, T. (2006). Spatial thinking in the geosciences and cognitive sciences: A cross-disciplinary look at the intersection of the two fields. In C. A. Manduca & D. W. Mogk (Eds.), *Earth and mind: How geologists think and learn about the Earth* (pp. 53-76).

Kell, H. J., Lubinski, D., Benbow, C. P., & Steiger, J. H. (2013). Creativity and technical innovation: Spatial ability's unique role. *Psychological Science*, *24*(9), 1831-1836.

Khine, M. S. (2017). Spatial cognition: Key to STEM success. *Visual-spatial ability in STEM education: Transforming research into practice*, 3-8.

Kim, M., Bednarz, R., & Kim, J. (2012). The ability of young Korean children to use spatial representations. *International Research in Geographical and Environmental Education, 21*(3), 261-277.

Lee, J., & Bednarz, R. (2009). Effect of GIS learning on spatial thinking. *Journal of Geography in Higher Education*, *33*(2), 183-198.

Lin, C. H., & Chen, C. M. (2016). Developing spatial visualization and mental rotation with a digital puzzle game at primary school level. *Computers in Human Behavior*, *57*, 23-30.

Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development*, 1479-1498.

Long, H. A., French, D. P., & Brooks, J. M. (2020). Optimising the value of the critical appraisal skills programme (CASP) tool for quality appraisal in qualitative evidence synthesis. *Research Methods in Medicine & Health Sciences*, *1*(1), 31-42.

Lord, T. R. (1985). Enhancing the visuo-spatial aptitude of students. *Journal of Research in Science teaching*, *22*(5), 395-405.

MacEachren, A. M. (2004). *How maps work: representation, visualization, and design*. Guilford Press.

MacPhee, D., Farro, S., & Canetto, S. S. (2013). Academic self-efficacy and performance of underrepresented STEM majors: Gender, ethnic, and social class patterns. *Analyses of Social Issues and Public Policy*, *13*(1), 347-369.

Mathewson, J. H. (1999). Visual-spatial thinking: An aspect of science overlooked by educators. *Science Education*, *83*(1), 33-54.

McArthur, J. M., & Wellner, K. L. (1996). Reexamining spatial ability within a Piagetian framework. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *33*(10), 1065-1082.

McCormack, A. J. (1988). *Visual/spatial Thinking: An Essential Element of Elementary Science*. Council for Elementary Science International.

McCormack, A. J. (2017). Developing visual/spatial thinking in science education. In *Science Education* (pp. 143-156). Brill.

McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*, *37*(1), 1-10.

Miller, D. I., & Halpern, D. F. (2011). spatial thinking in physics: longitudinal impacts of 3-D spatial training. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (Vol. 33, No. 33).

Milner-Bolotin, M., & Nashon, S. M. (2012). The essence of student visual–spatial literacy and higher order thinking skills in undergraduate biology. *Protoplasma*, *249*, 25-30.

National Academies Press (US). (2006). *Learning to think spatially: GIS as a support system in the K-12 curriculum*. National Academies Press.

National Research Council (2006). *Learning to think spatially*. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/11019.

Newcombe, N. S. (2010). Picture this: Increasing math and science learning by improving spatial thinking. *American Educator*, *34*(2), 29-35.

Newcombe, N. S. (2013). Seeing relationships: Using spatial thinking to teach science, mathematics, and social studies. American Educator, 37(1), 26–31

Newcombe, N. S. (2016). Thinking spatially in the science classroom. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *10*, 1-6.

Newcombe, N. S. (2017). Harnessing spatial thinking to support stem learning. OECD Education Working Papers. OECD Publishing: Paris.

Newcombe, N. S. (2020). The puzzle of spatial sex differences: Current status and prerequisites to solutions. Child Dev. *Perspect.* 14, 251–257.

Newcombe, N. S., & Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind, Brain, and Education*, *4*(3), 102-111.

Newcombe, N. S., & Huttenlocher, J. (2003). Models and maps. *Making space: The Development of Spatial Representation and Reasoning*, 145-177.

Newcombe, N. S., & Shipley, T. F. (2014). Thinking about spatial thinking: New typology, new assessments. In *Studying Visual and Spatial Reasoning for Design Creativity* (pp. 179-192). Dordrecht: Springer Netherlands.

Nielsen, C. P., Oberle, A., & Sugumaran, R. (2011). Implementing a high school level geospatial technologies and spatial thinking course. *Journal of Geography*, *110*(2), 60-69.

Provo, J., Lamar, C., & Newby, T. (2002). Using a cross section to train veterinary students to visualize anatomical structures in three dimensions. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *39*(1), 10-34.

Rosenthal, K. (2021). Is gender equality still an issue? Gender (Im) balances in STEM. *Chemie Ingenieur Technik*, *93*(8), 1207-1209.

Šafhalter, A., Glodež, S., Šorgo, A., & Ploj Virtič, M. (2020). Development of spatial thinking abilities in engineering 3D modeling course aimed at lower secondary students. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-18.

Sanandaji, A., Grimm, C., & West, R. (2017, September). Inferring cross-sections of 3D objects: a 3D spatial ability test instrument for 3D volume segmentation. In *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception* (pp. 1-4).

Sandelowski, M., & Barroso, J. (2007). *Handbook for synthesizing qualitative research*. Springer Publishing Company.

Saw, G., Chang, C. N., & Chan, H. Y. (2018). Cross-sectional and longitudinal disparities in STEM career aspirations at the intersection of gender, race/ethnicity, and socioeconomic status. *Educational Researcher*, *47*(8), 525-531.

Sinton, D. S. (2017). Critical spatial thinking. *the International Encyclopedia of Geography*.

Small, M. Y., & Morton, M. E. (1983). Research in College Science Teaching: Spatial Visualization Training Improves Performance in Organic Chemistry. *Journal of College Science Teaching*, *13*(1), 41-43.

Sorby, S. A. (1999). Developing 3-D spatial visualization skills. *The Engineering Design Graphics Journal*, *63*(2).

Sorby, S. A. (2009). Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students. *International Journal of Science Education*, *31*(3), 459-480

Sorby, S., Drummer, T., Hungwe, K., & Charlesworth, P. (2005, June). Developing 3 D spatial visualization skills for non engineering students. In *2005 Annual Conference* (pp. 10-428).

Stieff, M., Lira, M., & DeSutter, D. (2014). Representational competence and spatial thinking in STEM. Boulder, CO: International Society of the Learning Sciences.

Supli, A. A., & Yan, X. (2024). Exploring the effectiveness of augmented reality in enhancing spatial reasoning skills: A study on mental rotation, spatial orientation, and spatial visualization in primary school students. *Education and Information Technologies*, *29*(1), 351-374.

Uttal, D. H., & Cohen, C. A. (2012). Spatial thinking and STEM education: When, why, and how? In *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 57, pp. 147-181). Academic Press.

Uttal, D. H., Miller, D. I., & Newcombe, N. S. (2013). Exploring and enhancing spatial thinking: Links to achievement in science, technology, engineering, and mathematics? *Current Directions in Psychological Science*, *22*(5), 367-373.

Veurink, N. L., Hamlin, A. J., Kampe, J. C. M., Sorby, S. A., Blasko, D. G., Holliday-Darr, K. A.,... & Knott, T. W. (2009). Enhancing visualization skills-improving options and success (EnVİSIONS) of engineering and technology students. *The Engineering Design Graphics Journal*, *73*(2), 1-17.

Wai, J., & Uttal, D. H. (2018). *Why Spatial Reasoning Matters for Education Policy*. American Enterprise Institute.

Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge olidifies its importance. *Journal of Eucationa; Psychology*, *101*(4), 817-835. DOI: 10.1037/a0016127

Wakabayashi, Y., & Ishikawa, T. (2011). Spatial thinking in geographic information science: a review of past studies and prospects for the future. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 21, 304-313.

Zhu, C., Leung, C. O. Y., Lagoudaki, E., Velho, M., Segura-Caballero, N., Jolles, D.,... & Klapwijk, R. (2023). Fostering spatial ability development in and for authentic STEM learning. *Frontiers in Education,* 8, 1138607.

Studies in Learning & Instruction
Vol.16, No.2, 2025, Ser 87

Extended Abstract

Designing a Model of Teaching Competencies based on Teachers' Spatial Reasoning – A Meta Synthesis Approach

Fahimeh Keshavarzi*, Elham Ghanavati, Rahmatolah Marzoughi***, Mehdi Mohammadi****, Ghasem Salimi*****

Introduction: Spatial thinking is a cognitive process that integrates concepts of space, representation tools, and reasoning processes. It serves as the foundation for spatial reasoning, which is defined as the ability to mentally manipulate objects and understand their relationships. To effectively utilize spatial reasoning, individuals must acquire and employ a set of related skills. Proficiency in spatial abilities significantly influences an individual's potential for academic achievement, particularly in Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) fields. Since understanding many STEM concepts involves comprehending and manipulating objects in space, STEM education necessitates a strong foundation in spatial reasoning skills.

One way to strengthen the connection between spatial cognition and STEM learning is through the spatialization of the curriculum. This approach involves designing new curricular materials and providing teacher training to enhance the spatial aspects of content, methods, and delivery. To achieve this, educators need to develop competencies related to spatial reasoning. Teachers must acquire skills that enable them to design and teach scientific concepts using spatial reasoning, allowing them to present scientific ideas in a more understandable and accessible manner to a diverse range of students with varying interests and abilities. Consequently, students can apply these skills to solve scientific problems and address real-world challenges.

Given the importance of spatial thinking and reasoning in formal education, along with the current lack of emphasis on their explicit teaching, this study aims

* Associate Professor of the Faculty of Psychology and Education, University of Shiraz, Shiraz, Iran. (Corresponding Author). Fahimehkeshavarz@ yahoo.com

** PhD student in Curriculum studies, University of Shiraz, Shiraz, Iran. Eghanavati222@gmail.com

*** Professor of the Faculty of Psychology and Education, University of Shiraz, Shiraz, Iran. marzoghi@yahoo.com

**** Associate Professor of the Faculty of Psychology and Education, University of Shiraz, Shiraz, Iran. m48r52@gmail.com

***** Associate Professor of the Faculty of Psychology and Education, University of Shiraz, Shiraz, Iran. salimi.shu@gmail.com

to identify the professional competencies required of teachers to deliver instruction based on spatial reasoning. The goal is to support the professional development of educators and promote the development of spatial thinking and reasoning skills among students.

Method: Given the research objective of "identifying the professional competencies required of teachers for spatial reasoning-based instruction," a meta-synthesis approach was used to discover the desired competencies in this area. To this end, the seven-step meta-synthesis process of Sandelowski and Barroso (2007) was followed:

Step 1: Formulating the research question The primary research question was: What are the components of the professional competencies required of teachers in spatial reasoning-based instruction?

Step 2: Systematic literature search

Step 3: Screening and selecting suitable qualitative studies: 635 sources were found using the indicated keywords. Each source was carefully reviewed by researchers, 170 sources with less relevance to the research question were eliminated after reviewing the titles. Additionally,, after reviewing the abstracts, 182 sources were discarded, leaving 283 sources.

Step 4: Critically appraising studies and extracting data: In this step, the methodological quality of the studies was examined, and the CASP[1] tool, was used. As a result, 25 sources were eliminated due to receiving poor or very poor scores from the review process, and of the remaining 258 sources, 40 sources received a moderate score and 218 sources received a good or very good score.

Step 5: Analyzing and transforming the findings of qualitative studies: In this step, the 258 selected and finalized sources were reviewed multiple times to identify the separate intra-content findings that the original studies had found, and themes were extracted. To identify themes, the main research question was used as a criterion, and a total of 19 basic themes were extracted.

Step 6: Validating the findings: Optimization methods for the validity of the findings of this meta-synthesis were considered in four descriptive, interpretive, theoretical, and pragmatic stages.

Step 7: Presenting the findings: Data analysis was conducted using thematic analysis. All factors extracted from the research were considered as themes. These themes were categorized based on concepts related to the concept of competency in spatial reasoning-based instruction into 19 basic themes, 3 organizing themes, and 1 overarching theme. The basic concepts were placed under 3 organizing themes: knowledge, skills, and attitudes required for teaching using spatial reasoning. The "knowledge" competency included 10 basic themes such as familiarity with terminology related to spatial reasoning, knowledge of the dimensions and components of spatial reasoning, awareness of the history of spatial reasoning, knowledge of the typology of spatial reasoning, understanding the processes and variables affecting spatial reasoning, awareness of basic psychological theories and cognitive processes, familiarity with research on visual-spatial abilities, and more. Additionally, the "skills" competency included 5 themes: visual-spatial skills, spatial reasoning ability, spatial reasoning skills in science, the ability to apply different approaches to teaching with spatial reasoning, and spatial reasoning assessment skills. Finally, the "attitude" competency encompassed 4 themes, including a tendency towards critical spatial reasoning, interest in consciously practicing spatial

[1]. Critical Apprasial Skills Program

thinking, a positive attitude and beliefs towards using spatial reasoning in teaching, and a positive attitude towards spatial reasoning-based curricula. All these themes were placed under the overarching theme of "competencies for teaching using spatial reasoning."

Discussions and Conclusion: The overall objective of this study was to investigate the competencies required of teachers for spatial reasoning-based instruction. The results showed that these competencies can be categorized into 19 basic themes, 3 organizing themes, and one overarching theme. Teachers or instructors who intend to use spatial reasoning in their teaching need to acquire and develop knowledge, skills, and attitudes in this area. These findings can be used as a basis for developing training programs and improving the quality of teaching in the field of spatial reasoning. This study provides a comprehensive framework for understanding the competencies required for teachers to effectively integrate spatial reasoning into their instruction.

Keywords: competence, education, spatial reasoning, spatial thinking, professional development