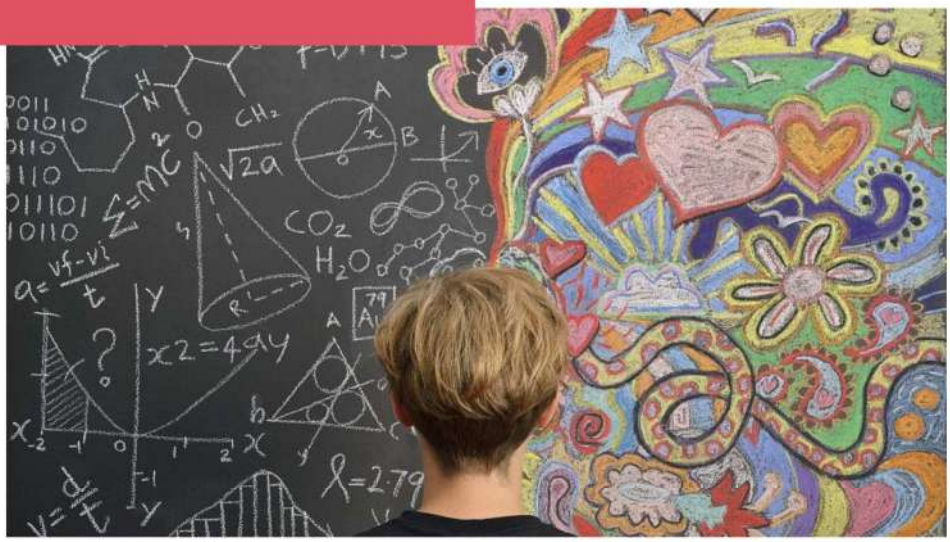
معرفی مؤلفه‌های حل مسئله با تأکید بر رویکرد تفکر طراحی

کامران خیرعلی‌پور

عضو هیئت‌علمی گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

k.kheiralipour@ilam.ac.ir



چکیده

بشر در زندگی روزمره و حرفه‌ای خود با مسائل گوناگونی مواجهه می‌شود که حل آن‌ها ضروری است؛ چراکه در صورت حل نشدن ممکن است سبب بروز مسائل بزرگ‌تر و زیان‌بارتری شوند. توانایی حل مسئله به‌عنوان یک مهارت در بالاترین سطح از فعالیت‌های شناختی انسان قرار دارد. این مهارت برای حل بهینه مسائل مختلف روزمره و تخصصی هر شخص ضروری بوده و دررسیدن به موفقیت‌های فردی و اجتماعی مؤثر است. هدف از این مقاله معرفی مؤلفه‌های حل مسئله و چگونگی تقویت مهارت حل مسئله است. مسئله و انواع آن، حل مسئله، ابعاد حل مسئله، مؤلفه‌های حل مسئله، مهارت حل مسئله و چگونگی بهبود مهارت حل مسئله بیان‌شده است. همچنین تفکر طراحی به‌عنوان راهبرد مهمی در حل صحیح مسائل که در همه زمینه‌های تحصیلی و شغلی کاربرد دارد، تشریح شده است.

کلمات کلیدی: مسئله، ویژگی‌های مسائل، ویژگی‌های فردی، مهارت حل مسئله، طراحی.

مقدمه

افراد در طول روز و در زندگی فردی و اجتماعی خود همواره با انواع مختلفی از مسائل روبرو می‌شوند که ناگزیر به یافتن راه‌حل‌های مختلفی برای آن‌ها هستند. این موضوع از ابتدای خلقت بشر وجود داشته و رفته‌رفته با افزایش پیچیدگی جوامع و ایجاد نیازها و خواسته‌های جدید، بر پیچیدگی مسائل نیز افزوده‌شده است. بروز مسئله تهدید نیست بلکه تلاش برای حل آن‌یکی از عامل‌های پویایی، رشد، توسعه و شکوفایی فردی و اجتماعی است. بااین‌حال، حل برخی مسائل ضروری بوده؛ چراکه در صورت حل نشدن یا دیر حل شدن، آن‌ها ممکن است موجب به وجود آمدن مسائل بزرگ‌تر، پیچیده‌تر و مشکل‌تری شده که سبب زیان‌های زیادی شوند. این در حالی است که افراد با ارتقا توانایی‌های خود می‌توانستند آن مسائل اولیه را با هزینه و زیان کمتری حل کنند.

مسائل دارای ویژگی‌های مختلفی هستند که منجر به تفاوت بین آن می‌شوند، همچنین برخی از ویژگی‌های حل‌کننده‌های مسئله نیز توانایی‌ها و تمایلات آن‌ها را در حل مسائل متمایز می‌کند (Jonassen, 2000b). باوجوداین، افراد مختلف با رشته‌های تحصیلی مشابه یا متفاوت از روش یکسانی برای حل مسئله استفاده نمی کنند و هر کس بر اساس دانش، مهارت، تجربه، شخصیت، نگرش و اهمیتی که برای مسئله قائل است، روش خاصی را در حل آن به کار می‌برد. این موضوع منجر به حصول نتایج متفاوتی شده و همین تفاوت روش‌های حل مسئله در افراد مختلف هر جامعه‌ای باعث تنوع کیفیت زندگی آن‌ها می‌شود (قاسمی، ۱۳۹۹).

حل مسئله برای همه افراد یک مهارت ویژه و ضروری به‌حساب می‌آید. این مهارت برای شاغلین، مهندسان و متخصصانی که کار آن‌ها خدمت به دیگران و کمک به آن‌ها برای حل مسائل هستند، به‌ویژه مسائل دردسرساز، حائز اهمیت بالاتری است (Heppner and Petersen, 1982). حل مسئله به‌عنوان مهم‌ترین فعالیت شناختی در زمینه‌های روزمره و حرفه‌ای محسوب می‌شود.

درک فرآیندهای حل مسئله محدود است و ارائه یک پاسخ قطعی برای آن دشوار است. مهارت حل مسئله تابعی از ماهیت مسئله و روشی که مسئله به حل‌کننده نشان داده می‌شود بوده و نیازمند مجموعه‌ای از فعالیت‌های تخصصی و همچنین توانمندی‌های شخصیتی دارد که در فرآیند حل مسئله دخیل هستند (قاسمی، ۱۳۹۹؛ Jonassen, 2000b).

اصطلاح تفکر طراحی به‌عنوان رویکردی برای حل مسائل به روش‌های نوآورانه بیان‌شده است. تفکر طراحی، بر اساس همان اصولی که طراحان برای ایجاد راه‌حل‌های نوآورانه به‌منظور حل مسائل مهندسی استفاده می‌کنند، می‌تواند به‌عنوان الگوی حل مسائل پیچیده در زمینه‌های مختلف در نظر گرفته شود؛ چراکه تفکر طراحی ریشه در آموزش و تمرین حرفه‌ای طراحان دارد؛ بنابراین می‌تواند توسط همه افراد در هر زمینه‌ای از فعالیت به کار گرفته شود (Brown, 2009). با توجه به‌ضرورت حل صحیح مسائل در زندگی روزمره و تخصصی و همچنین اهمیت تقویت مهارت حل مسئله در هر شخص، هدف از مقاله حاضر معرفی مؤلفه‌های مختلف در حل مسئله است تا بتوان مهارت حل مسئله را بهبود بخشید و مسائل مختلف را سریع و به‌طور بهینه حل نمود. همچنین رویکرد تفکر طراحی به دلیل نقش آن در حل صحیح مسائل در همه زمینه‌های تحصیلی و شغلی، بیان‌شده است.

مسئله

مسئله وجود تفاوت بین وضعیت فعلی و هدف است که دارای دو ویژگی مهم است. ویژگی اول این است که مسئله یک موجودیت ناشناخته است. ویژگی دوم این است که حل ناشناخته یا یافتن آن دارای ارزش فنی، اقتصادی، اجتماعی، یا زیست‌محیطی باشد. درواقع، یافتن ناشناخته باید حداقل ازنظر یک شخص ارزشمند باشد؛ اما اگر کسی مشکلی را درک نکند یا نیازی به تعیین مجهولی نداشته باشد، مسئله‌ای درک شده‌ای وجود ندارد؛ بنابراین یافتن مشکل یا مجهول اولین مرحله در فرآیند حل مسئله است (Jonassen, 2000b).

مسئله می‌تواند یک نیاز یا یک مشکل باشد و از انواع ریاضیاتی الگوریتمی ساده تا معضلات اجتماعی آزاردهنده و پیچیده متفاوت هستند. بهره‌برداری از یک منبع زیرزمینی خاص یک نیاز است که برآورده کردن آن ازنظر اقتصادی ارزشمند است. مشکل می‌تواند به شکل عیب، نقص، یا ایراد در یک سامانه ظاهر شود که حل آن برای بهبود وضعیت آن سامانه ضرورت دارد.

حل مسئله

حل مسئله عبارت است از هر توالی هدفمند از عملیات شناختی که برای حل کردن مسائل مختلف به کار گرفته می‌شوند (Anderson, 1980). حل مسئله دارای یک فرآیند خاص بوده که تابعی از فعالیت‌های مختلف است. تعدادی از مدل‌های پردازش اطلاعات فرآیندهای حل مسئله را توضیح داده‌اند. حل مسئله عمومی کلاسیک دو مجموعه از فرآیندهای تفکر مرتبط با فرآیندهای حل مسئله را مشخص می‌کند، (الف) فرآیندهای درک و (ب) فرآیندهای جستجو (Newell & Simon, 1972).

در اکثر مدل‌های حل مسئله، پنج مرحله مشترک است: جهت‌گیری کلی، تعریف مسئله، ارائه راه‌حل‌ها، تصمیم سازی برای انتخاب راه‌حل مناسب و ارزیابی راه‌حل انتخابی (Johnson et al., 1968). این فرایند چندمرحله‌ای سبب حل منطقی و صحیح مسئله شده، موجب می‌شود که افراد از یافتن راه‌حل‌های ناگهانی و سریع پرهیز کنند و مراحل ساختاریافته و هدفمندی را در این راستا دنبال کنند.

حل مسئله دارای ابعاد مختلفی چون ویژگی‌های مسئله، بازنمایی مسئله، ویژگی‌های فردی و مهارت حل مسئله است که در شکل (۱) نشان داده‌شده‌اند. هر بعد از حل مسئله دارای مؤلفه‌های خاصی است که در بخش‌های بعد تشریح شده‌اند. ویژگی‌های مسائل و انواع آن و همچنین بازنمایی مسئله جزو عوامل خارجی حل مسئله است و ویژگی‌های فردی افراد حل‌کننده جزو عوامل داخلی حل مسئله هستند (Smith, 1991).

ویژگی‌های مسائل

مسائل ازنظر محتوا، شکل، فرآیند، ماهیت در نحوه ارائه و در اجزا و تعامل بین آن‌ها یکسان نیستند. Mayer and Wittrock (۱۹۹۶) مسائل را به‌عنوان نامناسب-خوب تعریف‌شده و معمول-غیرمعمول توصیف کردند. Smith (۱۹۹۱) عوامل خارجی مسئله ازجمله دامنه و پیچیدگی را از ویژگی‌های درونی حل‌کننده متمایز کردند. Jonassen (2000b) بیان کردند که مسائل ازنظر ساختار، پیچیدگی و انتزاعی بودن (ویژگی دامنه) متفاوت هستند.

تفاوت‌های بین مسائل

مسائل مختلف بر اساس ساختار، پیچیدگی و زمینه باهم متفاوت هستند.

ساختار

بر اساس تفاوت در پردازش شناختی، مسائل به دو نوع خوب ساختار (Well-structured) و بد ساختار (Ill-

شکل ۱
ابعـــاد حـــل مسئلـه
(Jonassen, 2000b).

structured) تقسیم می‌شوند. در دهه ۱۹۶۰ رویکرد مسائل بد ساختار توسط رایتل (Rittel) تدوین شد (Buchanan, 1992). مدل‌های طراحی متفاوتی برای هرکدام معرفی‌شده است؛ چراکه هر نوع مسئله نیازمند مهارت‌های خاصی است تا بتوان آن را به‌خوبی حل کرد (Jonassen, 1997). رایج‌ترین مسائل، به‌ویژه آن‌هایی که در مدارس و دانشگاه‌ها گفته می‌شوند، مسائل خوب ساختار هستند. معمولاً مسائل خوب ساختار در پایان فصل‌های کتاب‌های درسی وجود دارد و همچنین برای امتحانات نیز مطرح می‌شوند. حل این مسائل خوب ساختار نیازمند تعداد محدودی از مفاهیم، قوانین و اصول هستند. این مسائل، مسائل تبدیل (Greeno, 1978) نامیده می‌شوند که شامل یک حالت اولیه کاملاً تعریف‌شده (آنچه شناخته‌شده است)، یک حالت هدف شناخته‌شده (ماهیت راه‌حل به‌خوبی تعریف‌شده) و مجموعه‌ای محدود از عملگرهای منطقی (روش شناخته‌شده برای حل) است. مسائل خوب ساختار تمام اجزا مسئله را به افراد ارائه می‌دهند، مستلزم به‌کارگیری تعداد محدودی از قوانین و اصول منظم و ساختاریافته است که به روش‌های پیش‌بینی و تجویزی سازمان‌دهی شده‌اند و راه‌حل‌های قابل‌درک و قابل‌فهمی دارند که در آن رابطه بین گزینه‌های تصمیم‌گیری و همه حالت‌های مسئله معلوم هستند یا با احتمال به دست می‌آیند (Wood, 1983).

در مقایسه با مسائل خوب ساختار، مسائل بد ساختار انواعی هستند که افراد بیشتر در امورات روزمره و حرفه‌ای با آن مواجه می‌شوند. درواقع، اکثر مسائل محل کار مسائل بد ساختار هستند. ازآنجاکه چنین مسائلی به حوزه‌های محتوایی در کلاس‌های درسی محدود نمی شوند، راه‌حل‌های آن‌ها قابل پیش‌بینی یا همگرا نمی باشند. برای حل هر مسئله بد ساختار ممکن است به به‌کارگیری چندین حوزه محتوا نیاز باشند. به‌عنوان‌مثال، برای حل مسائلی مانند آلودگی ممکن است به کاربرد مفاهیم و اصول ریاضی، علوم، علوم سیاسی و روانشناسی نیاز باشد. مسائل بد ساختار دارای اطلاعات سرگردان کننده‌ای هستند و به‌درستی فرمول‌بندی نشده‌اند، دارای اهداف مبهم یا نامشخصی هستند، دارای محدودیت‌های بیان‌نشده‌ای هستند، دارای اجزا ناشناخته و سرگردان کننده‌ای هستند یا با هیچ درجه‌ای از اطمینان قابل شناخت نیستند، دارای راه‌حل‌های متعدد و مسیرهای حل مختلفی هستند، توافقی بر سر راه‌حل مناسب وجود نداشته و یا اصلاً راه‌حلی ندارند، دارای معیارهای متعددی برای ارزیابی راه‌حل‌ها هستند، بنابراین در مورد اینکه کدام مفاهیم، قوانین و اصول برای حل مسئله نیاز است و چگونه سازمان‌دهی شوند، عدم اطمینان وجود دارد، ابزار صریحی برای تعیین اقدامات یا روابط مناسب بین مفاهیم، قواعد و اصول وجود ندارد، دارای تصمیم‌گیرندگان زیاد و با ناظران متضادی هستند و نیازمند فعالیت‌های بین فردی خاصی هستند؛ چراکه از افراد می‌خواهند در مورد مسئله قضاوت کنند و نظرات یا باورها و عقاید شخصی خود در مورد مسئله را بیان کنند و از آن‌ها دفاع کنند (Churchman, 1967; Kitchner, 1983; Meacham & Emont, 1989; Jonassen, 1997).

در حل مسائل بد ساختار باید ساختار مناسبی برای مسئله ایجاد شود و این کار با تمرین می‌تواند انجام شود منظور این نیست که فعالیت‌های روزمره شامل مسائل خوب ساختار نیستند (به‌عنوان‌مثال، برنامه‌ریزی مسیر). البته با تمرین می‌توان مسائل بد ساختار را به مسائل خوب ساختار تبدیل نمود (Simon, 1973). بااین‌حال، تمرین روزمره بیشتر از تمرین آموزشی مملو از مشکلات ساختگی است.

پیچیدگی

پیچیدگی و ساختاربندی باهم همپوشانی دارند، مسائل بد ساختار پیچیده‌تر هستند، به‌ویژه آن‌هایی که در امورات روزمره مشاهده می‌شوند. پیچیدگی مسئله با ویژگی‌هایی چون تعداد مسائل، توابع، یا متغیرهای درگیر

و همچنین درجه اتصال بین آن ویژگی‌ها؛ نوع روابط عملکردی اتصال بین آن ویژگی‌ها؛ ثبات در میان ویژگی های مسئله در طول زمان و چگونگی دسترسی به اطلاعات و غنای زمینه‌ای تعریف می‌شود (Funke, 1991). پیچیدگی بیشتر به این موضوع مربوط می‌شود که چه تعداد، با چه وضوحی و با چه اعتمادی مؤلفه‌های مسئله به‌طور ضمنی یا صریح نشان داده‌شده‌اند. پیچیده‌ترین مسائل، مسائل پویا هستند، یعنی آن‌هایی که محیط کار و عوامل آن در طول زمان تغییر می‌کنند. مشخص‌شده است که دشواری مسئله تابعی از پیچیدگی آن است (English, 1998). پیچیدگی مسئله بر توانایی افراد در حل مسائل تأثیر می‌گذارد. به‌عنوان‌مثال، پیچیدگی مسئله فرآیند جستجوی راه‌حل را با مشکل مواجه می‌کند (Halgren & Cooke, 1993).

چرا حل مسائل پیچیده دشوارتر از آن مسائل ساده است؟ دلیل اصلی این است که حل مسائل پیچیده نیازمند عملیات شناختی بیشتری هستند (Kluwe, 1995)؛ بنابراین، به نسبت دشواری مسئله، حل آن نیازمند استفاده بیشتری از حافظه است؛ چراکه انطباق عوامل متعدد در طول ایجاد ساختار مسئله و راه‌حل آن، بار سنگینی بر حافظه کاری وارد می‌کند.

زمینه

محققان مدعی هستند که مهارت حل مسئله به حوزه و زمینه (شغل و یا رشته تحصیلی) خاصی مرتبط هستند و تفاوت‌های گسترده‌ای در درون و بین رشته‌ها و زمینه‌های کاری مختلف وجود دارد (Price et al. 2021). به این معنی که فعالیت‌های حل مسئله به موقعیت‌های مختلف، ماهیت زمینه و یا حوزه وابسته هستند؛ بنابراین حل مسائل در یک حوزه متکی به عملیات شناختی هستند که مختص همان حوزه هستند (Smith, 1991).

در اینجا روش‌های تخصصی (روش‌های قوی) در مقابل راهبردهای عمومی (روش‌های ضعیف) قرار دارند. به‌عنوان‌مثال، Lehman et al. (۱۹۸۸) به این نتیجه رسیدند که شکل‌های استدلال در رشته‌های مختلف تحصیلی متفاوت است. مسائل بد ساختار بیشتر به موقعیت بستگی دارند؛ اما مسائل خوب ساختار بیشتر متکی به مهارت‌های کلی حل مسئله، مانند تحلیل ابزار-هدف هستند. بااین‌حال، مسائل خوب ساختار، در قالب مسائل داستانی، می‌توانند موقعیتی باشند، درحالی‌که مسائل بد ساختار، مثل معضلات، می‌توانند نسبتاً انتزاعی باشند.

انواع مسئله

مسائل بشر را می‌توان به دودسته تقسیم نمود، مسائل روزمره و مسائل تخصصی. مسائل روزمره همان مسائلی هستند که در زندگی فردی و اجتماعی هر شخصی وجود داشته و به شغل فرد مرتبط نیست، مانند مسائل خانوادگی، ارتباط با افراد و ... . مسائل تخصصی به دو بخش مسائل حین تحصیل در رشته تخصصی و مسائل شغلی (مسائل محل کار) فرد تقسیم می‌شوند.

در هر دودسته مذکور، مسائل به انواع مختلفی وجود دارند. اگر نوع مسئله به‌درستی تشخیص داده شود، راه‌حل‌های آن بهتر و سریع‌تر تشخیص داده می‌شوند. تعداد ۱۱ نوع مسئله شامل مسائل ۱- منطقی ، ۲- الگوریتمی ، ۳- داستانی (کلمه‌ای)، ۴- استفاده از قانون ، ۵- تصمیم‌گیری ، ۶- عیب‌یابی ، ۷- تشخیصی ، ۸- عملکرد راهبردی ، ۹- تحلیل موردی ، ۱۰- طراحی و ۱۱- معضل شناخته‌شده‌اند (Simon 1973).

انواع مسائلی که قبلاً ذکرشده با این فرض بوده که مسائل گسسته هستند، یعنی هر نوع مسئله دارای یک

هدف خاص است و جدا از سایر مسائل است. بااین‌حال، این بدان معنا نیست که مسائل به‌طور گسسته رخ می دهند. برعکس، مسائلی که در زمینه‌های روزمره و حرفه‌ای با آن مواجه می‌شوند، اغلب ترکیبی از انواع مسائل مختلف هستند. فعالیت‌های مختلف درزمینه روزمره و حرفه‌ای افراد را درگیر حل ترکیبات پیچیده‌ای از مسائل خوب ساختار و بد ساختار می‌کند، چیزی که Jonassen (2000b) از آن به‌عنوان فرا مسئله یاد می کند. فرا مسئله نه‌تنها شامل مجموعه‌ای از مسائل مرتبط با فعالیت‌های کاری مشابه، بلکه شامل مهارت‌های نظارتی و بازتابی برای پایش و حل ترکیبی آن‌ها نیز می شود. به‌عنوان‌مثال، توسعه یک سامانه رایانه‌ای نیازمند حل مجموعه‌ای از مسائل طراحی، عیب‌یابی و موردی است. اداره یک کسب‌وکار خرده‌فروشی نیز نشان‌دهنده مسائل تصمیم سازی بی‌شماری است. مسائل در زمینه‌های روزمره و حرفه‌ای عموماً فرا مسئله هستند، بنابراین هنگام تحلیل مسئله در هر زمینه، نه‌تنها شناسایی مسائلی که باید حل شوند، بلکه نحوه دسته‌بندی آن‌ها در فرا مسئله نیز ضروری است. همچنین مهارت‌های فراشناختی موردنیاز برای مدیریت راه‌حل‌های فرا مسئله باید شناسایی و توضیح داده شوند.

بازنمایی مسئله

پس از شناخت ویژگی‌ها و نوع مسئله، مسئله باید به‌درستی بازنمایی شود، یعنی ابعاد آن نشان داده شود. این کار ضروری است تا مسئله به‌خوبی توسط فرد حل‌کننده درک شود و بتواند راه‌حل‌هایی برای حل آن پیدا کند.

مسائل ازنظر نحوه بازنمایی و درک آن‌ها توسط افراد حل‌کننده متفاوت هستند. مسائل روزمره و حرفه‌ای هرکدام مربوط به زمینه خاصی هستند که فرد حل‌کننده را مجبور می‌کنند دانش مرتبط را از دانش غیر مرتبط متمایز کرده و بر اساس دانش مرتبط در آن زمینه فضای مسئله را بسازند. متخصصان هر حوزه‌ای، اغلب از

مجموعه‌های از نمادهای مصنوعی که مخصوص همان حوزه هستند برای بازنمایی مسائل استفاده می‌کنند (Goel and Pirotli, 1989).

عملیات بازنمایی مسئله دارای دو مرحله اساسی است. مرحله اول بازنمایی ذهنی موقعیت مسئله در هستی است، به این معنی افرادی که می‌خواهد مسئله‌ای را حل کنند باید یک فضا از آن بسازند (Newell & Simon, 1972). مرحله دوم ایجاد تغییراتی در فضای مسئله بر اساس بر فعالیت است (Jonassen, 2000b). در برخی مواقع بازنمایی ذهنی (درونی) مسئله کافی است؛ اما در مسائلی دیگر علاوه بر بازنمایی ذهنی، بازنمایی فیزیکی (بیرونی) نیز نیاز است. بازنمایی‌ها یا مدل‌های ذهنی درونی فضای مسئله، بازنمایی‌های چندوجهی هستند که شامل دانش ساختاری، دانش رویه‌ای (روش)، دانش انعکاسی، تصاویر و استعاره‌ها و دانش اجرایی یا راهبردی است (Jonassen & Henning, 1999). فضای درونی مسئله با استفاده از ابزارهای مختلف بازنمایی دانش به فضای بیرونی تبدیل می‌شود (Jonassen, 2000c)، بنابراین ساخت ذهنی فضای مسئله برای حل آن اول‌تر است. اگر نوع مسئله تشخیص داده شود، جستجوی کمی در فضای مسئله نیاز است. افراد باتجربه حل‌کننده‌های خوبی هستند؛ زیرا آن‌ها حالت‌های مختلف مسئله را که نیازمند راه‌حل‌های خاصی هستند، تشخیص می‌دهند (Sweller, 1988). افراد مبتدی که طرح‌واره‌های برای مسائل ندارند قادر به تشخیص نوع مسئله نیستند؛ بنابراین باید بر راهبردهای حل مسئله کلی، مانند رویکردهای پردازش اطلاعات که راهبردهای ضعیفی برای حل مسئله هستند، تکیه کنند (Mayer, 1992).

ویژگی‌های فردی

همان‌طور که ویژگی‌های فردی در انواع دیگر یادگیری دخیل هستند، در یادگیری نحوه حل انواع مختلف مسئله هم تأثیر دارند. برخی از ویژگی‌های فردی یادگیرندگان که ممکن است بر حل مسئله تأثیر بگذارد در ادامه توضیح داده‌شده‌اند. سایر ویژگی‌های حالت مانند خستگی، اضطراب و استرس نیز بر حل مسئله تأثیر می‌گذارند.

دانش

دانش شامل دانش آشنایی با مسئله، دانش زمینه‌های مرتبط با مسئله و دانش ساختاری و شناخت است.

دانش آشنایی با مسئله

شاید قوی‌ترین ویژگی فرد در حل مسئله، آشنایی با مسئله و یا شناخت آن باشد. حل‌کننده‌های باتجربه که به علت حل مسائل زیاد با مسائل آشنا هستند، طرح‌واره‌های مسئله را بهتر ترسیم می‌کنند، حتی ممکن است به‌طور خودکار این کار را انجام دهند (Sweller, 1988). اگرچه آشنایی با یک نوع مسئله، حل همان نوع مسئله را تسهیل می‌بخشد؛ اما این مهارت به‌ندرت به انواع دیگر مسائل یا حتی به همان نوع مسئله با شکلی دیگر منتقل می‌شود (Gick and Holyoak, 1983).

افراد اغلب با مسائل معمولی آشنا هستند و درنتیجه قابل‌انتقال‌تر هستند (حداقل در یک محیط کار)؛ بنابراین، مسائل معمول برای حل‌کننده‌های باتجربه ساختارمندتر به نظر می‌رسند؛ چراکه مکرراً آن‌ها را حل کرده‌اند (Mayer and Wittrock, 1996). انتقال در مسائل غیرمعمول که حل‌کننده با آن‌ها آشنا نیستند نیاز به انتقال از راه دور دارد و تلاش و آگاهی بیشتری نیاز دارد؛ درحالی‌که مسائل معمولی بیشتر به انتقال نزدیک متکی هستند که توجه آگاهانه کمتری را نیاز دارند (Salomon and Perkins, 1989).

دانش زمینه‌های مرتبط با مسئله و دانش ساختاری یکی دیگر از ویژگی‌های مهم در حل مسئله، سطح دانش فرد حل‌کننده درزمینه یا زمینه‌های مسئله است. اینکه فرد چقدر دانش درزمینه مسئله دارد برای درک مسئله و پیدا کردن راه‌حل مهم است. بااین‌حال، باید دانش‌های

مختلف در زمینه‌های مرتبط با مسئله به‌خوبی باهم ادغام شوند تا در حل مسئله مؤثر باشند.

مسئله ممکن است مختص به یک تخصص یا رشته تحصیلی مانند مکانیک، برق، عمران، ریاضی، فیزیک، شیمی و ... باشد. علاوه بر این، هر مسئله ممکن است درزمینه یا زمینه‌های خاصی از یک‌رشته تحصیلی باشند. مثلاً یک مسئله ممکن است به رشته تحصیلی مکانیک مرتبط باشد اما زمینه مرتبط آن مکانیک سیالات باشد، یا دینامیک، یا ارتعاشات، یا ... . همچنین ممکن است یک مسئله به چند رشته تحصیلی و به چند زمینه مختلف مرتبط باشد. دانش ساختاری، دانش ارتباط دادن مفاهیم مختلف یک یا چند زمینه باهم دیگر است. یکپارچگی دانش زمینه‌های مختلف حل مسئله به‌عنوان دانش ساختاری مسئله به شمار می‌رود (Jonassen et al., 1993). همچنین به آن ساختار شناختی، یعنی سازمان‌دهی روابط بین مفاهیم در حافظه نیز می‌گویند (Shavelson, 1972). نقش دانش ساختاری در حل مسئله حتی ممکن است از دانش شناختی هم مهم‌تر باشد. در دروس فرمولی، دانش ساختاری که فرمول‌ها و مفاهیم مهم در پایگاه دانش را به هم متصل می‌کند برای درک اصول مهم‌تر است (Robertson, 1990).

شناخت

شناخت شامل سبک‌های شناختی، فراشناخت و باورهای معرفتی است.

سبک‌های شناختی

شناخت و پردازش شناختی یکی از ارکان اساسی حل مسئله است (Mayer 1992). افراد در سبک‌ها و کنترل‌های شناختی خود متفاوت هستند که این نشان‌دهنده الگوهای متفاوت تفکر است که روش‌های پردازش و استدلال افراد در مورد اطلاعات را کنترل می کند (Jonassen and Grabowski, 1993). کنترل‌های شناختی، مانند استقلال میدانی، پیچیدگی شناختی و انعطاف‌پذیری شناختی در حل مسئله مؤثر هستند. به‌عنوان‌مثال، افراد دارای استقلال میدانی به دلیل توانایی بالای آن‌ها در توجه به نشانه‌های برجسته، نسبت به افراد وابسته به میدان مسائل را بهتر حل می‌کنند (Ronning et al., 1984). یادگیرندگانی با انعطاف‌پذیری شناختی و پیچیدگی شناختی بالاتر نسبت به یادگیرندگانی با ساده گرایی شناختی حل‌کننده‌های بهتری هستند؛ زیرا آن‌ها جایگزین‌های بیشتری را در نظر می‌گیرند (Stewin and Anderson, 1974). همچنین چنین افرادی بیشتر تحلیل می‌کنند و یادگیرندگانی که به روش‌های تحلیلی تر فکر می‌کنند حل‌کننده‌های بهتری هستند (Jonassen 2000b).

فراشناخت

کنش‌های فراشناختی به‌عنوان نیروی محرکه در حل مسئله همراه با باورها و نگرش‌ها در نظر گرفته می‌شوند (Lester, 1994). فراشناخت به‌عنوان آگاهی از نحوه یادگیری، توانایی قضاوت در مورد دشواری یک کار، نظارت بر درک و فهم (خودتنظیمی)، استفاده از اطلاعات برای دستیابی به هدف و ارزیابی پیشرفت یادگیری توصیف می‌شود (Flavell 1979). حل‌کننده‌های خوب هنگام حل مسائل ریاضی تلاش می‌کنند اهداف خود را روشن کنند، مفاهیم و روابط بین اجزا مسئله را درک کنند، درک خود را نظارت کنند، اقداماتی را برای حل انجام و آن را در راستای رسیدن به هدف ارزیابی کنند (Gourgey, 1998). حل مسئله نه‌تنها مستلزم دانستن اینکه چه چیزی را باید نظارت کرد، بلکه نحوه نظارت بر عملکرد و گاهی اوقات حذف عادات یادگیری نامناسب نیز ضروری است (Lester, 1994). توسعه مهارت‌های فراشناختی افراد را قادر می‌سازد تا با شکل‌دهی بازنمایی‌های ذهنی مسائل، برنامه‌های مناسب برای حل آن‌ها را به‌طور راهبردی رمزگذاری کنند و بر موانع این فرآیند غلبه کنند (Davidson and Sternberg, 1998). جهت‌گیری و خود قضاوتی مهارت‌های فراشناختی قابل اکتسابی هستند که به‌طور مستقیم با عملکرد حل مسئله مرتبط هستند، بخصوص در حل مسائل بد ساختار (Masui & DeCorte, 1999).

باورهای معرفتی

در حل مسئله، به‌ویژه مسائل بد ساختار، حل‌کننده‌ها باید صحت ایده‌ها و دیدگاه‌های مختلف خود را هنگام ارزیابی مسائل یا راه‌حل‌ها در نظر بگیرند. توانایی انجام این کار تا حدی به باورهای آن‌ها در مورد دانش و چگونگی توسعه آن بستگی دارد. به این معنی که باورهای معرفتی یادگیرنده‌ها در مورد ماهیت حل مسئله نیز بر روش‌هایی که آن‌ها به‌طور طبیعی تمایل به برخورد با مسائل دارند تأثیر می‌گذارد (Hofer and Pintrich, 1997).

مؤلفه‌های شخصی و محرک

اگر هنگامی افراد با یک مسئله روبرو شوند فوراً از حل آن انصراف دهند و معتقد باشند که این کار بسیار دشوار

است ممکن است نشان از ضعف مؤلفه‌های شخصی و محرک باشد (Perkins et al., 1986).

هرچند حل مسئله نیازمند فرآیندهای شناختی و فراشناختی است ولی این فرآیندها برای حل مسائل، به‌ویژه مسائل پیچیده و بد ساختار، الزاماتی ضروری اما ناکافی هستند. حل مسئله به مؤلفه‌های عاطفی و ذاتی معنی‌داری نیز نیاز دارند (Jonassen & Tessmer, 1996). مؤلفه‌های شخصی، مانند نگرش‌ها و باورها در مورد مسائل، زمینه‌های مسائل و توانایی‌های افراد به‌طور قابل‌توجهی بر توانایی‌های حل‌کننده مسئله تأثیر می‌گذارد. اگر حل‌کننده‌های مسئله به دلیل باورهای شخصی بیش‌ازحد بر راه‌حل خاصی متکی باشند، اثربخشی این باور در حل مسئله کم خواهد بود؛ چراکه چنین افرادی کمتر به دنبال جستجوی راه‌حل‌های دیگر می‌روند.

مؤلفه‌های محرک (انگیزه‌ای و ارادی) مانند درگیر شدن ارادی، تلاش کردن، پافشاری بر انجام کار و تصمیم سازی برافزایش تلاش افراد برای حل مسائل مؤثر هستند. دانستن اینکه چگونه مسائل حل می‌شود، اعتقاد به اینکه چگونه مسائل حل می‌شود و تلاش برای انجام این کار اغلب باهم ناسازگار هستند. طبق اصل یادگیری مبتنی بر ایده Mayer (۱۹۹۸)، زمانی که افراد علاقه‌مند به حل مسئله هستند و معتقدند که قادر به حل آن هستند (خودکارآمدی بالایی دارند) بیشتر فکر می کنند و مطالب را عمیق‌تر پردازش می‌کنند.

حل مسئله مستلزم تعدادی تمایلات عاطفی، به‌ویژه اعتمادبه‌نفس، باورها و سوگیری‌ها در حوزه دانش است. اگر حل‌کنندگان مسئله به توانایی خود در حل مسائل اعتقاد نداشته باشند، به‌احتمال‌زیاد تلاش شناختی کافی را نداشته و بنابراین موفق به حل مسئله نخواهند شد. اعتمادبه‌نفس افراد میزان تلاش و پشتکار ذهنی آن‌ها که برای حل مسئله به کار خواهند برد را پیش‌بینی می کند.

پشتکار و تلاش یک عامل مهم موفقیت در حل مسئله است. برخی افراد معتقدند که اگر مسئله‌ای در چند دقیقه اول حل نشد، احتمالاً غیرقابل‌حل است، درحالی‌که ممکن است تلاش در مدت‌زمان بسیار طولانی‌تری برای حل یک مسئله نیاز باشد (Greeno, 1991).

مهارت حل مسئله

این باور عمومی وجود دارد که برخی افراد بهتر از دیگران حلال مسائل هستند؛ زیرا از راهبردهای حل مسئله مؤثرتری استفاده می‌کنند. این موضوع بستگی به نوع راهبردهایی دارد که آن‌ها استفاده می‌کنند. افرادی که سعی می‌کنند از راهبردهای ضعیفی استفاده کنند، مانند روش‌های اکتشافی عمومی مثل تحلیل ابزار–هدف که می‌تواند در همه زمینه‌ها اعمال شوند، معمولاً ضعیف هستند (Singley and Anderson, 1989)؛ اما افرادی که از راهبردهای قوی و مربوط به زمینه خاص مسئله استفاده می‌کنند، حل‌کننده‌های بهتری هستند. افراد باتجربه به‌طور مؤثر از راهبردهای قوی استفاده می‌کنند و افراد حل‌کننده مبتدی نیز می‌توانند استفاده از آن‌ها را بیاموزند (Mayer and Wittrock, 1996).

مهارت حل مسئله برای همه افراد بخصوص افراد شاغل برای حل مسائل در محل کار آن‌ها ضروری و حائز اهمیت بالایی است. افراد شاغل باید بتوانند مسائل پیش‌آمده در محل کار خود را به‌خوبی حل کنند (Jonassen et al., 2006).

مهارت حل مسئله (امیرحسینی، ۱۳۹۰؛ زارع و مرادی، ۱۳۹۹) یعنی توانایی یافتن بهترین راه برای حل کردن مسائل و رسیدن به هدف موردنظر با توجه به شرایط موجود. مهارت حل مسئله علاوه برداشتن دانش‌های

مرتبط با مسائل، نیازمند مهارت در به‌کارگیری دانش، توانایی شکوفاسازی استعداد، آموزش و تمرین است.

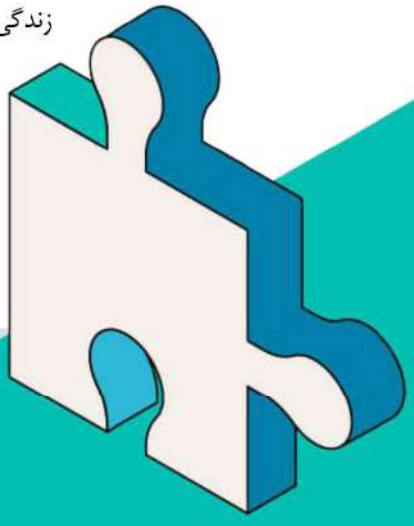
بهبود مهارت حل مسئله

هدف از ارتقا مهارت حل مسئله، بهبود توانایی‌ها دررسیدن به بهترین جواب با استفاده بهینه از منابع و صرف کمترین هزینه و زمان است. این مهارت از طریق آموزش، تجربه و تفکر طراحی ارتقا خواهد یافت.

آموزش

افراد به‌طور طبیعی برای حل مسائل مختلف ازآنچه قبلاً آموخته‌اند استفاده می‌کنند (Ross, 1989). هرچند در مراکز آموزشی، کسب نمره لازم در امتحانات تحصیلی معیار موفقیت است؛ اما علاوه برافزایش دانش، آموزش در دوران تحصیل در دانشگاه باید به شکلی باشد دانشجویان را برای انجام کار در موقعیت‌های کاری بعد از فارغ‌التحصیلی آماده کند. این آماده‌سازی شامل بهبود تفکر، استفاده از قوه عقلانی، مهارت حل مسئله، یادگیری مستقل و یادگیری و انجام کار گروهی است (Gagne, 1980).

مهارت حل مسئله قابل اکتساب است و می‌تواند از طریق آموزش رسمی یا غیررسمی با طراحی مناسب برنامه‌های آموزشی بهبود پیدا کند. این مهارت مهم‌ترین نتیجه آموزش است؛ چراکه تقریباًهمه افراد در زندگی روزمره و حرفه‌ای خود به‌طور مرتب با مسائل مختلف مواجهه می‌شوند و باید آن‌ها را حل کنند (Jonassen, 2000b).



یکی از راه‌های بهبود حل مسئله دانش آموزان و دانشجویان در حین تحصیل حل تکالیف درسی است (van Merrienboer, 1997)؛ اما کافی نیست و آن‌ها به‌ندرت یا هرگز در طول دوران تحصیل مجبور به حل مسائل واقعی زندگی نمی‌شوند. معدود مسائلی که دانش‌آموزان یا دانشجویان با آن‌ها مواجه می‌شوند معمولاً مسائل خوب ساختار و از نوع مسائل داستانی هستند که با ماهیت مسائلی که برای حل آن‌ها در زندگی روزمره خود (چگونه می‌توانم صحبت کنم تا به من توجه کند؟)، زندگی حرفه‌ای (چه نوع رویکرد بازاریابی برای این خط تولید جدید مناسب است؟)، یا حتی تحصیل در مدرسه (آیا باید دو ساعت آینده را صرف مطالعه برای امتحان ریاضی خود کنم یا بیرون بروم و با دوستانم بازی کنم؟) باید بیاموزند، همخوانی ندارد؛ بنابراین، فارغ‌التحصیلان به‌ندرت آمادگی کافی برای فعالیت در زمینه‌های روزمره و حرفه‌ای پس از پایان تحصیلات دارند. تفاوت بین آنچه یادگیرندگان به آن نیاز دارند (تجربه حل مسائل پیچیده و بد ساختار) و آنچه در آموزش‌های رسمی (مدارس، دانشگاه‌ها و شرکت‌ها) فرامی‌گیرند، خود یک مسئله پیچیده و بد ساختار است که می‌توان با طراحی آموزش‌های مؤثر آن را بهبود بخشید (Jonassen, 2000b).

حل مسائل خوب ساختار و بهبود حل مسئله در حل چنین مسائلی در کلاس‌های درسی به‌تنهایی منجر به ارتقا مهارت حل مسئله برای مسائل پیچیده و بد ساختار محیط کار نمی‌شود (Hong et al., 2003). بدین معنی که یادگیری حل مسائل داستانی در کلاس‌های درسی، فارغ‌التحصیلان را برای حل مسائل پیچیده و بد ساختار محل کار آماده نمی‌کند؛ چراکه حل هر نوع مسئله‌ای نیازمند فرآیندهای شناختی خاص خود است

(Jonassen, 2000b). برنامه‌های آموزشی برای مسائل خوب ساختار ریشه در تئوری پردازش اطلاعات دارند؛ اما از آن مسائل بد ساختار لزوماً ازنظر فرضیات مربوط به ساخت‌گرایی و شناخت موقعیت مشترک هستند. نظریه‌های پردازش اطلاعات، نتایج یادگیری را به‌عنوان مهارت‌های قابل‌تعمیم در نظر می‌گیرند که می‌توان آن را در سراسر حوزه‌های محتوا به کاربرد، درحالی‌که ساخت‌گرایی و شناخت موقعیت به یک حوزه خاص از هر عملکردی مربوط می‌شود و بنابراین دستورالعمل‌هایی را درزمینه معتبر توصیه می‌کنند (Jonassen & Land, 2000). بنابراین برنامه‌های آموزشی باید به گونه طراحی شوند که بتوانند چگونگی حل مسائل پیچیده و بد ساختار محل کار را به دانشجویان یاد دهند (Jonassen et al., 2006).

مسائل زندگی و حرفه‌ای متفاوت از مسائل درسی (مفهومی یا قوانین) بوده و همچنین این مسائل دارای طیف گسترده‌ای هستند و نمی‌توان با آن‌ها به‌طور یکسانی برخورد کرد (Jonassen et al., 1999). یادگیری مفاهیم، قوانین و اصول مؤلفه‌ای که فضای مسئله را تشکیل می‌دهند، برای حل مسئله ضروری هستند؛ اما کافی نیستند (Mayer, 1998). مهارت حل مسئله به چیزی بیش از کسب مهارت‌های مؤلفه‌ای نیاز دارد و ایجاد مدل‌های خاص آموزشی برای حل صحیح مسائل ضروری است (Jonassen, 2000b)؛ بنابراین به‌منظور بهبود مهارت حل مسئله دانش آموزان و دانشجویان، روش آموزش باید به نحوی باشد که شرایط متفاوت یادگیری برای نحوه حل مسائل مختلف را فراهم کند (Gagne, 1980).

برخی روش‌های آموزشی که اخیراً برای بهبود مهارت حل مسئله مورداستفاده قرار می‌گیرند بر محیط‌های یادگیری یادگیرنده محور تمرکز دارند، مانند محیط‌های یادگیری باز، سناریوهای مبتنی بر هدف و یادگیری مبتنی بر مسئله. این روش‌ها راهبردهای آموزشی مانند مثال‌های معتبر، شبیه‌سازی، مدل‌سازی، مربیگری و داربست سازی را برای حل مجازی مسئله آموزش می دهند. از شبیه‌سازی برای بازنمایی مسائل روزمره و حرفه‌ای در موقعیت‌های یادگیری رسمی (مثلاً در مدارس و دانشگاه‌ها) برای یادگیرندگان استفاده می‌شود. یکی از اهداف مهم این برنامه‌های آموزشی برای بهبود مهارت حل مسئله در افراد مبتدی، آموزش نحوه تصمیم‌گیری در مورد چگونگی بازنمایی مسئله است. طراحان آموزشی تصمیم می‌گیرند که کدام مؤلفه‌های مسئله را و چگونه آن‌ها را به یادگیرنده‌ها نشان دهند. درواقع طراحان مسئولیت ساختن فضای مسئله را برای فراگیران به عهده می‌گیرند. برای انجام این کار، طراحان سرنخ‌های متنی یا درخواست‌هایی درباره اطلاعاتی که باید در فضای مسئله افراد یادگیرنده گنجانده شود، ارائه می‌کنند. اینکه وضوح و ثبات این نشانه‌ها چگونه است، دشواری و پیچیدگی مسئله را تعیین می‌کند. علاوه بر این، طراحان در مورد روش بازنمایی اجزای مختلف مسئله تصمیم می‌گیرند. یک مسئله مهم در بازنمایی مسئله، میزان نمایش واقعیت است. آیا پیچیدگی و حالت طبیعی مسئله نشان داده می‌شود یا در هنگام شبیه‌سازی بخشی از آن حذف می‌شود؟ آیا همه ابعاد اجتماعی و محدودیت‌های زمانی باید نمایش داده شوند؟ یعنی مسئله باید در زمان واقعی حل شود یا در اوقات فراغت می‌توان آن را حل کرد؟ چه سطوحی از همکاری یا رقابت در مسئله بازنمایی می‌شود؟ این‌ها تنها تعدادی از تصمیماتی است که طراحان برنامه‌های آموزشی باید در هنگام بازنمایی مسائل اتخاذ کنند. بااین‌حال، ماهیت مسائلی که قرار است حل شوند به‌طور کامل توسط این

روش‌های آموزشی تحلیل یا توضیح داده نمی‌شود (Jonassen, 2000a).

مدل‌های طراحی آموزشی مختلفی برای مسائل خوب ساختار و بد ساختار، با فرض اینکه حل مسائل درزمینه و حوزه‌های مختلف نیازمند مهارت‌های متفاوتی هستند، معرفی‌شده‌اند (Jonassen 1997). این امر نیز برای تطبیق دامنه و پیچیدگی نتایج حل مسئله ناکافی است و برای بهبود یادگیری حل مسئله باید ابعاد آن به‌منظور توسعه مدل‌های خاص تعریف تکالیف برای یادگیرندگان مشخص شوند (Jonassen, 2000b).

آموزش ازنظر یادگیری مسئله محور، مسائل متنوع، محیط یادگیری، انتقال معلومات به محل کار در بهبود مهارت حل مسئله می‌تواند مؤثر باشد.

یادگیری مسئله محور

تبدیل دروس آموزشی به یادگیری مسئله محور (PBL) راه‌حل مهمی برای تقویت مهارت حل مسئله دانشجویان در محل کار است. در آموزش‌های مسئله محور، دوره‌های سنتی جای خود را به مجموعه‌های از مسائل یکپارچه و بین‌رشته‌ای می‌دهند که دانشجویان باید یاد بگیرند به‌طور گروهی آن‌ها را حل کنند. در این روش آموزشی یادگیری دانشجویان به‌صورت خود نظارتی و خود راهبری است و آن‌ها باید تصمیم بگیرند که چه دانشی را برای حل یک مسئله خاص به کار ببرند.

دوره‌های PBL در رشته‌های متعددی ازجمله مهندسی پزشکی، مهندسی شیمی، مهندسی نرم‌افزار، فیزیک حرارتی، فرآیندهای طراحی، مهندسی هوافضا، میکروالکترونیک و مهندسی ساخت و کنترل اجرا می‌شود. روش PBL در برخی از دروس آموزشی مهندسی در دانشگاه‌های مختلفی چون آلبورگ دانمارک، مک مسترز کانادا، موناش استرالیا، منچستر انگلستان، گلاسکو اسکاتلند، آیندهوون هلند و جمهوری پلی تکنیک در سنگاپور اجرا می‌شود. تبدیل روش آموزش سنتی به PBL، مستلزم اصلاح نظام‌مند برنامه‌های درسی یا دوره‌های آموزشی است. برای اجرای این روش باید مسئله‌های مناسبی فراهم شود تا بتوانند مهارت دانشجویان را بهبود ببخشد. در این راستا، روش PBL نیازمند ایجاد و اعمال یک فرآیند نظام‌مند برای شناسایی ویژگی‌های مسئله‌های موجود در محل کار و پاسخ به تغییرات اساسی در این مسائل در طول زمان است (Jonassen et al., 2006).

مسائل متنوع

اغلب کلاس‌های آموزشی مرسوم و بسیاری از دوره‌های PBL نمی‌توانند ماهیت مسائل محل کار را به‌اندازه کافی نشان دهند؛ بنابراین نیاز است دانشجویان در حل انواع متنوعی از مسائل مشارکت داده شوند تا مهارت حل مسئله آن‌ها به‌طور جامع تقویت شود.

تا آنجا که ممکن است باید دانشجویان در حل انواع بیشتری از مسائل و با ساختارها و ویژگی‌های مختلف

مشارکت داده شوند. برای آماده‌سازی بهتر دانشجویان در ایفای نقش خود در محل کار، باید دانشجویان به‌طور مستمر در بیشتر کلاس‌های آموزشی و همه دوره‌های PBL جهت حل پیچیدگی‌ها و ابهامات مسائل محل کار (نه‌فقط در زمینه اصلی) مشارکت داده شوند. در این راستا، باید از دانشجویان خواسته شود: ترکیبی از مسائل ساختاریافته را تحلیل و حل کنند، چندین مسئله فرعی را مدیریت کنند، اهداف متعدد و اغلب متضاد بیان و تحلیل یک مسئله را تجزیه کنند، محدودیت‌ها و معیارهای متعدد و متضاد را باهم تطبیق دهند، انواع راه‌حل‌ها را برای مسائل مختلف تحلیل و انتخاب کنند و راه‌حل‌های انتخاب‌شده را توجیه کنند، روش‌های مختلف برای دستیابی به معیارهای مختلف در حل مسائل را شناسایی و تطبیق دهند، با اعضای مختلف گروه‌های حرفه‌ای و فرا حرفه‌ای در تمام جنبه‌های فرآیند حل مسئله ارتباط برقرار نموده و با آن‌ها همکاری نمایند، مشکلات و آشفتگی‌های مداخله‌گر در فرآیند حل مسئله را پیش‌بینی و تطبیق دهند، خود را با شرایط متغیر پروژه و مسائل پیش‌بینی‌نشده وفق دهند، از ابزارهای متعددی (بصری، شفاهی و کمی) برای بیان مسئله استفاده کنند، پیچیدگی‌های مسائل محل کار را تا آنجا که ممکن است به‌طور مستقیم تجربه یا به‌صورت غیرمستقیم مشاهده کنند.

محیط یادگیری

درجاهایی که برنامه‌های PBL برگزار نمی‌شود، می‌توان محیط‌های یادگیری مسئله محور را طراحی، توسعه و پیاده‌سازی کرد. این محیط‌ها مسائل را در قالب روایت، بازنمایی تجربیات مرتبط با حل مسئله، موارد مرتبط، منابع اطلاعاتی موردنیاز برای خلق راه‌حل، ابزارهای شناختی برای نمایش اجزا مسئله و ابزارهای ارتباطی برای ایجاد همکاری، برای دانشجویان فراهم می‌کنند (Jonassen et al., 2005). کلاس‌های درسی می‌توانند به‌گونه‌ای باشند که دانشجویان در گروه‌های چند رشته‌ای (کارگروه‌ها) کار کنند تا یادگیری مشارکتی شکل بگیرد (Wankat, 2002). برخی مواقع گروه‌های کاری بر اساس تسهیل کار و نه بر اساس مجموعه مهارت‌های شرکت‌کنندگان یا نقش‌هایی آن‌ها تشکیل می‌شوند. همچنین در فعالیت‌های گروهی باید از جانب‌داری یا به حاشیه راندن دانشجویان شرکت‌کننده اجتناب شود. فعالیت‌های گروهی باید ازنظر میزان ارتباط معنی‌داری که باعث ایجاد حس مالکیت در میان شرکت‌کنندگان مختلف می‌شود، ارزیابی شوند. همچنین این فعالیت‌ها باید ازنظر معنی‌دار بودن همکاری‌های شکل‌گرفته در گروه ارزیابی شوند تا سبب شود نقش‌هایی که اعضای گروه ایفا می‌کنند متنوع و معتبر باشند. آیا این فعالیت‌ها وابستگی متقابل مثبت، مسئولیت‌پذیری فردی، ترویج تعامل، مهارت‌های اجتماعی و تولید دانش اشتراکی را با مواجهه با وظایف معتبر همکاری محور تقویت می‌کنند (Johnson and Johnson, 1998).

انتقال معلومات به محل کار

یکی از اهداف آموزش در راستای بهبود حل مسئله باید تقویت توانایی انتقال معلومات توسط افراد یادگیرنده به محل کار است. مفهوم مرسوم انتقال معلومات، توانایی تعمیم روش‌های حل یک مسئله (معمولاً یک مسئله داستانی) به مسئله داستانی مشابه درزمینه‌ای دیگر است (Jonassen et al., 2006). مفهوم جدید انتقال، آماده‌سازی برای یادگیری حل مسائل محل کار است، یعنی کسب مهارت‌های یادگیری در موقعیت‌های کاری مختلف، چه در دانشگاه یا چه خارج از آن (Bransford and Schwartz, 1999). یکی از راه‌کارها برای انتقال معلومات به مسائل خارج از کلاس‌های درسی، درس کارآموزی است که در دوره‌های تحصیلی کارشناسی در برخی رشته‌ها گنجانده‌شده است تا دانشجویان در این راستا تجربیاتی کسب کنند. به‌طورکلی این تجربیات برای رشد فکری و حرفه‌ای دانشجویان بخصوص در رشته‌های فنی مهندسی و کشاورزی ارزشمند تلقی می‌شوند. بااین‌حال، تجربیات کارآموزی دارای محدودیت‌هایی است. به دلایل ایمنی یا بهره‌وری، کارآموزان اغلب به وظایف غیرضروری و غیراصولی تنزل داده می‌شوند و دانشجویان به‌ندرت فرصت رویارویی با طیف قابل‌توجهی از مسائل واقعی محل کار یا مواجهه با خطرات حل مسئله واقعی رادارند. بااین‌وجود، برای بهبود دوره کارآموزی می توان دانشجویان را در پایان دوره ارزیابی نمود. برای ارزیابی این دوره می‌توان از ویژگی‌های مسائل محل کار به‌عنوان معیار استفاده کرد (Jonassen et al., 2006). علاوه بر کلاس‌های درسی و خوابگاه، محیط یادگیری سوم دانشجویان، جامعه (صنعت، بازار، مزرعه و ...) است؛ بنابراین راه‌کار دیگری که علاوه بر ارتقا انتقال، موجب افزایش اعتمادبه‌نفس دانشجویان در حل مسئله می‌شود، انجام کارهای واقعی پاره‌وقت در جامعه در حین تحصیل است. چراکه وقتی دانشجویان باهدف کسب درآمد در جامعه کار می‌کند، جامعه نیز از آن‌ها انتظار دارد به‌درستی کار کنند و بنابراین تجربیات ارزنده‌ای را کسب می‌نمایند. چون این موضوع در حین تحصیل اتفاق می‌افتد و دانشجویان ارتباط نزدیکی با دروس خوددارند، بنابراین انتقال معلومات به محل کار می‌تواند با بازده بالاتری شکل بگیرد. فرصت کار واقعی پاره‌وقت برای دانشجویان در حین تحصیل در دانشگاه‌های مستقر در شهرهای بزرگ و صنعتی به‌وفور وجود دارد. بااین‌حال دانشجویان در حال تحصیل در شهرهایی که چنین فرصت‌هایی ندارند می‌توانند در فواصل بین‌ترم مای درسی در شهرهای دیگری کار کنند.

تجربه

بهره‌برداری مجدد از مسائلی که قبلاً توسط خود فرد یا افراد دیگر حل‌شده‌اند، برای یادگرفتن نحوه حل آن‌ها ضروری است؛ زیرا مهندسان به‌طور طبیعی از تجربیات حل مسئله خود مجدداً استفاده می‌کنند یا از دیگران می خواهند که تجربیات خود را هنگام حل مسائل بازگو کنند (Jonassen, 2000b). تحقیقات نشان داده است که کارکنان باتجربه آتش‌نشانی در هنگام تصمیم‌گیری در موقعیت‌هایی با درجه عدم قطعیت بالا، بیشتر بر موارد مبتنی بر تجربه گذشته تکیه می‌کنند تا بر اصول انتزاعی و داست آن‌هایی که آن‌ها به یاد می‌آوردند که بر آگاهی موقعیتی و درک نتایج مورد انتظار متمرکز بود (Klein and Calderwood, 1988). همچنین تعمیرکاران خودرو هنگام رویارویی با یک مسئله جدید (Lancaster and and Kolodner 1987) و مهندسان مخابرات در حال عیب‌یابی شبکه‌های سوئیچینگ تلفن و (Kopeikina et al., 1988) از تجربیات خود و دیگران استفاده می‌کنند؛ بنابراین افزایش تجربه در حل مسائل مختلف و همچنین استفاده از تجربیات دیگر آن‌یکی از راهبردهای بهبود مهارت حل مسئله هست.

تفکر طراحی

هرچند تفکر طراحی به‌عنوان یک رویکرد انسان‌محور و مبتنی بر مسئله باز برای تغییر روش تدریس و یادگیری در آموزش مهندسی استفاده‌شده است (Pusca et al., 2015; Northwood, 2013)؛ اما این تفکر برای همه رشته‌های تحصیلی و زمنیه های مختلف کارآمد است؛ چراکه برای انجام هر کاری، ابتدا باید طراحی، برنامه‌ریزی و یا فرمول‌بندی مناسبی صورت گیرد؛ بنابراین تفکر طراحی یا تفکر متمرکز بر راه‌حل، راه‌کار مهمی برای حل بهتر مسئله در زمینه‌های مختلف است. تفکر طراحی بر اساس همان اصولی که طراحان برای ایجاد راه‌حل‌های نوآورانه به‌منظور حل مسائل مهندسی استفاده می‌کنند (افضلی، ۱۳۹۹)، می‌تواند به‌عنوان الگوی حل مسائل پیچیده در زمینه‌ها و رشته‌های مختلف در نظر گرفته شود؛ چراکه تفکر طراحی ریشه در آموزش و تمرین دارد؛ بنابراین می‌تواند توسط همه افراد در هر زمینه و رشته‌ای به کار گرفته شود (Brown, 2009). در این راستا، تفکر طراحی (Piotrowski, 2011) برای حل مسائل در مشاغل مرتبط با علوم پایه و تجارت (Kimbell, 2011) و کسب‌وکارهای (Piotrowski, 2011) مختلف به کار گرفته‌شده است. تفکر طراحی با راهبرد خلاقانه مرتبط بوده و نتیجه سؤال «چگونه» به‌عنوان محرک ایده‌های پیش‌رونده برای یافتن راه‌حل خلاقانه برای مسائل هست، بخصوص مسائل بد ساختار (Johnson, 2016). از طرفی دیگر، تفکر مسئله محور با تفکر انتقادی پیوند تنگاتنگی دارد و درنتیجه پرسش سؤال‌هایی مانند «چرا» و «چه چیزی» به فرمول‌بندی مسئله کمک می‌کنند (Pusca and Northwood, 2017). این فرمول‌بندی برای حل مسئله نیاز است؛ بنابراین همیشه باید در نظر داشت برای فرموله کردن مسائل به سؤال‌های چرا و چه چیزی و هنگام نحوه تصمیم‌گیری در مورد راهبردهای خلاقانه برای شناسایی بهترین راه‌حل، به سؤال چگونه پرداخته شود. تفکر طراحی یک فرآیند یکپارچه است (Buchanan, 1992) و در چنین محیطی همدلی در کار گروهی یک ضرورت است؛ زیرا درک تجربه، موقعیت و احساسات بسیار مهم است (Baert, 2015). اعمال تفکر طراحی همانند تصمیم سازی در حل مسائل بد ساختار یک فرآیند خطی ساده نیستند. افرادی که فکر می‌کنند تفکر طراحی یک فرآیند خطی است، این فرآیند را به دو فاز مجزا تقسیم می‌کنند: ۱- ساختاربندی شناسایی و فرمول‌بندی مسئله و ۲- ساختاربندی جستجو و ایجاد راه‌حل برای حل آن. فاز اول به‌عنوان یک توالی تحلیلی در نظر گرفته می‌شود که در آن طراح تمام اجزا مسئله را تعیین و همه الزامات و محدودیت‌ها را مشخص می کند. شناسایی و فرمول‌بندی مسئله، فاز بسیار مهمی است؛ زیرا اگر مسئله‌ای به‌درستی فرموله بندی نشود نمی‌توان راه‌حل موفقی را برای آن طراحی کرد. فاز دوم شامل توالی‌های ترکیبی است که در آن چندین مورد به‌منظور یافتن بهترین راه‌حل برای مسئله ارزیابی می شوند. در مدل خطی مسائل خوب ساختار و خوب تعریف‌شده با موقعیت مشخص وجود دارند؛ درحالی‌که رویکرد مسئله بد ساختار، مسائل باز و خوب تعریف‌نشده با موقعیت نامشخص و محدودیت‌های خاص وجود دارند (Buchanan, 1992). در طول زمان روش طراحی به‌عنوان راه‌کاری برای حل خلاقانه مسائل در مهندسی توسعه‌یافته است (Kelley, 2017). تفکر طراحی به‌عنوان یک فرآیند، رویکردی مشابه و توصیف‌کننده کاری است که طراحان مهندسی انجام می‌دهند. اساتید باید طوری تفکر طراحی را توضیح دهند که به‌خوبی به‌عنوان الگوی مناسبی در حل مسائل، ارتباط و همکاری با افراد مختلف و بهبود زندگی مورداستفاده قرار گیرد (Dym, 2005). شکل (۲) طرحواره فرآیند طراحی مهندسی را نشان می‌دهد (Kelley, 2017). این طرحواره تعریفی مبتنی بر مدل برای تفکر طراحی، به‌عنوان یک فرآیند توالی مؤثر در حل مسئله است.

این فرآیند با شناسایی و تعریف نیاز و فرمول‌بندی مسئله با در نظر گرفتن همه محدودیت‌ها، به‌عنوان گام اول

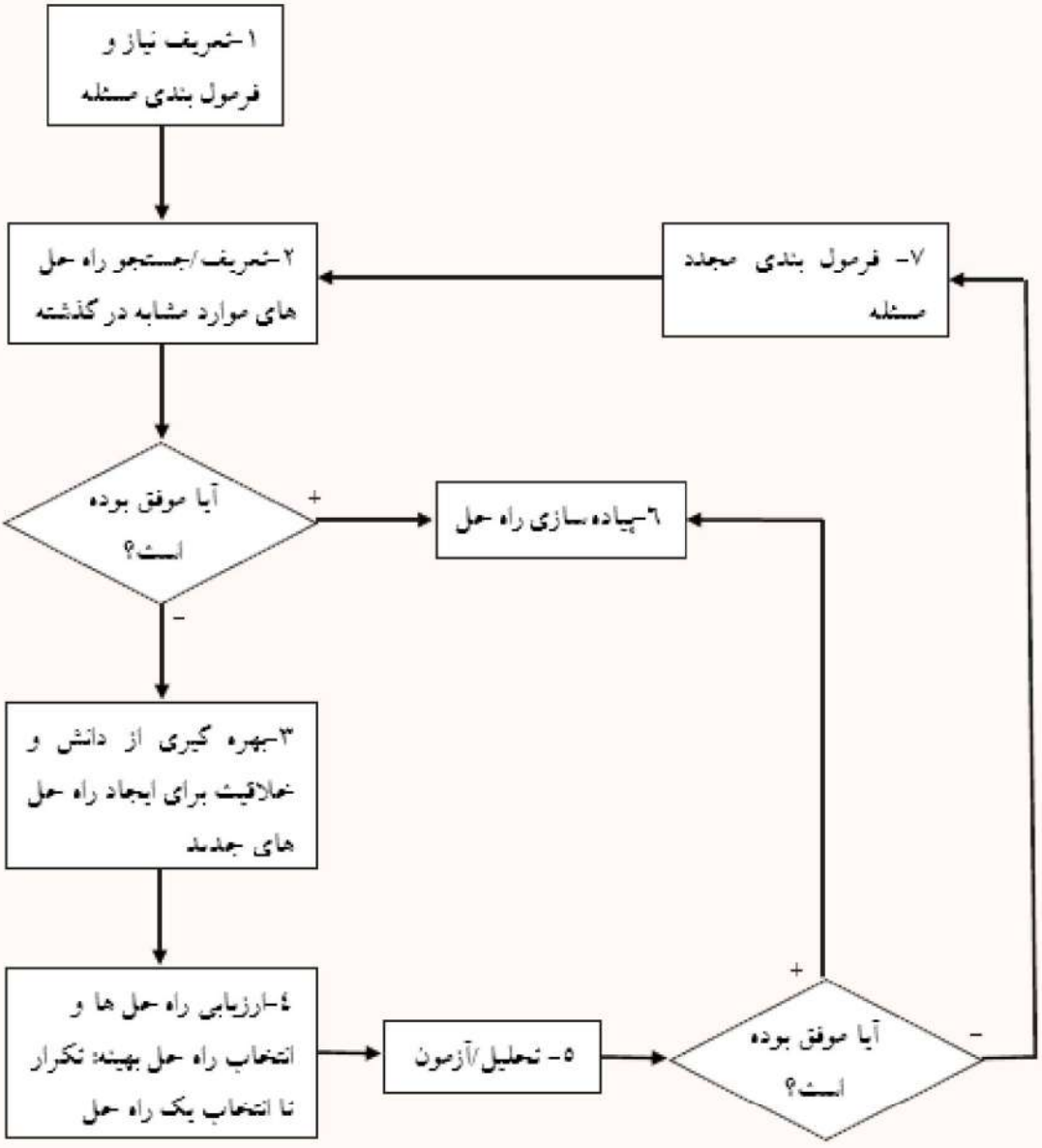
شروع می‌شود. گام اول بسیار مهم است؛ زیرا برای یافتن راه‌حل، ضروری است مسئله به‌خوبی فرمول‌بندی شود. مسائل پیچیده اغلب نیازمند استدلال نامنظم هستند (Hall, 2009). یک مسئله طراحی در حین رسیدگی به آن مدام در حال تغییر است؛ زیرا درک آنچه باید انجام شود و اینکه چگونه ممکن است انجام شود به‌طور مداوم در حال تغییر است. یادگیری اینکه مسئله چیست، خود یک مسئله است (Rittel, 1998). در گام دوم باید سعی شود مسئله موردبررسی با موارد مشابه حل‌شده درگذشته مرتبط گردد. در صورت ناموفق بودن این گام، در گام بعدی باید ایده‌های جدیدی با استفاده از دانش و خلاقیت به‌عنوان نوعی تفکر تجربی پیدا کرد. ارزیابی ایده‌های جدید با استفاده از یک ماتریس تصمیم به یک راه‌حل ختم می‌شود که باید بیشتر مورد تحلیل و آزمون قرار گیرد. ایده بهینه در صورت عبور موفق از آزمون، می‌تواند اجرا شود. اگر این گام موفقیت‌آمیز نبود، مسئله باید دوباره فرمول‌بندی شود و این روند تکرار می‌شود. این‌یک فرآیند تکراری است، یعنی روش حلقه. این تعریف مبتنی بر مدل، توصیفی بسیار واضح و قابل‌درک از چیستی تفکر طراحی ارائه می‌دهد. درواقع، این مفهوم بسیار پیچیده است و تا حدودی با فرآیند تفکر طراحی مرتبط با سایر فعالیت‌های غیرمهندسی متفاوت است. این تفاوت در ابزارها و روش‌های به کار گرفته‌شده در طول پنج مرحله اصلی، مراحل ۲ تا ۶ در شکل (۲) است. جنبه مشترک در رشته‌های مهندسی و غیرمهندسی، استفاده از تکنیک‌های خلاقیت و تحریک خلاقیت، مانند طوفان فکری، قیاس، وارونگی یا چک‌لیست با استفاده از سؤالات کلیدی است. شکل‌هایی از دانش مختص به شایستگی‌ها و توانایی‌های فرد طراح وجود دارد (Cross, 2001). از روش‌های طراحی مهندسی برای حل مسائل غیرمهندسی مانند طراحی برنامه درسی مبتنی بر نتیجه (Pusca, 2010)، فضای یادگیری (Pusca et al., 2015) و طراحی روش‌های ارزیابی (Pusca and Northwood, 2017) به کار گرفته‌شده است. الگوی تفکر طراحی با استفاده تطبیقی از روش‌ها و ابزارهای طراحی مهندسی برای حل مسائل پیچیده در توسعه برنامه درسی قابل به‌کارگیری است (Pusca, 2010; Pusca and Northwood; 2017) و راهبرد اساسی حل مسائل پیچیده یا اکتشافی که توسط مهندسان استفاده می‌شود، اثربخش است (Woods, 2000; Douglas et al., 2012). این راهبرد از مرحله آگاهی با مسئله شروع می‌شود، سپس مرحله تعریف و با مرحله ارزیابی یا تأیید راه‌حل پایان می‌یابد. این راهبرد از شش مرحله گسسته تشکیل‌شده است که می‌تواند به شیوه‌ای تکراری مورداستفاده قرار گیرد. روش طراحی مهندسی می‌تواند به‌عنوان یک الگوی تفکر طراحی برای حل مسائل پیچیده در نظر گرفته شود؛ زیرا هم درک منطقی از فرآیند طراحی را ارائه می‌دهد و هم افراد را برای دستیابی به راه‌حل مسئله راهنمایی می‌کند (Pusca and Northwood, 2017). با تأکید بر کار گروهی و رویکرد مبتنی بر مسئله، تفکر طراحی به‌ویژه برای حل مسائل بد ساختار، بزرگ، بد تعریف‌شده، پیچیده و چندوجهی که راه‌حل روشنی ندارند، مناسب است (Johnson, 2016). تحقیقاتی برای نشان دادن استفاده تطبیقی از اکتشافات طراحی به‌عنوان یک راهبرد مفید برای حل مسئله و تصمیم‌گیری صورت گرفته است و مطالعه مهندسی طراحی شهودی، یعنی طراحی ابزارهای کمکی شفاف برای ساخت را در نظر گرفته‌اند (Raab and Gigerenzer, 2015). همچنین شباهت‌ها و تفاوت‌های تفکر طراحی هنگامی‌که برای فعالیت‌های مختلف به کار گرفته می‌شود، بررسی‌شده است (Visser, 2009). Pusca and Northwood (۲۰۱۷) الگوی تفکر طراحی را به‌عنوان روشی برای یافتن راه‌حل برای مسائل و چالش‌های خاص در آموزش به هدف بهبود ویژگی‌های فارغ‌التحصیلان و درنتیجه انتقال یادگیری‌های دانشجویان به صنعت پیاده‌سازی کردند و بیان نمودند که تفکر طراحی کاربر محور و مبتنی بر نتیجه، الگوی مناسبی هست.

ارزیابی مهارت حل مسئله

مهارت حل مسئله همانند سایر توانایی‌های انسان، می‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد تا مشخص شود آموزش، تمرین، یا ویژگی‌های فردی می‌توانند چه تأثیری بر آن داشته باشند. Heppner and Petersen (۱۹۸۲) پرسش‌هایی برای ارزیابی توانایی حل مسئله را ارائه دادند

شکل ۲

طرح‌واره تفکر طراحی به‌عنوان یک فرآیند طراحی مهندسی.



نتیجه‌گیری

به‌طورکلی می‌توان مسائل پیش‌آمده در زندگی فردی، اجتماعی و حرفه‌ای هر فردی در هر رشته تحصیلی و هر زمینه شغلی را به ۱۱ نوع تقسیم نمود. این مسائل باید به‌طور بهینه و در کمترین زمان ممکن باید حل شوند؛ چراکه در صورت حل نشدن ممکن است سبب بروز مسائل بزرگ‌تری شوند و ضرر و زیان بیشتری را به بارآورند. حل این مسئله دارای مؤلفه‌های مختلفی هست که در این مقاله بیان شدند. شناخت این مؤلفه ها و بهبود مهارت حل مسئله می‌تواند در حل مسائل مختلف مؤثر باشد. ارتقا برنامه‌های آموزشی در دوره‌های تحصیلی و تدوین درسی به نام مهارت حل مسئله به‌منظور ارتقا مهارت حل مسئله ضروری هست. علاوه بر دوره کارورزی، کار کردن دانشجویان به‌طور پاره‌وقت در حین تحصیل در بهبود توانایی حل مسئله مفید هست که نیاز به حمایت در این زمینه و تسهیل آن است.

منابع

افضلی، م.ر. (۱۳۹۹). طراحی اجزا ماشین شیگلی. نشر کتاب دانشگاهی، تهران، ایران.

امیرحسینی، خ. (۱۳۹۰). مهارت‌های حل مساله. ترجمه (رابرتسون، س. ی). ویرایش اول. انتشارات عارف کامل. تهران، ایران.

زارع، ح.، مرادی، ل. (۱۳۹۹). حل مسئله. ترجمه (رابرتسون، س. ی). ویرایش دوم. انتشارات نسل نو اندیش. تهران، ایران.

قاسمی، ج.، ۱۳۹۹. آشنایی با مهارت حل مسئله (ویژه مروجان پهنه های تولیدی). مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی.

Anderson, J.R. (1980). Cognitive psychology and its implications. Freeman, New York.

Baert, P. (2015). The Role of Design Thinking. https://www.slideshare.net/Pietel/the-role-of-design-thinking. (Accessed October 2017).

Bransford, J.D., and Schwartz, D. (1999). Rethinking Transfer: A Simple Proposal with Multiple Implications. Review of Research in Education, 24: 61-100.

Brown, T., (2009). Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation. Harper Business, New York.

Buchanan, R. (1992). Wicked problems in design thinking. Design Issues, 8(2): 5-21 .

Churchman, C.W. (1967). Guest Editorial: Wicked Problems. Manage. Science. http://www.jstor.org/stable/262867.

Cross, N. (2001). Designerly ways of knowing: design discipline versus design science. Design Issues, 17(3): 49-55.

Davidson, J.E., and Sternberg, R.J. (1998). Smart problem solving: How metacognition helps. In D.J. Hacker, J. Duniosky, & A.C. Graesser (Eds.), Metacognition in educational theory and practice. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Douglas, E.P., Koro-Ljungberg, M., McNeil. N.J., Malcolm, Z.T. and Therriault, D.J. (2012). Moving beyond formulasand fixations: solving open-ended engineering problems. European J. of Engng. Educ., 37(6): 627-651.

Dym, C.L., Agogino, A.M., Eris, O., Frey, D. and Leifer, L.J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. J. of Engng. Educ., 94(1): 103-120 .

English, L.D. (1998). Children's reasoning in solving relational problems of deduction. Thinking & Reasoning, 4(3): 249-281.

Flavell, J.H. (1979). Metacognition and comprehension monitoring: A new era of cognitive development inq. American Psychologist, 34: 906-911.

Funke, J. (1991). Solving complex problems: Exploration and control of complex systems. In RJ. Stemberg & P.A. Frensch (eds.), Complex problem solving: Principles and mechanisms (pp. 185–222). Hiilsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
Gagne, R.M. (1980). The conditions of learning. New York: Holt, Rinehart, & Winston .
Gick, M.L. (1986). Problem-solving strategies. Educational Psychologist, 21(1&2): 99-120.
Goel, V., and Pirolli, P. (1989). Motivating the notion of generic design within information processing theory: The design problem space. AI Magazine, 10(1): 19-36.
Gourgey, A.F. (1998). Metacognition and basic skills instruction. Instructional Science, 26: 81-96.
Greeno, J.G. (1994). Gibson's affordances. Psychological Review, 101(2), 336–342 .
Greeno, J. (1991). A view of mathematical problem solving in school. In M.U. Smith (Ed.), Toward a unified theory of problem solving. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ .
Halgren, S.L., and Cooke, N.J. (1993). Towards ecological validity in menu research. International Journal of Man-Machine Studies, 39(1): 51-70.
Hall, P. (2009). Discovery reasoning in information design. J. of the American Society for Infor. Science and Technol., 60(9): 1877-1882.
Heppner P.P., and Petersen C.H. (1982). The development and implications of a personal problem-solving inventory. Journal of Counseling Psychology, 29(1): 66-75.
Hofer, B.K., and Pintrich, P.R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. Review of Educational Research, 67(1): 88-140.
Hong, N.S., Jonassen, D.H., and McGee, S. (2003). Predictors of Well-Structured and Ill-Structured Problem Solving in an Astronomy Simulation. Journal of Research in Science Teaching, 40(1): 6-33.
Johnson, D.M., Parrott, G.R., and Stratton, R.P. (1968). Production and judgment of solutions to five problems. Journal of Educational Psychology Monograph, 59.
Johnson, D.W., and Johnson, R.T. (1998). Cooperative Learning Returns to College: What Evidence is There That It Works? Change, 30 (4): 26–36 .
Jonassen, D.H. (2000a). Integrating problem solving into instructional design. In R.A.
Jonassen, D.H. (2000b). Toward a Design Theory of Problem Solving. Educational Technology: Research & Development, 48 (4): 63-85.
Jonassen, D.H. (2000c). Using technologies to model student problem spaces. Paper presented at the International Conference on Computers in Education, Taipei, Taiwan.
Jonassen, D.H. (1997). Instructional design model for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. Educational Technology Research and Development, 45(1): 65-95.
Jonassen, D.H., Beissner, K., and Yacci, M. (1993). Structural knowledge: Techniques for assessing, conveying, and acquiring structural knowledge. Lawrence Erlbaum, HiUsdale, NJ.
Jonassen, D.H., and Grabowski, B.L. (1993). Handbook of individual djerences, learning and instruction .
Jonassen, D.H., and Henning, P. (1999). Mental Models: Knowledge in the Head and Knowledge in the World. Educational Technology, 39 (3): 37-42.
Jonassen, D.H, and Land, S.L. (2000). Theoretical foundations of learning environments. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ.
Jonassen, D.H., Schmidt, M.A., Miller, W., and Neumeyer, G. (2005). A Problem-Based Introduction to Nuclear Sciences. American Society of Engineering Education, Portland, Oregon.
Jonassen, D., Strobel, J., and Lee, C.B. (2006). Everyday Problem Solving in Engineering: Lessons for Engineering Educators. Journal of Engineering Education, 95(2): 139-151.
Jonassen, D.H., and Tessmer, M. (1996/1997). An outcomes- based taxonomy for instructional systems design, evaluation, and research. Training Research Journal, 2: 11-46.