نقشه مفهومی

ابزاری برای سنجش و ارزیابی یادگیری ریاضی دانش‌آموزان

سیروس دواری، کارشناس ارشد آموزش ریاضی و دبیر ریاضی شهرستان لارستان
سهیلا غلام‌آزاد، پژوهشگاه مطالعات آموزش‌وپرورش
ابراهیم ریحانی، دانشگاه شهید رجایی

چکیده

به دنبال رویکردهای جدید یاددهی ـ یادگیری که بر یادگیری معنادار تأکید می‌کند، زمینه‌ای ایجاد می‌شود که در ارزیابی یادگیری معنادار و دانش مفهومی ریاضی، از شیوه‌های نوین ارزیابی استفاده کنیم. تحقیقات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهند نقشه مفهومی، می‌تواند ابزاری مفید برای ارزیابی دانشِ مفهومیِ دانش‌آموزان باشد. در این مقاله، یک نمای کلی از نقشه‌های مفهومی ارائه می‌کنیم و سپس کاربردهای آن را معرفی می‌نماییم و نحوه کاربست آن‌ها را در ارزیابی، مورد بررسی قرار می‌دهیم. در ادامه، به بیان سه نمونه از تکالیف ارزیابی می‌پردازیم که با استفاده از آن‌ها، می‌توان اطلاعات مفیدی راجع به دانش مفهومیِ دانش‌آموزان از موضوعات مختلف به‌دست آورد. در انتها، پیشنهاداتی به معلمانی که می‌خواهند از این ابزار برای ارزیابی مفاهیم ریاضی استفاده کنند، عرضه می‌کنیم.

کلیدواژه‌ها: نقشه مفهومی، ارزیابی، دانش مفهومی ریاضی، یادگیری معنادار.

مقدمه

سرعت تغییر و تحول در شیوه‌های آموزش و ارزیابی در اکثر نظام‌های آموزشی جهان یادآور مسابقهٔ خرگوش و لاک‌پشت است. یعنی در حالی‌که شیوه‌های آموزش پیوسته در حال تحول و نوشدن است، ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان شیوه‌های چند دهه قبل را تکرار می‌کند (رستگار، ۱۳۸۶).

اما «واقعیت‌ها نشان می‌دهد که سنجش ما از عملکرد ریاضی دانش‌آموزان، بیشتر متکی بر اندازه‌گیری حافظه و انباشته‌های درسی آنان است» (علم‌الهدایی، ۱۳۸۱، ص ۱۶۷). این‌گونه آزمون‌ها، شاید برای ارزیابی مهارت‌هایی نظیر قوانین، فرمول‌ها و الگوریتم‌ها که جزو دانش رویه‌ای هستند مناسب باشند، اما

برای بررسی دانش مفهومی دانش‌آموزان در یک حوزه خاص، کافی نیستند. دانش مفهومی ریاضی ارتباط نزدیکی با یادگیری معنادار[1] دارد و به روابط و اتصالات بین مفاهیم ریاضی مربوط است (پوسنر[2]، ۱۹۷۸؛ نقل شده در بارولز[3]، ۲۰۰۲). با توجه به این‌که یکی از استانداردهای مورد تأکید در سند اصول و استانداردهای ریاضی مدرسه‌ای (NCTM[4]، ۲۰۰۰)، استاندارد ارتباط و اتصال[5] ریاضی است و طبق این استاندارد برنامه‌های آموزشی باید دانش‌آموزان را قادر سازند که ارتباط بین ایده‌های ریاضی را ببینند و بین نمایش‌های مختلف یک مفهوم ارتباط ایجاد کنند، یک ارزیابی جامع باید بتواند به دقت، میزانِ توانایی دانش‌آموزان را در ایجاد ارتباط بین مفاهیم معلوم کند.

یک ابزار مفید که به وضوح بر ارتباط بین مفاهیم ریاضی تأکید می‌کند، نقشهٔ مفهومی[6] است و ارزیابی این‌که چگونه دانش‌آموزان دانش خود را سازماندهی می‌کنند از کاربردهای نقشهٔ مفهومی است. با استفاده از نقشه‌های مفهومی، مستندات قابل مشاهده‌ای از درک دانش‌آموزان به‌دست می‌آوریم (بارولز، ۲۰۰۲).

ریشه و تاریخچه نقشه مفهومی

ریشه نقشه مفهومی به یکی از نظریه‌های یادگیری شناختی که نظریه معنادار کلامی نام دارد، برمی‌گردد. دیوید آزوبل[7] واضع این نظریهٔ معروفِ شناختی است. او معتقد است یادگیری معنادار وقتی اتفاق می‌افتد که فراگیر آگاهانه و به روشنی، دانش جدید را به مفاهیم مرتبطی که از پیش موجود بودند وصل کند (آزوبل؛ نقل شده در نواک[8]، ۲۰۰۶).

آزوبل، یادگیری معنادار و طوطی‌وار را مقایسه کرده و یادگیری معنادار را با توجه به نظریه جذب، شکل داده است. به اعتقاد آزوبل (۱۹۶۸؛ نقل شده در یو[9]، ۲۰۰۸) یادگیری معنادار زمانی صورت می‌گیرد که:

۱. یادگیرنده به رابطه بین مفاهیمی که آموخته است پی ببرد؛

۲. یادگیرنده دارای دانش قبلی‌ای باشد که بتواند با مطالب جدید مربوط شود؛

۳. یادگیرنده واقعاً بخواهد که دانش جدید را به دانشی که قبلاً آموخته است، مرتبط کند.

عده‌ای معتقدند همه پیوندهای بین مفاهیم، در یک سلسله مراتب اتفاق نمی‌افتد و محدود کردن نقشه مفهومی به ساختار سلسله مراتبی، روابط بین مفاهیم را محدود می‌کند

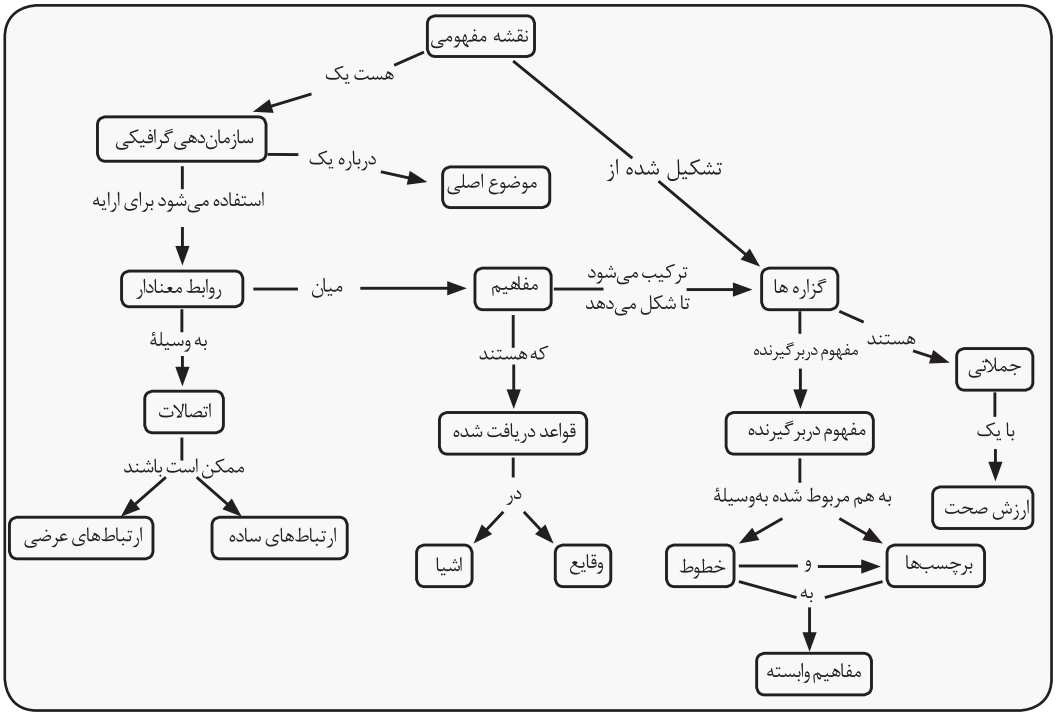
آزوبل معتقد است که در مقابل یادگیری معنادار، «یادگیری طوطی‌وار» با ادغام من درآوردی و کلمه به کلمه اطلاعات جدید در ساختار شناختی[10]، به‌وجود می‌آید.

گروه تحقیق نواک در یکی از برنامه‌های پژوهشی خود در دانشگاه کرنل[11] که هدف آن بررسی توانایی دانش‌آموزان پایه‌های اول و دوم دوره ابتدایی در درک مفاهیم علمی و تأثیر این یادگیری در مراحل بعدی تحصیلی بود، شکل گرفت. در جریان این پژوهش، محققان به لزوم وجود یک ابزار جدید برای توصیف آشکار درک مفهومی دانش‌آموزان رسیدند. کشیدن نقشه مفهومی در سال ۱۹۷۲ ابداع شد تا این نیاز را برآورده سازد و در نتیجه آن، تاکنون کاربردهای بی‌شمار دیگری نیز برای این ابزار ارائه شده است. در پژوهش‌های اولیه‌ای که در ریاضیات از نقشه‌های مفهومی استفاده شد، بر نحوه بیان ایده‌های ریاضی که می‌توان به کمک نقشه‌های مفهومی ارائه نمود تأکید شده است. کاردمن[12] (۱۹۷۵) دریافت که استفاده از نقشه‌های مفهومی به معلمان ریاضی کمک می‌کند تا توالی موضوعی بهتری را طراحی نمایند، هم‌چنان که به باور نواک و کاناس[13] (۲۰۰۹) نیز، می‌توان روابط بین موضوعات را از طریق نقشه‌های مفهومی، به دانش‌آموزان نشان داد.

ساختار و ویژگی‌های نقشه مفهومی

نقشه مفهومی یک تصویر نقشه مانند است که روابط معنادار بین مفاهیم را نشان می‌دهد. نقشه مفهومی ارائه دانش درباره یک ایدهٔ اصلی خاص است که به صورت یک نمودار از جعبه‌هایی که با خطوط برچسب‌دار به هم متصل شده‌اند، تشکیل شده است. کلمات و اصطلاحاتی که مفاهیم را مشخص می‌کنند درون جعبه‌هایی قرار داده می‌شوند و روابط بین مفاهیم متفاوت، توسط خطوط مشخص می‌شوند. هم‌چنین، سه‌تایی مفهوم ـ عبارت اتصالی ـ مفهوم در نقشه مفهومی گزاره نامیده می‌شود (رامیرز[14] و همکاران، ۲۰۰۶) و نوشته‌های داخل جعبه‌ها به

سه کاربرد غالباً مهم نقشه‌های مفهومی در فرآیند آموزش و یادگیری عبارتند از: آموزش، یادگیری و ارزیابی



شکل ۱ نقشه مفهومی دربارهٔ نقشهٔ مفهومی (رامیرز و همکاران، ۲۰۰۶)

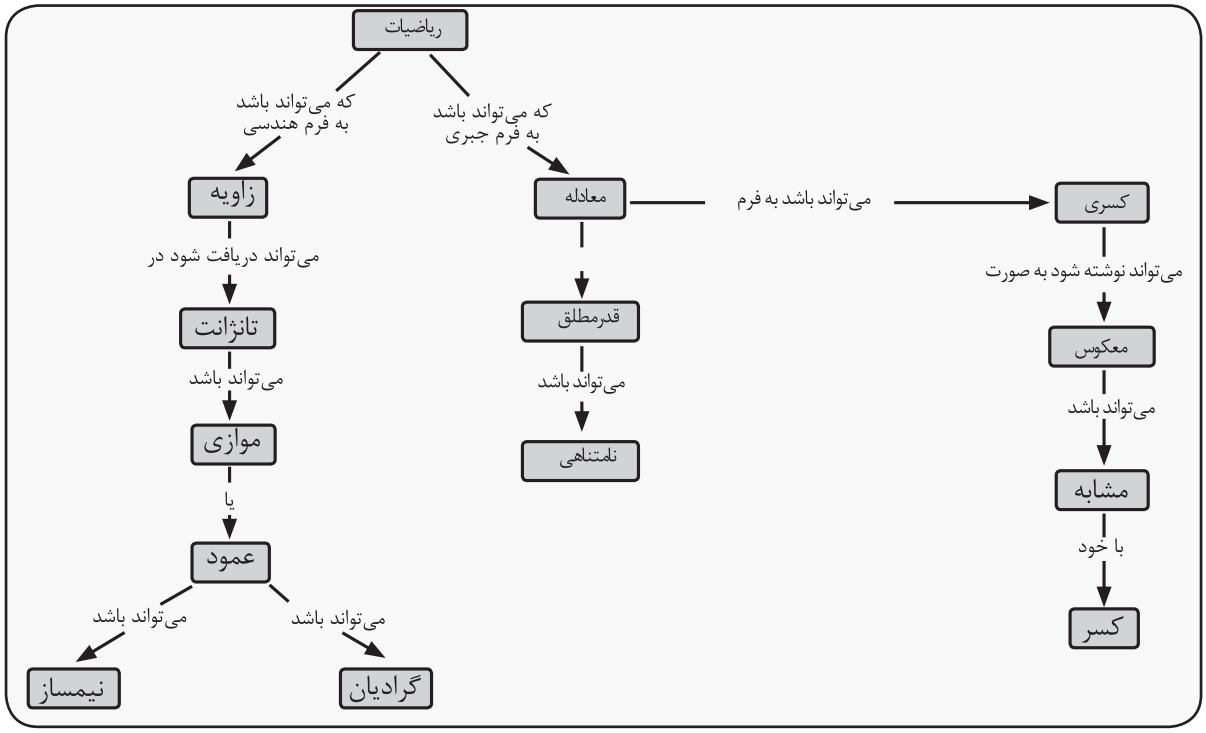
عبارتی برچسب جعبه‌ها برای بیشتر مفاهیم تنها یک کلمه ساده است، اگرچه گاهی اوقات از نمادهایی مانند + (برای مفهوم جمع) یا ٪ (برای مفهوم درصد) نیز استفاده می‌کنیم (کاناس، ۲۰۰۳). شکل (۱) نمونه‌ای از یک نقشه مفهومی است که ساختار نقشه مفهومی را توصیف می‌کند.

در مورد هر موضوع، فقط یک نقشه مفهومی وجود ندارد و برای آن، می‌توان نقشه‌های مختلفی رسم کرد. شکل نقشه مفهومی، به ساختارشناختی افراد و ادراک‌ها و برداشت‌های متفاوت آن‌ها بستگی دارد (هاسمن[۱۵] و منزفیلد[۱۶]، ۲۰۰۹). نقشه‌های مفهومی اغلب به صورت سلسله مراتبی ساخته می‌شوند؛ یعنی مطالب کلی‌تر و جامع‌تر در رأس آن قرار می‌گیرند و هرچه به پایین نقشه نزدیک می‌شویم، مطالب و مفاهیم جزیی‌تر می‌شوند (مارتین[۱۷]، ۱۹۹۴). اما عده‌ای معتقدند همه پیوندهای بین مفاهیم، در یک سلسله مراتب اتفاق نمی‌افتد و محدود کردن نقشه مفهومی به ساختار سلسله مراتبی، روابط بین مفاهیم را محدود می‌کند. به‌ویژه، افرادی که بر استفاده از نقشه مفهومی برای پرروش قوه خلاقیت تأکید دارند، با ساختار سلسله مراتبی نقشه‌های مفهومی موافق نیستند؛ زیرا به عقیدهٔ آنان، الحاق غیرعادی مفاهیم می‌تواند قوه خلاقیت را افزایش دهد (محبی، ۱۳۸۷). یکی از ویژگی‌های مهم نقشه مفهومی، استفاده از روابط عرضی در نقشه است. روابط عرضی پیوندهای بین مفاهیم را در قلمروهای مختلف نقشه مفهومی نشان می‌دهد، مثلاً، چگونگی مفهومی از یک قلمرو دانش روی نقشه به مفاهیم مربوط به قلمروهای دیگر دانش مربوط می‌شود. به عقیده نواک (۲۰۰۸)، افزودن رابطه‌های عرضی در نقشه مفهومی، در تقویت قوه تفکر خلاقانه مهم است. به عنوان مثال، شکل (۲) نمونه‌ای از یک نقشه مفهومی است که بین مفاهیم نقشه، ارتباط‌های عرضی برقرار نشده است. در این نقشه، ریاضیات به دو بخش جبری و هندسی تقسیم شده است که بین آن‌ها هیچ ارتباط عرضی وجود ندارد.

کاربردهای نقشه مفهومی

سه کاربرد غالباً مهم نقشه‌های مفهومی در فرآیند آموزش و یادگیری عبارتند از: آموزش، یادگیری و ارزیابی (واگیلاردو[۱۹]، ۲۰۰۶؛ نقل شده در یو، ۲۰۰۸). به عبارت دیگر، نقشه‌های مفهومی به عنوان یک ابزار یاددهی ـ یادگیری و برای تقویت‌کردن مفاهیم آموخته شده در یک واحد درسی؛ به

نقشه مفهومی ابزار ارزیابی قدرتمندی است که می‌توان از آن برای بررسی درک و فهم یادگیرندگان از یک موضوع استفاده کرد



شکل ۲ نقشه مفهومی یک دانش‌آموز دربارهٔ ارتباط بین مفاهیم جبری و هندسی (ماکاپندا[۱۸]، ۲۰۰۳)

عنوان یک ابزار طراحی آموزشی برای مجهزکردن دانش‌آموزان به تصور و تجسمی از آنچه باید بیاموزند و چگونگی ارتباط بین آن‌ها؛ و به عنوان ابزار ارزیابی برای نشان دادن صحت و درستی یادگیری به وسیله رسم نقشه از آنچه آموخته شده است، مورد استفاده قرار می‌گیرد (ماس[۲۰]، ۲۰۰۵).

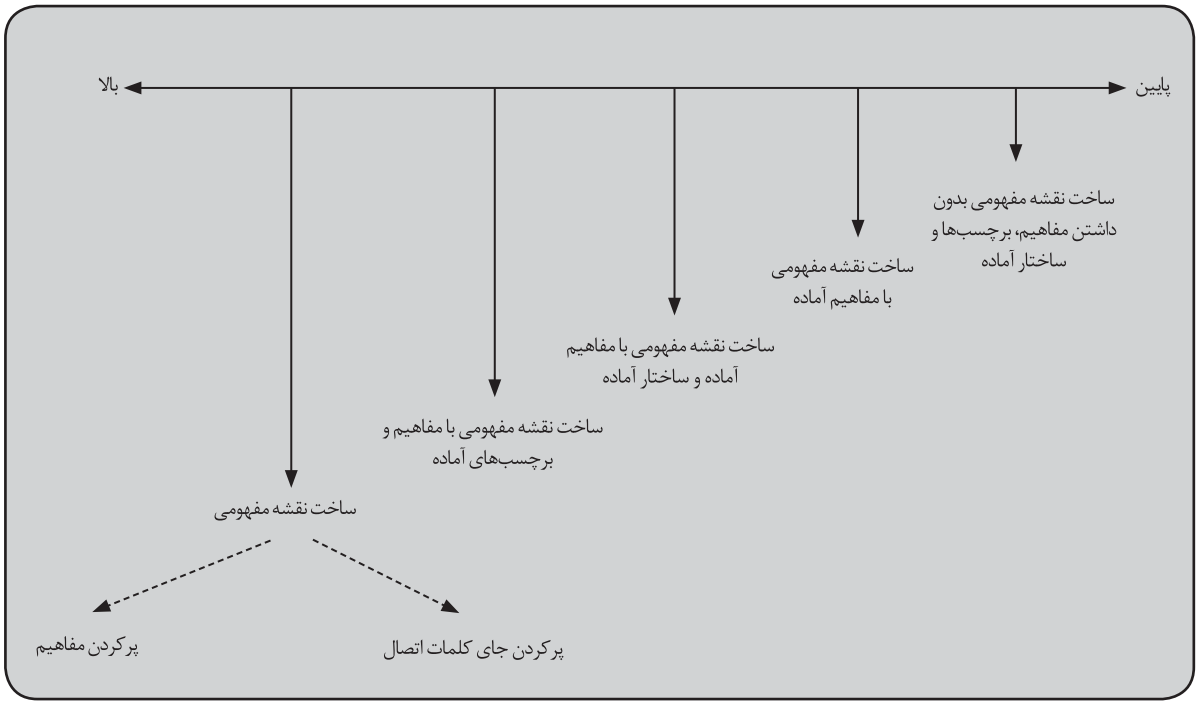
نقشه مفهومی به عنوان ابزار ارزیابی

یو (۲۰۰۸، به نقل از نواک، ۱۹۹۸) معتقد است که نقشه‌های مفهومی به عنوان ابزار ارزیابی می‌توانند کیفیت و سطح پیشرفت درک مفهومی معلمان و دانش‌آموزان را در هر حوزه‌ای از علوم و در هر درجه‌ای از سطوح نمایش دهند. از این گذشته، «استفاده از روش ترسیم نقشه‌های مفهومی به عنوان یکی از روش‌های ارزیابی می‌تواند برای شناسایی و توصیف عمق آموخته‌های دانش‌آموزان- هم‌چون تصور نادرست آنان در هنگام ارایه یک تعریف شخصی که برای یک مفهوم می‌سازند - مفید باشد» (نواک و گوئین[۲۱]، ۱۹۸۳؛ نقل شده در یو، ۲۰۰۸، ص ۸).

نقشه مفهومی ابزار ارزیابی قدرتمندی است که می‌توان از آن برای بررسی درک و فهم یادگیرندگان از یک موضوع استفاده کرد. این روش بسیاری از ویژگی‌های مطلوب را که متخصصان ارزیابی در یک ابزار ارزیابی جست‌وجو می‌کنند، دارد. فنون ارزیابی رایج در آموزش تاحدی بر جنبه‌های طوطی‌وارِ یادگیری تمرکز می‌کنند، در حالی‌که نقشه مفهومی، دانش مفهومی و معنادار را می‌سنجد. با استفاده از نقشه مفهومی به معنای ابزار ارزیابی، می‌توان بررسی کرد که فراگیر تا چه حد اتصالات صحیح بین مفاهیم را در یک موضوع، به خوبی درک کرده است، هم‌چنین، می‌توان ماهیت و فراوانی تصورات نادرست یادگیرندگان را توسط آن، مشخص و فرایند شکل‌گیری آن‌ها را در طول زمان بررسی کرد (زیلیک[۲۲]، ۲۰۰۰). آموزشگران دریافته‌اند که نقشه‌های مفهومی برای ارزیابی دانش قبلی و تشخیص بدفهمی دانش‌آموزان، و کمک به معلمان در تشخیص مفاهیم کلیدی برای تدریس خود نیز مفیدند و به عنوان یک ابزار ارزیابی، میزان و کیفیت ارتباطاتِ جدیدی را که دانش‌آموزان قادرند بعد از آموزش برقرار کنند، تعیین می‌کنند (استادی، ۱۳۸۹، به نقل از استارت[۲۳] و همکاران، ۱۹۹۹).

یک نقشه مفهومی به عنوان ابزار ارزیابی شامل دو بخش است:

محققان از نقشه‌های مرجع به عنوان محکی برای مقایسه استفاده نمی‌کنند، زیرا همان‌طور که بحث شد، تنها یک نقشه صحیح در مورد یک موضوع وجود ندارد



شکل ۳ تکالیف ارزیابی نقشه‌های مفهومی براساس میزان هدایت‌کنندگی آن‌ها (ریز ـ پریمو، ۲۰۰۴)

الف) انجام نقشه مفهومی[۲۴].

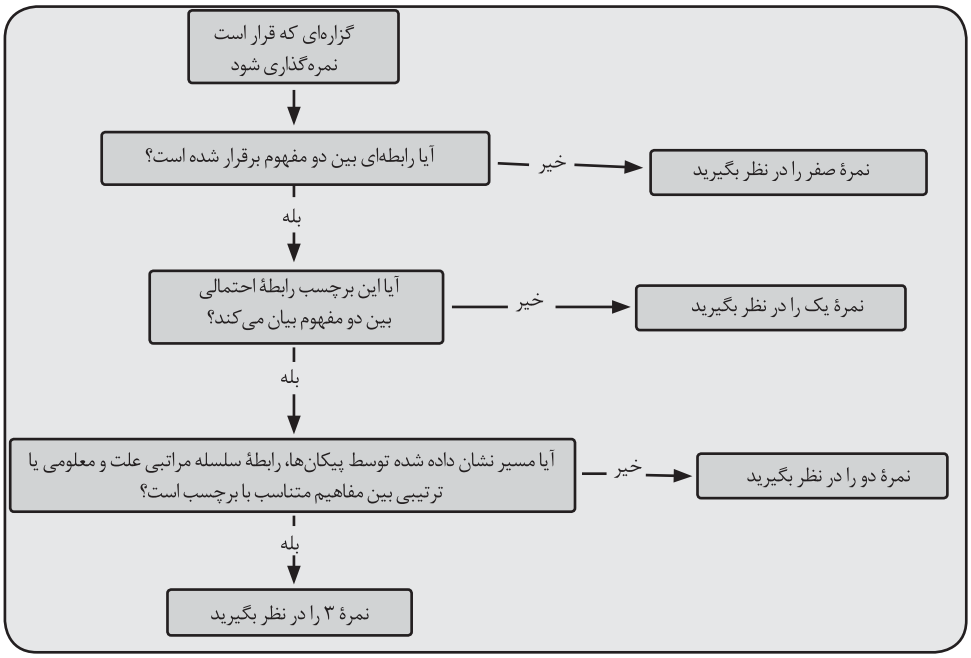
ب) ارزیابی نقشه مفهومی (مک کلور، ۱۹۹۹).

الف) انجام نقشه مفهومی؛ شامل روش‌هایی است که منجر به ساخت نقشه مفهومی می‌شود و به صورت تصویری، نشان‌دهنده یک بخش یا تمام بخش‌های دانشِ دانش‌آموزان است و روش‌های گوناگونی برای تولید چنین نقشه‌هایی وجود دارد. در برخی موارد، یک نقشه ممکن است براساس پاسخ‌های دانش‌آموز به یک فعالیت از قبیل یک مصاحبه یا نظایر آن ایجاد گردد. در سایر موارد، دانش‌آموزان ممکن است خود ساختار یک نقشه مفهومی را به وسیله قلم و کاغذ، طراحی کنند (مک کلور[۲۵]، ۱۹۹۹). نواک و همکارانش (۲۰۰۶) به این نتیجه رسیده‌اند که اگر یادگیرندگان در طراحی نقشه مفهومی از مهارت کافی برخوردار باشند و در ایجاد نقشه‌های مفهومی، خود دارای انگیزه لازم باشند می‌توان تصورات تجلی یافته دانش‌آموزان را در این نقشه‌ها، به عنوان شاخص‌هایی از آموخته‌های آن‌ها تلقی نمود.

به گفته مک‌کلور (۱۹۹۹)، مهارت‌های دانش‌آموزان در استفاده از روش‌های تهیه نقشهٔ مفهومی بر کیفیت نقشه‌های تولیدی آنان، و در نتیجه برپایایی و روایی امتیازاتِ ارزیابی تأثیر خواهد گذاشت.

ب) ارزیابی نقشه مفهومی ایجاد شده: شامل بررسی محتوا و ساختار نقشهٔ مفهومی است و ممکن است کمّی یا کیفی باشد (ریز پریمو[۲۶]، ۲۰۰۴). ارزیابی یک نقشه مفهومی را بسته به اطلاعاتی که در اختیار دانش‌آموزان قرار گرفته، می‌توان بر روی پیوستاری از کاملاً هدایت کننده تا کمتر هدایت کننده طبقه‌بندی کرد. در ارزیابی نقشه‌های مفهومی کاملاً هدایت‌کننده، مفاهیم، خطوط ارتباطی، عبارت‌های پیونددهنده و حتی ساختارِ نقشه، در اختیار دانش‌آموزان قرار داده می‌شود. در مقابل، در یک آزمون کمتر هدایت‌کننده، دانش‌آموزان در تعیین تعداد مفاهیم و چگونگی استفاده از آن‌ها در نقشه‌های خود، و تعیین مفاهیم مربوط و نوع کلمات مورد استفاده برای تشریح یک رابطه، از آزادی کامل برخوردارند ریز- پریمو (۲۰۰۴)، میزان هدایت‌کنندگی نقشه‌های مفهومی را روی پیوستار جهت‌داری به صورت شکل (۳) نشان داده است. اگر دانش‌آموزان در رسم نقشه‌های مفهومی تبحر کافی داشته باشند، نقشه‌های مفهومی کمتر هدایت‌کننده نسبت به نقشه‌های بسیار هدایت‌کننده، دانش مفهومی عمیق‌تری را ارزیابی خواهند کرد (هرتا[۲۷]، ۲۰۰۴).

آزوبل، یادگیری معنادار و طوطی‌وار را مقایسه کرده و یادگیری معنادار را با توجه به نظریه جذب، شکل داده است



شکل ۴ پروتکل نمره‌گذاری گزاره‌های درست (بارولز، ۲۰۰۲)

در بعضی مطالعات، از نقشهٔ مفهومی به عنوان ابزاری برای سنجش میزان فهم ریاضی دانش‌آموزان به صورت کمی و به کمک یک نظام نمره‌گذاری، استفاده کرده‌اند در ارزشیابی‌های کیفی نیز، به منظور شناخت درستی یا نادرستی ایده‌های دانش‌آموزان و شناخت بدفهمی‌ها و نوع تغییراتی که در فهم و درک آن‌ها ایجاد شده، نقشه‌های مفهومی مفید واقع شده‌اند (یو، ۲۰۰۸).

امتیازدهی به نقشه‌های مفهومی

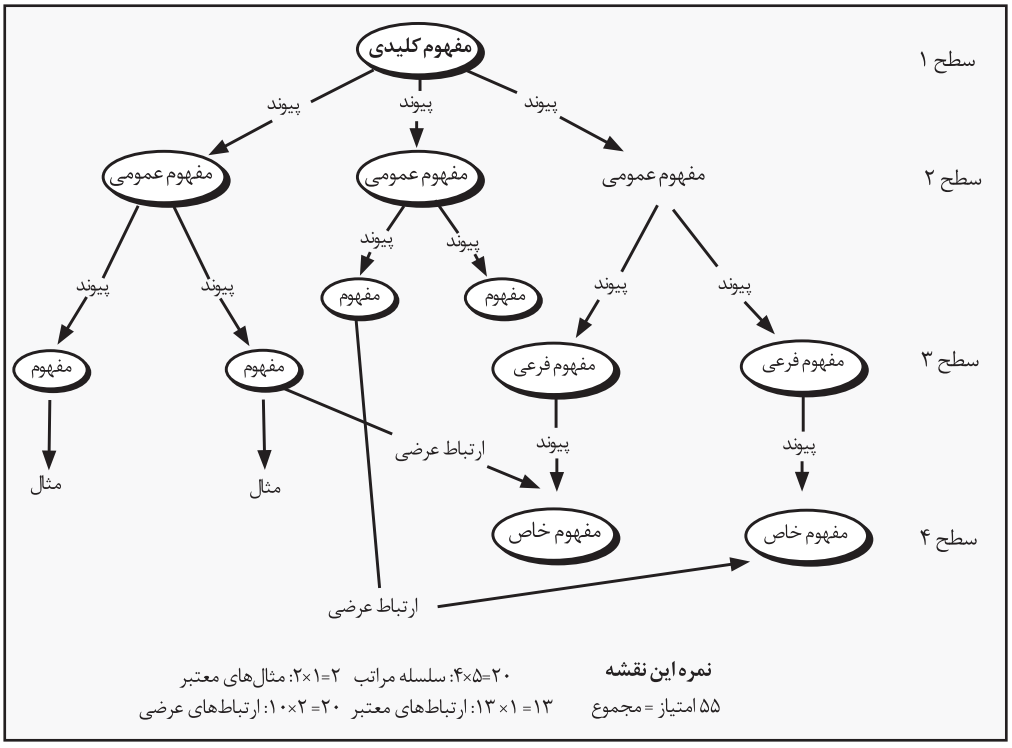
مک‌کلور (۱۹۹۹)، شش روش امتیازدهی زیر را برای ارزیابی نقشه‌های مفهومی معرفی می‌کند:

۱. روش کل‌نگر[۲۸]
۲. روش کل‌نگر با استفاده از نقشه مرجع
۳. روش رابطه‌ای[۲۹]
۴. روش رابطه‌ای با استفاده از نقشه مرجع
۵. روش ساختاری[۳۰]
۶. روش ساختاری با استفاده از نقشه مرجع

افرادی که از شیوه نمره‌گذاری کل‌نگر استفاده می‌کنند، درک کلی دانش‌آموزان را از مفاهیمی که در نقشه بیان کرده‌اند، داوری می‌کنند. بر مبنای این داوری، نمره‌ای بین ۱ تا ۱۰ به هر نقشه اختصاص داده می‌شود (مک‌کلور، ۱۹۹۹). روش امتیازدهی رابطه‌ای از تکنیکی گرفته شده که قبلاً توسط مک‌کلور و بِل[۳۱] ارایه شده است. در این تکنیک، امتیازدهندگان نمره‌های نقشه‌ها را براساس ارزیابی خود از گزاره‌های مجزایی اختصاص می‌دهند که در نقشه موردنظر آمده است و به هر گزاره، با توجه به میزان درستی آن، نمره‌ای بین ۱ تا ۳ اختصاص داده می‌شود. نمره نهایی یک نقشه در واقع، مجموع نمره‌هایی است که به گزاره‌ها داده می‌شود (مک‌کلور، ۱۹۹۹). بارولز (۲۰۰۲)، پروتکل این شیوه نمره‌گذاری را به نقل از مک‌کلور و بل (۱۹۹۰) نشان داده است (شکل ۴).

روش امتیازدهی ساختاری، روش سنتی نمره‌گذاری نقشه مفهومی است که توسط نواک و گویین (۱۹۸۴) پیشنهاد شد و بر مبنای اجزا و ساختار نقشه مفهومی بود. در این شیوه، علاوه بر این‌که به گزاره‌های درست نمره داده می‌شود، حضور ساختارهای سلسله مراتبی نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد و به تعداد سطوح سلسله مراتبی و ارتباط‌های عرضی هم امتیاز تعلق می‌گیرد. طبق این نمره‌گذاری، برای هر گزاره درست ۱ امتیاز، برای هر سطح سلسله مراتبی ۵ امتیاز، برای هر ارتباط عرضی معتبر ۱۰ امتیاز و برای هر مثال ۱ امتیاز اختصاص داده می‌شود (زیلیک، ۲۰۰۰). شکل (۵)، ساختار امتیازدهی در این روش را نشان می‌دهد.

سه روش امتیازدهی باقی‌مانده یعنی روش کل‌نگر با استفاده



شکل ۵ مدل امتیازدهی ساختاری (نواک و گویین، ۱۹۸۴؛ نقل شده در زیلیک، ۲۰۰۰)

دانش مفهومی ریاضی ارتباط نزدیکی با یادگیری معنادار دارد و به روابط و اتصالات بین مفاهیم ریاضی مربوط است

از نقشه مرجع، روش رابطه‌ای با استفاده از نقشه مرجع و روش ساختاری با استفاده از نقشه مرجع، اصلاح شده‌های سه روشی هستند که درباره آن‌ها توضیح داده شد. این روش‌های امتیازدهی، اساساً مانند هم‌اند اما در آن‌ها، از یک نقشه مرجع به عنوان راهنمای امتیازدهی، استفاده می‌شود (مک‌کلور، ۱۹۹۹). در نتیجه در استفاده از سه روش اخیر، توجه به نقشه‌ای که توسط یک متخصص به عنوان نقشه مرجع طراحی می‌شود، ضروری است. این امر دو علت دارد، یکی این‌که محقق برای تصمیم‌گیری در مورد این‌که چه مفاهیم و گزاره‌هایی باید در نقشه ارایه شوند، باید تحلیل قبلی از ساختار موضوعی نقشه داشته باشند. دوم، هنگامی که محقق نقشه مرجع را رسم می‌کند یا از نقشه مرجعی که توسط افراد خبره دیگر رسم شده است استفاده می‌کند، نسبت به نوع دانش مفهومی که مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، آگاهی می‌یابد (بارولز، ۲۰۰۲).

نواک پیشنهاد می‌کند که بهتر است یک نقشه مفهومی مرجع ساخته و نمره‌گذاری شود، و نمره نقشه دانش‌آموز بر نمره نقشه مرجع تقسیم شده و درصد آن محاسبه شود. با استفاده از این روش، نقشه مفهومی بعضی دانش‌آموزان ممکن است بهتر از نقشه مرجع باشد و نمره بیشتر از ۱۰۰ درصد کسب کند. البته محققان از نقشه‌های مرجع به عنوان محکی برای مقایسه استفاده نمی‌کنند، زیرا همان‌طور که بحث شد، تنها یک نقشه صحیح در مورد یک موضوع وجود ندارد (مک‌کلور، ۱۹۹۹). مک‌کلور نشان داد که روش رابطه‌ای و روش رابطه‌ای با استفاده از نقشه مرجع، دارای بیشترین پایایی هستند. با وجود این، تعدادی از محققان استفاده از روش نمره‌دهی عددی به نقشه مفهومی را مورد انتقاد قرار داده‌اند. مثلاً، روبرت[۳۲] (۱۹۹۹) معتقد است که «اطلاق نمره عددی به نقشه‌های مفهومی، رتبه‌بندی دانش‌آموزان را ممکن می‌سازد اما تمام اطلاعات مورد نیاز معلم یا بازخورد مشخص و کافی برای دانش‌آموزان فراهم نمی‌کند». وی به نقل از استیوارت[۳۳] (۱۹۸۵)، خاطرنشان می‌سازد که «اعتماد مداوم به نمرات عددی، یعنی خطر از دست‌دادن داده‌های تحقیقی ارزشمندی مانند خطر از دست‌دادن داده‌های شناختی که می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند» (ص ۷۱۴). نواک (۱۹۹۱؛ نقل شده در ماکاپندا، ۲۰۰۳، ص ۱۹۴) نیز معتقد است که «هر روند نمره‌گذاری برای نقشه‌های مفهومی، قدری از غنا و جزئیات اطلاعات به‌دست آمده در یک نقشه مفهومی می‌کاهد.»

سه نمونه از روش‌های ارزیابی با استفاده از نقشه مفهومی

هرتا (۲۰۰۴؛ نقل شده در استادی، ریحانی و بخشعلی‌زاده، ۱۳۸۹) در تحقیق خود، سه نمونه از تکالیف ارزیابی را نشان می‌دهد که در هر کدام، هدف از ارزیابی، تکلیف دانش‌آموز و معلم و روش ارزیابی نقشه‌های دانش‌آموزان بیان شده است. این سه نمونه به‌طور مختصر، به شرح زیرند:

نمونه اول: دانش مفهومی دانش‌آموزان از یک مفهوم ریاضی ارزیابی می‌شود. هدف از ارزیابی، بررسی میزان توانایی دانش‌آموزان در برقراری ارتباط بین مفهوم جدید ریاضی و مفاهیمی است که در گذشته آموخته‌اند. دانش‌آموزان نیز هر دو مفهومی را که فکر می‌کنند بین آن‌ها ارتباطی وجود دارد باید به‌هم وصل کنند و سپس روی خط اتصال، کلمه‌ای بنویسند که یک گزاره درست را بین مفاهیم بیان کند. بالاخره معلم باید مفاهیمی را که در رابطه با موضوع موردنظر هستند انتخاب کند و در اختیار دانش‌آموزان قرار دهد. در این نمونه، میزان هدایت‌کنندگی تکلیف متوسط است چون مفاهیم را در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهد.

بالاخره در انجام این تکلیف، برای ارزیابی توسط دانش‌آموزان، چند امکان وجود دارد:

الف) دانش‌آموز هیچ ارتباطی بین دو مفهوم برقرار نکرده است. ممکن است به این دلیل باشد که یکی از مفاهیم یا هر دوی آن‌ها را نمی‌شناسد و در نتیجه قادر به بیان هیچ گزاره‌ای بین مفاهیم نبوده و در نقشه خود، ارتباطی بین دو مفهوم نشان نداده است.

ب) دانش‌آموز هر دو مفهوم را می‌شناسد و می‌داند که این مفاهیم به‌هم مربوط می‌شوند،اما این چگونگی را نمی‌داند. در نتیجه در نقشه خود، ارتباط بین مفاهیم را نشان می‌دهد اما برچسب اتصال را نمی‌نویسد.

پ) دانش‌آموز بین دو مفهوم ارتباط برقرار کرده است و گزاره‌ای مرتبط را بین دو مفهوم بیان کرده است. معلم باید این گزاره را بررسی کند که آیا برای این دو مفهوم مناسب هست یا خیر. اگر گزاره مناسبی نبود، در مورد آن با دانش‌آموز گفت‌وگو می‌کند.

استفاده از نقشه‌های مفهومی به معلمان ریاضی کمک می‌کند تا توالی موضوعی بهتری را طراحی نمایند، هم‌چنان که به باور نواک و کاناس (۲۰۰۹) نیز، می‌توان روابط بین موضوعات را از طریق نقشه‌های مفهومی، به دانش‌آموزان نشان داد

نمونه دوم: دانش مفهومی دانش‌آموزان از یک مفهوم ریاضی، در یک فرایند مستمر ارزیابی می‌شود.

هدف، ارزیابی توانایی دانش‌آموزان در برقراری ارتباط‌های عرضی بین مفاهیم و ارزیابی تغییرات درک مفهومی آن‌ها از مفهوم طی این فرایند است. دانش‌آموزان با استفاده از مفاهیمی که معلم در چند مرحله در اختیار آن‌ها قرار می‌دهد، نقشه مفهومی رسم می‌کنند. البته آن‌ها می‌توانند مفاهیم دیگری را نیز اضافه کنند. روش کار به این صورت است که در هر مرحله، مفاهیم جدیدی که معلم در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهد، به مفاهیم نقشه قبلی اضافه می‌شود. در پایان، دانش‌آموزان باید از همه مفاهیمی که در مراحل مختلف به آن‌ها داده شده است، یک نقشه مفهومی داشته باشند. میزان هدایت‌کنندگی تکلیف طی این فرایند، متوسط است. علاوه بر این، معلم باید یک نقشه مفهومی در مورد مفهومی که ارزیابی می‌کند تهیه کند و مفاهیمی را که می‌خواهد در هر مرحله در اختیار دانش‌آموزان قرار دهد، انتخاب کند و نقشه‌های دانش‌آموزان را در هر مرحله جمع‌آوری کرده، از آن‌ها نسخه‌ای تهیه کند و سپس برای ادامه فرایند، به دانش‌آموزان برگرداند. در این فرایند، مهارت فراشناختی دانش‌آموز فعال می‌شود، چون وقتی می‌خواهد یک مفهوم را در نقشه قرار دهد، در مورد معنای آن مفهوم با خودش گفت‌وگو می‌کند و در مورد نقش آن در نقشه مفهومی و رابطه‌اش با دیگر مفاهیم تفکر می‌کند. این روش، دانش مفهومی دانش‌آموزان را در چند زمان مختلف ارزیابی می‌کند و تغییرات مفهومی را در ذهن آن‌ها در نتیجه معرفی مجموعه مفاهیم جدید در نقشه قبلی، ارزیابی می‌کند. در این روش نقشه‌های مفهومی طی مراحل مختلف، ابتدا جداگانه ارزیابی می‌شوند و سپس نقشه هر مرحله با نقشه مرحله قبل و مرحله بعد، مقایسه می‌شود.

نمونه سوم: یک مفهوم ریاضی به دو گروه از دانش‌آموزان

یک ابزار مفید که به وضوح بر ارتباط بین مفاهیم ریاضی تأکید می‌کند، نقشهٔ مفهومی است و ارزیابی این‌که چگونه دانش‌آموزان دانش خود را سازماندهی می‌کنند از کاربردهای نقشهٔ مفهومی است. با استفاده از نقشه‌های مفهومی، مستندات قابل مشاهده‌ای از درک دانش‌آموزان به‌دست می‌آوریم

تدریس می‌شود، به‌طوری که روش آموزش این مفهوم در دو گروه متفاوت باشد. در این نمونه، هدف از ارزیابی، مطالعه، تحلیل و مقایسه گزاره‌های دانش‌آموزان دو گروه و ارزیابی دانش مفهومی دانش‌آموزان در مورد آن مفهوم ریاضی است و تکلیف دانش‌آموزان، ساخت یک نقشه مفهومی از مفهوم موردنظر بعد از فرآیند تدریس است. از این گذشته، در این نمونه میزان هدایت‌کنندگی تکلیف پایین است چون دانش‌آموزان باید با مفاهیمی که در ذهن خود دارند، نقشه مفهومی را بسازند. معلم هم برای سازماندهی تدریس و ارزیابی دانش‌آموزان، باید یک نقشه مفهومی مرجع تهیه کند، یا نقشه مفهومی یک فرد خبره را در مورد آن مفهوم در اختیار داشته باشد و نقشه‌های دانش‌آموزان را به منظور ارزیابی آن‌ها از جنبه‌های مختلف، جمع‌آوری کند. روش ارزیابی هم بدین‌گونه است که ابتدا، نقشه‌های دانش‌آموزان به صورت انفرادی ارزیابی می‌شود و سپس نقشه هر دانش‌آموز با نقشه دانش‌آموزان دیگر و با نقشه مرجع مقایسه می‌شود. باید نقشه‌های دانش‌آموزان را به‌طور کلی ارزیابی کنیم، یعنی بدون این‌که صورت ظاهری نقشه‌های دانش‌آموزان را با هم مقایسه کنیم، آن‌ها را به عنوان یک نقشه مفهومی از ریاضی بررسی کنیم.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در کلاس‌های درس ریاضی، عموماً ارزیابی یادگیری دانش‌آموزان به روش‌های سنتی انجام می‌شود. براساس این ارزیابی‌ها، توانایی حل مسئله در یک موضوع خاص، و سنجش فرآیندهایی مانند تعریف، قضایا، حل مسئله و اثبات است. به این ترتیب در این آزمون‌ها، قالب‌هایی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند که الزاماً بیانگر دانشِ مفهومی دانش‌آموزان نیستند و برای دسترسی به این دانشِ مفهومی، ابزارهای دیگری لازم است. نقشه‌های مفهومی ابزاری هستند که دانش مفهومی را بهتر از دانش رویه‌ای نشان می‌دهند. لذا اگر همراه با آزمون‌های کتبی رایج، از نقشه‌های مفهومی نیز استفاده کنیم، ارزیابی دقیق‌تری خواهیم داشت، زیرا نقشه‌های مفهومی نمایی دیگر از ساختارشناختی دانش‌آموزان را ارایه می‌دهند.

برای استفاده از نقشه‌های مفهومی در ارزیابی دانش مفهومی دانش‌آموزان، برای این‌که بتوانیم اطلاعات مفیدی درباره موضوعات ریاضی به‌دست آوریم؛ توجه به چند نکته ضروری است:

۱. لازم است در تدریس مفاهیم ریاضی، از نقشه‌های مفهومی استفاده کرد و ضمن تدریس خود دانش‌آموزان را با این ابزار آشنا کنیم (ازدمیر[۳۴]، ۲۰۰۵).

۲. دانش‌آموزان باید در یک مدت طولانی (حداقل دو ماه)، با نقشه‌های مفهومی کارکرده باشند و مطمئن باشیم که دانش‌آموزان در فرآیند یادگیری خود، می‌توانند از نقشه‌های مفهومی استفاده می‌کنند (ازدمیر، ۲۰۰۵).

۳. فرایند تهیه نقشه مفهومی را برای دانش‌آموزان ساده کنیم؛ زیرا پیچیده‌بودن فرایند باعث افزایش چشمگیر زمان آموزش می‌شود. هم‌چنین، پیچیده‌بودن فرایند باعث ایجاد محدودیت‌هایی در پاسخگویی دانش‌آموزان شده و از دقت و اعتبار اطلاعات موجود می‌کاهد.

پی‌نوشت

1. Meaningful Learning
2. Posner
3. Baralos
4. National Council of Teachers of Mathematics
5. Connection
6. Concept map
7. David Ausubel
8. Novak
9. Yue
10. Cognitive Structure
11. Cornell University
12. Cardemene
13. Novak & Canas
14. Ramirez
15. Hasemann
16. Mansfield
17. Martin
18. Makapenda

19. Wagilardo
20. Mass
21. Novak & Gowin
22. Zeilik
23. Start
24. Concept Mapping Task
25. Mc Clure
26. Ruiz-Primo
27. Huerta
28. Holistic
29. Relational
30. Structural
31. Bell
32. Robert
33. Stuart
34. Ozdemir

منابع

۱. استادی، مریم، ریحانی، ابراهیم و بخشعلی‌زاده، شهرناز. (۱۳۸۹). نقشه مفهومی و استفاده از آن در ارزیابی دانش مفهومی ریاضی. مقاله ارایه شده در **یازدهمین کنفرانس آموزش ریاضی کشور**. تیرماه ۱۳۸۹، مازندران، اداره آموزش‌وپرورش استان مازندران.

۲. استادی، مریم. (۱۳۸۹). **جایگاه نقشه‌های مفهومی در ارزیابی درک دانش‌آموزان سال دوم ریاضی از مفهوم تابع مثلثاتی**. پایان‌نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد آموزش ریاضی. دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران.

۳. رستگار، طاهره. (۱۳۸۶). **ارزشیابی در خدمت آموزش**. چاپ ششم، نشر مؤسسه فرهنگی منادی تربیت.

۴. علم‌الهدایی، سیدحسن. (۱۳۸۱). **راهبردهای نوین در آموزش ریاضی**. تهران، نشر شیوه.

۵. محبی، سپیده. (۱۳۸۷). بررسی تأثیر درک دانشجویان از فیزیک کلاسیک بر فهم ایشان از پدیده تونل‌زنی کوانتومی. پایان‌نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران.

6. Baralos, G (2002). Concept Mapping as Evaluation Tool in Mathematics. Retrieved March 28, 2010, from http://www.math.uoc.gr/~ictm2/proceeding/pap451.pdt.

7. Canas, A. (2003). A Summary of Literature Pertaining to the Use of Concept Mapping Techniques and Technologies for Education and Performance Support. The Institute for Human and Machine Cognition 40 S. Alcaniz St. Pensacola FL.

8. Hasemann, Klaus, Mansfield, Helen (2009) concept mapping in Researchon Mathematical knowledge. Development: Back ground, Methods, Finding and conclusions source: Educational studies in Mathematics. Vol. 29, No, 1 (Jul, 1995). pp 45-72 Published by: Springer. Stable URL: http://www.jstor.org/stable/3482837

9. Huerta, M, Galan, E, Granell, R (2004). Concept Maps in Mathematics Education: A framework for Students' Assessment. Retrieved March 28, 2010 from www.icme-organisers.dk/tsg27/papers/06_Huerta_et_al_fullpapter.pdf.

10. Mass, J. Leauby, B. (2005). Concept mapping-Exploring Its Value As a Meaningful Learning Tool in Accounting Education. Global Perspectives on Accouning Education, Volume 2, 2005, 75-98.

11. Martin, D, J. (1994). Concept mapping as an aid to lesson planning: A Longitudinal Study. In J.E.S.E.V6 (2). pp 11-30.

12. McClure, John, Sonak, Brian, Suen, Hoi K. (1999). Concept Map Assessment of Classroom Learning: Reliability, Validity, and Logistical Practicality. Journal of research science teaching vol. 36, No. 4, pp. 475-492.

13. Mwakapnda, W. (2003). Concept Mapping and Context in Mathematics [Education. Retrieved] March 18, from http://math.unipa.it/~grim/21_project/21_brono03_Mwakapenda.pdf

14. National Council of Teachers of Mathematics (2000). Principles and Standards for school mathematics, VA: Author.

15. Novak, J. & Canas, A. (2006). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. Florida Institute for Human and Machine Cognition Pensacola F1, 32502.

16. Novak, J.D. and Canas, A.J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them. In http://cmap.ihms.us/publications/Researchpapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf.

17. Novak, Joseph, Canas, Alberto (2009). The Development and Evalution of the Concept Mapping Tool Leading to a New Model for Mathematics Education. In Karoline. Afamasaga-Fuatái. Concept Mapping in Mathematics, (chapter 1, pp 3-16). Springer.

18. Ozdemir Ahmet S. (2005). "Analyzing concept Maps as an Assessment Tool in Theaching Mathematics Department of Mothematics, Marmara University. Published in Journal of Social Scinces 2005, Vol. 1, No. 3, 141-149.

19. Ramirez de M., M.S. etc. (2006). Concept maps: An essential tool for teaching and learning to learn science. Focus on Learning Problems in Mathematics. Vol. 28, No. 3-4. pp 32-57.

20. Roberts, L. (1999). Using concept maps to measure statistical understanding International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. Vol. 30, No, 5, pp, 707-717.

21. Ruiz-Primo, M. A. (2004). Examining Concept Maps as an Assessment Tool. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. Of the First Int. Conference on Concept Mapping. A.J. Canas, J.D. Novak, F.M. Gonzalez, Eds. Pamplona, Spain 2004. http://cmc.ihms.us/papers/cmc2004-036.pdf.

22. Yue, Hong (2008). Concept maps As Assessment Tools in Mathematics, Comparison with Clinical Interviews. Doctoral dissertation, Department of Mathematical Sciences, The university of Texas at EL paso.

23. Zeilik, M. (2000). "concept mapping", in www.flaguide.org/extra/download/cat/conmap.pdf.