سنجش فراشناخت فراگیران در مطالعات آموزش ریاضی: چالش ها و راهکارها

فرزاد رادمهر*

هیئت علمی گروه ریاضی کاربردی دانشکده علوم ریاضی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده – فراشناخت یکی از عوامل تاثیر گذار بر موفقیت در فعالیت های پیچیده شناختی است. دو بعد اصلی فراشناخت، کنترل و تنظیم فراشناختی، نقش کلیدی در حل مسائل ریاضی ایفا می کنند. با توجه به اهمیت سنجش فراشناخت در پژوهش های آموزش ریاضی، در این مقاله راهکارهای شناخته شده سنجش فراشناخت از جمله استفاده از پرسش نامه و استفاده از پروتکل بلند فکر کردن مورد نقد و بررسی قرار می گیرد. همچنین راهکارهای جدیدی برای سنجش فراشناخت ارائه می گردد که قابلیت استفاده در کلاس های ریاضی توسط معلمان را دارد. به نظر می رسد استفاده از این روش ها می تواند به فعّال کردن و توسعه فراشناخت فراگیران در حل مسائل ریاضی کمک نماید.

کلید واژه- فراشناخت-عملکرد ریاضی- کنترل فراشناختی-نظارت فراشناختی- قضاوت فراشناختی

۱. مقدمه

فراشناخت[۱] به فعالیت های ذهنی گفته می شود که برای جهت دادن به فرآیند های شناختی به کار می روند (جاکوبس و هارسکمپ[۲] ۲۰۱۲). استفاده از فراشناخت برای موفق بودن در حل مسائل ریاضی لازم است. برای مثال، توانایی تشخیص اطلاعات مرتبط از نامرتبط، استفاده از روشهای اکتشافی، بررسی جواب و گام های حل مسئله و تغییر روش حل مسئله در صورت عدم موفقیت روش، از ویژگی های یک حل کننده موفق مسئله های ریاضی است که مرتبط با فراشناخت است (رادمهر و دریک،[۳] ۲۰۱۷؛ شوئنفلد،[۴] ۱۹۹۲). با این وجود، ارتقا فهم دانش آموزان و دانشجویان از فراشناخت و استفاده از آن در تدریس ریاضیات بعضاً نادیده گرفته شده (رادمهر، ۲۰۱۶)، درحالیکه سطح پایین استفاده از فراشناخت در حین انجام فعالیت های ریاضی در پژوهش های گذشته به آن اشاره شده است (برای مثال، جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲). در این مقاله سه روش برای سنجش فراشناخت فراگیران معرفی و مورد نقد و بررسی قرار می گیرند. همچنین راهکار هایی برای استفاده از این روش ها در کلاس و امتحانات ریاضی پیشنهاد می شود.

۲. ابعاد فراشناخت

چارچوب های متفاوتی برای فراشناخت مطرح شده است (برای مثال، نلسون[۵] ۱۹۹۶؛ افکلیدیس[۶] ۲۰۰۶، ۲۰۰۸). در این مقاله سه بعد فراشناخت که توسط افکلیدیس (۲۰۰۶، ۲۰۰۸) بیان شده، چارچوب نظری پژوهش در نظر گرفته شده است. در ادامه هر یک از ابعاد معرفی می گردد.

۱-۱ دانش فراشناختی[۷] (دانش شناخت)

---

[۱] Metacognition
[۲] Jacobse & Harskamp
[۳] Drake
[۴] Schoenfeld
[۵] Nelson
[۶] Efklides
[۷] Metacognitive knowledge

دانش فراشناختی، دانش اظهاری درباره شناخت است که از حافظه بلند مدت درباره خود یا دیگران بازیابی می شود. این دانش شامل دانش ضمنی یا غیر ضمنی درباره افراد، فعالیت ها، اهداف، و استراتژی ها است. علاوه بر موارد فوق، دانش درباره معیارهای اعتبار دانش و باورها درباره ذهن افراد بخشی از این دانش است (افکلیدیس، ۲۰۰۶، ۲۰۰۸). نظارت بر فعالیت های شناختی خود و دیگران، و تعامل با دیگران می تواند سبب ارتقا دانش فراشناختی گردد (کیم، پارک، مور و وارما[۸] ۲۰۱۳).

۲-۱ مهارت های فراشناختی (تنظیم شناخت)

مهارت های فراشناختی فعالیت هایی است که برای کنترل فعالیت های شناختی (برای مثال، یادگیری) صورت می پذیرد. این فعالیت های خود آگاه شامل جهت گیری، برنامه ریزی، نظارت، تنظیم و ارزیابی کردن فعالیت (مسئله) است (افکلیدیس، ۲۰۰۶، ۲۰۰۸) (جدول ۱).

جدول ۱

جنبه های مهارت های فراشناختی

جنبه های مهارتهای فرا شناختی	توضیح مختصری از جنبه
جهت گیری	فهم خواسته های فعالیت (مسئله)
برنامه ریزی	تشخیص گامهای مورد نیاز برای رسیدن به هدف یا به اتمام رساندن یک فعالیت
نظارت	نظارت بر نحوه به کار بردن استراتژی در حین انجام فعالیت
تنظیم و ارزیابی کردن	چک کردن نتایج فرآیند های شناختی و تغییر آنها در صورت نیاز

۳-۱ تجربیات فراشناختی

تجربیات فراشناختی شامل آگاهی ها و احساسات هنگام رو به رو شدن با یک فعالیت (مسئله) است (افکلیدیس،۲۰۰۶، ۲۰۰۸). این آگاهی ها و احساسات بین فرد و فعالیت قرار می گیرند و شامل احساس دانستن، آشنایی، اعتماد به نفس و رضایت است. همچنین تجربیات فراشناختی شامل قضاوت در مورد یادگیری، زمان و تلاش مورد نیاز برای انجام دادن یک فعالیت و تخمین زدن صحیح بودن یک راه حل است (افکلیدیس،۲۰۰۶، ۲۰۰۸).

۲. ابزار های سنجش فراشناخت در مطالعات آموزش ریاضی

سنجش فراشناخت تا حدود زیادی وابسته به حوزه مورد سنجش است (وینمن و اسپانس[۹] ۲۰۰۵). برای مثال، خلاصه کردن هنگام مطالعه ممکن است به طور مستقیم تاثیر گذار بر حل مسائل ریاضی نباشد. در نتیجه در پژوهش های گذشته توصیه شده است ابزارهای سنجش فراشناخت بر اساس حوزه مورد پژوهش طراحی شوند (مک نامارا، ۲۰۱۱؛ جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲). در حوزه ریاضیات، همان طور که بیان شد، فراشناخت جهت امور مختلفی از جمله کنترل گام های حل مسئله، تغییر روش حل مسئله در صورت عدم موفقیت و بررسی جواب مسئله استفاده می شود (شوئنفلد، ۱۹۹۲). ابزارهای سنجش فراشناخت در این حوزه به دو دسته کلی آنلاین[۱۰] و آفلاین[۱۱] تقسیم می شوند. ابزار های آنلاین به جمع آوری اطلاعات در مورد فراشناخت فراگیر در حین انجام یک فعالیت (مسئله) ریاضی می پردازد. درحالیکه ابزارهای آفلاین فراشناخت فراگیر را پس یا قبل از انجام فعالیت های شناختی ریاضی جمع آوری می نماید (جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲). در این مقاله سه ابزار سنجش فراشناخت مورد بررسی نقد و بررسی قرار می

[۸] Kim, Park, Moore, & Varma
[۹] Veenman & Spanns
[۱۰] On-line
[۱۱] Off-line

گیرند که عبارتند از: ۱-پرسش نامه ۲- پروتکل بلند فکر کردن[۱۲] و ۳-ویزا[۱۳]پرسش نامه در دسته ابزارهای آفلاین قرار گرفته و دو ابزار استفاده از پروتکل بلند فکر کردن و ویزا در دسته ابزارهای آنلاین قرار می گیرند. در ادامه هر کدام از این ابزار ها بررسی می شود.

۲-۱ پرسش نامه های سنجش فراشناخت

پرسسش نامه هایی که برای سنجش فراشناخت استفاده می شوند عموماً از فراگیران می خواهند در مورد فراشناخت خود اظهار نظر نمایند. سه نمونه از پرسشنامه های پر کاربرد در این زمینه عبارتند از پرسشنامهٔ[۱۴]MSLQ (پینتریچ و دی گروت[۱۵]،۱۹۹۰[۱۶]،LASSI (وینستین، زیمزمن و پالمر[۱۷]،۱۹۸۸) و[۱۸]MAI (اشرا و دنینسون[۱۹]، ۱۹۹۴). این پرسش نامه ها معمولاً شامل جملات کلی درباره کنترل یا تنظیم فراشناختی است که از فراگیران می خواهد اظهار نظر کنند در مورد میزان تطابق جملات با فعالیت های فراشناختی که انجام می دهند. دو نمونه از این جملات عبارتند از: "قبل از مطالعه، من در مورد چیزهایی که باید یاد بگیرم، فکر می کنم" و "من از خودم سوالاتی می پرسم تا مطمئن شوم مطالبی را که مطالعه می کردم، یاد گرفتم" (پینتریچ و دی گروت، ۱۹۹۰).

در مورد پرسشنامه های سنجش فراشناخت یک مزیت عمده وجود دارد. جمع آوری اطلاعات در مورد فراشناخت فراگیران به کمک این ابزار ساده و سریع است (جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲) اما محدویت ها و مشکلاتی نیز استفاده از این ابزار دارد. اولاً پرسشنامه ها، فراشناخت فعّال فراگیران را نمی سنجد زیرا پرسشنامه پس یا قبل از درگیر بودن با یک فعالیت شناختی تکمیل می شود. در نتیجه، فراگیران نیاز دارند تا از حافظه بلند مدت خود بازیابی کنند که در هنگام انجام دادن فعالیت های شناختی (مانند حل مسئله) چه فعالیت های فراشناختی را انجام داده اند. لذا جمع آوری فراشناخت فراگیران به کمک پرسشنامه تحت تاثیر اختلالات حافظه است. ثانیاً، فراگیران ممکن است موقعیتی را که برای پاسخگویی به سوالات فراشناخت در نظر می گیرند با یکدیگر متفاوت باشد و لذا تفسیر متفاوتی از سوال یکسان داشته باشند. ثالثاً پاسخ های فراگیران ممکن است تحت تاثیر سو گیری[۲۰]جامعه پسندی باشد یعنی به سوالات فراشناخت طوری پاسخ دهند که در نظر پژوهشگر افراد با فراشناخت بالا به نظر برسند (جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲؛ رادمهر، ۲۰۱۶). لذا می توان نتیجه گرفت که فراگیران عموماً در تشخیص فراشناخت خود دقیق عمل نمی کنند. شاهد این ادعا این مطلب است که پژوهش های گذشته نشان داده اند که رابطه ضعیفی بین فراشناختی که توسط پرسشنامه سنجیده شده و عملکرد ریاضی وجود دارد (جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲). به نظر می رسد یکی از دلایل این اتفاق این است که پرسشنامه های فراشناخت بیشتر دانش فراشناختی فراگیر را می سنجند و اطلاعاتی در زمینه مهارت ها و تجربیات فراشناختی فراهم نمی آورند (گرینه و ازودو[۲۱]،۲۰۱۰). در ادامه دو ابزار از ابزار های آنلاین سنجش فراشناخت معرفی می شوند که نسبت به پرسشنامه های سنجش فراشناخت به نظر دقیق تر و مناسب تر برای سنجش فراشناخت می باشند.

۲-۲ پروتکل بلند فکر کردن

پروتکل بلند فکر کردن از روشهای آنلاین سنجش فراشناخت است. در این روش از فراگیر خواسته می شود در هنگام حل مسئله بلند فکر کند. در صورتیکه فراگیر در حین حل مسئله سکوت کرد، پژوهشگر/مدرس از فراگیر

---

۱۲ Think-aloud protocol
۱۳ VisA (Visualization and Accuracy)
۱۴ Motivated Strategies for Learning Questionnaire
۱۵ Pintrich & De Groot
۱۶ Learning and Study Strategies Inventory
۱۷ Weinstein, Zimmermann, & Palmer
۱۸ Metacognition Awareness Inventory
۱۹ Schraw and Dennison
۲۰ Social desirability
۲۱ Greene & Azevedo

درخواست می کند که به بلند فکر کردن ادامه دهد. در حین حل مسئله پژوهشگر/مدرس هیچگونه راهنمایی به فراگیر برای حل مسئله نمی نماید. صحبت های (تفکرات) فراگیر در حین حل مسئله معمولاً توسط دوربین ضبط می شود (اریکسون و سیمون، ۱۹۹۳). سپس این تفکرات پیاده سازی شده یا توسط پژوهشگر/ مدرس مورد بازبینی و آنالیز قرار می گیرد. جهت آنالیز تفکرات فراگیر از کل یا بخشی از چارچوب زیر استفاده می شود (جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲؛ وینمن و اسپانس، ۲۰۰۵).

جدول ۲

آنالیز فراشناخت فراگیران به کمک پروتکل بلند فکر کردن

بخش	فعالیت
جهت گیری (خواندن، آنالیز و اکتشاف)	۱-خواندن دقیق صورت مسئله ۲-انتخاب اطلاعات مورد نیاز از داده های مسئله ۳-بیان سوال به زبان خود[۲۲] ۴-رسم شکل یا نوشتن یادداشت برای جهت دادن به حل مسئله ۵-تخمین جواب مسئله
برنامه ریزی و اجرا	۶-طرح ریزی یک روش حل برای مسئله ۷- اجرای طرح حل به طور منظم ۸-چک کردن محاسبات و هوشیار بودن نسبت به بی دقتی ها ۹-نوشتن تمیز و مرتب راه حل
تایید (ارزیابی و بازخورد)	۱۰-مانیتور کردن فرایند حل مسئله ۱۱-چک کردن محاسبات و جواب نهایی ۱۲-دادن بازخورد نسبت به جواب مسئله ۱۳-دادن بازخورد نسبت به تجربه یادگیری

برای هر کدام از موارد فوق یکی از سه نمره (انجام ندادن فعالیت فراشناختی:صفر؛ انجام دادن نسبی فعالیت فراشناختی: یک و انجام کامل فعالیت فراشناختی: دو) می تواند در نظر گرفته شود. مثالی از نمره یک برای فعالیت ۶ عبارت است از طرح ریزی یک روش ولی به اتمام نرساندن آن در حین حل مسئله.

استفاده از پروتکل بلند فکر کردن اطلاعات جامعی را در مورد فراشناخت فراگیران برای پژوهشگران و مدرسان فراهم می آورد. اطلاعات فراشناختی که توسط این روش جمع آوری می شود به عنوان پیش بینی کننده قوی عملکرد ریاضی فراگیران شناخته شده است (جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲؛ وینمن و اسپانس، ۲۰۰۵). از دیگر مزیت های این روش جمع آوری اطلاعات فراشناختی فراگیر در حین انجام فعالیت است که تحت تاثیر اختلالات حافظه و یا تفسیر فراگیر از مهارتهای فراشناختی خود نمی باشد(جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲). با وجود مزیت های ذکر شده، استفاده از این روش یک مشکل عمده دارد. استفاده از این روش زمانبر است و مدرسان یا پژوهشگران کم سابقه آشنایی یا مهارت کافی برای استفاده از این روش را بعضاً ندارند. در ادامه روش دیگری برای سنجش فراشناخت فراگیران مطرح می شود که پیچیدگی کمتری نسبت به روش پروتوکل بلند فکر کردن دارد و نسبت به پرسشنامه های سنجش فراشناخت دقیق تر است.

۳-۲ ویزا

[۲۲] Paraphrasing

ابزار سنجش فراشناخت ویزا که توسط جاکوبس و هارسکمپ (۲۰۱۲) طراحی شده است، سه بخش از فراشناخت فراگیران را مورد سنجش قرار می دهد. این سه بخش عبارتند از ۱) پیش بینی توانایی حل مسئله صرفاً با خواندن سوال (بدون آغاز کردن به حل مسئله)، ۲) قضاوت در مورد صحت راه حل ارائه شده و ۳) رسم شکلی از اطلاعات داده شده در مسئله که به حل مسئله کمک نماید. بخش اول و دوم این ابزار مرتبط با تجربیات و مهارت فراشناختی است و بخش سوم در ارتباط با مهارتهای فراشناختی است. در حل مسائل ریاضی رسم شکل یکی از فعالیت های شناختی مهم می باشد که به حل مسئله کمک شایانی می نماید (جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲؛ رادمهر، ۲۰۱۶؛ رادمهر و دریک، ۲۰۱۷).

برای سنجش بخش اول از فراگیران خواسته می شود پس از رویت مسئله ریاضی بدون محاسبه کردن جواب مسئله به سوال زیر پاسخ دهند:

آیا می‌توانید این مسئله را حل کنید؟ لطفاً یکی از ۳ گزینه زیر را انتخاب کرده و دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.
۱-من مطمئن هستم که می توانم این مسئله را به طور صحیح حل کنم.
۲-من مطمئن نیستم که بتوانم این مسئله را به طور صحیح حل کنم.
۳-من مطمئن هستم که نمی توانم این مسئله را حل کنم.

برای سنجش بخش دوم از فراگیران خواسته می شود پس از حل مسئله ریاضی به سوال زیر پاسخ دهند:

آیا این مسئله را درست حل کردید؟ لطفاً یکی از ۳ گزینه زیر را انتخاب کرده و دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.
۱-من مطمئن هستم که این مسئله را به طور صحیح حل کرده ام.
۲-من مطمئن نیستم که این مسئله را به طور صحیح حل کرده ام.
۳-من مطمئن هستم که این مسئله را اشتباه حل کرده ام.

برای سنجش بخش سوم از فراگیران در خواست می شود که برای مسئله شکلی رسم کنند که به حل مسئله کمک نماید (جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲).

برای نمره گذاری فراشناخت فراگیران در بخش اول، اگر پیش قضاوت فراگیر درست باشد (گزینه ۱ را انتخاب نماید و سوال را درست حل نماید یا گزینه ۳ را انتخاب نماید و سوال را نادرست حل کند) نمره ۱ و اگر پیش قضاوت فراگیر نادرست باشد (گزینه ۱ را انتخاب نماید و سوال را نادرست حل نماید یا گزینه ۳ را انتخاب نماید و سوال را درست حل کند) یا گزینه ۲ را انتخاب نماید، نمره صفر به آن تعلق می گیرد (جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲). در مورد بخش دوم، قضاوت در مورد صحت راه حل ارائه شده، نمره دهی به صورت مشابه است. برای نمره گذاری فراشناخت در بخش سوم، اگر شکلی که فراگیر ترسیم کرده است، اطلاعات داده شده در مسئله و رابطه های ساختاری بین متغیرهای مسئله را به هم مرتبط کرده باشد، فراگیر نمره ۱ را کسب می کند. در صورتی که شکل فراگیر بخشی از اطلاعات مسئله را به هم مرتبط کرده باشد فراگیر ۰٫۵کسب کرده و نهایتاً اگر در شکل ترسیم شده اطلاعات داده شده در مسئله به هر مرتبط نشده باشند، نمره صفر به آن تعلق می گیرد (جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲).

اطلاعاتی را که این ابزار سنجش فراشناخت فراهم می آورد نسبت به پرسشنامه دقیق تر است. علاوه برآن استفاده از این روش به میزان استفاده از روش پروتکل بلند فکر کردن زمان بر نیست. اطلاعاتی که این روش سنجش فراشناخت فراهم می آورد در مورد تنظیم فراشناختی اطلاعات کمی را در اختیار پژوهشگر/ مدرس قرار می دهد و روش بلند فکر کردن نسبت به این روش جامع تر است، اما ابزار ویزا اطلاعات مفیدی را در مورد کنترل فراشناختی فراهم می آورد. همچنین ارتباط نمره فراشناختی حاصل از این روش با عملکرد ریاضی فراگیران بیشتر از پرسشنامه سنجش فراشناخت گزارش شده است (جاکوبس و هارسکمپ، ۲۰۱۲).

۳. بحث و نتیجه گیری

از سه ابزار مطرح شده برای سنجش فراشناخت به نظر می رسد که از دو ابزار می توان در تدریس ریاضی استفاده نمود. در صورت ایجاد فضایی امن برای فراگیران در کلاس درس که تفکرات آنها مورد تمسخر قرار نگیرد، می توان از پروتکل بلند فکر کردن هنگامی که فراگیران برای حل سوال بر روی تخته کلاس داوطلب می شوند، استفاده نمود. پس از حل مسئله به همراه بلند فکر کردن توسط فراگیر، مدرس می تواند جنبه هایی از فراشناخت مرتبط با موضوع که توسط فراگیر رعایت نشده است را به او و دیگر فراگیران آموزش دهد. برای مثال، اگر فراگیر پس از حل مسئله، رهیافتی برای بررسی صحت جواب مسئله اتخاذ نکرد، مدرس می تواند رهیافت های موجود برای بررسی صحت جواب مسئله را به فراگیران آموزش دهد. به عنوان نمونه، در مسائل مرتبط با محاسبه مساحت محصور بین دو منحنی به کمک انتگرال گیری، سه رهیافت برای بررسی صحت جواب عبارتند از: ۱- مساحتی که به کمک انتگرال گیری بدست آمده است نباید منفی باشد ۲- با کمک اشکال هندسی از روی نمودار مساحت محصور بین دو منحنی را تقریب زد و مقدار آن را با مساحتی که به کمک انتگرال گیری بدست آمده، مقایسه نمود. ۳- در صورت امکان هم انتگرال گیری را نسبت به x و هم نسبت به y انجام داد تا از صحت جواب اطمینان حاصل شود (رادمهر، ۲۰۱۶).

ابزار ویزا می تواند به راحتی به امتحانات ریاضی اضافه گردد (بالاخص بخش دوم و سوم). با درخواست از فراگیران برای رسم شکلی مرتبط با مسئله، می توانیم به خودکار شدن فراگیران در استفاده از این مهارت فراشناختی کمک نماییم. با درخواست از فراگیران برای قضاوت در مورد صحت راه حلی که ارائه نموده اند، فراگیران ترغیب می شوند که محاسبات و جواب مسئله خود را کنترل نمایند زیرا از آنها خواسته شده است که دلیل انتخاب خود را توضیح دهند که چرا معتقدند مسئله را درست یا غلط حل نموده اند (رادمهر، ۲۰۱۶). همچنین دلایلی که فراگیران برای انتخاب خود بیان می کنند می تواند بعضی از مشکلات شناختی فراگیران را در مورد مسئله ریاضی مشخص نماید. برای مثال ممکن است فراگیر پس از حل مسئله، حتی به طور صحیح، گزینه دو را انتخاب نماید و در مورد دلیل انتخاب خود بیان نماید که من مطمئن نیستم که مبحث ریاضی که این مسئله از آن طراحی شده است را کامل یاد گرفته ام. پاسخ های از این قبیل، در پژوهشی در ارتباط با میزان فراشناخت فراگیران در انتگرال مشاهده گردید (رادمهر، ۲۰۱۶؛ رادمهر و دریک، ۲۰۱۷). استفاده از بخش اول ابزار ویزا در امتحانات قلم-کاغذی تا حدودی غیر عملی است زیرا ممکن است فراگیر پس از حل مسئله، نه قبل ازآن این سوال را پاسخ دهد. هرچند اگر امتحان با استفاده از کامپوتر برگزار شود، بخش اول ابزار ویزا هم می تواند به راحتی به امتحانات ریاضی اضافه گردد.

مراجع

۱. Efklides, A. (2006). Metacognition and affect: what can metacognitive experiences tell us about the learning process? *Educational Research Review*, *1*(1), 3–14.
۲. Efklides, A. (2008). Metacognition: Defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation. *European Psychologist*, *13*(4), 277-287.
۳. Jacobse, A. E., & Harskamp, E. G. (2012). Towards efficient measurement of metacognition in mathematical problem solving. *Metacognition and Learning*, *7*(2), 133-149.
٤. Greene, J. A., & Azevedo, R. (2010). The measurement of learners' self-regulated cognitive and metacognitive processes while using computer-based learning environments. *Educational psychologist*, *45*(4), 203-209.
٥. Kim, Y. R., Park, M. S., Moore, T. J., & Varma, S. (2013). Multiple levels of metacognition and their elicitation through complex problem-solving tasks. *The Journal of Mathematical Behavior*, *32*(3), 377-396.
٦. McNamara, D. S. (2011). Measuring deep, reflective comprehension and learning strategies: challenges and successes. *Metacognition and Learning*, 6(2), 195–203.
۷. Nelson, T. O. (1996). Consciousness and metacognition. *American Psychologist*, *51*(2), 102–116.
۸. Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, *82*(1), 33.
۹. Radmehr, F., & Drake, M. (2017). Exploring students' mathematical performance, metacognitive experiences and skills in relation to fundamental theorem of calculus. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *48*(7) 1043-1071. https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1305129
۱۰. Radmehr, F. (2016). Exploring Students' Learning of Integral Calculus Using Revised Bloom's Taxonomy (Unpublished doctoral dissertation). Victoria University of Wellington, Wellington, New Zealand.
۱۱. Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching* (pp. 224–270). New York: McMilan Publishing.
۱۲. Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary educational psychology*, *19*(4), 460-475.

۱۳. Veenman, M. V. J., & Spaans, M. A. (2005). Relation between intellectual and metacognitive skills: age and task differences. *Learning and Individual Differences*, *15*(2), 159–176.
۱٤. Weinstein, C. E., Zimmermann, S. A., & Palmer, D. R. (1988). Assessing learning strategies: The design and development of the LASSI. In C. E. Weinstein, E. T. Goetz, P. A. Alexander, C. E. Weinstein, E. T. Goetz, & P. A. Alexander (Eds.), *Learning and study strategies: Issues in assessment, instruction, and evaluation* (pp. 25–40). San Diego: Academic.