بررسی تفاوت های فردی و رهیافت های شناختی در رابطه حافظه فعال و عملکرد حل مسئله ریاضی فراگیران

فرزاد رادمهر*
دانشکده علوم ریاضی دانشگاه فردوسی مشهد
سید حسن علم الهدائی
دانشکده علوم ریاضی دانشگاه فردوسی مشهد
سعید دانش آموز
دانشکده علوم ریاضی دانشگاه فردوسی مشهد

حافظه فعال، فضای کاری ذهنی تعریف می شود که شامل کنترل کردن، تنظیم کردن و پردازش فعال اطلاعات برای دستیابی به جواب در تکالیف شناختی پیچیده مانند حل مسائل ریاضی می باشد.

بسیاری از تحقیقات نشان داده است که حافظه فعال نقش مهمی در حل مسائل ریاضی بازی می کند. پژوهشگران نشان دادند که دانش آموزان با حافظه فعال بالا در مقایسه با دانش آموزان با حافظه فعال پایین به طور معنا دار عملکرد بهتری در حل مسائل ریاضی در مقاطع مختلف تحصیلی از خود نشان داده اند. پژوهش های انجام شده در ایران که در مقاطع راهنمایی، دبیرستان و در سطح ریاضیات عمومی دانشگاه صورت گرفته است، نقش حافظه فعال در عملکرد ریاضی را تائید نموده است. اما چه در ایران و چه در خارج کشور پژوهش های اندکی بر روی طبیعت این رابطه صورت گرفته است.

در پژوهش حاضر چهار رهیافت در مورد علت این رابطه توضیح داده می شود:

- مطالعات در مورد تکالیف دوگانه در موقعیت حل مسئله ریاضی با توجه به حافظه فعال
- مطالعات در زمینه رابطه حافظه فعال و مشکلات ریاضی دانش آموزان
- مطالعات مربوط به حافظه فعال به عنوان عامل پیش بینی کننده عملکرد ریاضی
- مطالعات طولی در زمینه حافظه فعال و عملکرد ریاضی

واژگان کلیدی: حافظه فعال- حل مسئله ریاضی-تفاوت های فردی- مطالعات در زمینه تکالیف دوگانه

*نویسنده مسئول: fradmehr@asu.edu ، تلفن: ۶۲۴۰۵۳۲ (۰۹۱۵)

مقدمه:

حافظه فعال، فضای کاری ذهنی تعریف می شود که شامل کنترل کردن، تنظیم کردن و پردازش فعال اطلاعات برای دستیابی به جواب در تکالیف شناختی پیچیده مانند حل مسائل ریاضی می باشد.(راقبار[۱]، ۲۰۱۰)

بسیاری از تحقیقات نشان داده است که حافظه فعال نقش مهمی در حل مسائل ریاضی بازی می کند. پژوهشگران نشان دادند که دانش آموزان با حافظه فعال بالا در مقایسه با دانش آموزان با حافظه فعال پایین به طور معنا دار عملکرد بهتری در حل مسائل ریاضی در مقاطع مختلف تحصیلی از خود نشان داده اند. پژوهش های انجام شده در ایران که در مقاطع راهنمایی، دبیرستان و در سطح ریاضیات عمومی دانشگاه صورت گرفته است، نقش حافظه فعال در عملکرد ریاضی را تائید نموده است. اما چه در ایران و چه در خارج کشور پژوهش های اندکی بر روی طبیعت این رابطه صورت گرفته است.

در پژوهش حاضر چهار رهیافت در مورد علت این رابطه توضیح داده می شود:

۱ - مطالعات در مورد تکالیف دوگانه در موقعیت حل مسئله ریاضی با توجه به حافظه فعال

۲ - مطالعات در زمینه رابطه حافظه فعال و مشکلات ریاضی دانش آموزان

۳ - مطالعات مربوط به حافظه فعال به عنوان عامل پیش بینی کننده عملکرد ریاضی

۴ - مطالعات طولی در زمینه حافظه فعال و عملکرد ریاضی

مدل چندگانه بدلی (بدلی و هیچ[۲] ۱۹۷۴،بدلی و لوجی[۳] ۱۹۹۹) حافظه فعال را به عنوان یک ظرفیت محدود پردازشگر مرکزی که با ۲ زیربخش در ارتباط است معرفی می کند. این دو زیر بخش (حلقه اوایی[۴] و صفحه دیداری فضایی[۵]) هر کدام نوع های خاصی از اطلاعات را ذخیره سازی می کنند.

وظیفه حلقه آوایی ذخیره سازی اطلاعات کلامی[۶] و وظیفه صفحه دیداری فضایی ذخیره سازی اطلاعات دیداری و فضایی برای مدت کوتاه می باشد. صفحه دیداری فضایی نقش مهمی در تصویر سازی ذهنی بازی می کند. این دو زیر بخش در تماس مستقیم با پردازش گر مرکزی می باشند. وظیفه پردازش گر مرکزی هماهنگی با سیستم شناختی و این دو زیربخش می باشد.

[۱] Raghubar

[۲] Baddeley & Hitch,

[۳] Baddeley & logie

[۴] Phonological loop

[۵] Visual-spatial sketchpad

این مدل چندگانه پاسخ گوی بسیاری از تحقیقاتی که در زمینه رابطه حافظه فعال و عملکرد ریاضی بوده است، می باشد. مطالعاتی که در گذشته این رویکرد را در مورد ارتباط حافظه فعال با عملکرد ریاضی مورد بررسی قرار داده اند به دو دسته تقسیم می شوند. (راقبار، ۲۰۱۰)

در مطالعات سری اول شرکت کنندگان کار هایی را مرتبط با حلقه آوایی ، صفحه دیداری فضایی یا پردازش‌گر مرکزی همزمان با انجام تکالیف ریاضی انجام می دادند. در زمینه تفاوت های فردی و مطالعات توسعه یافته‌تر، محققان به بررسی میزان استفاده فراگیران از حلقه آوایی ، صفحه دیداری فضایی و پردازش‌گر مرکزی در توانایی یا عدم توانایی برای حل مسائل ریاضی پرداختند. در نوع دوم مطالعات، حافظه فعال به وسیله ظرفیت پردازش‌گر مرکزی اندازه گیری شده است. در مطالعات یاد شده، شرکت کنندگان مقداری اطلاعات کلامی یا دیداری فضایی را ذخیره می کردند و سپس به طور متوالی و بدون انتقال آن ها را تولید می کردند.

در ادامه چهار رهیافت بیان شده، برای تبیین طبیعت رابطه حافظه فعال و عملکرد ریاضی توضیح داده می شود.

۱- مطالعات در مورد تکالیف دوگانه در موقعیت حل مسئله ریاضی با توجه به حافظه فعال

نقش حافظه در مسائل ابتدایی ریاضی یا هر فعالیت شناختی خاص دیگر را می توان به طور مستقیم از روش فعالیت های دوگانه بدست آورد. فعالیت های دوگانه شامل انجام یک سری کار های معین مانند حل مسائل ساده ریاضی درحین انجام دادن فعالیت ثانویه است. فعالیت ثانویه از روی سیستم حافظه فعال پیشنهاد شده و برای به کار انداختن قسمت های مختلف آن انتخاب می شود.(هیچ، ۲۰۰۲) به عنوان مثال می توان به فعالیت های آوایی مانند تکرار حرف (The) که حلقه آوایی را در گیر می کند یا در گیر کردن صفحه دیداری فضایی با نوع خاصی از ضربه دست بر میز با فاصله های معین اشاره کرد.

هنگام فعالیت های دوگانه، حافظه فعال به ۲ قسمت تفکیک می شود که بتواند فعالیتهای درخواست شده را همانند حالتی که به تنهایی بر روی آنها کار می کند، به اتمام برساند. اگر فعالیت های اولیه و ثانویه بسیار پردامنه باشند، حافظه فعال توان انجام آن هارا نخواهد داشت و در این صورت فعالیت اولیه و ثانویه به بدترین شکل ممکن انجام می پذیرند. و هر چه دامنه انجام فعالیت های ثانویه نیز بیشتر باشد فعالیت های اولیه بدتر انجام خواهد شد..

پردازش‌گر مرکزی همراه با راه حل مسائل ریاضی تک رقمی ، عوامل مداخله گر (فعالیت ثانویه که غیر ریاضی است) را هم در نظر می گیرد. (اشکرافت و همکاران[۷]، ۱۹۹۲ هیچ ۲۰۰۲ سیتز و همکاران[۸] ۲۰۰۲) در مقایسه هنگامی که صفحه دیداری

[۶] verbal

[۷] Ashcraft, et. al.

فضایی یا حلقه آوایی درگیر حل مسئله می شوند محاسبات اعداد تک رقمی بستگی به موارد زیر دارد: ۱- اندازه مسئله ۲- عملگر ریاضی انتخاب شده ۳- چگونگی یاد گرفته شدن محاسبات اعداد تک رقمی ۴- استراتژی حل مسئله انتخاب شده.(هیچ ۲۰۰۲ ، دستفانو[۹] ۲۰۰۴)

مطالعات گذشته در مورد نقش حلقه آوایی در جمع و تفریق بیان می کند محاسبات آن ها بیشتر بستگی به استراتژی انتخاب شده، دارد تا نوع عملگر آن.(امبو و وندیرندانک[۱۰] ۲۰۰۷).

فعالیت ثانویه هنگامی که مربوط به حلقه آوایی می شود اثر مخرب بر روی ضرب اعداد تک رقمی نمی‌گذارد.(سیتز و همکاران ۲۰۰۲). در مورد تفریق اثر منفی که حلقه آوایی بر روی این عمل می زند بستگی به نوع استراتژی انتخاب شده دارد. (به عنوان مثال شمردن معکوس و انتقال). بدلی (۱۹۹۶، ۱۹۹۰) نشان داد که دسترسی به اطلاعات دائمی در حافظه بلند مدت نیازی به مداخله اسلیو سیستم[۱۱] ندارد.

شکل ۱: نمایش تصویری حافظه فعال

فعالیت ثانویه هنگامی که مربوط به صفحه دیداری فضایی می شود اثر مخرب بر روی عمل تفریق دارد ولی بر روی عمل ضرب اثر مخرب نمی گذارد (لی و کنگ[۱۲] ۲۰۰۲ ، راقبار ۲۰۱۰). نویسندگان این مقاله متذکر می شوند که پژوهش های انجام شده بر روی افراد بالغ در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است.

[۸] Seitz et. al.

[۹] DeStefano et. al.

[۱۰] Imbo & Vandierendonck

[۱۱] Slave system

[۱۲] Lee & Kang

۲- مطالعات در زمینه رابطه حافظه فعال و مشکلات ریاضی دانش آموزان

مطالعات انجام شده در زمینه حافظه فعال و عملکرد ریاضی نشان داده است که با توجه به تفاوت دانش آموزان در ظرفیت حافظه فعال ، دانش آموزان در گروه های دارای مشکلات ریاضی و عدم مشکلات ریاضی دسته بندی می شوند.(این کار پس از خنثی کردن تاثیر عوامل دیگر صورت می گیرد).(اسوانسون و جرمن[۱۳]،۲۰۰۶) مطالعات دیگر نشان داد حافظه فعال دانش آموزان نشان می دهد چه دانش آموزانی دارای مشکلات جدی در ریاضی می باشند و چه دانش آموزانی از مشکلات کمی در ریاضی برخوردار هستند.(مابوت و بیسانز[۱۴]، ۲۰۰۸) آزمونی که برای سنجش حافظه فعال در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت آزمون فراخنای حافظه[۱۵] می باشد. این آزمون در دانشکده علوم ریاضی در پژوهش های مختلفی در رابطه حافظه فعال و عملکرد ریاضی نیز مورد استفاده قرار گرفته است (علم الهدایی، ۲۰۰۹ ، پزشکی و همکاران ، ۲۰۱۱ ، امانی و همکاران ۲۰۱۱). تست های دیگری هم برای سنجش حافظه فعال وجود دارد ولی بر اساس مطالعه راقبار (۲۰۱۰) موثرترین تست برای سنجش حافظه فعال و عملکرد ریاضی، آزمون فراخنای حافظه می باشد. برای مشاهده آزمون های دیگر حافظه فعال به مقاله راقبار (۲۰۱۰) مراجعه شود.

۳- مطالعات مربوط به حافظه فعال به عنوان عامل پیش بینی کننده عملکرد ریاضی

علم الهدایی (۲۰۰۹) و علم الهدایی و فرساد (۲۰۰۹) نشان دادند که دانش آموزان با حافظه فعال بالا عملکرد ریاضی بهتری نسبت به دانش آموزان با حافظه فعال پایین دارند. همچنین علم الهدایی (۲۰۰۹) نشان داد که دانش آموزان با حافظه فعال بالا اضطراب ریاضی پایین تری نسبت به دانش آموزان با حافظه فعال پایین از خود نشان داده اند. پزشکی و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که دانش آموزان بینا و نابینا تفاوت معناداری در ظرفیت حافظه فعال خود دارا نمی باشند ، اگر چه دانش آموزان بینا در این پژوهش ظرفیت بالاتری در حافظه فعال دارا بودند. در این پژوهش که شامل دانش آموزان بینا و نا بینا بود، یافته های پژوهش علم الهدایی (۲۰۰۹) مورد تایید قرار گرفت. هر دو مورد پژوهش های صورت گرفته در سطح ریاضیات راهنمایی بوده است.

[۱۳] Swanson & Jerman

[۱۴] Mabbot & Bisanz

[۱۵] Digit Span Backward Test

میرشاهی(۱۳۸۹) در پژوهشی در زمینه حافظه فعال و عملکرد ریاضی به نتایجی مشابهی دست پیدا نمود. نمونه پژوهش او بر روی دانش آموزان مقطع دبیرستان بوده اند . همچنین یافته های پژوهش او نشان داد که: ۱-دانش آموزان با هوش هیجانی بالا و ظرفیت حافظه فعال بالا در مقایسه با دانش آموزان با هوش هیجانی پایین و ظرفیت حافظه فعال پایین توانایی بیشتری در حل مسائل ریاضی دارند.

۲-دانش آموزان با ظرفیت حافظه فعال بالا و خودکارآمدی ریاضی بالا در مقایسه با دانش آموزان با ظرفیت حافظه فعال پایین و خودکارآمدی ریاضی پایین توانایی بیشتری در حل مسائل ریاضی دارند

۳-دانش آموزان با هوش هیجانی ریاضی بالا و ظرفیت حافظه فعال بالا در مقایسه با دانش آموزان با هوش هیجانی ریاضی پایین و ظرفیت حافظه فعال پایین توانایی بیشتری در حل مسائل ریاضی دارند.

علم الهدایی وهمکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود بر روی دانشجویان سال اول رشته مهندسی دانشگاه آزاد واحد قوچان نشان دادند که دانش آموزان با حافظه فعال بالا عملکرد ریاضی بهتری نسبت به دانش آموزان با حافظه فعال پایین از خود نشان داده اند. همچنین فراگیران با ظرفیت حافظه فعال بالا از نگرش ریاضی مثبت تری نسبت به دانشجویان با ظرفیت حافظه فعال پایین برخوردار بودند. علاوه بر این فراگیران با ظرفیت حافظه فعال بالا نسبت به همسالان خود با حافظه فعال پایین از دقت ریاضی بالاتری برخوردار بودند.

اسوانسون و بیبه فرانکنبرگ[۱۶] (۲۰۰۴)در مطالعه ای درباره کودکان با توجه به معنی داری و عدم معنی داری سختی مسائل ریاضی دریافتند که حافظه فعال متشکل از حلقه آوایی و صفحه فضایی و دیداری ، نقش اساسی در دقت دانش آموزان در پیدا کردن راه حل درست برای مسائل کلامی بدون توجه به چندین عامل تغییر پذیر مانند توانایی خواندن، پیشرفت های محاسباتی، علم به الگوریتم ها، پردازش های آوایی و ... دارند. در نمونه ای از بچه های سال اول ابتدایی چه ریسک پذیر و چه غیر ریسک پذیر در مسائل سخت ریاضی با قرار دادن معلم خصوصی یا ایجاد شرایط کنترل شده خاص برای آنان ، فوچس و همکارانش[۱۷] (۲۰۰۵) دریافتند، وظایف حافظه، برای نمراتی که در آخر سال دانش آموزان بدست می آورند در موضوعاتی مانند شمارش، فهم ریاضی/ بکار بردن آن، حل مسائل کلامی ریاضی بعد از بین بردن تاثیرات عوامل مختلف و عوامل شناختی تغییر پذیر مانند دقت، زبان، مسائل غیر شفاهی، پردازش های شفاهی و سرعت پردازش، موثر است.

[۱۶] Beebe-Frankenberger

[۱۷] Fuchs et al.

۴-مطالعات طولی در زمینه حافظه فعال و عملکرد ریاضی

یک نوع از مطالعات که به نظر می رسد درباره فهمیدن میزان کارآمدی و اثربخشی نقش حافظه فعال بر عملکرد ریاضی موثر واقع شود، مطالعات طولی می باشد. این مطالعات در زمینه های به روز رسانی[۱۸]، کنترل بازدارنده[۱۹] و دقت گزینشی در مورد مطالب ریاضی می باشد. کنترل بازدارنده به پالس های عصبی که مغز به نقاط مختلف بدن می رساند که توجه را از موضوعی برداشته و به موضوعی دیگر بدهد یا فعالیتی را متوقف و به فعالیت دیگر بپردازد، گفته می شود. بلیر و رازا [۲۰](۲۰۰۷) در مطالعه خود یافتند که کنترل بازدارنده در پیش دبستانی ، توانایی ریاضی دانش آموزان در دبستان مانند حساب اولیه ، دانش اشیاء ، کمیت ، جمع ، تفریق و ارتباطات بین اشکال ساده را پیش بینی می کند. بال[۲۱] و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه طولی خود در یافتند که عملکرد حلقه دیداری فضایی در سال های پیش دبستانی می تواند عملکرد ریاضی را در پایان سال سوم دبستان درمورد مسائل ریاضی ساده و پیشرفته حساب ، دنباله اعداد و نمایش تصویری داده ها ، پیش بینی کند. در مورد عملکرد هم می توان گفت حلقه آوایی به طور عمومی نتایج ریاضی را پیش بینی می کند.

نتیجه گیری

همان طور که بررسی شد حافظه فعال را می توان به عنوان پیش بینی کننده عملکرد ریاضی در سطوح مختلف تحصیلی معرفی نمود. مطالعات در این زمینه نشان دادند که دانش آموزان با مشکلات جدی در ریاضی نسبت به دانش آموزان با مشکلات کم در ریاضی، دارای حافظه فعال پایین تری می باشند. بنا به مطالعات انجام شده حافظه فعال نه تنها بر عملکرد ریاضی، بلکه بر عوامل پیش بینی کننده رفتار ریاضی تاثیر گذار می باشد. از جمله این عوامل می توان به دقت ، اضطراب، نگرش، خود کار آمدی و هوش هیجانی ریاضی اشاره نمود. لذا معلمان و برنامه ریزان تحصیلی ریاضی بیش از پیش به این عامل به عنوان فاکتوری که بر عملکرد ریاضی فراگیران تاثیر گذاراست، دقت و توجه داشته باشند.

محققان این پژوهش، پژوهشگران دیگر در این زمینه را به بررسی میزان تاثیر گذاری هریک از شیوه های تدریس ریاضی بر عملکرد حل مسئله ریاضی فراگیران با ظرفیت حافظه فعال متفاوت پیشنهاد می نمایند زیرا پژوهش های اندکی در این زمینه در آموزش ریاضی صورت گرفته است. این نکته حائز اهمیت می باشد که چه شیوه آموزش ریاضی را برای فراگیران با حافظه فعال پایین باید به کار برد تا نسبت به دانش آموزان با حافظه فعال بالا دچار افت تحصیلی کمتر بشوند. همچنین باید

[۱۸] updating

[۱۹] Inhibitory control

[۲۰] Blair and Razza

[۲۱] Bull

راهکارهایی برای تدریس ریاضی به دانش آموزان با حافظه فعال بالا پیشنهاد نمود که سبب ارتقای پیشرفت ریاضی و عملکرد حل مسئله آنان پیش از پیش بشود.

منابع

۱-میرشاهی ، فرشید (۱۳۸۹). تاثیر هوش هیجانی، خودکارآمدی ریاضی ،ظرفیت حافظه فعال، بر عملکرد حل مسائل ریاضیات عمومی دانش آموزان پسر سوم تجربی دبیرستانهای زاهدان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد زاهدان

۲-Alamolhodaei H (۲۰۰۹). A Working Memory Model Applied to Mathematical word Problem Solving. *Asia Pac. Educ. Rev.* ۱۰(۱):۱۸۳-۱۹۲.

۳-Alamolhodaei H, Farsad N (۲۰۰۹).A Psychological Model Applied to Mathematical Problem Solving. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education Series D: Research in Mathematical Education*. Vol. ۱۳, NO. ۳, September ۱۸۱-۱۹۵.

۴-Alamolhodaei, H, Farsad, N & Radmehr, F(۲۰۱۱). On the capacity of mathematics Attention: It's role on metacognition, math attitude, Field-dependency and mathematical problem solving. *Asia Pacific Education Review*. Under review.

۵-Amani , A, Alamolhodaei, A,Radmehr, F.(۲۰۱۱). A gender study on predictive factors of mathematical performance of University students. *Educational Research.* ۲:۶,۱۱۷۹-۱۱۹۲

۶-Ashcraft, M. H., Donley, R. D., Halas, M. A., & Vakali, M. (۱۹۹۲). Working memory, automaticity, and problem dif ficulty. In J. I. D. Campbell (Ed.), *The nature and origins of mathematical skills* (pp. ۳۰۱ – ۳۲۹). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.

۷-Baddeley, A. D. (۱۹۹۰). Human memory: Theory and practice US: Allyn & Bacon.

۸-Baddeley, A. D. (۱۹۹۶). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experiment al Psychology*, ۴۹A,۵ ۲۸.

۹-Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (۱۹۷۴). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), The *psychology of learning and motivation* (pp. ۴۷ – ۹۰). New York: Academic Press.

۱۰-Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (۱۹۹۹). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake & P . Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. ۲۸ – ۶۱). Cambridge: Cambrid ge University Press .

۱۱-Blair, C., & Razza, R. P. (۲۰۰۷). Relating effortful control, executive function, and false belief unders tanding to emerging math and literacy ability in kindergar ten. *Child Development , ۷۸ ,* ۶۴۷ – ۶۶۳.

۱۲-Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (۲۰۰۸). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at ۷ years. *Developmental Neuropsychology , ۳۳,* ۲۰۵ – ۲۲۸.

۱۳-DeStefano, D., & LeFevre, J. (۲۰۰۴). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology , ۱۶ ,* ۳۵۳ – ۳۸۶

۱۴-Fuchs, L. S., Compton, D. L., Fuchs, D., Paulsen, K., Bryant, J. D., & Hamlett, C. L. (۲۰۰۵). The prev ention, identi fication, and cognitive determinants of math dif ficulty. *Journal of Educational Psychology , ۹۷,* ۴۹۳ – ۵۱۳.

۱۵-Hecht, S. A. (۲۰۰۲). Counting on working memory in simple arithmetic when counting is used for problem solving. *Memory and Cognition , ۳۰,* ۴۴۷ – ۴۵۵.

۱۶-Imbo, I., & Vandierendonck, A. (۲۰۰۷). The development of strategy use in elementary school children: Working memory and individual differences. *Journal of Experimental Child Psychology , ۹۶,* ۲۸۴ – ۳۰۹.

۱۷-Lee, K., & Kan g, S. (۲۰۰۲). Arithmetic operation and working memory: Differential suppression in dual tasks. *Cognition , ۸۳,* B۶۳ – B۶۸.

۱۸-Mabbot, D. J., & Bisanz, J. (۲۰۰۸). Computational skills, working memory, and conceptual knowledge in older children with mathematics learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities , ۴۱,*۱۵ – ۲۸.

۱۹-Pezeshki, P, Alamolhodaei, H, Radmehr, F (۲۰۱۱).A predictive model for mathematical performance of blind and seeing students.*Educ. Res. ۲(۲):* ۸۶۴-۸۷۳.ISSN:۲۱۴۱-۵۱۶۱.

۲۰-Raghubar K. P., Barnes M. A. , Hecht S. A. (۲۰۱۰) Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences* ۲۰ ۱۱۰– ۱۲۲

۲۱-Seitz, K., & Schumann -Hengsteler, R. (۲۰۰۲). P honological loop and central executive processes in mental addition and multiplication . *Psychologische Beitrage,* ۴۴,۲۷۵ ۳۰۲

۲۲-Swanson, H. L., & Beebe-Frankenberger, M. (۲۰۰۴). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math dif ficulties. *Journal of Educational Psychology , ۹۶,* ۴۷۱ – ۴۹۱.

۲۳-Swanson, H. L., & Jerman, O. (۲۰۰۶). Math disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Review of Educational Research , ۷۶,* ۲۴۹ – ۲۷۴.

شکل ۱: نمایش تصویری حافظه فعال