

آیا حافظه کاری برای فرایندهای استدلالی در کودکان اهمیت پیشایندی دارد؟ مباحث نظری همراه با دلالت‌های کاربردی

روح‌الله شهابی*

چکیده

در نظام شناختی حافظه کاری، یکپارچگی کارکردهای اندوژنی با فرایندهای شناختی دیگر مانند پردازش و کنترل توجه، فرضیه نقش پیشایندی حافظه کاری برای استدلال سیال را ایجاد کرده است. پژوهش حاضر، این فرضیه را از طریق مرور شواهد عصب روان‌شناختی و نظریه‌ای و با انجام یک مطالعه کمی مورد بررسی قرار داده است. از یک سو مرور مطالعات عصب‌روان‌شناختی نشان داده است حافظه کاری و استدلال سیال دارای مکانیسم عصبی مشترکی هستند و از سوی دیگر از حیث نظریه‌ای نیز به نظر می‌رسد اجرای بهینه تکالیف استدلال سیال نیازمند منابع در دسترس بیشتر، ظرفیت توجهی اضافی، بازبینی و نظارت ردهای حافظه، فعال‌نگه داشتن راهبردها و یا راه‌حل‌های میانجی و کشف و فعال‌نگه داشتن قواعد میانجی است که بخشی از کارکردهای حافظه کاری هستند. نتیجه مطالعه کمی نیز نشان داده است رابطه ظرفیت حافظه کاری و استدلال سیال به لحاظ آماری معنادار بوده و بخشی از واریانس توانایی‌های استدلالی توسط ظرفیت حافظه کاری پیش‌بینی می‌شود. بر این اساس می‌توان نقش پیشایندی حافظه کاری برای انجام بهینه تکالیف استدلالی را مورد تایید قرار داد. این یافته می‌تواند این دلالت کاربردی را با خود داشته باشد که مداخله در حافظه کاری و ارتقاء ظرفیت آن، می‌تواند برای انجام یک استدلال سیال بهینه سودمند باشد.

کلیدواژه‌ها: حافظه، ظرفیت حافظه کاری، استدلال سیال.

۱. مقدمه

به نظر می‌رسد تصور حافظه به عنوان انباره‌ای منفعل برای نگهداری اطلاعات، ریشه در الگوی اتکینسون و شیفرین (۱۹۶۸) داشته باشد. این الگو معتقد بود، هنگام مواجهه با محرک، یک ثبت بلافصل از آن محرک، در بعد حسی مربوطه (دیداری، شنیداری، لامسه) اتفاق خواهد افتاد. آنچه که مورد توجه قرار می‌گیرد به انباره کوتاه‌مدت منتقل و برای یک دوره زمانی کوتاه، نگه داشته می‌شود. سرنوشت محرک‌های نگه داشته شده در این انباره کوتاه‌مدت، یا فراموشی و یا انتقال به بخش طولانی مدت است. اطلاعات منتقل شده به بخش بلندمدت تقریباً دائمی بوده و برای همیشه نگه داشته خواهند شد. الگوی اتکینسون و شیفرین، پس از یک دوره بسیار کوتاه تسلط، با انتقادهایی مواجه شد. مهمترین نقد، که منجر به ارائه الگوهای بدیل گردید از سوی بدلی و هیچ (۱۹۷۴) ارائه شده است. (Baddeley 2006:4-5) معتقد بود الگوی اتکینسون و شیفرین، دو مشکل اساسی داشته است؛ نخست اینکه همه یادگیری‌ها در حافظه روی می‌دهد با این حال، شواهد نظریه‌ای و یا پژوهشی بسیار اندکی وجود دارد مبنی بر اینکه نگهداری ساده یک ماده در انباره کوتاه‌مدت، بتواند یادگیری را تسهیل بخشد ولی در مورد تاثیر شیوه پردازش بر میزان یادگیری، شواهد زیادی وجود دارد. از این رو نگاه به حافظه به عنوان جایگاه یادگیری در آن اتفاق می‌افتد به جای اندوزش صرف اطلاعات، می‌بایست اندوزش و دستکاری یا پردازش همزمان اطلاعات باشد. از سوی دیگر الگوی اتکینسون و شیفرین پیشنهاد می‌کرد که بیماران دارای اختلال جدی در انباره کوتاه‌مدت، در ورود اطلاعات به درون حافظه بلندمدت و خروج از آن مشکلات بسیاری خواهند داشت و چنین بیمارانی قادر به انجام گستره‌ای از فعالیت‌های روزانه از قبیل خرید، رانندگی و ... نیستند در حالیکه چنین یافته‌هایی جای بحث دارد. به عبارت ساده‌تر و آنچه به آن به عنوان یک نکته کلیدی می‌توان نگاه کرد این است که الگوی اتکینسون و شیفرین مدعی نگهداری ساده و منفعلانه اطلاعات در انباره کوتاه و یا بلندمدت بوده در حالیکه نگهداری ساده و منفعلانه اطلاعات نمی‌تواند تسهیل‌گر یادگیری باشد که در حافظه اتفاق می‌افتد بلکه این پردازش است که یادگیری را امکانپذیر می‌سازد بنابراین نظام حافظه ما انسانها واجد یک مولفه پردازشی اساسی است و دیگر نمی‌توان به آن به عنوان یک مخزن یا انباره نگهداری منفعلانه اطلاعات نگاه کرد.

با توجه به چنین انتقادهایی، (Baddeley & Hitch (1974) الگوی بدیل «حافظه کاری» (working memory) را ارائه دادند که در آن کارکردهای اندوژی، همراه با فرایندهای شناختی دیگر، یک کل واحد و یکپارچه اما متشکل از مولفه‌هایی را تشکیل می‌دهند که اطلاعات در بین این مولفه‌ها جریان می‌یابد و نه منفعلانه نگه داشته می‌شود. آنها حافظه کاری را یک نظام شناختی ظرفیت محدود دانستند که همزمان با اندوزش موقتی اطلاعات، همان اطلاعات و یا اطلاعات اضافی دیگر را پردازش یا دستکاری می‌کند. مولفه اجرایی مرکزی و دو دستیار شامل حلقه واج‌شناختی (phonological loop) که اندوزش موقتی اطلاعات کلامی را بر عهده دارد و لوح دیداری فضایی (visuospatial sketchpad) که مسئول نگهداری و دستکاری بازنمایی‌های دیداری فضایی است، حافظه کاری را در اندوزش و پردازش یا دستکاری همزمان اطلاعات یاری می‌کنند. مولفه اجرایی مرکزی یک مولفه نظارتی حیطه کلی است که در تخصیص منابع توجهی، کاربرد دارد و درگیر در گستره‌ای از کارکردهای تنظیمی از جمله هماهنگی شناختی در انجام فعالیت‌های چندگانه همزمان و اختصاص دادن منابع به بخش‌های دیگر حافظه کاری است. و مولفه چهارم یعنی میانگیر رویدادی (episodic buffer) نیز وظیفه تبدیل خرده سیستم‌های حافظه و ابعاد اطلاعاتی به قطعات یکپارچه را بر عهده دارد (Baddeley, 2010:137-138).

یکپارچگی کارکردهای اندوژی با فرایندهای شناختی دیگر نظیر پردازش و کنترل توجه باعث بررسی ارتباط حافظه کاری با هوش و استدلال از سوی پژوهشگران شده است و نتایج (برای مثال Conway, Cowan, Bunting, Therriault, & Minkoff, 2002; Oberauer, Schulze, Wilhelm, Colom, Flores-Mendoza, Quiroga, & Privado, 2005; Süß, 2005; & Engle, Broadway, Heitz, Redick, Unsworth, 2009) به شکل شگفت‌آوری حاکی از ارتباط نیرومند این دو بوده است.

اما یافته‌های ذکر شده در بالا برخلاف نگاهی است که حافظه و استدلال را غیر مرتبط با یکدیگر تصور می‌کنند و معتقد هستند عملکرد حافظه نمی‌تواند به شکل قابل اطمینانی پیش‌بینی‌کننده عملکرد استدلال در افراد باشد (Heit, Rotello & Hayes, 2012;58). شاید روشن شدن ماهیت یا مکانیسم مسئول رابطه استدلال و حافظه و نگاه به اتقان این مکانیسم بتواند در اتخاذ یکی از دو موضع اهمیت پیش‌بینی حافظه برای استدلال و یا بی‌توجهی به فرایندهای حافظه‌ای برای استدلال کمک کند. این مساله‌ای است که پژوهش حاضر در پی پاسخگویی به آن است.

۲. چارچوب نظری

در این بخش دو مفهوم مهم پژوهش یعنی حافظه کاری و استدلال سیال مرور نظری خواهد شد.

۱.۲ حافظه کاری

رویکردهای زیادی در مورد حافظه کاری وجود دارد. مهمترین این رویکردها را می‌توان بدلی و هیچ (۱۹۷۴ تا امروز)، Kane, & Engle (2003) و Cowan (1999, 2005) دانست. الگوی بدلی و هیچ شامل یک نظام کنترل توجه در مرکز به نام اجرایی مرکزی (central executive) بوده است که دو نظام کمکی شامل حلقه واج‌شناختی و لوح دیداری فضایی در کنار آن قرار دارند. حلقه واج‌شناختی دارای ظرفیت محدود است و وظیفه اندوزش گفتاری اطلاعات کلامی را بر عهده دارد. بدلی حلقه واج‌شناختی را به دو خرده مولفه تقسیم کرده است: یک انباره موقتی غیر فعال از درون‌داد واج‌شناختی (phonological input) و یک فرایند مروری جدا از هم و ناملفوظ (subvocal, articulatory rehearsal). اطلاعات کلامی ارائه شده به صورت شفاهی، به طور مستقیم، فوری و خودکار وارد حلقه واج‌شناختی می‌شوند و برای مدت کوتاهی به شکل واج‌شناختی ذخیره می‌شوند. این حلقه همانند یک نوار کاست صوتی طول مشخصی دارد که در آن کلمات یا دیگر واحدهای شنیداری به ترتیبی که ادراک می‌شوند ثبت می‌شوند؛ در عین حال به سرعت کاهش می‌یابند یا بوسیله واحدهای شنیداری جدید جایگزین می‌شوند مگر اینکه دوباره با مرور ثبت شوند. کارکرد ویژه حلقه واج‌شناختی این است که محرک ادراکی (perceptual stimuli) را به رمزهای واج‌شناختی (phonological codes) تبدیل می‌کند. رمزهای واج‌شناختی سپس با کدهای ذخیره شده موجود در حافظه بلندمدت (آواهای ساده و کلمات) بازنمایی‌های معنایی متصل می‌شوند اما پردازش سطح بالاتر اطلاعات کلامی از قبیل قرار دادن کلمات با یکدیگر در یک مجموعه واحد برای شکل دادن یک ایده، کارکردهای پیچیده‌تر حافظه کاری را درگیر می‌سازد که بوسیله اجرایی مرکزی انجام می‌شود. تعداد آیتم‌های کلامی که می‌توانند بر روی نوار (tape) حلقه واج‌شناختی ثبت شوند بستگی به زمانی دارد که برای تولید (articulate) آنها صرف می‌شود. این موضوع تبیین می‌کند که چرا کلمات کوتاه و تک سیلابی بهتر از کلمات چند سیلابی یادآوری

می‌شوند. کلمات چند سیلابی و طولانی برای تولید زمان بیشتری صرف می‌کنند و بنابراین فضای بیشتری روی نوار حلقه واج‌شناختی اشتغال می‌کنند. متغیر دیگری که عمل حلقه واج‌شناختی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، شباهت صوت‌شناختی (acoustic) یا واج‌شناختی است، به این معنا که افراد دارای توانایی پردازش واج‌شناختی نرمال در یادآوری لیست کلماتی که حروف مشابه دارند مانند man, map, mat مشکلات بیشتری دارند. لوح دیداری فضایی مسئول اندوزش کوتاه‌مدت اطلاعات بصری و فضایی از قبیل حافظه برای اشیاء و مکان آنها است و همچنین یک نقش کلیدی در ایجاد و دستکاری تصاویر ذهنی دارد. لوح دیداری فضایی، همانند حلقه واج‌شناختی شامل یک انباره موقتی منفعل و یک فرایند مروری فعال (active rehearsal process) است. زوال انباره بصری فضایی موقتی تابعی از پیچیدگی محرک و اینکه محرک چه مدت دیده می‌شود است. لوح دیداری فضایی همچنین در طول خواندن یک کارکرد مهم دارد و حروف و کلمات چاپ‌شده را رمزگردانی بصری می‌کند و همزمان یک چارچوب بصری فضایی در اختیار خواننده قرار می‌دهد تا مکانش را در متن حفظ کند (بدلی، ۱۹۸۶). اجرایی مرکزی که بسیاری آن را هسته مرکزی حافظه کاری در نظر می‌گیرند مسئول نظارت بر سه مولفه دیگر و به نظم درآوردن و هماهنگی همه فرایندهای شناختی درگیر در عملکرد حافظه کاری از جمله اختصاص ظرفیت توجهی است. یکی از مهمترین کارکردهای اجرایی مرکزی کنترل توجه دانسته شد (Baddeley 2003: 835; 2006: 16-18) که عبارت است از توانایی برای تمرکز توجه بر اطلاعات مربوط به تکلیف در حالیکه مانع اثرات مخرب اطلاعات نامربوط می‌شود. کنترل توجه همچنین اطلاعات قبلا فعال شده که خیلی مربوط به تکلیف نیستند را دور می‌کند و پاسخ‌های نادرست را سرکوب یا خنثی می‌سازد. اختصاص دادن منابع به بخش‌های دیگر حافظه کاری، توانایی برای بازیابی، نگه‌داشتن و دستکاری اطلاعات به طور موقت فعال شده از حافظه بلند مدت دیگر وظیفه این بخش است که بروزرسانی نیز نامیده می‌شود. راه‌گزینی (switching) (ظرفیت هماهنگ‌کردن فعالیت‌های شناختی چندگانه همزمان از قبیل به اشتراک گذاشتن وقت در تکالیف دوگانه) و انتخاب و اجرای طرح‌ها و راهبردهای قابل انعطاف از دیگر وظایفی هستند که اجرایی مرکزی حافظه کاری انجام می‌دهد (Miyake et al., 2000: 54-55).

(Baddeley, 2000:421) به منظور تبیین تاثیر حافظه بلندمدت بر محتوای حافظه کاری، میانگیر رویدادی را به الگوی قبلی خود اضافه کرده است. میانگیر رویدادی یک خرده

۶ آیا حافظه کاری، برای فرایندهای استدلالی در کودکان اهمیت پیشابندی دارد؟ ...

مولفه ظرفیت محدود و آگاهانه قابل دسترس است که برای ساخت بازنمایی‌های یکپارچه مبتنی بر اطلاعات جدید با حافظه بلندمدت رویدادی و معنایی همکاری می‌کند. مولفه رویدادی می‌تواند اندوزش موقتی مقداری زیادی از اطلاعات که به نظر می‌رسد متجاوز از ظرفیت اندوزشی نظام‌های اندوزشی واج‌شناختی و دیداری فضایی هستند بدون تکیه بر اندوزش در مولفه اجرایی یا بازیابی مستقیم از حافظه بلندمدت بر عهده داشته باشد. میانگیر رویدادی به دلیل آنکه برای یکپارچه‌کردن بازنمایی‌ها از مولفه‌های حافظه کاری و حافظه بلندمدت از رمزهای چندوجهی استفاده می‌کند برای یادگیری مهم است. مولفه رویدادی رمزهای کلامی و بصری را ترکیب می‌کند و آنها را به بازنمایی‌های چندبعدی در حافظه بلندمدت مرتبط می‌سازد. میانگیر رویدادی همچنین می‌تواند مسئول یکپارچه‌سازی رویدادهای جدا از هم یا واحدهای اطلاعات به قطعات یکپارچه و حتی یکپارچه‌سازی عناصر درون یک ساختار منسجم جدید باشد.

Kane & Engle (2004:146) این برداشت از حافظه کاری را که به ارگانسیم اجازه می‌دهد همزمان که در حال پردازش فعالیت دیگری است اطلاعات را اندوزش و مرور کند قابل اعتراض می‌دانند و به جای آن در برداشت از حافظه کاری آن را نوعی حافظه فوری انطباقی (adaptive immediate memory) می‌دانند که به ارگانسیم اجازه خواهد داد در طول اجرای یک تکلیف شناختی یا رفتاری پیچیده اطلاعات مربوط به تکلیف را فعال و قابل دسترس نگه دارد. آنها معتقد هستند که توانایی ساده حافظه نمی‌تواند تبیین‌کننده رابطه قوی فراخانی حافظه و شناخت سطح بالاتر باشد بلکه به غیر از فرایندهای نگهداری ساده، عوامل دیگری تبیین‌کننده رابطه حافظه کاری و شناخت سطح بالاتر است. از این رو حافظه کاری را برابر با حافظه کوتاه‌مدت به علاوه کنترل توجه دانسته‌اند (کنترل توجه + حافظه کوتاه‌مدت = حافظه کاری) و معتقد هستند در واقع این مولفه کنترل توجه است که منشاء قدرت پیش‌بینی‌کنندگی حافظه کاری برای تکالیف شناخت سطح بالاتر است. به عبارت دیگر تعامل فرایندهای توجهی و حافظه‌ای تعیین‌کننده اصلی توانایی‌های شناختی گسترده‌تر است.

Cowan (2005; 33-52) تمرکز توجه، سطوح فعالیت و خبرگی (expertise) را به عنوان ویژگی‌های اساسی حافظه کاری مورد تاکید قرار داده‌اند. در این الگو، تمرکز توجه جایگزین مخازن اندوزشی جداگانه چندگانه و اجرایی مرکزی الگوی بدلی شده است. کووان مدعی است یک تمرکز توجه محدود مانع نگهداری (maintenance) و پردازش و

نه توانایی اندویشی حافظه کاری می‌شود. کووان معتقد است سطح بالای فعال‌سازی با محتوای حافظه کاری و اینکه کدام محتوا توجه متمرکز بر آن است ارتباط دارد در حالیکه سطح متوسط فعال‌سازی با اطلاعات فعال‌شده که اخیراً در تمرکز توجه بودند مرتبط است. در این شرایط به خاطر فعال‌سازی متوسط اطلاعات آماده دسترسی هست ولی در واقع در حافظه کاری قرار ندارند. هنگامی که این اطلاعات مرتبط، به حافظه کاری فراخوانده می‌شوند، آنها می‌توانند برای ایجاد قطعات یا رویدادهای جدید برای اندویش بلندمدت مورد استفاده قرار گیرد. در این الگو اینکه چه تعداد ماده می‌تواند به طور همزمان پردازش شود بستگی به این دارد که تکلیف چه مقدار خودکار شده است و یا فرد در آن تکلیف چه اندازه به خبرگی رسیده است. هنگامیکه پردازش اطلاعات خاص تا حدود زیادی خودکار شده باشد افراد به اطلاعات بیشتری دسترسی دارند و تصور می‌شود که ظرفیت حافظه کاری بالاتر باشد.

۲.۲ استدلال سیال

استدلال سیال، بر سر و کار داشتن با تکالیف و تجارب ناآشنایی تاکید دارد که افراد در زندگی روزانه مشترکاً تجربه نمی‌کنند. برای مثال از جمله آنها می‌توان به پازل‌ها و قیاس‌های بصری فضایی مانند ماتریس‌های پیش‌رونده ریون اشاره کرد که اغلب افراد به ندرت در زندگی روزانه خود با آنها مواجه می‌شوند (استرنبرگ و کافمن، ۲۰۱۱). استدلال سیال یک سازه چندبعدی است، باین حال این ابعاد مختلف دارای هدف یگانه یعنی حل مسائل نا آشنا است. استدلال سیال عمدتاً در استدلال انتزاعی (abstract reasoning) خود را نشان می‌دهد که وابستگی کمی به یادگیری‌های قبلی دارد. استدلال سیال در تضاد با دانش زمینه‌ای و پاسخ‌های خودکار شده، بکار گرفته می‌شود. این توانایی در شرایطی که عادت‌ها، پاسخ‌ها و طرح‌واره‌های جاری برای پاسخ‌دادن در یک موقعیت تازه نامناسب باشند حتی برای چند لحظه مورد استفاده قرار می‌گیرند. استدلال سیال همچنین در استدلال استنباطی (inferential reasoning) شکل‌گیری مفهوم (concept formation)، طبقه‌بندی محرک‌های ناآشنا، تعمیم موقعیت‌های قدیمی به مسائل جدید، تولید و تأیید فرضیه، شناسایی شباهت‌ها، تفاوت‌ها و روابط نسبی بین اشیاء و ایده‌های مختلف، ادراک از پیامدها و نتایج نسبی دانش اخیراً کسب‌شده و برون‌یابی برآوردهای منطقی در موقعیت‌های مبهم، ظاهر می‌شود (Schneider & McGrew, 2012: 2). کتل در مورد ماهیت استدلال یا هوش سیال به

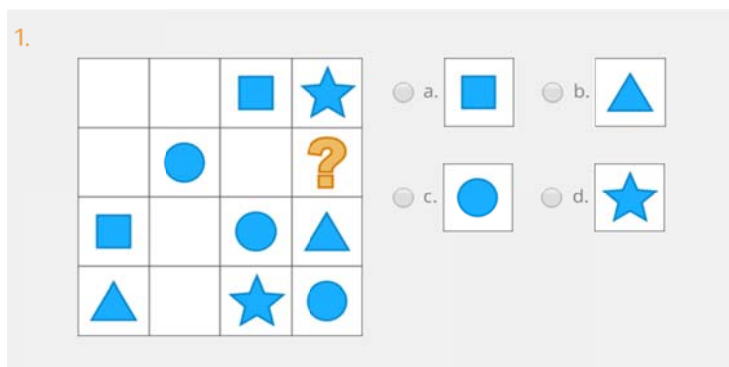
۸ آیا حافظه کاری، برای فرایندهای استدلالی در کودکان اهمیت پیشابندی دارد؟ ...

آن به عنوان یک «خصیصه منبع» (source trait) نگاه کرده است، یعنی یک متغیر علی و زیربنایی که به ریش کورتکس وابسته است. همچنین برای آن یک نقش علی برای دیگر توانایی‌های شناختی نیز قائل بود. فرضیه سرمایه‌گذاری بیان می‌دارد که افراد هوش سیال‌شان را برای اکتساب مهارت‌ها، راهبردها و دانش خاص در همه زمینه‌ها به طور مثال مهارت‌های ریاضی یا واژگان سرمایه‌گذاری می‌کنند و این توانایی‌های کسب‌شده، هوش متبلور هستند (Kan, Kievit, Dolan, & Mass, 2011:3).

کارول (۱۹۹۳) مجموعه داده‌های حاصل از مطالعات کمی بسیاری را فراتحلیل کرده و ذیل آنچه عامل استدلال سیال نامیده است سه مقوله استدلال قیاسی (deductive reasoning) یا زنجیره‌ای (sequential reasoning)، استدلال استقرایی (inductive reasoning) و استدلال کمی (quantitative reasoning) جای داده است.

۱.۲.۲ استدلال قیاسی

این نوع از استدلال یکی از پارادایم‌هایی است که در ادبیات مربوط به استدلال، به طور وسیعی مورد مطالعه قرار گرفته است. این نوع استدلال شامل دو فرضیه مقدم و یک نتیجه‌گیری است که روابط بین تعدادی از مفاهیم را بیان می‌کند. در این استدلال، فرضیه‌های مقدم و نتیجه‌گیری ارائه شده یکی از چهار کمیت «همه»، «برخی»، «هیچ»، و «برخی نه» را شامل می‌شود. این نوع استدلال دو عبارت پایانی و یک عبارت وسطی یا میانجی دارند. برای مثال ۱) «هیچ الفی، ب نیست»؛ «برخی ب‌ها، ج هستند» بنابراین «برخی ج‌ها، الف نیستند». دو عبارت پایانی در این مثال «ج» و «الف» و عبارت میانجی «ب» بوده است. در این نوع استدلال، تقریباً درستی گزاره‌های ابتدایی، درستی گزاره نهایی یا نتیجه‌گیری را تضمین می‌کند، به شرطی که اشتباهی در استدلال نشده باشد (Zielinski, Goodwin, & Halford, 2010: 397, 400). در آزمون‌های مربوط به استدلال سیال، از استدلال قیاسی مبتنی بر شکل استفاده می‌کنند. برای مثال از سؤال‌های نظیر شکل ۱ به کرات در چنین آزمون‌هایی دیده می‌شود (برای مثال مقیاس‌های پیش‌رونده ریون و یا مقیاس هوش سیال کتل).



شکل ۱. نمونه سؤال استدلال قیاسی که در آزمون‌های استدلال سیال به کار می‌رود

پاسخدهی (در اینجا نتیجه‌گیری) به چنین سئوالی مبتنی بر یکی از دو گزاره زیر است (الف) یک ستون یا ردیف هرگز شامل چند شکل و یا عدد مشابه نیست. (ب) هر ردیف و یا ستون شامل برخی شکل یا اعداد مشابه است.

نظریه‌های استدلال قیاسی را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد. گروه نخست یک تفسیر پردازش کلامی دارند و پیشنهاد می‌کنند که استدلال متکی بر دستکاری بازنمایی‌های درونی به طور کلامی رمزگذاری شده است. این دسته از نظریه‌ها بر اهمیت عوامل زبان‌شناختی (linguistic factors) در تعیین الگوهای عملکرد در تکالیف استدلال قیاسی (syllogistic) تاکید دارند. از جمله این نظریه‌ها می‌توان به نظریه استدلال کلامی (verbal reasoning theory, Polk & Newell, 1995) اشاره کرد (Capon, Handley & Dennis, 2003: 205). این نظریه در واقع بر نقش فرایندهای زبانی، رمزگردانی و ادراک، تاکید دارد و استدلال قیاسی را نتیجه‌ای از مبانی کارکردی (functional basis) از قبیل صحبت کردن، گوش دادن، خواندن و درک کردن می‌داند.

الگوی دوم الگوی اکتشافی احتمال (probability heuristics model, Chater & Oaksford, 1999) است. این الگو استدلال را به عنوان ترکیبی از استنباط‌های اکتشافی و احتمالاتی تفسیر می‌کند. بر اساس این مدل، افراد ابتدا برای رسیدن به یک نتیجه‌گیری سریع، یک اکتشاف می‌کنند و به دنبال این اکتشاف جزئی، می‌توانند یک استنتاج احتمالی از آن داشته باشند. برای مثال، اگر نتیجه‌گیری اولیه این باشد که همه A ها C هستند این احتمال که «برخی A ها، C هستند» نیز درست است. گام سوم استفاده از اکتشافی برای

تعیین نظم عبارات است و بعد از رسیدن نتیجه گیری نهایی، افراد آن نتیجه گیری را آزمون می کنند و یا دوباره مورد توجه قرار می دهند (Copeland & Radvansky, 2004: 1440-41). گروه سوم یک تفسیر مبتنی بر الگو دارند مبنی بر اینکه استدلال، بستگی به دستکاری بازنمایی های قیاسی / فضایی منطبق با وضعیت های ممکن امور دارد. نظریه الگوی ذهنی پیشنهاد شده بوسیله Johnson-Laird (1983) از جمله این نظریه ها است. این نظریه مدعی است که افراد با استفاده از الگوهای ذهنی نتیجه گیری می کنند. الگوهای ذهنی، بازنمایی های ذهنی مبتنی بر وضعیت امور state of affairs در جهان است. افراد این الگوهای ذهنی را بر اساس عبارات (terms) و کمیت های (quantifiers) موجود در پیش فرض ها می سازند. این بازنمایی های ذهنی، راه های ممکن که عبارات می توانند با یکدیگر ارتباط داشته باشند را شبیه سازی می کنند. بر اساس این مدل، افراد سه مرحله را طی می کنند: در مرحله نخست، بر اساس اطلاعات موجود در مفروضه یا عبارت نخست، یک الگو ساخته می شود. در مرحله بعد، اطلاعات موجود در عبارت یا مفروضه دوم، به مدل اضافه می شود و در مرحله سوم، افراد این الگو را برای ترسیم یک نتیجه گیری مورد استفاده قرار می دهند. در مرحله سوم، افراد نتیجه گیری اولیه را با هدف ساخت الگوهای بدیل، آزمون می کنند. الگوهای بدیل ساخته و برای تعیین اینکه آیا آنها معتبر هستند یا خیر، با نتیجه گیری اولیه مقایسه می شوند. اگر نتیجه گیری برای همه الگوها درست باشد آن نتیجه گیری به عنوان پاسخ در نظر گرفته می شود و اگر نتیجه گیری همسو با همه الگوها نباشد، افراد نتیجه گیری معتبر ارائه نخواهند داد.

۲.۲.۲ استدلال استقرایی

به معنای توانایی مشاهده یک پدیده و کشف اصول یا قواعد زیربنایی تعیین کننده رفتار آن پدیده تعریف شده است. افرادی که توانایی استقرایی بالایی دارند الگوها و نظم و قاندها در موقعیت هایی که به طرق دیگر ممکن است قابل پیش بینی نباشد را درک می کنند. برای مثال چنانچه تعدادی شی به فرد داده شود و درک شود که همه این ها اسباب بازی هایی ساخته شده از چوب هستند یک تعمیم (generalization) و یا نظم (regularity) کشف شده است. می توان با گفتن این موضوع که همه اسباب بازی ها از چوب ساخته شده اند این تعمیم را به کل اسباب بازی ها توسعه داد و بدین ترتیب یک استنتاج استقرایی داشت (Klauer & Phye, 2008: 86).

(Klauer & Phye, 2008: 89) شش ساختار یا پارادایم مساله به هم مرتبط و پایه را که به تعریف‌شان از استدلال استقرائی مرتبط است را مشخص کرده‌اند. مبانی هر راهبرد استقرائی یک روش مقایسه‌ای را برای تعیین شباهت و یا تفاوت بین ویژگی‌های یک محرک و یا روابط بین محرک‌ها درگیر خواهد ساخت. این فرایندهای تفکر، به عنوان نمونه‌هایی از تعمیم، تمیز (discrimination)، بازشناسی روابط (recognition of relations)، و تمیز روابط (discriminating relationships) عملیاتی شده‌اند. سه مورد از این پارادایم‌ها متنوع موضوعات طبقه‌بندی (تعمیم، تمیز و بین طبقه‌بندی) و سه مورد تنوع روابط (تشخیص روابط، تمیز روابط و شکل‌گیری سیستم) هستند. اگر چه هر کدام از این راهبردها ویژگی‌ها و تکالیف مرتبط متمایزی دارند اما فرایندهای زیربنایی یکسانی از استقراء در طول مقایسه نهایتاً بدست می‌آید.

۳.۲.۲ استدلال کمی

توانایی استدلال استقرائی یا قیاسی با اعداد، روابط و عملیات ریاضی تعریف شده است (Schneider & McGrew, 2012: 4). به عبارت دیگر، استدلال کمی راهی برای توصیف اعمال ذهنی یک فردی است که یک موقعیت ریاضیاتی را تصور می‌کند، کمیته‌ها را در آن موقعیت می‌سازد و سپس آن کمیته‌ها را به هم ارتباط می‌دهد، دستکاری می‌کند و از آنها برای ساخت یک موقعیت مساله منسجم استفاده می‌کند (Weber, Ellis, Kulow & Ozgur, 2014: 25). به عبارت دیگر استدلال کمی، توانایی برای بازنمایی اطلاعات کمی و عمل روی این بازنمایی‌ها برای یک نتیجه‌گیری است که قبلاً دانشی در مورد کمیته‌های بازنمایی شده و یا در مورد روابط بین آنها وجود نداشت (Nunes, Bryant, Evans & Barros, 2015: 178). آزمون‌هایی که استدلال کمی را سنجش می‌کنند دانش پیشرفته ریاضی را نیاز ندارند. محاسبه در چنین آزمون‌هایی بسیار ساده است، آنچه آن را دشوار می‌سازد پیچیدگی استدلال موردنیاز برای حل مساله است. برای مثال یکی از این نمادها را انتخاب کنید +، -، x، ÷ و برای تولید یک معادله معتبر آن‌ها را در باکس‌های زیر قرار دهید ۲ ---- ۸ ---- ۴ ---- ۸ (Schneider & McGrew, 2012: 4).

۳. روش

در پژوهش حاضر، توأمان از دو روش توصیفی مروری و کمی استفاده شده است. برای پاسخدهی به مساله اصلی پژوهش، ابتدا در یک بررسی مروری، منابع و مراجع مرتبط

گردآوری و یافته‌ها به شیوه کیفی تحلیل شده است. در عین حال، مساله پژوهش در یک مطالعه کمی ساده نیز بررسی شده است تا نتایج آن به عنوان مکمل و یا موید بررسی‌های مروری و در کنار آنها مورد توجه قرار گیرد. در مطالعه کمی، از سه تکلیف فراخنای وارونه اعداد، فراخنای وارونه حرف و فراخنای شمارش برای سنجش ظرفیت حافظه کاری و از آزمون هوش سیال کتل برای سنجش استدلال سیال استفاده شد. در تکالیف فراخنای وارونه اعداد و حروف که برای سنجش ظرفیت حافظه کاری مورد استفاده قرار گرفتند از کودک خواسته می‌شد لیست اعداد و یا حروفی که برای وی خوانده می‌شد را به طور وارونه یادآوری کند (برای مثال ۳، ۵، ۲ را به صورت ۲، ۵ و ۳ یادآوری کند). اعتبار و روائی این تکالیف به کرات در پژوهش‌های گذشته برای سنجش حافظه کاری کودکان مورد تایید قرار گرفته است که از آن جمله می‌توان انگل، کانوی و گترکول (۲۰۱۰)؛ هورنوگ، برونر، ریوتر و مارتین (۲۰۱۱)، عابدی (۱۳۸۷) و امین‌زاده و حسن‌آبادی (۱۳۸۹) اشاره کرد. تکلیف فراخنای شمارش نیز شامل مجموعه‌ای کارت است که بر روی هر کارت به طور تصادفی تعدادی دایره‌های قرمز و آبی رنگی وجود دارد. مجموعه از سری دو کارتی شروع می‌شود و پس از سه بار کوشش در هر مجموعه یک کارت به هر سری اضافه می‌شود. روش اجرای تکلیف بدین ترتیب بوده است که ابتدا یک مجموعه دو کارتی به شرکت‌کننده داده می‌شد و از وی خواسته می‌شد تعداد دایره‌های قرمز رنگ را بشمارد و سپس آنها را به ترتیب هر کارت یادآوری کند (اندوزش و پردازش همزمان). در واقع دایره‌های آبی رنگ با هدف انحراف شرکت‌کننده بر روی کارت‌ها رسم شده است. پس از سه کوشش، یک کارت به مجموعه دو کارتی اضافه می‌شد و این بار یک مجموعه سه کارتی در اختیار شرکت‌کننده قرار می‌گرفت و شرکت‌کننده می‌بایست با شمارش و اندوزش تعداد دایره‌های قرمز رنگ، در پایان هر کوشش تعداد آنها را یادآوری کند. اگر شرکت‌کننده حتی در یکی از سه کوشش یک مجموعه، تعداد دایره‌های قرمز را به ترتیب درست یادآوری کند یک کارت به مجموعه کارت‌ها اضافه می‌شود. این کار تا مجموعه ۹ کارتی ادامه پیدا می‌کرد. از این تکلیف در پژوهش‌های بسیاری از جمله انگل‌دی ابرو، کانوی و گترکول (۲۰۱۰)؛ آلووی و همکاران (۲۰۰۴)؛ گترکول و همکاران (۲۰۰۴) و الهی و همکاران (۱۳۸۸) برای سنجش حافظه کاری استفاده شده است و اعتبار این تکلیف در سه مطالعه نخست به ترتیب ۰/۸۱ تا ۰/۸۹، ۰/۷۴ و ۰/۶۲ گزارش شده است. آزمون هوشی کتل که برای سنجش استدلال سیال از آن استفاده شده شامل ۴۶ سؤال و ۴ خرده‌آزمون

استدلال زنجیره‌ای، استدلال مقوله‌بندی، استدلال ماتریس و شرطها است. گروه نمونه پژوهش نیز شامل ۳۵۶ دانش‌آموز پایه دوم و ششم دبستان‌های شهر تهران بوده است که به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چند مرحله‌ای از مناطق ۱، ۱۱، ۱۹، ۵ و ۱۵ انتخاب شده بودند. از ضریب همبستگی صفر مرتبه پیرسون برای تحلیل آماری داده‌ها استفاده شده است.

۴. رابطه حافظه کاری و استدلال

در این بخش اهمیت پیشابندی - حافظه کاری برای انجام تکالیف استدلال سیال در سه سطح عصب‌روان‌شناختی، عملکردی و نظریه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است.

۱.۴ مرور سطح عصب روان‌شناختی

در مطالعاتی که در این سطح انجام شده است روش کار به این ترتیب بوده است که از کودکان در حین انجام تکالیف مربوط به حافظه کاری و استدلال سیال، تصویربرداری مغزی به عمل می‌آید. چنانچه فعالیت عصبی مشابهی هنگام انجام هر دو نوع تکلیف دیده می‌شد، نتیجه‌گیری مشابهت در مکانیسم عصبی زیربنای و در غیر این صورت نتیجه‌گیری تفاوت در مکانیسم زیربنایی به عمل می‌آید. - (Kuwanjima & Sawaguchi, 2010: 381) در مطالعه خود که روی کودکان ۴ تا ۶ ساله و با استفاده از تصویربرداری نوری (optical topography) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که فعالیت عصبی مشابهی هم در حین انجام تکالیف حافظه کاری و هم در حین انجام تکالیف استدلال سیال در ناحیه کورتکس جانبی پیش‌پیشانی (LPEC) روی می‌دهد. در این مطالعه از مقیاس نخست آزمون هوش ناوابسته به فرهنگ کتل (Cattell's Culture Fair Intelligence Test) برای سنجش استدلال سیال و از تکلیف انطباق فضایی با نمونه (Sawaguchi and spatial matching-to-sample) برای سنجش حافظه کاری استفاده شده است. در مطالعه Gray, Chabris & Braver (2003, 1) نیز نتایج نشان داده است مناطق پیش‌پیشانی جانبی (lateral prefrontal) و پریتال (parietal) رابطه توانایی سیال و عملکرد در حافظه کاری را میانجی‌گیری می‌کند. در این مطالعه از مقیاس پیش‌رونده ریون برای سنجش استدلال سیال و از تکلیف چالش‌برانگیز حافظه کاری (challenging working memory task) برای سنجش حافظه کاری استفاده شد.

مشابه چنین یافته‌هایی در مطالعات (Jung & Haier, Braver, Gray, & Burgess, 2007) و (Kane & Engle, 2002) نیز دیده شده است. مناطقی از مغز که غالباً در این مطالعات نشان داده شده‌اند شامل الف) PFC خلفی جانبی شامل مناطق جلو و وسط شکنج اطراف مناطق ۹ و ۴۶؛ ب) بخش‌هایی از inferior frontal gyrus، ج) PFC قدامی (anterior) شامل MFG و IFG؛ د) PFC میانی شامل کوتکس پشتی، قدامی و کمربندی (dorsal anterior cingulate cortex) و شکنج‌های پشتی، میانی، قدامی (dorsal medial frontal gyrus). ه) لوب آهیانه‌ای جانبی (lateral parietal lobe) شامل لوب آهیانه‌ای پایین (inferior parietal lobule) و مناطق جداری داخلی (medial parietal regions) (Burgess, Gray, Conway & Braver, 2011: 675-677).

۲.۴ مرور سطح نظری

در کنار شواهد عصب‌شناختی و رفتاری، از حیث نظری نیز به نظر می‌رسد افرادی که ظرفیت حافظه کاری ضعیف‌تری داشته باشند در استدلال سیال دشواری بیشتری داشته باشند. به نظر می‌رسد حل تکالیف استدلالی یا استدلال سیال، بر حافظه کاری بار شناختی وارد خواهد کرد، چرا که حل این تکالیف مستلزم آن هستند که شخص همزمان اطلاعات را به خاطر سپرده و منتقل سازد. این کار نه فقط نیازمند ظرفیت توجهی است بلکه همچنین نیازمند آن است که شخص ردهای محو شدن حافظه (fading memory traces) را بازبینی و نظارت کرده و آنها را به طور راهبردی بازبینی و بازسازی نماید. از سوی دیگر، اندوزش، بازیابی و انتقال کارآمد اطلاعات در حافظه کاری، برای حل نمودن یک تکلیف، نیازمند آن است که شخص، یک طرح حمله (plan of attack) داشته باشد. این غالباً به این معنا است که فرد بر مبنای راهنمایی‌های تکلیف و تجربه در آیتم‌های نخست یک راهبرد را آماده و اجرا نماید سپس در مواجهه با آیتم‌های جدید، راهبرد اولیه را اصلاح نماید. در فرایند اصلاح راهبردهای اولیه، هم‌گذاری (assembly) و کنترل، قسمت‌های دوم و سوم این پازل هستند. هم‌گذاری، در فعالیت‌هایی که در آن فرد می‌بایست زنجیره‌ای از فعالیت‌های آشکار و یا فرایندهای شناختی ناآشکار را در یک توالی سازماندهی کند، خود را نشان می‌دهد. برای مثال، در ماتریس پیش‌رونده ریون، که از آن به عنوان یکی از مهمترین آزمون‌ها برای سنجش استدلال سیال استفاده می‌شود، تجزیه یک مساله پیچیده به مسائل ساده‌تر و توانایی مدیریت یک سلسله مراتبی از اهداف و خرده اهداف ایجاد شده

بوسیله این تجزیه حائز اهمیت است. به تدریج که فرد در طول آزمون پیش می‌رود و راه‌حل‌های میانجی را کشف و اجرا می‌کند، این هم‌گذاری روی می‌دهد و در واقع این هم‌گذاری‌ها در حافظه کاری روی می‌دهد. در حل این گونه مسائل استدلالی، کنترل فرایند سوم است. ضمن آنکه فعال نگه داشتن راهبردها یا راه‌حل‌های میانجی، روی ظرفیت حافظه کاری بار شناختی وارد می‌کنند، توانایی برای بازیابی و انطباق تفکر (یعنی کنترل) نیز روی حافظه کاری بار خواهد داشت، بویژه هنگامیکه چندین ایده می‌بایست به طور همزمان مورد توجه قرار گیرد و یا هنگامیکه تصاویر هدف، متفاوت از تصاویر فعال‌شده بوسیله ادراک باشد (Lohman, 2001: 6).

نکته حائز اهمیت این است که ارتباط ظرفیت ناکارآمد حافظه کاری با دشواری در استدلال در هر سه نوع استدلال قیاسی، استقرائی و کمی، می‌تواند وجود داشته باشد. در استنتاج به لحاظ منطقی در استدلال قیاسی، از تفاسیر مبتنی بر قاعده و مبتنی بر الگو صحبت شده است؛ تفسیر مبتنی بر قاعده، دلالت بر طول و یا پیچیدگی اشتقاق ذهنی (mental derivation) و قواعد کشف شده و تفسیر مبتنی بر الگو دلالت بر تعداد الگوهای دارد که می‌بایست در ذهن ساخته شوند. در هر دو تفسیر، ظرفیت محدود حافظه کاری می‌تواند نقش محدودکننده داشته باشد (Capon, Handley & Dennis, 2003) به گونه‌ای که این ظرفیت محدود از یک سو امکان فعال نگه داشتن همه قواعد اکتشاف شده برای رسیدن به پاسخ نهایی و یا امکان فعال نگه داشتن همه الگوهای ذهنی برای رسیدن به پاسخ نهایی را دشوار می‌سازد.

از سوی دیگر (Polk & Newell 1995: 535) ادعا کردند که استدلال از طریق فرایندهای درک کلامی اتفاق می‌افتد و خطا در استدلال، نتیجه کاربرد روش‌هایی است که به طور اختصاصی متناسب با تکلیف نیست و در نتیجه منجر به عملکرد کمتر از حد مطلوب می‌شود. این در حالی است که شواهد روشنی وجود دارد مبنی بر اینکه درک کلامی تا حد زیادی مبتنی بر نظام حافظه کاری (Daneman & Carpenter, 1980) بوده و در واقع این محدودیت‌های حافظه کاری است که تعیین‌کننده روش‌های نامتناسب و درک کلامی ناکارآمد است بر اساس الگوی حافظه کاری، ما انسان‌ها، یک انباره محدود از منابع عصبی (neural resources) در اختیار داریم که عملیات شناختی در طی فرایند درک کلامی، پردازش جملات را حمایت می‌کند. به موازات آنکه تقاضاهای محاسباتی برای ادراک، افزایش می‌یابد، منابع در دسترس برای نگه داشتن فعال آیت‌ها در حافظه کاری کاهش

می‌یابد و بلعکس تقاضاها بر حافظه افزایش می‌یابد در نتیجه برای فرایندهای ادراکی، منابع کمتری در دسترس خواهد بود و درک کلامی با دشواری مواجه خواهد شد. بر این اساس تفاوت‌های فردی در درک کلامی، ناشی از تفاوت‌های درونی در ظرفیت کلی انباره عصبی حافظه کاری است و افراد دارای ظرفیت کلی کمتر درک ضعیف‌تری نشان خواهند داد (Van Dyke, Johns & Kukona, 2014: 374). این موضوع در شواهد پژوهشی نیز مورد تایید قرار گرفته است؛ Gilhooly et al., (1993) از شرکت‌کنندگان خواستند یک قیاس کلامی دارای سطوح مختلف پیچیدگی، انجام دهند. در آزمایش نخست، شرکت‌کنندگان یا پیش‌فرض‌های قیاس را به طور دیداری می‌دیدند و یا پیش‌فرض‌ها را می‌شنیدند که یکی یکی خوانده می‌شد. آنها فرض کرده بودند که ارائه کلامی می‌تواند منجر به بار حافظه کاری بیشتر شود چرا که شرکت‌کنندگان باید محتوای پیش‌فرض‌ها را تا زمان حل مساله حفظ و نگهداری کنند. آنها در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که شرکت‌کنندگان هنگامی که مواد به طور شفاهی ارائه می‌شد در مقایسه با زمانی که به طور دیداری ارائه می‌شد، مرتکب خطای بیشتری شدند. تحلیل خطاها نشان داده است که خطا در نتیجه ناتوانی در به خاطر سپاری پیش‌فرض‌ها به درستی بوده است و در فرایند یکپارچه سازی اطلاعات بین پیش‌فرض‌ها، خطا اتفاق نمی‌افتد.

نکته دیگری که می‌بایست مورد توجه قرار گیرد این است که تکالیف استدلال سیال به واسطه پیچیدگی شناختی که دارند، نیازمند منابع در دسترس بیشتری است، در چنین مواقعی اگر حافظه کاری ظرفیت کافی برای این منابع را در اختیار نداشته باشد یک تعلیق یا از کارافتادگی هم در کارکرد اندوژی و هم در کارکرد محاسباتی، تجربه خواهد شد و در نتیجه انجام تکالیف استدلال سیال با دشواری مواجه خواهد شد (Colom, et al., 2004: 282-3). به عبارت دیگر، ماده‌های مورد استفاده در تکالیف استدلال سیال، واجد ویژگی‌هایی هستند که در شکل‌گیری رابطه حافظه کاری و هوش سیال موثر هستند. یکی از این ویژگی‌ها، تعداد عناصر یا قواعد بکار رفته در هر سؤال است. عناصر دلالت بر تعداد اشکال یا ویژگی‌های هندسی موجود در یک آیتم یا سؤال و قواعد به معنای تعداد روابط موجود بین این عناصر است. به نظر می‌رسد هنگامیکه تعداد عناصر و قواعد افزایش می‌یابد، زمان پردازش همزمان، بیش از آنچه که یک کارکرد اضافی ساده نیاز دارد افزایش می‌یابد و چون کارکرد پردازشی و دستکاری افزایش می‌یابد ظرفیت اندوژی موجود کاهش پیدا می‌کند (یعنی هنگام اندوزش و پردازش همزمان با افزایش پردازش، ظرفیت

اندوزشی کاهش پیدا می‌کند) و نیاز به ظرفیت اندوزشی مازاد بوجود می‌آید. در نتیجه فرد ممکن است به دلیل عدم دسترسی به ظرفیت اندوزشی مازاد نیازمند استفاده از راهبردهای مدیریت حافظه باشد. به عبارت ساده‌تر فرد در چنین شرایطی برای اندوزش اطلاعات هم نیاز به ظرفیت‌های حافظه‌ای دارد (اندوزش کوتاه‌مدت) و هم نیاز به سازماندهی موثر اهداف یا عناصر رمزگردانی شده (مولفه اجرایی مرکزی). در واقع در تکالیف ساده تعداد اطلاعاتی که فعال نگه داشته می‌شوند محدود هستند در نتیجه فقط میانگیرهای اندوزش کوتاه‌مدت درگیر می‌شوند اما در تکالیف پیچیده مانند تکالیف استدلال سیال عناصری که باید فعال نگه داشته شوند، از ظرفیت میانگیرهای اندوزشی کوتاه‌مدت فراتر می‌روند و برای مواجهه با این بار بیش از حد، می‌بایست راهبرد (strategy) بکار گرفته شود. بکارگیری راهبرد هم، نیازمند درگیری مولفه‌های توجهی اجرایی مرکزی حافظه کاری است. همچنین به نظر می‌رسد یک جنبه مهم در انجام تکالیف مربوط به استدلال سیال، کشف و نگهداری یک قانده یه محض ورود به مساله است. به محض پیش رفتن در استدلال، قانده‌های بیشتری درگیر می‌شوند بنابراین فرد باید بتواند قانده را کشف و نگه دارد و همزمان قانده بعدی را جستجو، کشف و ذخیره کند و به همین ترتیب تا حل کامل مساله پیش برود (Carpenter et al, 1990: 415-16).

۳.۴ سطح رفتاری

به منظور مطالعه در سطح رفتاری، یک بررسی کمی ساده، انجام شده است. در این بررسی، رابطه همبستگی بین ظرفیت حافظه کاری و استدلال سیال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داده است کلیه روابط بین هر سه تکلیف حافظه‌کاری با هر ۴ خرده آزمون استدلال سیال، به لحاظ آماری معنادار است. با این حال بیشترین رابطه مربوط به حافظه کاری (فراخنای وارونه اعداد) و استدلال مقوله‌ای ($r=0/52$ ؛ $p < 0/01$)؛ حافظه کاری (فراخنای وارونه حروف) و استدلال ماتریس - ($r=0/51$ ؛ $p < 0/01$)؛ حافظه کاری (فراخنای وارونه اعداد) و استدلال مقوله‌ای ($r=0/50$ ؛ $p < 0/01$) و حافظه کاری (فراخنای وارونه اعداد) و استدلال ماتریس ($r=0/50$ ؛ $p < 0/01$) بوده است. این نتایج بیانگر همبستگی تقریباً قوی بین تکالیف حافظه کاری و تکالیف استدلال سیال است و به این معنا است که حدود ۲۵ درصد ($r^2=0/25$) عملکرد در تکالیف استدلالی توسط ظرفیت حافظه کاری پیش‌بینی می‌شود.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادهای کاربردی

به نظر می‌رسد، حافظه بیش از آنکه یک مخزن و یا انباره برای نگهداری منفعلانه اطلاعات باشد یک نظام شناختی پیچیده است که علاوه بر نگهداری اطلاعات، پردازش و یا دستکاری همزمان همان اطلاعات و یا اطلاعات دیگر را نیز انجام خواهد داد. شواهد مرور شده عصب‌روان‌شناختی، نظریه‌ای و تحلیل در سطح رفتاری ارائه شده در این مطالعه نشان داده است این نگاه به حافظه می‌تواند یک پیش‌نیاز ضروری برای انجام تکالیف استدلالی باشد. این نگاه می‌تواند واجد دلالت‌های کاربردی باشد: الف) همچنانکه گفته شد یافته‌های اساسی مطالعه حاضر این بوده است که حافظه کاری می‌تواند یک نقش پیش‌نیاز برای انجام تکالیف استدلال سیال داشته باشد. بر این اساس مداخله در ظرفیت حافظه کاری به منظور ارتقاء عملکرد توانایی‌های استدلالی کودکان، بویژه مهارت‌های فکر کردن و استدلال کردن در حلقه کندو کاو فلسفی کودکان می‌تواند یک پیشنهاد مفید و اساسی باشد. در طول فعالیت‌های شناختی پیچیده، یعنی استدلال کردن در حلقه کندو و کاو، یک حافظه کاری پیشرفته‌تر می‌تواند (۱) منابع در دسترس و اطلاعات بیشتری را فعال نگه دارد، در نتیجه کودک، می‌تواند پاسخ‌های چندگانه ارائه شده از سوی اعضای حلقه را فعال نگه داشته و از مجموع پاسخ‌های فعال نگه داشته شده، مفهوم‌سازی جدیدی استنباط نماید؛ (۲) دستکاری ذهنی پاسخ‌های دیگران، تسهیل یافته و در نتیجه ارائه استنباط جدید توسط کودک تسهیل می‌شود. (۳) در حلقه کندو و کاو، هر کودک به طور پیوسته با پاسخ‌های جدید به مساله طرح شده، مواجه می‌شود. از این رو نیاز است به منظور مواجه موثر با مساله، حافظه کاری نیز به سرعت و به طور پیوسته، محتوای خود را بروزرسانی کند. از این رو در حلقه‌های کندو و کاو فلسفی، می‌بایست تلاش نمود بار شناختی بر حافظه به حداقل برسد تا منابع بیشتری در اختیار تکالیف استدلالی قرار گیرد و این منابع فعال نگه داشته شوند. به این منظور پیشنهاد می‌شود در طول حلقه‌های کندوکاو از ارائه توضیحات غیر ضروری پرهیز شود، به دانش‌آموز آموزش داده شود کی، چرا و چگونه از راهبرد (قطعه‌بندی، مرور بسطی و ...) استفاده کند؛ از سازمان‌دهنده‌های پیشرفته استفاده شود، برای نمونه کودک به این سئوال‌ها جواب دهد: چه چیزی می‌دانسته؟ چه چیزی می‌خواهم یاد بگیرد؟ و در پایان پرسیده شود که چه چیزی یاد گرفته است؟ (ب) به نظر می‌رسد برخی از تکالیف در درس ریاضی بویژه آنهایی که استدلال کمی را مورد تاکید قرار می‌دهند می‌تواند نزدیکی مفهومی به تکالیف استدلال سیال داشته باشند، از این رو مکانیسم دخالت حافظه کاری در تکالیف استدلال

سیال، می‌تواند در مورد آنها نیز صادق باشد. برای مثال، Hunter (1957) محاسبه ذهنی را «توالی مراحل» (a succession of stage) می‌داندست و معتقد بود هر بخش از محاسبه که انجام می‌شود می‌بایست ذخیره شود تا بخش بعدی انجام شود. بنابراین عملکرد در تکالیف ریاضی نیازمند اندوزش موقتی برخی اطلاعات است. این اندوزش موقتی می‌تواند بسته به مساله یا در حلقه واج‌شناختی و یا در لوح دیداری فضایی انجام شود. Noel, Desert, Aubrun & Seron (2001: 38-39) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند عملکرد در مسائل ریاضی هنگامی که ارقام مورد استفاده در تکالیف به همدیگر شباهت واج‌شناختی داشته باشند به طور معناداری کاهش پیدا می‌کند. این موضوع موید اندوزش موقتی اطلاعات در حلقه واج‌شناختی برای حل مسائل ریاضی است. از سوی دیگر شواهد پژوهش (see Bull & Espy, 2006) نشان دادند کودکانی که توانایی ریاضی ضعیف‌تری دارند دشواری بیشتری در بازداری اطلاعات نامربوط، بروز رسانی اطلاعات در حافظه کاری و انعطاف در انتقال از یک راهبرد به راهبرد دیگر دارند (نیازمندی به کارکردهای توجهی اجرایی مرکزی در انجام تکالیف ریاضی). در کلاس‌های ریاضی و به عنوان ساده‌ترین راه‌ها می‌توان اطلاعات را در یک زنجیره منطقی ارائه نمود تا پردازش اطلاعات، ساده‌تر صورت گیرد و از تحمیل بار اضافی به اندوزش موقتی اجتناب شود؛ به کودکانی که به لوح دیداری فضایی به عنوان فضای کاری برای محاسبه تکیه بیشتری دارند می‌توان از طریق تغییر روش ارائه از کلامی به دیداری کمک کرد؛ می‌توان با استفاده از راهبردهایی مانند آگاه کردن دانش‌آموزان از اطلاعات نامربوطی که ممکن است با حل مساله تداخل پیدا کند و یا حتی خط کشیدن زیر نکات مهم و مربوط به مساله، بازداری از اطلاعات نامربوط را در آنها تقویت کرد؛ و با در معرض قرار دادن مکرر دانش‌آموزان با تکالیفی که اکتساب قواعد پیچیده را به تدریج تسهیل می‌سازد کنترل توجه، نگهداری اطلاعات در حافظه کاری و کارآمدی در کشف خطاها را تقویت نمود (Bull & Espy, 2006: 114-116).

کتاب‌نامه

- الهی، طاهره؛ آزادفلاح، پروریز؛ فتحی آشتیانی، علی؛ پورحسین، رضا (۱۳۸۸). نقش حافظه کاری در جمع ذهنی کودکان پیش‌دبستانی. مجله علوم رفتاری. ۳(۴). ۲۷۷-۲۷۱.
- امین‌زاده، انوشه و حسن‌آبادی، حمیدرضا (۱۳۸۹). نارسایی‌های شناختی زیربنایی در ناتوانی ریاضی. روان‌شناسی تحولی: روان‌شناسان ایرانی. ۶(۲۳). ۱۸۷-۲۰۰.

۲۰ آیا حافظه کاری، برای فرایندهای استدلالی در کودکان اهمیت پیشایندهی دارد؟ ...

عابدی، محمدرضا (۱۳۸۷). انطباق و هنجاریابی آزمون هوش کودکان و کسلسر. ویرایش چهارم. اصفهان. نوشته.

- Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2002). Individual differences in working memory within a nomological network of cognitive and perceptual speed abilities. *Journal of Experimental Psychology*, 131, 567-589.
- Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs? *Psychological Bulletin*, 131, 30-60.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., & Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 85-106.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews: Neuroscience*, 4, 829-839.
- Baddeley, A. D. (2006). Working memory: An overview. In S. J. Pickering (Ed.), *Working memory and education* (pp. 1-31). Burlington, MA: Academic Press.
- Baddeley, A., (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136-141.
- Baddeley, A.D. (1996a). The concept of working memory. In S. E. Gathercole (Ed.), *Models of short-term memory* (pp. 1-27). East Sussex, UK: Lawrence Erlbaum.
- Blair, C. (2006). How similar are fluid cognition and general intelligence? A developmental neuroscience perspective on fluid cognition as an aspect of human cognitive ability. *Behavioral and Brain Sciences*, 29, 109-160.
- Braver, T. S., Gray, J. R., & Burgess, G. C. (2007). Explaining the many varieties of working memory variation: Dual mechanisms of cognitive control. In A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake, & J. N. Towse (Eds.), *Variation in working memory* (pp. 76-106). Oxford: Oxford University Press.
- Bull, R. and Espy, K. A., "Working memory, executive functioning, and children's mathematics" (2006). Developmental Cognitive Neuroscience Laboratory - Faculty and Staff Publications. Paper 30.
- Burgess, G. C., Gray, J. R., Conway, A. R. A., & Braver, T. S. (2011). Neural mechanisms of interference control underlie the relationship between fluid intelligence and working memory span. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140, 674 - 692. <http://dx.doi.org/10.1037/a0024695>.
- Capon, A , Handley, S & Dennis, I (2003) Working memory and reasoning: An individual differences perspective, *Thinking & Reasoning*, 9:3, 203-244, DOI: 10.1080/13546781343000222

- Carpenter, P. A., Just, M. A., & Shell, P. (1990). What one intelligence test measures: A theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices Test. *Psychological Review*, 97, 404–431.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities*. New York: Cambridge Univ. Press.
- Colom, R., Flores-Mendoza, C., & Rebollo, I. (2003). Working memory and intelligence. *Personality and Individual Differences*, 34, 33–39.
- Colom, R., Flores-Mendoza, C., Quiroga, M. A., & Privado, J. (2005). Working memory and general intelligence: The role of short-term storage. *Personality and Individual Differences*, 39(5), 1005–1014.
- Colom, R., Rebollo, I., Palacios, A., Juan-Espinosa, M., & Kyllonen, P. C. (2004). Working memory is (almost) perfectly predicted by g. *Intelligence*, 32, 277–296.
- Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J., & Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 163–183.
- Copeland, D. E., Radvansky, G. A. (2004). Working memory and syllogistic reasoning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 57 (8), 1437-1457.
- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
- Cowan, N., (1999). An embedded process model of working memory. In A. Miyake & P. Shah(Eds), *model of working memory; mechanisms of active maintenance and executive control*. (pp 62-101). New York; Cambridge University Press.
- Cowan, N., Elliott, E. M., Saults, J. S., Morey, C. C., Mattox, S., Hismjatullina, A., et al. (2005). On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive Psychology*, 51(1), 42–100.
- Dyke, J. A. V., Johns, C. L., & Kukona, A. (2014). Low working memory capacity is only spuriously related to poor reading comprehension. *Cognition*. 131: 373-403.
- Engle de Abreu, P. M. J., Conway, A. R. A., Gathercole, S. E. (2010). Working memory and fluid intelligence in young children. *Intelligence*. 38, 552-561.
- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity and a two factor theory of cognitive control. *The Psychology of Learning and Motivation*. 44: 145-199.
- Gilhooly, K.J., Logie, R.H., Wetherick, N.E., & Wynn, V. (1993). Working memory and strategies in syllogistic reasoning tasks. *Memory and Cognition*, 21, 115± 124.
- Gray, J. R., Chabris, C. F., & Braver, T. S. (2003). Neural mechanisms of general fluid intelligence. *Neuroscience*. 6: 316-322. Doi; 10.1038/nn1014.
- Heit, E., Rotello, C. M., Hayes, B. K. (2012). Relations between memory and reasoning. *Psychology of learning and motivation*. 57: 57- 101.
- Hornung, C., Brunner, M, Reuter, A.P., Martin, R.(2011). Children,s working memory: its structure and relationship to fluid intelligence. *Intelligence*, 39, 210-221.
- Johnson-Laird, P.N. (1993). *Human and machine thinking*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Jung, R. E., & Haier, R. J. (2007). The Parieto-Frontal Integration Theory (P-FIT) of intelligence: Converging neuroimaging evidence. *Behavioral and Brain Sciences*, 30.

- Kan, K., Kievit, R. A., Dolan, C., & van der Mass, H. (2011). On the interpretation of the CHC factor Gc. *Intelligence*, 39, 292–302.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and the control of attention; the contribution of goal neglect, response competition and task set to stroop interference. *Journal of Experimental Psychology*, 132, 47-70.
- kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent variable approach to verbal and visuo-spatial memory span anreasoning. *Journal of Experimental Psychology. General*, 133, 189–217.
- Klauer, K. J. & Phye, G. D. (2008). Inductive reasoning: A training approach. *Review of Educational Research*, 78, 85-123.
- Kuwajima, M., Sawaguchi, T. (2010). Similar prefrontal cortical activities between general fluid intelligence and visuospatial working memory tasks in preschool children as revealed by optical topography. *Exp Brain Res*. 206, 381-397.
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity? *Intelligence*, 14, 389–433.
- Lohman, D. F. (2001). Fluid intelligence, inductive reasoning, and working memory: where the theory of multiple intelligence falls short. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association in Seattle, WA.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of EFs and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41,49–100.
- Noel, M. P., desert, M., Aubrun, A., & Seron, X. (2001). Involvement of short term memory in complex mental calculation. *Memory & cognition*. 29 (1): 34-42.
- Nunes, T., Bryant, P., Evans, D & Barros, R (2015) Assessing Quantitative Reasoning in Young Children, *Mathematical Thinking and Learning*, 17:2-3, 178-196, DOI 10.1080/10986065.2015.1016815
- Oberauer, K., Schulze, R., Wilhelm, O., & Süß, H. M. (2005). Working memory and intelligence — Their correlation and their relation: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131(1), 61–65.
- POLK, T. A., & NEWELL, A. (1995). Deduction as verbal reasoning. *Psychological Review*, 102, 533–566.
- Schneider, J & McGrew, K. (2012). The Cattell-Horn-Carroll model of intelligence: A visual tour and summary. Institute for Applied Psychometrics.
- Sternberg, R. J., & Kaufman, S. B. (Eds.). (2011). *Cambridge handbook of intelligence*. New York: Cambridge University Press.
- Unsworth, N., Redick, T. S., Heitz, R. P., Broadway, J. M., & Engle, R.W. (2009) Complex working memory span tasks and higher-order cognition: A latent-variable analysis of the relationship between processing and storage. *Memory*, 17(6), 635–654.
- Van Dyke, J. A., Johns, C. L., & Kukona, A. (2014). Low working memory capacity is only spuriously related to poor reading comprehension. *Cognition*, 131, 373–403.

Weber, E., Ellis, A., Kulow, T & Ozgur, Z. (2014). Six Principles for Quantitative Reasoning and Modeling. *The Mathematics teacher*, 108 (1): 24-30.

Zielinski, T. A., Goodwin, G. P., & Halford, G. S. (2010). Complexity of categorical syllogisms: An integration of two metrics. *European Journal of Cognitive Psychology*, 22(3), 391–421. First published on 07 September 2009.