Archive of SID

صالحی، وحید؛ مرادی مخلص، حسین؛ قراباغی، حسن (۱۳۹۸). نظریه بار شناختی در یادگیری چندرسانه‌ای: بررسی سیر تحول تاریخی و نقدی بر چارچوب نظری. پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت،۹ (۲)، ۴۹-۲۲.
DOI: 10.22067/fedu.v9i2.76911

نظریه بار شناختی در یادگیری چندرسانه‌ای: بررسی سیر تحول تاریخی و نقدی بر چارچوب نظری

وحید صالحی[۱]، حسین مرادی مخلص[۲]، حسن قراباغی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۹/۲

چکیده

هدف اصلی این مقاله، معرفی نظریه بار شناختی در یادگیری چندرسانه‌ای، مروری بر سیر تحول تاریخی و نقدی بر چارچوب نظری آن می‌باشد. یافته‌های به دست آمده حاکی از آن است که نظریه بار شناختی به عنوان یکی از تأثیرگذارترین نظریه‌ها در طراحی محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای شامل سه مرحله تحولی بار شناختی بیرونی در حل مسئله، بار شناختی درونی و فرضیه مجموع اولیه و نیز بار شناختی مطلوب و فرضیه مجموع ثانویه را پشت سر گذاشته است. همچنین، با نقدی بر چارچوب نظریه بار شناختی بیان شد که بار شناختی مطلوب به اندازه مفاهیم بار درونی و بیرونی، نقش تبیین و پیش‌بینی کنندگی در نظریه بار شناختی ندارد. بنابراین، یک چارچوب دووجهی شامل بارهای شناختی درونی و بیرونی می‌تواند علاوه بر شفاف و ساده‌سازی چارچوب این نظریه، از گسترش بی‌رویه مرزهای آن و نیز از توسعه نابجای ابزارهای اندازه‌گیری و انواع سه‌گانه بار شناختی جلوگیری نماید.

واژه‌های کلیدی: نظریه بار شناختی، یادگیری چندرسانه‌ای، چارچوب نظری، تحول تاریخی.

۱ . استادیار گروه علوم تربیتی دانشگاه سید جمال‌الدین اسدآبادی، (نویسنده مسئول)، salehi.vahid@yahoo.com

۲ . استادیار گروه علوم تربیتی دانشگاه سید جمال‌الدین اسدآبادی، hmmkh2000@yahoo.com

۳. استادیار گروه علوم تربیتی دانشگاه ملایر

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه استفاده از ابزارهای آموزشی چندرسانه‌ای، فرایندهای یاددهی-یادگیری را دستخوش تحوّلات اساسی کرده است. باوجوداین، عدم توجه به اصول طراحی آموزشی، ویژگی‌های فردی فراگیران، عدم توجه به فرایندهای پردازش و یادگیری و ساختار شناختی انسان، در بسیاری از موارد منجر به طراحی و تولید مواد آموزشی چندرسانه‌ای می‌شود که نه تنها اثربخشی کمی در یادگیری دارند بلکه در مواردی مانع از آن نیز می‌شوند (Salehi, 2015). تلاش اصلی طراحان آموزشی، طراحی و ساختن مواد یادگیری به نحوی است که با فرایندهای پردازش و یادگیری انسان سازگار باشند (Van Merriënboer & Kirschner, 2017). نظریه بار شناختی[1] نمونه‌ای از این تلاش‌ها و در واقع یکی از مهم‌ترین نظریه‌ها در طراحی آموزشی محسوب می‌شود. این نظریه، راهبردهایی را برای طراحی مواد یادگیری که در قالب چندرسانه‌ای و سایر قالب‌ها هستند ارائه می‌کند. هدف نظریه بار شناختی، پیش‌بینی پیامدهای یادگیری با توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های ساختار شناختی انسان است (Sweller, 2011).

الگوهای نظری کنونی ساختار شناختی[2] انسان و شواهد تجربی موجود درباره عملکرد آن در یادگیری، نشان‌دهنده ویژگی‌های عمده‌ای است که زیربنای عملکرد این سیستم را تشکیل می‌دهد. اولین ویژگی، سیستم شناختی ما را به عنوان یک سیستم دانش‌محور[3] معرفی می‌کند (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011). ساختار شناختی ما شامل یک مخزن بزرگ از اطلاعات سازمان‌یافته با ظرفیت ذخیره‌سازی و مدت زمان نامحدود است. حافظه بلندمدت به عنوان مخزنی از دانش پایه سازمان‌یافته، همان مخزن اطلاعات است. این حافظه دربردارنده تعداد زیادی از ساختارهای دانش طرح‌واره‌ای[4] مختلف است که توانایی ما را برای عملکرد موفقیت‌آمیز در محیط‌های پیچیده تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌طورکلی، طرح‌واره‌ها، ساختارهای دانش سازمان‌یافته‌ای هستند که برای طبقه‌بندی و بازنمایی ذهنی مفاهیم و روش‌ها در حافظه بلندمدت مورد استفاده قرار می‌گیرند. ویژگی دوم ساختار شناختی ما سازوکار اجرایی آن است که دامنه تغییرات فوری در آن مخزن دانش سازمان‌یافته را به شدت محدود می‌کند. مفهوم حافظه کاری[5] بیانگر این سازوکار در یک سطح تجزیه‌وتحلیل روان‌شناختی است. برخی از الگوها، حافظه کاری را به عنوان یک عنصر جداگانه در سیستم پردازش اطلاعات در نظر می‌گیرند (Kalyuga, 2009)، درحالی‌که، دیگر الگوها، حافظه فعال را به عنوان بخشی فعال از حافظه بلندمدت به حساب می‌آورند (Cowan, 2001).

1. Cognitive Load Theory
2. Cognitive Structure
3. Knowledge-Based
4. Schema
5. Working Memory

www.SID.ir

Archive of SID

در هر صورت، ویژگی مشترک اساسی بیشتر الگوهای حافظه فعال، محدودیت‌های شدید در ظرفیت و مدت زمان این حافظه به هنگام مواجهه با اطلاعات جدید است. حافظه فعال یک مخزن ذخیره‌سازی و تغییر اطلاعات کلامی و تصویری است که به هنگام ساختن و به‌روزرسانی بازنمایی‌های ذهنی یک موقعیت یا تکلیف، در کانون توجه فرد قرار دارد. اگر تعداد عناصری که به‌طور هم‌زمان در حافظه فعال مورد پردازش قرار می‌گیرند بسیار زیاد باشند، ظرفیت این حافظه بیش از اندازه پُر می‌شود و منجر به اضافه بار شناختی[1] می‌شود (Sweller, 2004). سومین ویژگی اصلی سیستم شناختی ما، توانایی آن در سازمان‌دهی موقعیت‌ها و تکالیف پیچیده، هدایت صحیح توجه ما و هماهنگی فعالیت‌های شناختی مختلف است. با توجه به محدودیت‌های ذکر شده برای حافظه فعال، این توانایی بزرگی است که فرایندهای شناختی عالی را ممکن می‌سازد و توانایی‌های ذهنی ما را به روشی مؤثر شکل می‌دهد. فرض بر این است که ساختارهای دانش موجود می‌توانند این سازمان‌دهی و نقش (اجرایی) را ایفا نمایند (Sweller, 2008).

نظریه بار شناختی به عنوان یکی از نظریه‌های مرتبط با پردازش اطلاعات، چارچوبی را برای طراحی مواد آموزشی چندرسانه‌ای فراهم آورده است. فرض اساسی این نظریه آن است که فراگیران به هنگام مواجهه با اطلاعات جدید، از ظرفیت حافظه فعال بسیار محدودی برای پردازش برخوردارند. بر این اساس، اگر بار ذهنی حاصل از محتوای آموزشی فراتر از ظرفیت محدود حافظه فعال یادگیرنده باشد، در یادگیری او اختلال ایجاد خواهد شد. بر این اساس، بیان شده است که علت نا مؤثر بودن تعداد زیادی از مواد آموزشی چندرسانه‌ای، بی‌توجهی آن‌ها به محدودیت‌های نظام پردازش اطلاعات انسان، به ویژه محدودیت ظرفیت پردازش حافظهٔ فعال می‌باشد. در ادامه به معرفی نظریه بار شناختی و بررسی سیر تحولی و ارتباط آن با برخی از مهم‌ترین نظریه‌های حوزه یادگیری خواهیم پرداخت.

نظریه بار شناختی

نظریه بار شناختی یک نظریه روان‌شناختی است، چراکه تلاش می‌کند تا پدیده‌های روان‌شناختی و رفتاری حاصل از آموزش را تبیین کند (Plass, Moreno & Brunken, 2010). نظریه‌های روان‌شناختی به بررسی روابط ممکن بین سازه‌های روان‌شناختی[2] یا بین سازه روان‌شناختی و یک پدیده قابل‌مشاهده دارای نتیجه عملی می‌پردازند. سازه روانی، یک صفت[3] یا مهارت[4] است که در مغز انسان اتفاق می‌افتد. در نظریه بار شناختی، سازه‌های اصلی موردنظر، عبارت‌اند: از *بار شناختی* –که نام نظریه از آن گرفته شده– و *یادگیری*.

1. Cognitive Overload
2. Psychological Constructs
3. Attribute
4. Skill

www.SID.ir

Archive of SID

نظریه بار شناختی برای توضیح اثرات طراحی آموزشی بر این دو سازه توسعه یافته است.

ایده بار شناختی در هنگام توسعه این نظریه، ایده جدیدی نبود. پیش از آن، یک سازه روانی مشابه به نام «بار ذهنی[1]» به عنوان تفاوت بین پیش‌نیازهای انجام یک تکلیف و توانایی فرد برای تسلط یافتن بر این پیش‌نیازها، در حوزه روانشناسی عوامل انسانی[2] توسط مورای[3] (۱۹۷۹) تعریف شده بود (Plass, Moreno & Brunken, 2010). سازه بار ذهنی، یکی از مفاهیم اساسی در علم عوامل انسانی است که به درک چگونگی تعامل ویژگی‌های خاص فیزیکی، شناختی و اجتماعی انسان با سیستم‌های فناورانه، محیط اجتماعی انسان و سازمان‌های انسانی می‌پردازد. ارتباط بار روانی یا بارکاری[4] و عملکرد در بسیاری از زمینه‌ها ازجمله ارگونومی شناختی[5]، استفاده‌پذیری[6]، تعامل انسان- رایانه، انسان- ماشین و مهندسی تجربه کاربر[7] موردبررسی قرار گرفته است (Hancock & Desmond, 2001;Wickens & Hollands, 2000). به همین ترتیب، سازه دشواری تکلیف[8] برای اشاره به بار روانی تجربه شده در طول عملکرد با هدف اندازه‌گیری دشواری کار برای برخی تخصص‌های حرفه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است (Wirth, Künsting & Leutner, 2013). تأثیر این کار در توسعه نظریه بار شناختی روشن است. به عنوان نمونه، توسعه اولین مقیاس بار شناختی ذهنی[9](Paas & van Merrienboer,1993) با الهام از مقیاس سنجش دشواری درک شده سؤالات در آزمونه‌ای شناختی صورت گرفت.

سازه بار شناختی از این حیث که دشواری‌هایی را که یک تکلیف مشخص به فرد تحمیل می‌کند مورد توجه قرار می‌دهد، با سازه بار کاری تشابه دارد. باوجوداین، سازه بار شناختی به اثرات روان‌شناختی که باورها، انتظارات و هدف‌های افراد بر ادراکشان از بار تحمیل‌شده دارد، توجه نمی‌کند. این مسئله به عنوان یکی از محدودیت‌های نظریه بار شناختی مطرح شده است (Bannert, 2002; Moreno, 2006). نظریه‌های روان‌شناختی اولیه، ماهیت چندبعدی سازه بار ذهنی را با تعریف آن به عنوان تجربه روانی ناشی از تعامل ویژگی‌های ذهنی فردی و ویژگی‌های عینی تکلیف به رسمیت شناخته‌اند. به‌زعم کانتوویتز[10]، بار ذهنی، یک تجربه ذهنی است که علاوه بر تعداد، نوع و دشواری تکالیف اجرا شده، تلاش‌های صورت

1. Mental Load
2. Human Factors
3. Moray
4. Workload
5. Cognitive Ergonomics
6. Usability
7. User Experience Engineering
8. Task Difficulty
9. Subjective Cognitive Load Scale
10. Kantowitz

www.SID.ir

Archive of SID

گرفته و موفقیت در دستیابی به هدف‌های موردنظر، ناشی از انگیزش[1]، توانایی[2]، انتظارات[3]، کارورزی[4]، زمان‌بندی[5]، استرس، خستگی[6] و شرایط می‌باشد (Moreno, 2006). نظریه بار شناختی بیشتر بر چگونگی تأثیر ویژگی‌های عینی تکلیف بر بار شناختی و در نتیجه یادگیری متمرکز بوده است. تنها ویژگی فردی که به صراحت در چارچوب نظری آن بیان شده است، دانش پیشین فراگیران می‌باشد (Kalyuga, Chandler & Sweller, 1998). دیگر ویژگی‌های فردی از قبیل توانایی‌ها و سبک‌های شناختی، خودتنظیمی و انگیزش که تا حد بسیار زیادی پیش‌بینی کننده یادگیری می‌باشند، در چارچوب نظریه بار شناختی مورد توجه قرار نگرفته‌اند (Moreno, 2005).

انواع بار شناختی در آموزش

بار شناختی در طول یادگیری عبارت است از دشواری کاری حافظه فعال که ناشی از فعالیت‌های شناختی طراحی شده برای دستیابی به هدف‌های یادگیری خاص است (Sweller & Paas, 2017). در ادامه به معرفی سه نوع بار شناختی مطرح در نظریه بار شناختی اشاره می‌شود.

۱) **بار شناختی درونی:** یکی از منابع اصلی بار شناختی، فعالیت‌هایی است که برای یادگیری ارتباطات بین عناصر اطلاعاتی و نیز ساختن ساختارهای دانش جدید در حافظه فعال ضروری هستند. این نوع از بار، به عنوان بار شناختی درونی شناخته می‌شود و مربوط به پیچیدگی ذهنی درونی مطالب آموزشی است. بزرگی بار شناختی درونی تجربه شده توسط یک یادگیرنده، به میزان تعامل بین عناصر یادگیری و سطح خبرگی یادگیرنده در یک حیطه بستگی دارد (Chen, Castro-Alonso, Paas & Sweller, 2017). یک عنصر یادگیری، قطعه اطلاعاتی[7] دارای بالاترین سطح برای یک یادگیرنده در یک حیطه تخصصی است. محتوای قطعات اطلاعاتی مختلف بستگی به طرح‌واره‌هایی دارد که فراگیران در حافظه بلندمدت شان نگهداری می‌کنند. با افزایش میزان خبرگی یادگیرنده، اندازه قطعات افزایش می‌یابد. بسیاری از عناصری که برای یک یادگیرنده مبتدی مجزا از هم می‌باشند، برای یک یادگیرنده خبره با هم ادغام شده و به صورت یک عنصر واحد در می‌آیند (Plass, Moreno & Brunken, 2010).

هنگامی‌که لازم است برای درک آموزش، عناصر یادگیری به‌طور هم‌زمان پردازش شوند (حتی

1. Motivation
2. Ability
3. Expectations
4. Training
5. Timing
6. Fatigue
7. Information Chunk

www.SID.ir

Archive of SID

اگر تعداد این عناصر نسبتاً اندک باشد)، مطالب آموزشی دارای تعامل عنصری[1] بالایی بوده و می‌توانند بار شناختی درونی زیادی تحمیل کنند. به عنوان نمونه، یادگیری نحوه عملکرد یک مدار الکتریکی، بسیار دشوارتر از آشنایی با هر یک از عناصر این مدار است. ممکن است یادگیرنده به خوبی با همه عناصر مدار آشنایی داشته باشد، به‌گونه‌ای که تصور شود که او طرح‌واره‌های سطح پایین‌تر پیش‌نیاز آن عناصر را کسب کرده است (در غیر این صورت، تعداد عناصر به طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش خواهد یافت). هنگامی‌که این عناصر در قالب یک مدار با هم ترکیب می‌شوند، با هم مرتبط شده و برای درک عملکرد مدار باید آن‌ها را هم‌زمان و به صورت یک کل در نظر گرفت. هنگامی‌که تعاملات عناصر مدار یاد گرفته شوند، طرح‌واره‌های سطح پایین با هم ترکیب شده و خود به عنوان عناصر یک طرح‌واره سطح بالاتر عمل می‌کنند که این طرح‌واره سطح بالاتر نیز به صورت یک عنصر واحد درمی‌آید. اگر این یادگیرنده با این ترکیب‌بندی قطعات الکترونیکی در یک مدار جدید مواجه شود، پردازش شناختی او نیازمند کمترین میزان پردازش شناختی است.

۲) بار شناختی بیرونی: بار شناختی بیرونی از طریق طراحی آموزشی که می‌تواند اشکال مختلف (دستورالعمل‌های نوشتاری، توضیحات عملی و غیره)، حالت‌های مختلف (کلامی، تصویری)، کانال‌های حسّی گوناگون (دیداری یا شنیداری)، نیازمندی به فعالیت‌های مختلف فراگیران (حل مسئله، مطالعه نمونه-های حل شده، کاوشگری و غیره) و توالی‌ها و اندازه گام‌های مختلفی از تکالیف یادگیری (تکالیف کل به جزء یا جزء به کل) باشد، ایجاد می‌شود. بار شناختی بیرونی، مرتبط با فعالیت‌های شناختی است که یادگیرنده به دلیل شیوه سازمان‌دهی و ارائه تکالیف یادگیری با آن‌ها درگیر می‌شود. این نوع بار شناختی برای دستیابی به هدف‌های آموزشی ضروری نیست (Roussel, Joulia, Tricot & Sweller, 2017). به عنوان نمونه، هنگامی‌که برخی از عناصر آموزشی مرتبط با هم (متنی، گرافیکی، صوتی) از لحاظ زمانی و مکانی به‌صورت جدا از هم قرار می‌گیرند، ادغام آن‌ها با یکدیگر نیازمند فرایند جستجو و یادآوری عناصری است که باید با یکدیگر ترکیب شده و مورد پردازش قرار گیرند. این پردازش‌ها نیازمند منابع اضافی بوده و ممکن است بار حافظه فعال را به‌طور قابل‌توجهی افزایش دهند. اگر نمودار تصویری یک مدار الکترونیکی با توضیحات آموزشی متنی مجزا طراحی‌شده باشد، درک این آموزش‌ها نیازمند ادغام متن و تصویر است. این کار نیازمند آن است که بخش‌هایی از متن در حافظه فعال نگهداری شود تا زمانی که محل اجزای مرتبط با آن در نمودار مدار الکترونیکی پیدا شود، به آن توجه شود و مورد پردازش قرار گیرد، یا آنکه برخی از تصاویر نمودار

1. Element Interactivity

www.SID.ir

Archive of SID

به‌صورت فعال حفظ شوند تا اینکه بخش‌های متنی مرتبط با آن یافت و خوانده شده و مورد پردازش قرار گیرند. این فرایند جستجو و انطباق، احتمالاً باعث افزایش بار شناختی بیرونی می‌شود. به همین ترتیب، حل مسئله با استفاده از فرایندهای جستجو معمولاً شامل تعداد زیادی از عناصرِ در تعامل با یکدیگر در حافظه فعال است. چنین حل مسئله‌ای نیازمند استفاده از منابع شناختی قابل‌توجهی است که در جهت یادگیری مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. این تلاش‌های شناختی، نسبت به هدف یادگیری، اضافی بوده و باید به عنوان بار شناختی بیرونی مورد توجه قرار گیرند.

به‌طورکلی، بار شناختی بیرونی می‌تواند از طریق یک یا چند منبع زیر ایجاد شود:

۱) دانش پایه ناکافی یادگیرنده که با راهنمایی آموزشی جبران نمی‌شود، و بنابراین فراگیران را وادار می‌کند تا با استفاده از فرایندهای تصادفی، گام‌های حل مسئله را جستجو کنند (به جای آنکه به‌طور مستقیم فرایندهای حل مسئله را از طریق آموزش یاد بگیرند).

۲) همپوشانی دانش پایه موجود با راهنمایی آموزشی ارائه شده، به‌طوری‌که هدف هر دو، فعالیت‌های شناختی یکسانی باشد. این مسئله باعث می‌شود تا فراگیران به جای استفاده از منابع شناختی برای ساختن بازنمایی‌های جدید، تلاش نمایند که بین بازنمایی‌های متفاوت از اطلاعات یکسان، ارتباط برقرار کنند.

۳) حجم بیش از اندازه تغییرات دانش پایه موردنیاز تکالیف یادگیری که باعث ورود تعداد زیادی از عناصر اطلاعاتی جدید به حافظه فعال برای یکپارچه شدن در ساختارهای حافظه بلندمدت می‌شود.

۴) بازنمایی‌های آموزشی مرتبط اما جدا (زمانی یا مکانی) از هم که فراگیران را وادار به فرایندهای جستجو و انطباق گسترده می‌کند (Plass et al., 2010).

۳) بار شناختی مطلوب: مفهوم بار شناختی مطلوب که ناشی از فعالیت‌های شناختی یاری‌دهنده یادگیری است، برای اشاره به مقتضیات مرتبط با یادگیری در حافظهٔ فعال، وارد نظریه بار شناختی شد (Sweller, 2017). اگرچه بر اساس این تعریف کلی، باید بار شناختی درونی را به عنوان بار مطلوب در نظر گرفت (وجه تمایز این دو هنوز مشخص نشده است)، اما بار شناختی مطلوب به طور سنتی با فعالیت‌های شناختی مرتبط بوده است که به‌صورت هدفمند برای تسهیل کسب و خودکار ساختن طرح‌واره، طراحی شده‌اند. به عنوان نمونه، بار شناختی حاصل از توضیح به خود[1] در یادگیری از نمونه‌های حل شده یا از طریق فعالیت‌های تصویرسازی ذهنی فرایندهای توصیف شده در آموزش (Scheiter & Gerjets, 2007) نمونه‌های

1. Self Explanation

www.SID.ir

Archive of SID

رایج از بار شناختی مطلوب هستند. بر اساس این دیدگاه، منابع بار شناختی مطلوب، فعالیت‌های شناختی کمکی هستند که برای افزایش یادگیری یا افزایش سطوح انگیزش[1] یادگیرنده طراحی شده‌اند. چنین فعالیت‌هایی به طور قطع بار شناختی کلی را افزایش می‌دهند و در یادگیری نقش مستقیم دارند. بنابراین، بار شناختی که به‌طور مستقیم در کسب طرح‌واره نقش دارد شامل بار شناختی درونی و مطلوب می‌شود. به‌عکس این بار مرتبط (خوب، مفید یا سازنده)، بار شناختی بیرونی (بد، مضر یا غیر سازنده) به انحراف منابع شناختی به سوی فعالیت‌های نامرتبط با یادگیری که ناشی از طراحی آموزشی ضعیف هستند اختصاص دارد (Roussel, Joulia, Tricot & Sweller, 2017).

بر اساس نظریه بار شناختی، برای آنکه آموزش مؤثر باشد، مجموع بارهای شناختی درونی و بیرونی نباید از ظرفیت محدوده حافظه فعال بیشتر شود. هنگامی‌که یادگیری مطالب آموزشی خاص، به این دلیل که نسبت به سطح خبرگی یادگیرنده از تعامل عنصری پایینی برخوردارند، نیازمند سطوح بالایی از بار شناختی درونی نیست، بار شناختی بیرونی ناشی از طراحی آموزشی ضعیف از اهمیت اندکی برخوردار خواهد بود؛ زیرا بار شناختی کلی از ظرفیت حافظه فعال بیشتر نمی‌شود (Sweller & Paas, 2017).

به‌عکس، هنگامی‌که مطالب آموزشی نسبت به سطح خبرگی یادگیرنده از تعامل عنصری بالایی برخوردار باشد، ممکن است نیازمند بار شناختی درونی سنگینی برای درک کردن آموزش باشند. در چنین موقعیتی، بار شناختی بیرونی حاصل از طراحی نامناسب، منابع شناختی ناکافی را برای یادگیری باقی می‌گذارد؛ زیرا بار شناختی کلی ممکن است از ظرفیت حافظه فعال یادگیرنده فراتر رود.

در بعضی از موقعیت‌ها، به دلیل انتخاب نامناسب هدف‌های یادگیری، توالی ضعیف یا گام‌های بیش از اندازه تکالیف یادگیری و دیگر نقایص طراحی آموزشی، بار درونی موردنیاز ممکن است از محدوده ظرفیت حافظه فعال برای یک سطح از خبرگی یادگیرنده فراتر رود. این بار درونی اضافی ممکن است باعث اختلال فرایندهای یادگیری شده و در نتیجه به شکلی از بار اضافی تبدیل شود. در رابطه با بار شناختی مطلوب نیز، درصورتی‌که از منابع بار شناختی بیش از محدودیت‌های حافظه فعال استفاده شود، شاهد کاهش یادگیری خواهیم بود. به طورنمونه، هنگامی‌که از فراگیران مبتدی خواسته می‌شود تا به هنگام مطالعه مطالب آموزشی پیچیده و دارای سطح بالا از تعامل عنصری، فرایندی را که دنبال می‌کنند برای خود توضیح دهند، احتمالاً این نوع از یادگیری ثمربخش نخواهد بود.

1 Motivation

www.SID.ir

Archive of SID

مراحل و سیر تحول تاریخی نظریه بار شناختی

نظریه بار شناختی در سیر تکامل خود مراحل مختلفی را پشت سر گذاشته است که در ادامه به شرح هر یک از این مراحل اشاره می‌شود.

مرحله اول: بار شناختی بیرونی در حل مسئله

نظریه بار شناختی سنتی بر رابطه بین نوع فرایندهای شناختی و ناشی از روش‌های مختلف حل مسئله و کسب طرح‌واره، متمرکز بود. باوجود عدم توسعه کامل بار شناختی به عنوان یک نظریه، تاریخ انتشار مقاله‌های اولیه‌ای که در آن‌ها از اصطلاح بار شناختی استفاده شده بود، به اواخر دهه ۱۹۸۰ بازمی‌گردد (Sweller,1988,1989). در این آثار، بنیان‌گذار نظریه بار شناختی، جان سوئلر[1]، بر نیازهای شناختی روش تحلیل «هدف- وسیله» بکار رفته در فعالیت‌های حل مسئله سنتی(روشی که در آن فراگیران برای دستیابی به خبرگی، تعداد زیادی از مسائل را به صورت مستقل حل می‌کند) تمرکز کرده بود. سوئلر با استفاده از رویکرد سیستم تولید[2]، مدعی شد که تحلیل هدف-وسیله، نسبت به راهبرد هدف آزاد[3] در حل مسائل، بار شناختی بیشتری را بر ظرفیت پردازش شناختی[4] محدود فراگیران تحمیل می‌کند. نتیجه‌گیری نظری این بود که تلاش شناختی صرف شده در تحلیل هدف-وسیله منجر به حل مسئله (هدف بلافاصله تکلیف) می‌شود، اما منابع شناختی کافی برای کسب طرح‌واره (هدف آموزش) باقی نمی‌گذارد. بنابراین، اولین فرضیه مطرح شده توسط نظریه بار شناختی، به رابطه بین روش‌های آموزشی مورد استفاده برای ارتقای توانایی حل مسئله و بار شناختی ناشی از چنین روش‌هایی می‌پرداخت. پژوهش‌های بعدی، از مقاله‌های سال‌های ۱۹۸۸ و ۱۹۸۹ به عنوان منابع اصلی نظریه بار شناختی استفاده کردند و جزئیات بیشتری را به ایده‌های اولیه این نظریه افزودند. به طور نمونه، سوئلر و همکارانش (۱۹۹۰) به این نکته اشاره دارند که چگونه منابع شناختی در طول یادگیری و حل مسئله توزیع می‌شوند. بسیاری از فعالیت‌های یادگیری و حل مسئله، بار شناختی سنگین و اضافه‌ای را تحمیل می‌کنند که با هدف اصلی تکلیف تداخل دارد. این مقاله و بسیاری از مقاله‌های دیگر نشان می‌دهند که سازه بار شناختی در مراحل اولیه نظریه، بیشتر متوجه تلاش‌های شناختی غیرضروری تحمیل شده از طریق طراحی آموزشی بود (Van Merrienboer & Ayres, 2005). ازآنجاکه می‌توان این بار را از طریق بازطراحی مناسب مواد آموزشی حذف کرد، آن را بار شناختی بیرونی[5] نام نهادند. در این مرحله علاوه بر بیان هدف نظریه بار شناختی، پیش‌فرض‌های زیر نیز مطرح شدند:

1. John Sweller
2. Production System Approach
3. Goal free
4. Cognitive Processing Capacity
5. Extraneous Cognitive Load

www.SID.ir

Archive of SID

۱) کسب طرح‌واره، عنصر سازنده عملکرد ماهرانه است.
۲) کسب طرح‌واره، نیازمند توجه مستقیم به حالت‌های مسئله و راه‌حل‌های مرتبط با هر یک از آن‌هاست.
۳) هنگامی‌که فراگیران به کسب طرح‌واره توجه می‌کنند، یادگیری‌شان افزایش می‌یابد.
۴) برای جلوگیری از تحمیل بار شناختی سنگین که در یادگیری اختلال ایجاد می‌کند، فعالیت‌های شناختی دیگر باید محدود باقی بمانند.

چنانکه ملاحظه می‌شود، مرحله اول توسعه نظریه بار شناختی معطوف به نحوه طراحی آموزشی برای ارتقای فرایند حل مسئله در حیطه‌های به خوبی تعریف شده بود و از پژوهش‌های انجام شده در حوزه حل مسئله خبرگان و نظریه طرح‌واره الهام می‌گرفت. بر اساس نظریه طرح‌واره، افراد، دانش را مانند شبکه‌هایی از حقایق و مفاهیم مرتبط بازنمایی می‌کنند. این شبکه‌ها، ساختار موردنیاز برای درک اطلاعات جدید را فراهم می‌آورند (Moreno, 2005). خبرگان در یک حیطه، دارای طرح‌واره‌های به خوبی سازمان‌یافته می‌باشند که به‌طور خودکار در طول حل مسئله فعال می‌شوند. این امر به آنان امکان می‌دهد تا مسائل را بر اساس ویژگی‌های ساختاری‌شان طبقه‌بندی کنند. به همین دلیل، نظریه بار شناختی بیان می‌کند که در آموزش باید از روش‌هایی مانند تحلیل هدف- وسیله که با توسعه طرح‌واره‌های حل مسئله ارتباطی ندارند اجتناب کرد. اگرچه مطالعه نمونه‌های حل شده، روشی با دشواری شناختی کمتری نسبت به روش تحلیل هدف-وسیله برای توسعه مهارتهای حل مسئله است، اما درصورتی‌که به شکلی ضعیف طراحی شده باشند می‌توانند مستعد ایجاد بار شناختی بیرونی باشند. بنابراین، در طول مرحله اولیه توسعه نظریه بار شناختی، پژوهشگران شروع به بررسی تأثیرات دست‌کاری طراحی نمونه‌های حل شده بر یادگیری فراگیران کردند. ازجمله این پژوهش‌ها می‌توان به پنج اثر بار شناختی فهرست شده در جدول (۱) اشاره کرد.

جدول ۱. اثرات بار شناختی سنتی با تمرکز بر کاهش بار شناختی بیرونی

اثر و منابع	شرح
اثر هدف آزاد[1] (Owen & Sweller, 1985; Sweller, Mawer &Ward, 1983; Tarmizi & Sweller, 1988).	مسائل هدف آزاد با تمرکز بر توجه فراگیران بر حالت‌های مسئله و عملگرهای موجود، در مقایسه با تحلیل هدف-وسیله، بار شناختی بیرونی را کاهش می‌دهند.
اثر نمونه‌های حل شده[2] (Cooper &	جایگزینی تحلیل هدف-وسیله با مطالعه نمونه‌های حل شده، از طریق

1. Goal-Free Effect
2. Worked-Example Effect

www.SID.ir

Archive of SID

(Sweller, 1987	متمرکز کردن توجه فراگیران بر حالت‌ها و گام‌های حل مسئله، بار شناختی بیرونی را کاهش می‌دهد.
اثر تقسیم توجه[1] (Chandler & Sweller, 1991, 1992; Sweller & Chandler,1994; Sweller et al, 1990).	جایگزینی منابع متعددی که به اطلاعات یکسان اشاره دارند با یک منبع اطلاعاتی یکپارچه و منفرد، از طریق کاهش نیاز به یکپارچه‌سازی ذهنی منابع اطلاعاتی، باعث کاهش بار شناختی بیرونی می‌شود.
اثر مسئله تکمیل کردنی[2] (Paas, 1992; Van Merrienboer & de Croock, 1992).	تکمیل مسائل نیمه حل شده نسبت به حل کردن کل مسئله، از طریق کاهش اندازه فضای مسئله که به تمرکز یادگیرنده بر حالت‌ها و گام‌های مسئله کمک می‌کند، باعث کاهش بار شناختی بیرونی می‌شود.
اثر افزونگی[3] (Chandler & Sweller, 1991; Sweller & Chandler,1994).	جایگزینی منابع چندگانه اطلاعات که به‌طور جداگانه قابل‌درک می‌باشند با یک منبع اطلاعاتی منفرد، از طریق حذف پردازش اطلاعات اضافی، باعث کاهش بار شناختی بیرونی می‌شود.

چنین پیش‌بینی می‌شد که ارائه قطعات اطلاعاتی مرتبط اما غیر یکپارچه (مانند تصاویر گرافیکی، علائم) در نمونه‌های حل شده، از طریق وادار کردن یادگیرنده به ادغام ذهنی اطلاعات- فرایندی که با توسعه حل مسئله نامرتبط است- منجر به تولید بار شناختی بیرونی می‌شود. بنابراین، نظریه بار شناختی پیش‌بینی می‌کند که ارائه منابع اطلاعاتی یکپارچه به جای منابع غیر یکپارچه، می‌تواند یادگیری را از طریق حذف بار شناختی بیرونی افزایش دهد (Chandler & Sweller, 1991). مطالعات متعدد نشان دادند که منابع اطلاعاتی متقابل و یکپارچه، منجر به یادگیری بهتری می‌شوند (Kalyuga, Chandler & Sweller, 1999).

یکی از پیشرفت‌های جالب‌توجه صورت گرفته در اوایل دهه ۱۹۹۰، استفاده از مقیاس خود گزارش دهی میزان دشواری درک شده توسط فراگیران، برای آزمون مفروضه‌های نظریه بار شناختی بود (Paas & van Merrienboer,1993). لازم به ذکر است که مفروضه‌های بیان شده در این مرحله، به شدت تحت تأثیر پیشرفت‌های نظری و عملی روانشناسی شناختی[4] که باعث شکل‌گیری رویکردهای شناختی به یادگیری می‌شد، قرار داشتند (Plass, Moreno & Brunken, 2010). نظریه بر این فرض استوار است که ساختار شناختی انسان از یک حافظه کوتاه‌مدت بسیار محدود و یک حافظه بلندمدت بسیار گسترده تشکیل شده است، که این مفروضه از مفروضه‌های بنیادین در الگوهای پردازش اطلاعات اولیه است. علاوه بر این، نظریه

1. Split-Attention Effect
2. Completion Effect
3. Redundancy Effect
4. Cognitive Psychology

www.SID.ir

Archive of SID

بر این فرض است که عملکرد یادگیری، ذخیره‌سازی طرح‌واره‌های خودکار شده در حافظه بلندمدت است، به‌طوری‌که بتوان بار حافظه فعال را در طول حل مسئله کاهش داد (Sweller,1993). این فرض بر تمایز بین پردازش خودکار و کنترل شده که بیش از یک ربع قرن پیش توسط شیفرین و اشنایدر (Plass, Moreno & Brunken, 2010) مطرح شد، استوار است. این دو شیوه پردازش اطلاعات، در پژوهش‌های متعددی به رسمیت شناخته شده بودند. پردازش خودکار، سریع و با تلاش اندک صورت گرفته، و توسط ظرفیت حافظه فعال محدود نمی‌شود و با تمرین‌های گسترده پیشرفت می‌کند؛ به‌عکس، پردازش کنترل شده نسبتاً آهسته، از لحاظ ذهنی دشوار و به شدت وابسته به ظرفیت حافظه فعال می‌باشد.

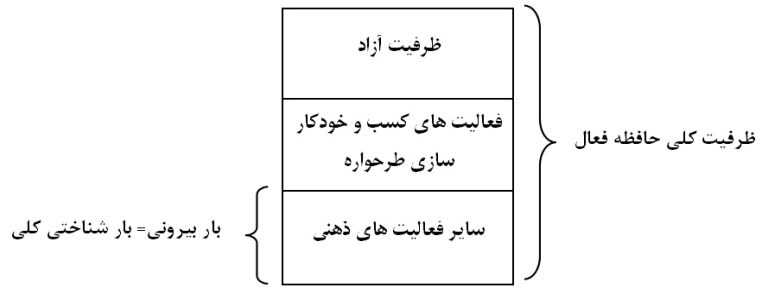
توسعه طرح‌واره‌ها به دو روش باعث کاهش موانع حافظه فعال دارای ظرفیت محدود می‌شود. نخست، یک طرح‌واره پیچیده را می‌توان به عنوان یک عنصر واحد(به جای چند عنصر متعامل با یکدیگر) در حافظه فعال مورد پردازش قرار داد. دوم، طرح‌واره‌های به خوبی توسعه یافته، به طور خودکار پردازش می‌شوند و بدین ترتیب باعث به حداقل رساندن منابع شناختی برای مواجهه با یک تکلیف می‌شوند. در نتیجه، محور اصلی نظریه بار شناختی در مرحله اول توسعه آن، کمک به طراحان آموزشی برای ساختاردهی مناسب به اطلاعات برای کاهش بار شناختی بیرونی و کمک به فراگیران مبتدی برای توسعه طرح‌واره‌ها با استفاده از منابع شناختی محدودشان بود.

باوجوداین، در مرحله اول توسعه نظریه بار شناختی، هنوز دو مسئله مرتبط با این مفروضه‌ها مشخص نشده بودند. نخست، نظریه در رابطه بااینکه کدام یک از فرایندهای شناختی منجر به کسب طرح‌واره می‌شوند، توضیحی ارائه نمی‌کرد. اگرچه در پیشینه این نظریه بر نقش تمرین به عنوان مبنای توسعه طرح‌واره‌های خودکار صحبت شده بود (Sweller,2004)، اما تنها نمونه‌های اندکی از فعالیت‌هایی که منجر به کسب طرح‌واره می‌شوند در مرحله اولیه ارائه شده بود. ارائه تعریف دقیقی از فعالیت‌های ذهنی که منجر به کسب طرح‌واره می‌شوند، نه تنها برای پیش‌بینی میزان یادگیری از طرح‌های آموزشی متفاوت ضروری است، بلکه برای پیش‌بینی دقیق بار شناختی و یادگیری (هدف اصلی نظریه بار شناختی) نیز لازم است، چراکه تعریف پردازش بیرونی عبارت است از «هرگونه فعالیتی که مرتبط با کسب و خودکار سازی طرح‌واره نیست» (Sweller & Chandler,1994;p:192). دوم، این سؤال مطرح بود که آیا درگیر شدن در فعالیت‌های کسب و خودکار سازی طرح‌واره می‌تواند تأثیری در بار شناختی یادگیرنده داشته باشد یا خیر. اگر چنین است، چگونه می‌توان این نوع از بار را از بار بیرونی که منجر به اثرات منفی در یادگیری می‌شود متمایز کرد؟ در بخش‌های بعدی خواهیم دید که درباره این موضوع نظرات متفاوتی ارائه شده که درنهایت منجر

www.SID.ir

Archive of SID

به شکل‌گیری نظریه سه وجهی بار شناختی شده است. شکل (۱) خلاصه‌ای از مفروضه‌های نظریه بار شناختی را در اولین مرحله توسعه آن نشان می‌دهد.



شکل ۱. مفروضه‌های نظریه بار شناختی در مرحله اول توسعه آن

مرحله دوم: بار شناختی درونی و فرضیه مجموع اولیه

مرحله دوم از توسعه نظریه بار شناختی با معرفی منبع دیگر بار شناختی، یعنی بار شناختی درونی[1] آغاز شد. در این مرحله، نظریه بار شناختی از تمرکز صِرف بر بار شناختی بیرونی که احتمالاً ناشی از شیوه طراحی مواد و روش‌های آموزشی بود، به سمت نوعی از بار شناختی که "ناشی از ویژگی‌های ذاتی اطلاعات است" حرکت کرد (Sweller, 1993). یادگیری برخی از مطالب یا حل کردن برخی از مسائل بسیار دشوار است؛ زیرا یادگیری یا حل آن‌ها نیازمند پردازش هم‌زمان چندین عنصر است که با هم تعامل دارند. بنابراین، بار درونی را می‌توان «با شمردن تعداد عناصری که باید برای یادگیری یک فرایند خاص، به‌طور هم‌زمان مورد توجه قرار گیرند.» تخمین زد (Sweller & Chandler, 1994). بر اساس نظریه بار شناختی، بار شناختی درونی به دو عامل بستگی دارد: تعداد عناصری که در هر تکلیف یادگیری باید به طور هم‌زمان در حافظه فعال پردازش شوند و نیز دانش پیشین[2] یادگیرنده. بار ناشی از تعامل عنصری[3] در حیطه‌های موضوعی مختلف، متفاوت است. به طور نمونه، حل مسائل جبری نسبت به یادگیری واژگان زبان دوم از تعامل عنصری بالاتری برخوردار است؛ یا نوشتن جملات صحیح دستوری در زبان دوم نسبت به یادگیری صرفاً واژگان، از تعامل عنصری بالاتری برخوردار است (Sweller, 1993). علاوه بر این، دانش پیشین نیز بر میزان بار درونی تأثیر دارد، چراکه تعداد زیادی از عناصر متعامل برای یک یادگیرنده مبتدی، ممکن است برای یک فرد

1. Intrinsic Cognitive Load
2. Prior Knowledge
3. Element Interactivity

www.SID.ir

Archive of SID

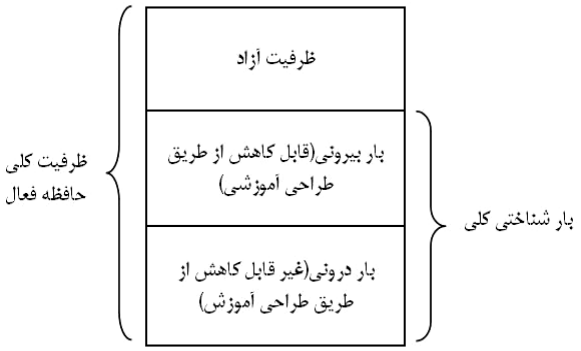
خبره که عناصر متعامل را در قالب یک طرح‌واره با هم ادغام کرده است، تنها یک عنصر واحد به شمار آید. علاوه بر معرفی یک منبع ثانویه بار شناختی، نسخه اولیه چیزی که آن را «فرضیه مجموع[1]» نام نهاده‌اند، در این مرحله توسعه یافت: «هنگامی‌که افراد با مطالب جدیدی مواجه می‌شوند، بار شناختی حاصل از آن مطالب، متشکل از بار شناختی درونی ناشی از تعامل عنصری و بار شناختی بیرونی حاصل از طراحی آموزشی خواهد بود. اگر مجموع این دو بار، بیش از اندازه باشد، یادگیری و حل مسئله با اختلال مواجه خواهد شد.» (Sweller,1993, P. 7).

فرضیه مجموع اولیه منجر به شکل‌گیری دو مفروضه دیگر نظریه بار شناختی شد. اولین مفروضه این است که بار شناختی بیرونی، تنها منبع بار شناختی است که می‌توان آن را از طریق طراحی آموزشی مناسب کاهش داد. در مقابل، آموزگاران هیچ کنترلی بر بار شناختی درونی ندارند (Sweller, 1994)؛ ادعایی که هنوز پژوهشگران درباره آن با یکدیگر اختلاف‌نظر دارند (Paas, Renkl & Sweller, 2003). کاربرد عملی این مفروضه جدید این است که تنها راه مدیریت بار شناختی درونی بالا این است که به فراگیران کمک کنیم تا طرح‌واره‌های شناختی که عناصر متعامل را با هم ترکیب می‌کنند، در خود توسعه دهند. مفروضه دومی که در فرضیه مجموع اولیه قرار دارد این است که میزان لازم برای کاسته شدن از بار شناختی بیرونی، بستگی به سطح موجود بار درونی دارد. اگر سطح بار درونی پایین باشد، بار بیرونی بالا نمی‌تواند مانع از یادگیری شود؛ زیرا فراگیران قادرند مطالب دارای تعامل پایین را مدیریت کنند. اگر بار درونی بالا باشد، افزودن یک‌بار بیرونی بالا منجر به بار مجموعی خواهد شد که ممکن است فراتر از ظرفیت منابع شناختی باشد (Sweller, 2008; Sweller & Chandler, 1994). این مفروضه، نظریه بار شناختی را به عنوان نظریه‌ای مطرح کرد که تمرکز آن بیشتر بر یادگیری تکالیف پیچیده است؛ تکالیفی که در آن‌ها فراگیران معمولاً با حجم بیش از اندازه‌ای از عناصر و تعاملات موردنیاز پردازش هم‌زمان، مواجه می‌شوند (Paas, Renkl & Sweller, 2004). شکل (۲) خلاصه‌ای از مفروضه‌های نظریه بار شناختی را در مرحله دوم توسعه آن نشان می‌دهد.

1. Additivity Hypothesis

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. مفروضه‌های نظریه بار شناختی در مرحله دوم توسعه آن

مرحله سوم: بار شناختی مطلوب و فرضیه مجموع ثانویه

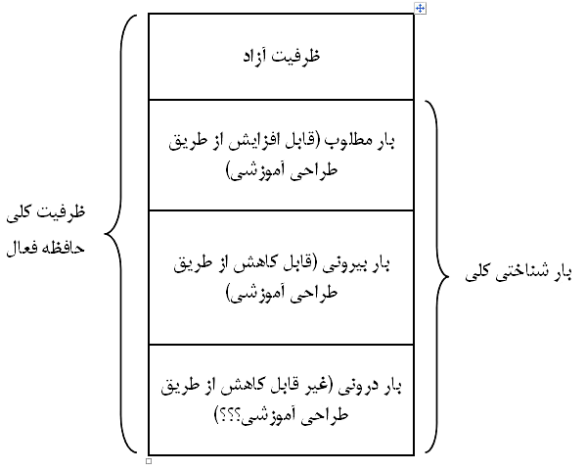
در مرحله سوم از سیر توسعه نظریه بار شناختی، دو تحول عمده در این نظریه رخ داد. اولین مورد، معرفی منبع سوم بار شناختی یعنی بار شناختی مطلوب[1] بود. ویژگی متمایز بار شناختی مطلوب این است که برخلاف دو بار دیگر، تأثیر مثبتی بر یادگیری دارد، چراکه به جای اختصاص منابع شناختی به فعالیت‌های غیر مرتبط، این منابع را به کسب و خودکار سازی طرح‌واره‌ها اختصاص می‌دهد. ایده بار مطلوب از نیاز به مشخص کردن اثرات حاصل از کسب و خودکار سازی طرح‌واره‌ها که در نظریه بار شناختی اولیه برای یادگیری مفید اعلام شده بود، نشأت گرفت. علاوه بر این، بسیاری از متخصصان، مفروضه نظریه بار شناختی را مبنی بر نیاز به کاهش بار بیرونی و این ایده که هدف آموزش این است که تلاش ذهنی را در طول یادگیری در حداقل اندازه نگه دارد، مورد سؤال قرار دادند. با توجه به نظریه اصلاح‌شده، تا زمانی که بار شناختی قابل مدیریت باشد، آنچه مهم است سطح بار نیست بلکه منبع آن است.آزاد کردن ظرفیت شناختی از طریق کاهش بار بیرونی، درصورت لزوم منجر به یادگیری بیشتر نمی‌شود، مگر اینکه منابع آزادشده، صَرف فعالیت‌های مرتبط با کسب طرح‌واره شوند. دومین تحول در این مرحله، اصلاح فرضیه مجموع بود که اکنون منابع شناختی سه‌گانه را به با هم ادغام می‌کرد؛ بارهای شناختی درونی، بیرونی و مطلوب، افزایشی هستند، از این حیث که برای ایجاد یادگیری، بار شناختی کلی نباید بیشتر از منابع حافظه فعال باشد. ارتباط بین این سه نوع بار شناختی نامتقارن است. بار شناختی درونی یک بار اصلی است که جز با ساختن طرح‌واره‌های بیشتر و خودکارسازی طرح‌واره‌های از پیش کسب شده، قابل کاهش دادن نیست (Paas,

1. Germane Cognitive Load

www.SID.ir

Archive of SID

.(Renkl & Sweller, 2003, P. 21



شکل ۳. مفروضه‌های نظریه بار شناختی در جدیدترین مرحله توسعه آن

در ادامه به برخی از ابهامات موجود در نظریه بار شناختی اشاره می‌شود: نخست، بررسی دقیق مرحله اخیر توسعه نظریه بار شناختی نشان می‌دهد که این نظریه هنوز نسبت به ماهیت غیرقابل کاهش بار شناختی درونی دارای ابهام است. تعدادی از مقاله‌های نظری بر این مفروضه تأکید داشتند که بار درونی را نمی‌توان از طریق طراحی آموزشی تغییر داد (Pass et al, 2003). دیگران معتقدند که بار شناختی درونی را می‌توان از طریق کاهش تعامل عنصری تغییر داد، هرچند «با کاهش مصنوعی بار شناختی درونی، یادگیری نیز کاهش می‌یابد.» (Van Merri¨enboer, & Sweller, 2005). آنان عقیده دارند که کاهش سطح دشواری درونی مطالب آموزشی، به یادگیری آسیب می‌زند. این نتیجه‌گیری تعجب‌آور است، چراکه بر اساس فرضیه مجموع، کاهش این نوع بار، منجر به آزاد شدن منابع شناختی می‌شود که منابع آزادشده می‌توانند در فعالیت‌های ذهنی سازنده و مفید برای یادگیری مورد استفاده قرار گیرند. اختلاف‌نظر در رابطه با این مفروضه با علامت سؤال در کنار سازه بار شناختی درونی در شکل (۳) نشان داده شده است. این اختلاف‌نظر، انگیزه انجام مطالعات متعددی شده است که تلاش کردند تا با استفاده از روش‌های آموزشی مانند پیش آموزی، توالی دهی و تقطیع، بار درونی را کاهش دهند (Gerjets, Scheiter & Catrambone, 2004; Lee, Plass & Homer, 2006; Pollock, Chandler & Sweller, 2002; Van Merri¨enboer, Kirschner & Kester, 2003). بااین‌حال، مسئله‌ای که به هنگام مرور این پژوهش‌ها با آن روبرو می‌شویم این است که به سختی می‌توان بین یافته‌های آن‌ها هماهنگی ایجاد کرد، چراکه آن‌ها به شکل منسجمی از یک پیش‌بینی حمایت

www.SID.ir

Archive of SID

نمی‌کنند. علاوه بر این، حتی در مواردی که اثری از یادگیری مثبت یافت شده است (برای همه و یا یک زیرگروه از فراگیران)، می‌توان توضیح دیگری را با استفاده از همان نظریه ارائه کرد. به طور نمونه، ممکن است طراحی آموزشی اولیه مطالب (بدون دخالت برای کاهش بار درونی) ضعیف بوده باشد و یا اینکه موفقیت مداخله را می‌توان نتیجه کاهش منبع بیرونی بار شناختی که ناشی از طراحی آموزشی اولیه بوده است توضیح داد. به همین ترتیب، معرفی نوع سوم بار شناختی در این نظریه، باعث انجام مطالعات متعددی شده است که در آن‌ها ایجاد تغییر در منابع مطلوب بار شناختی موردبررسی قرار گرفته است (Renkl, Atkinson & Grobe, 2004; Berthold & Renkl, 2009). به طورنمونه، برخی از مطالعات به بررسی اثرات یادگیری روش‌های ترکیبی با هدف کاهش بار بیرونی و افزایش بار مطلوب برای هدایت منابع شناختی فراگیران به سوی فعالیت‌های مرتبط با کسب طرح‌واره پرداخته‌اند (Seufert & Brunken, 2006; Seufert, Janen & Brunken, 2007). در این مطالعات، پژوهشگران این فرضیه نظریه بار شناختی را مورد آزمون قرار داده‌اند که روش‌هایی که بار بیرونی را کاهش می‌دهند منجر به آزادسازی منابع شناختی خواهند شد که این منابع می‌توانند در فعالیت‌های کسب طرح‌واره مورد استفاده قرار گیرند.

ارتباط نظریه بار شناختی با نظریه‌های یادگیری

در این بخش، به بررسی سازه‌ها و مفروضه‌های نظریه بار شناختی در ارتباط با برخی از مهم‌ترین نظریه‌های حوزه یادگیری پرداخته می‌شود. نکته اولیه و مهمی که باید بدان اشاره نمود، این است که هیچ‌گاه ادعا نشده است که نظریه بار شناختی یک نظریه یادگیری است (Plass et al, 2010). در عوض، این نظریه برای توضیح رابطه بین ساختار شناختی انسان، طراحی آموزشی، و یادگیری مطرح شده است. باید به این نکته اشاره کرد که نظریه بار شناختی در ابتدای توسعه خود، به شدت از مبانی روانشناسی شناختی الهام گرفته بود. اگرچه پیشرفت‌های مختلف باعث اصلاح این نظریه در طول عمر آن شده‌اند، اما هیچ‌یک، مفروضه‌های بنیادی آن را که برگرفته از الگوهای محاسباتی ذهنی است به چالش نکشیده‌اند (Oksa, Kalyuga & Chandler, 2010).

رویکردهای شناختی در یادگیری، تنها یکی از چارچوب‌های اصلی نظریه‌های یادگیری می‌باشند. سه رویکرد دیگر عبارت‌اند از رفتارگرایی که بر جنبه‌های عینی و قابل‌مشاهده یادگیری تأکید دارد، نظریه‌های شناختی- اجتماعی یادگیری که بر نوعی از یادگیری اشاره دارد که حتی در صورت عدم تعامل مستقیم با محیط نیز اتفاق می‌افتد (Bandura, 2001) و نظریه‌های یادگیری سازنده گرایانه که یادگیری را به عنوان فرایندی در نظر می‌گیرند که در آن یادگیرنده فعالانه مفاهیم و ایده‌های جدید را می‌سازد. اکنون این سؤال مطرح است که چه ارتباطی بین نظریه بار شناختی و این نظریه‌ها وجود دارد؟ مشابه دیگر نظریه‌های مبتنی بر

www.SID.ir

Archive of SID

شناخت، نظریه بار شناختی با تمرکز بر پدیده‌های«غیرقابل مشاهده» به ویژه بار شناختی تجربه شده توسط فراگیران در شرایط آموزشی مختلف، فراتر از رفتار را جستجو می‌کند. برخلاف نظریه‌های شناختی اجتماعی یادگیری، بار شناختی دامنه خود را به سناریوهای کُنشی یادگیری[1] محدود می‌کند؛ شرایطی که در آن فراگیران از طریق تجربه کردن نتایج فعالیت‌های خود یاد می‌گیرند. افزون بر این، یکی از حیطه‌های شناختی اجتماعی که همچنان توجه بسیاری از روانشناسان تربیتی و متخصصان آموزشی را به خود معطوف داشته، خود راهبری[2] است (Sweller, 2011; Van Merriënboer & Kirschner, 2017). فراگیران خود راهبر قادرند تا هدف‌های یادگیری خاص‌تری را دنبال کنند، از راهبردهای یادگیری بیشتری استفاده نمایند، بر یادگیری‌شان نظارت بهتری داشته باشند، و به شکل سازمان‌یافته‌تری پیشرفتشان را به سوی هدف‌های یادگیری ارزشیابی کنند (Winne, 2005). اگرچه این ویژگی‌های فراگیران به احتمال زیاد بر میزان موفقیت آنان در مواجهه موفقیت‌آمیز با موقعیت‌های دارای بار شناختی بالا اثر می‌گذارند، اما نظریه بار شناختی در حال حاضر چشم‌اندازی از چگونگی تعامل مدیریت درونی و بیرونی بار شناختی ارائه نمی‌کند (Young et al., 2014).

رابطه بین نظریه بار شناختی و سازنده گرایی، نیازمند توجه ویژه است. نظریه‌های سازنده گرا در هدایت بسیاری از فعالیت‌های آموزشی و برنامه‌های درسی تأثیرگذار بوده‌اند. نظریه‌های یادگیری سازنده‌گرا نه تنها به این مسئله توجه می‌کنند که افراد چگونه دانش را در درون خود می‌سازند (سازنده‌گرایی فردی[3])، بلکه به چگونگی ساختن مشارکتی دانش نیز توجه دارند (سازنده گرایی اجتماعی[4]). علاوه بر این، دیدگاه‌های سازنده گرایی اجتماعی با در نظر گرفتن طیف وسیع‌تری از تأثیرات اجتماعی ازجمله تأثیرات حاصل از فرهنگ، تاریخ و تعامل مستقیم افراد با دیگران، نظریه‌های شناختی اجتماعی را توسعه می‌دهند (Jonassen & Land, 2012).

نظریه بار شناختی توضیحاتی را نیز در رابطه با استفاده غیر مؤثر از برخی از معروف‌ترین راهبردهای سازنده گرایانه در طول سه تا چهار دهه اخیر، ازجمله یادگیری اکتشافی[5] و یادگیری مبتنی بر مسئله[6] ارائه کرده است. برخی از انواع اکتشاف از فراگیران می‌خواهند که تلاش کنند تا راه‌حل یک مسئله یا توضیحی برای یک پدیده را با حداقل میزان راهنمایی بیابند (Kulasegaram, Axelrod, Ringsted & Brydges, 2018). بر اساس نظریه بار شناختی، هنگامی‌که فراگیران در یک حیطه مبتدی هستند، بار شناختی حاصل از

1. Enactive Learning Scenarios
2. Self-Regulation
3. Individual Constructivism
4. Social Constructivism
5. Discovery Learning
6. Problem-Based Learning

www.SID.ir

Archive of SID

اکتشاف هدایت نشده[1] ممکن است آن‌قدر بالا باشد که مانع از یادگیری آنان شود، زیرا فراگیران مبتدی فاقد طرح‌واره‌های به خوبی سازمان‌یافته برای هدایت فرایند ساختن دانش می‌باشند (Kirshner, Sweller & Clark, 2006). بااین‌حال، نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که طراحی روش‌های یادگیری مبتنی بر مسئله و کاوشگری می‌توانند برای حمایت از تفکر سطح بالاتر[2] بسیار مؤثر واقع شوند(Yuliana, Tasari & Wijayanti, 2017). یک تفاوت مهم بین روش اکتشافی و دو روش سازنده گرایانه دیگر این است که دو روش دیگر سازنده گرایانه شامل طیف وسیعی از داربست سازی[3] برای هدایت فرایند ساختن انفرادی یا گروهی دانش است. جالب‌توجه است که نظریه‌پردازان بار شناختی در بین خود درباره ارزشیابی اثربخشی روش‌های کاوشگری و یادگیری مبتنی بر حل مسئله با استفاده از چارچوب نظریه بار شناختی اختلاف‌نظر دارند. برخی چنین استدلال می‌کنند که کاوشگری و یادگیری مبتنی بر مسئله، رویکردهای آموزشی هستند که امکان انطباق هدایت آموزشی را فراهم می‌آورند؛ بنابراین، آن‌ها هماهنگ با شیوه سازمان‌دهی ساختارهای شناختی انسان بوده و می‌توانند به‌طور مؤثری برای افزایش یادگیری مورد استفاده قرار گیرند (Schmidt et al., 2007). دیگران با اشاره به پیشینه پژوهش در زمینه اثر نمونه‌های حل شده، معتقدند که ارائه راه‌حل یک مسئله به فراگیران مبتدی نسبت به زمانی که آنان خود راه‌حل یک مسئله را جستجو می‌کنند منجر به یادگیری بهتری می‌شود (Sweller, 2011). ازآنجاکه هدف روش‌های سازنده گرا، درگیر ساختن فعالانه فراگیران در فرایند یادگیری است، به نظر می‌رسد که این روش‌ها، ابزارهای خوبی برای ارتقای بار مطلوب و یادگیری باشند. باوجوداین، پاسخ به این سؤال که چگونه می‌توان آموزشی را طراحی کرد که از ساختن دانش فراگیران حمایت کند، نیازمند مطالعات تجربی همراه با کنترل و اندازه‌گیری‌های مناسب انواع بار شناختی است.

یکی از نظریه‌های یادگیری مرتبط با نظریه بار شناختی، نظریه شناختی یادگیری چندرسانه‌ای است. به‌طورکلی، یادگیری چندرسانه‌ای به عنوان یادگیری از کلمات (مکتوب مانند متن روی صفحه نمایش یا گفتاری مانند روایت) و تصاویر(ثابت مانند نمودارها، شکل‌ها، نقشه‌ها یا پویا مانند پویانمایی، ویدئو، شبیه‌سازهای تعاملی[4]) تعریف شده است (Mayer, 2001). چنانکه در جدول (۱) ملاحظه می‌شود، نظریه شناختی یادگیری چندرسانه‌ای بر سه فرض اساسی استوار است: کانال دوگانه[5]، ظرفیت محدود[6]، و پردازش

1. Unguided Discovery
2. High-Order Thinking
3. Scaffolding
4. Interactive Simulations
5. Dual-Channel
6. Limited-Capacity

www.SID.ir

Archive of SID

فعال[1]. الگوهای کنونی حافظه فعال بر این فرض استوارند که ظرفیت حافظه فعال بین دو کانال پردازش دیداری[2] و شنیداری[3] مجزای آن توزیع شده است.

جدول ۱. سه مفروضه نظریه شناختی یادگیری چندرسانه‌ای

مفروضه	توصیف
کانال دوگانه	انسان‌ها دارای کانال‌های جداگانه‌ای برای پردازش اطلاعات شنیداری و دیداری هستند.
ظرفیت محدود	انسان‌ها برای پردازش اطلاعات در هر یک از کانال‌ها از ظرفیت محدودی برخوردار هستند.
پردازش فعّال	انسان‌ها با پرداختن به اطلاعات ورودی، سازمان‌دهی این اطلاعات در قالب بازنمایی‌های ذهنی با دانش موجود خود، فعالانه در یادگیری درگیر می‌شوند.

۱) مفروضه کانال‌های دوگانه: طبق این مفروضه، انسان‌ها مطالب شنیداری و دیداری را جداگانه مورد پردازش قرار می‌دهند. هنگامی‌که مطالب در معرض چشم‌های فراگیران قرار می‌گیرند (نمونه‌های تصویری، پویانمایی، ویدئو و متن)، آنان این مطالب را در کانال دیداری خود پردازش می‌کنند و هنگامی‌که مطالب در معرض گوش‌های فراگیران قرار می‌گیرند (اصوات غیرکلامی و گفتارها)، آنان این موارد را در کانال شنیداری خود پردازش می‌کنند. مفروضه کانال دوگانه، روندی طولانی را در روانشناسی شناختی طی کرده و در حال حاضر نیز با نظریه رمزگذاری دوگانه پایویو[4] (Mayer, 2001) و الگوی حافظه فعّال بدلی[5] همخوانی دارد (Baddeley, 1999; Mayer, 2001).

۲) مفروضه ظرفیت محدود[6]: طبق این مفروضه، میزان اطلاعاتی که افراد می‌توانند هر بار در هر یک از کانال‌ها، پردازش کنند محدود است. یادگیرنده با دیدن نمونه تصویری یا پویانمایی قادر خواهد بود تنها چند مورد از آن تصاویر را در هر مقطع زمانی در حافظه فعّال خود ثبت کند و این تصاویر ذهنی تنها قسمت‌هایی از مطالب ارائه شده را انعکاس خواهند داد. مفروضه ظرفیت محدود، روندی طولانی را در روانشناسی طی کرده و نمونه‌هایی نوین از این مفروضه را می‌توان در نظریه حافظه فعّال بدلی (Mayer, 2001) و نظریه شناختی چندلر و سوئلر[7] (Chandler & Sweller, 1991) شاهد بود.

1. Active Processing
2. Visual
3. Auditory
4. Paivio
5. Baddeley
6. Limited-Capacity
7. Chandler and Sweller

www.SID.ir

Archive of SID

۳) مفروضه پردازش فعّال: مفروضه پردازش فعّال بر این اصل استوار است که انسان‌ها به‌منظور ایجاد بازنمایی‌های ذهنی و منسجم از تجارب محیط اطراف خود، در فرایند پردازش شناختی نقشی فعّال دارند. دقت، سازمان‌دهی اطلاعات ورودی و تلفیق اطلاعات ورودی با دانش موجود، ازجمله فرایندهای شناختی فعّال محسوب می‌شوند. به طور مختصر انسان‌ها به عنوان پردازشگرانی فعّال و آگاه به دنبال درک برنامه‌های چندرسانه‌ای هستند (Sweller, 2011).

نقدی بر چارچوب نظری

نظریه بار شناختی به شکل سنتی شامل سه نوع بار جداگانه و افزایشی بوده است. بار مطلوب به عنوان یک بار مرتبط با یادگیری و تکمیل‌کننده بارهای درونی و بیرونی در نظر گرفته می‌شود. در این بخش به این نکته اشاره می‌شود که بار مطلوب اساساً از بار شناختی درونی غیرقابل تمییز بوده و بنابراین مفهومی اضافی می‌باشد.

همان‌گونه که اشاره شد، بیشتر توصیفات نظریه بار شناختی، سه نوع بار را در این نظریه مورد توجه قرار می‌دهد: درونی، بیرونی و مطلوب. بر اساس تعریف سنتی بار شناختی مطلوب به عنوان باری که از طریق کسب و خودکارسازی طرح‌واره‌ها برای یادگیری ضروری است، می‌توان گفت که بار شناختی درونی باید مهم‌ترین بخش تشکیل دهنده آن باشد. بار درونی با پردازش عناصر متعامل و ضروری اطلاعات و روابط آن‌ها که معرف ساختارهای طرح‌واره‌ای هستند ارتباط دارد. بنابراین، بار شناختی که به شکل مستقیم در کسب طرح‌واره (بار خوب) نقش دارد ممکن است با تعاریف سنتی بار درونی و بار مطلوب همخوانی داشته باشد. بر اساس این تعاریف، بار مطلوب، وابسته به بار درونی است و نمی‌تواند از آن متمایز شود. در مقابل، بار بیرونی (بد) به راحتی قابل تمایز است، زیرا همواره مرتبط با انحراف منابع شناختی به سوی فعالیت‌هایی است که با یادگیری ارتباط ندارند (Sweller, 2018).

همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، بارهای درونی و مطلوب در ابتدا به شیوه‌های مختلف وارد نظریه بار شناختی شدند. برخلاف بارهای درونی و بیرونی، بار شناختی مطلوب به جای یافته‌های تجربی، بر اساس ملاحظات نظری که بدون این مفهوم قابل توضیح نیستند به چارچوب نظریه بار شناختی اضافه شد. بنابراین، تعجبی ندارد که مفهوم بار مطلوب به اندازه مفاهیم بار درونی و بیرونی، نقش سازنده‌ای در نظریه بار شناختی نداشته باشد، به ویژه از لحاظ نقش تبیین گری و پیش‌بینی کنندگی آن. در حالی که نظریه بار شناختی در توسعه فنون آموزشی جدید یا اثرات بار شناختی مرتبط با کاهش بار شناختی (بیشتر بار بیرونی و نیز بار درونی) در این چارچوب مفید بوده است، اما تنها تعداد اندکی از روش‌های جدید را برای افزایش بار

www.SID.ir

Archive of SID

شناختی مطلوب ارائه کرده است (Kalyuga, 2011). در بین شناخته‌شده‌ترین این روش‌ها می‌توان از توضیح به خود و اثر تصویرسازی ذهنی اشاره کرد. مفهوم بار مطلوب بیشتر برای توضیحات پس رویدادی برخی از جنبه‌های اثرات یادگیری مشاهده‌شده با تعدادی از فنون آموزشی دیگر مورد استفاده قرار گرفته است. به عنوان نمونه، ارائه چندین نوع راه‌حل در نمونه‌های حل شده (Grobe & Renkl, 2006)، یافتن و اصلاح خطاها در نمونه‌های حل شده (Grobe & Renkl, 2007)، استفاده از نمونه‌های حل شده مبتنی بر فرایند (Van Gog et al., 2006; 2008)، استفاده از حمایت فراشناختی مبتنی بر رایانه (Bannert, 2002). به نظر می‌رسد که در چارچوب نظریه بار شناختی، مطالعات تجربی ویژه‌ای وجود نداشته است که به طور خاص برای آزمودن تجربی مفهوم بار شناختی مطلوب طراحی و نتایج آن بر اساس این مفهوم پیش‌بینی‌شده باشد. این وضعیت، نشان‌دهنده اضافی بودن این مفهوم در نظریه بار شناختی است (Laamanen, Maula, Kajanto & Kunnas, 2018).

اجتناب از اختصاص دادن یا کاهش منابع حافظه فعال اختصاص داده شده به فعالیت‌هایی که مرتبط با یادگیری نیستند، هدف اولیه به‌کارگیری دیدگاه بار شناختی در طراحی آموزشی است. بنابراین، روش‌ها و فنون نظریه بار شناختی (که معمولاً از آن‌ها به عنوان اثرات بار شناختی یاد می‌شود) باید تا جایی که امکان دارد برای کاهش بار شناختی بیرونی مورد استفاده قرار گیرند تا منابع کمتری از حافظه فعال برای مواجهه با اطلاعاتی که برای یادگیری ضروری نیستند اختصاص یابد. بدین ترتیب، بخش بیشتری از منابع حافظه فعال می‌توانند برای مواجهه با بار شناختی درونی که مرتبط با یادگیری است، در دسترس قرار گیرند. اگر طراحی آموزشی باعث ایجاد سطوح بالایی از بار شناختی بیرونی شود، سهم منابع حافظه فعال اختصاص داده شده برای مواجهه با این بار افزایش خواهد یافت، و بدین ترتیب باعث کاهش منابع مطلوب برای مواجهه با بار شناختی درونی می‌شود. از لحاظ تجربی، اثربخشی مجموعه‌ای از فنون نظریه بار شناختی برای کاهش بار شناختی بیرونی به اثبات رسیده است. باوجوداین، اطمینان یافتن از اینکه منابع مطلوب کافی به یادگیری اختصاص داده می‌شود، نیازمند فراگیرانی است که به خوبی درگیر یادگیری شده باشند. بی‌تردید، این مسئله یکی از مسائل اصلی در فرایند آموزش و یادگیری است، اما نمی‌تواند صرفاً در چارچوب نظریه بار شناختی حل‌وفصل شود، بلکه نیازمند روش‌ها و فنون ویژه خارج از این نظریه است (Sweller, 2018). تعجبی ندارد که تلاش‌های انجام شده برای پرداختن به این مسئله در چارچوب نظریه بار شناختی از طریق اتکا به بار شناختی مطلوب، چندان سودمند نبوده‌اند. این تلاش‌ها بیشتر منجر به توضیحات ساده انگارانه پس رویدادی و تجویزهای آموزشی کم‌ارزش شده‌اند که منجر به ناامیدی از قدرت نظری و ارزش عملی نظریه بار شناختی شده است. این در حالی است که قدرت و ارزش هر نظریه‌ای در مرزهای واقعی کاربردپذیری آن نهفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

در دو دهه گذشته، تقریباً تمام مقاله‌های منتشرشده مرتبط با نظریه بار شناختی، سه نوع بار افزایشی (درونی، بیرونی و مطلوب) را توصیف کرده است و به‌گونه‌ای از آن‌ها نام برده‌اند که گویی حقایقی مسلّم و به خوبی تثبیت شده‌اند. در این بخش، بحثی را در راستای رها کردن این چارچوب ارائه کردیم. این تغییر پیشنهادی، مفهوم بار مطلوب را به عنوان یک بار شناختی مستقل، از نظریه بار شناختی کنار می‌گذارد و به این نظریه، چارچوبی دو وجهی–شامل بار شناختی درونی و بار شناختی بیرونی–می‌دهد. بدین ترتیب، همه منابع شناختی مرتبط با یادگیری، در ارتباط با هدف‌های یادگیری ویژه و بار شناختی درونی در نظر گرفته می‌شوند. مزایای پیش‌بینی شده این الگو دوگانه از نظریه بار شناختی عبارت‌اند از:

۱) شفاف و ساده‌سازی چارچوب نظریه بار شناختی از طریق حذف مفهوم زائد بار شناختی مطلوب
۲) تأکید بر مرزهای نظریه بار شناختی برای جلوگیری از گسترش بی‌رویه آن‌که حاصل استفاده از این نظریه برای تبیین وقایع آموزشی خارج از حیطه کاربردپذیری نظریه بار شناختی است
۳) جلوگیری از توسعه نابجای ابزارهای اندازه‌گیری انواع سه‌گانه بار شناختی.

نتیجه

هدف اصلی این نوشتار، معرفی نظریه بار شناختی در طراحی محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای و بررسی سیر تحول تاریخی این نظریه و نقدی بر چارچوب نظری آن بود. همان‌گونه که اشاره شد، این نظریه سه دوره تحولی را پشت سر نهاده است. در مرحله اول توسعه نظریه بار شناختی، فرضیه مطرح شده توسط این نظریه، به رابطه بین روش‌های آموزشی مورد استفاده برای ارتقای توانایی حل مسئله و بار شناختی ناشی از چنین روش‌هایی می‌پرداخت. مقاله‌های اولیه در رابطه با این نظریه، بر این نکته اشاره داشتند که بسیاری از فعالیت‌های یادگیری و حل مسئله، بار شناختی سنگین و اضافه‌ای را تحمیل می‌کنند که با هدف اصلی تکلیف تداخل دارد. این بار را که از طریق بازطراحی مناسب مواد آموزشی، قابل‌حذف بود، بار شناختی بیرونی نام نهادند. مفروضه‌های نظریه بار شناختی در مرحله اول توسعه آن، به طور چشمگیری تحت تأثیر پیشرفت‌های نظری و عملی در زمینه روانشناسی شناختی قرار داشتند.

مرحله دوم از توسعه نظریه بار شناختی با معرفی منبع دیگر بار شناختی، یعنی بار شناختی درونی آغاز شد. در این مرحله، نظریه بار شناختی از تمرکز صِرف بر بار شناختی بیرونی که ناشی از شیوه طراحی مواد و روش‌های آموزشی بود، به سمت نوعی از بار شناختی که ناشی از ویژگی‌های درونی و ذاتی اطلاعات است حرکت کرد. بر اساس نظریه بار شناختی، بار شناختی درونی به دو عامل بستگی دارد: اولین عامل، تعداد عناصری است که در هر تکلیف یادگیری باید به طور هم‌زمان در حافظه فعال پردازش شوند و عامل

www.SID.ir

Archive of SID

دوم، دانش قبلی یادگیرنده است. در مرحله دوم سیر تحول نظریه بار شناختی، علاوه بر معرفی یک منبع ثانویه بار شناختی، نسخه اولیه چیزی که آن را فرضیه مجموع نام نهاده‌اند، توسعه یافت.

در سومین مرحله توسعه نظریه بار شناختی، این نظریه شاهد دو تحول عمده بود. اولین مورد، معرفی منبع سوم بار شناختی یعنی بار مطلوب بود. ایده بار مطلوب از نیاز به مشخص کردن اثرات حاصل از کسب و خودکار سازی طرح‌واره‌ها که در نظریه بار شناختی اولیه برای یادگیری مفید اعلام شده بود، نشأت گرفت. دومین تحول در این مرحله، اصلاح فرضیه مجموع بود که اکنون منابع شناختی سه‌گانه را افزایشی می‌دانست و بر اساس آن نباید بار شناختی کلی بیشتر از منابع حافظه فعال باشد. بر اساس این فرضیه، بار شناختی درونی یک بار اصلی است که جز با ساختن طرح‌واره‌های بیشتر و خودکار سازی طرح‌واره‌های از پیش کسب شده، قابل کاهش دادن نیست. در ادامه، رابطه نظریه بار شناختی با نظریه‌ها و رویکردهای اصلی در حوزه یادگیری موردبررسی قرار گرفت و انواع بار شناختی معرفی شد.

در پایان با نقدی بر چارچوب سه وجهی نظریه بار شناختی (شامل بارهای شناختی درونی، بیرونی و مطلوب) بیان شد که بار شناختی مطلوب به جای یافته‌های تجربی بر اساس ملاحظات نظری که بدون این مفهوم قابل توضیح نیستند به چارچوب نظریه بار شناختی اضافه شده و به اندازه مفاهیم بار درونی و بیرونی، نقش تبیین گری و پیش‌بینی کنندگی در نظریه بار شناختی نداشته است. همچنین، باوجوداینکه نظریه بار شناختی به توسعه فنون آموزشی مرتبط با کاهش بار شناختی (بیشتر بار بیرونی و نیز بار درونی) کمک کرده، اما تنها تعداد اندکی از روش‌های جدید را برای افزایش بار شناختی مطلوب ارائه کرده است. به نظر می‌رسد که در چارچوب نظریه بار شناختی، مطالعات تجربی ویژه‌ای وجود نداشته است که به طور خاص برای آزمودن تجربی مفهوم بار شناختی مطلوب طراحی و نتایج آن بر اساس این مفهوم پیش‌بینی شده باشد. این وضعیت، نشان‌دهنده اضافی بودن این مفهوم در نظریه بار شناختی است. بنابراین، یک چارچوب دووجهی شامل بارهای شناختی درونی و بیرونی برای نظریه بار شناختی ارائه شد. ازجمله مزایای این چارچوب دووجهی، می‌توان به ساده‌سازی و شفافیت نظریه، جلوگیری از گسترش بی‌رویه مرزهای آن در تبیین وقایع آموزشی و جلوگیری از توسعه ابزارهای مختلف اندازه‌گیری بارهای سه‌گانه اشاره کرد.

References

Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52, 1–26.

Bannert, M. (2002). Managing cognitive load, recent trends in cognitive load theory. *Learning and Instruction*, 12, 139–146.

Berthold, K., & Renkl, A. (2009). Instructional aids to support a conceptual understanding of

www.SID.ir

Archive of SID

multiple representations. *Journal of Educational Psychology*, 101(1), 70–87.
Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8, 293–332.
Chandler, P., & Sweller, J. (1992). The split-attention effect as a factor in the design of instruction. *British Journal of Educational Psychology*, 62, 233–246.
Chandler, P., & Sweller, J. (1996). Cognitive load while learning to use a computer program. *Applied Cognitive Psychology*, 10, 151–170.
Chen, O., Castro-Alonso, J. C., Paas, F., & Sweller, J. (2017). Extending cognitive load theory to incorporate working memory resource depletion: Evidence from the spacing effect. *Educational Psychology Review*, 1-19.
Cooper, G., & Sweller, J. (1987). The effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer. *Journal of Educational Psychology*, 79, 347–362.
Cowan, N. (2001). *The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity*. Behavioral and Brain Sciences, 24, 87-114.
Gerjets, P., Scheiter,K.,& Catrambone, R. (2004). Designing instructional examples to reduce intrinsic cognitive load: Molar versus modular presentation of solution procedures. *Instructional Science*, 32, 33–58.
Grobe, C. S., & Renkl, A. (2006). Effects of multiple solution methods in mathematics learning. *Learning and Instruction*, 16, 122–138.
Grobe, C. S., & Renkl, A. (2007). Finding and fixing errors in worked examples: Can this foster learning outcomes? *Learning and Instruction*, 17, 612–634.
Hancock, P. A., & Desmond, P. A. (2001). *Stress, workload and fatigue*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
Jonassen, D., & Land, S. (Eds.). (2012). *Theoretical foundations of learning environments*. Routledge.
Kalyuga, S. (2009). *Managing Cognitive Load in Adaptive Multimedia Learning*. New York: Hershey.
Kalyuga, S. (2011). Cognitive load theory: How many types of load does it really need? *Educational Psychology Review*, *23*(1), 1-19.
Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1998). Levels of expertise and instructional design. *Human Factors*, 40, 1–17.
Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, *13*, 351–371.
Kirshner, P., Sweller, J., & Clark, R. (2006).Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 75–86.
Kulasegaram, K., Axelrod, D., Ringsted, C., & Brydges, R. (2018). Do one then see one: Sequencing discovery learning and direct instruction for simulation-based technical skills training. *Academic Medicine*, *93*(11S), S37-S44.
Laamanen, T., Maula, M., Kajanto, M., & Kunnas, P. (2018). The role of cognitive load in effective strategic issue management. *Long Range Planning*, 51(4), 625-639.
Lee, H., Plass, J. L., & Homer, B. D. (2006). Optimizing cognitive load for learning from computer science simulations. *Journal of Educational Psychology*, 98, 902– 913.
Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
Moreno, R. (2005). Instructional technology: Promise and pitfalls. In L. PytlikZillig, M.

www.SID.ir

Archive of SID

Bodvarsson, & R. Bruning (Eds.), *Technology-based education: Bringing researchers and practitioners together* (pp. 1–19). Greenwich, CT: Information Age Publishing.

Moreno, R. (2006).When worked examples don't work: Is cognitive load theory at an impasse? *Learning and Instruction*, 16, 170–181.

Oksa, A., Kalyuga, S., & Chandler, P. (2010). Expertise reversal effect in using explanatory notes for readers of Shakespearean text. *Instructional Science*, 38, 217–236.

Owen, E., & Sweller, J. (1985). What do students learn while solving mathematics problems? *Journal of Educational Psychology*, 77, 272–284.

Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84, 429–434.

Paas, F. G. W. C., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38, 1–4.

Paas, F., & van Merri¨enboer, J. J. G. (1993). The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental-effort and performance measures. *Human Factors*, 35, 737–743.

Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. *Instructional Science*, 32, 1–8.

Plass, J. L., Moreno, R., Brunken, R. (2010). *Cognitive load theory*. New York: Cambridge University Press.

Pollock, E., Chandler, P., & Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. Learning and Instruction, 12, 61–86.

Renkl, A., Atkinson, R. K., & Grobe, C. S. (2004).How fading worked solution steps works – a cognitive load perspective. *Instructional Science*, 32, 59–82.

Roussel, S., Joulia, D., Tricot, A., & Sweller, J. (2017). Learning subject content through a foreign language should not ignore human cognitive architecture: A cognitive load theory approach. *Learning and Instruction*, *52*, 69-79.

Salehi, V. (2015). Designing and validating English instructional multimedia model based on the effects of different types of cognitive load on learning and retention of novice and expert learners. *Doctoral dissertation*. Tehran: Allameh Tabataba'i University. (In Persian)

Scheiter, M., & Gerjets, P. (2007). Making your own order: Order effects in system- and usercontrolled settings for learning and problem solving. In F. Ritter, J. Nerb, E. Lehtinen, & T. O'Shea (Eds.), In order to learn: How the sequence of topics influences learning (pp. 195–212). New York: Oxford University Press.

Schmidt, H.G., Loyens, S.M.M., van Gog, T.,& Paas, F. (2007).Problem based learning is compatible with human cognitive architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42, 91–97.

Seufert, T., & Brunken, R. (2006). Cognitive load and the format of instructional aids for coherence formation. *Applied Cognitive Psychology*, 20, 321–331.

Seufert, T., Janen, I., & Brunken R. (2007). The impact of intrinsic cognitive load on the effectiveness of graphical help for coherence formation. *Computers in Human Behavior*, 23, 1055–1071.

Sweller, J. Ayres, P. & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load Theory*. New York, Hershey.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257–285.

www.SID.ir

Archive of SID

Sweller, J. (1989). Cognitive technology: Some procedures for facilitating learning and problem solving in mathematics and science. *Journal of Educational Psychology*, 81, 457–466.

Sweller, J. (1993). Some cognitive processes and their consequences for the organization and presentation of information. *Australian Journal of Educational Psychology*, 45, 1–8.

Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science*, 32, 9-31.

Sweller, J. (2008). Instructional implications of David Geary's evolutionary educational psychology. *Educational Psychologist*, 43, 214–216.

Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 55, pp. 37-76). Academic Press.

Sweller, J. (2018). Measuring cognitive load. *Perspectives on medical education*, 7(1), 1-2.

Sweller, J., & Chandler, P. (1994).Why some material is difficult to learn? *Cognition and Instruction*, 12, 185–233.

Sweller, J., & Paas, F. (2017). Should self-regulated learning be integrated with cognitive load theory? A commentary. *Learning and Instruction*, *51*, 85-89.

Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P., & Cooper, M. (1990). Cognitive load and selective attention as factors in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 176–192.

Sweller, J., Mawer, R., &Ward, M. (1983). Development of expertise in mathematical problem solving. *Journal of Experimental* Psychology: *General*, 112(4), 639–661.

Tarmizi, R. A., & Sweller, J. (1988). Guidance during mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 80, 424–436.

Van Gog, T., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2006). Effects of process-oriented worked examples on troubleshooting transfer performance. *Learning and Instruction*, 16, 154–164.

Van Gog, T., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2008). Process-oriented worked examples: Improving transfer performance through enhanced understanding. *Instructional Science*, 32, 83–98.

Van Merri¨enboer, J. J. G., & Ayres, P. (2005). Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning, educational technology, research and development, *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 5–13.

Van Merri¨enboer, J. J. G., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the load off a learners' mind: Instructional design for complex learning. *Educational Psychologist*, 38, 5–13.

Van Merri¨enboer, J., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17, 147–177.

Van Merrienboer, J. J. G., & de Croock, M. (1992). Strategies for computer-based programming instruction: Program completion vs. program generation. *Journal of Educational Computing Research*, 8(3), 365–394.

Van Merriënboer, J. J., & Kirschner, P. A. (2017). *Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design*. Routledge.

Wickens, C.D., & Hollands, J. G. (2000). *Engineering psychology and human performance*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Winne, P. H. (2005). Key issues in modeling and applying research on self-regulated learning. *Applied Psychology: An International Review*, 54, 232–238.

Wirth, J., Künsting, J., & Leutner, D. (2013). The impact of goal specificity and goal type on

www.SID.ir

Archive of SID

learning outcome and cognitive load. *Computers in Human Behavior, 25*, 299–305.

Young, J. Q., Van Merrienboer, J., Durning, S., & Ten Cate, O. (2014). Cognitive load theory: Implications for medical education: AMEE guide no. 86. *Medical teacher*, *36*(5), 371-384.

Yuliana, Y., Tasari, T., & Wijayanti, S. (2017). The Effectiveness of Guided Discovery Learning To Teach Integral Calculus for the Mathematics Students of Mathematics Education Widya Dharma University. *Infinity Journal*, *6*(1), 01-10.

www.SID.ir