

# علوم اعصاب، مطالعات شناختی و شیوه‌های نوین آموزش پزشکی

مقاله مروری

محمد ترابی‌نامی\*، سیدکمال خرازی<sup>۱</sup>  
پژوهشکده علوم شناختی، تهران، ایران

## Neuroscience, Cognitive Studies, and Modern Medical Education Methods

Mohammad Torabi Nami\*, Seyyed Kamal Kharrazi<sup>1</sup>

Institute for Cognitive Science Studies, Tehran, Iran

### Abstract

One of the ongoing challenges in educational neuroscience research is to understand how cognitive neuroscience insights and recent achievements could be used to improve the quality of education in general and medical education in particular. How common is the language of neuroscience, and learning science? The concept of the “schema” has traditionally been considered as the underpinning of any learning behavior. However cognitive neuroscience is trying to unveil how knowledge, insight and experience are being processed in the brain and how distinct neural connections facilitate a new learning process. Encoded data in the hippocampus would potentially have long-lasting neocortical representations and this will form schemas. How could fundamental concepts and neuroscience findings be employed to improve learning and education in medicine? The insights provided by basic and applied research in cognitive neuroscience, cognitive psychology, and learning science, can be promising in improving education including medical education. This article reviews the common areas between neuroscience, cognitive psychology, and medical education.

### Key words

Cognitive neuroscience, Medical education, Schema, Cognition, Education, Learning, Cognitive psychology, Medical Education

### چکیده

یکی از چالش‌های پژوهشی امروز در علم یاددهی - یادگیری پاسخ به این سؤال است که به کارگیری یافته‌های برآمده از مطالعات علوم اعصاب شناختی درباره یادگیری تا چه حد می‌تواند در بهبود کیفیت آموزش و به‌طور خاص آموزش پزشکی مؤثر افتد و اساساً زبان علوم اعصاب و علم یاددهی - یادگیری تا چه اندازه مشترک است؟ در حالی که آموزه‌های قبلی بر اهمیت مفهوم طرح‌واره یا قالب‌های ذهنی به‌عنوان زیرساخت فراگیری جدید، تأکید داشته‌اند، علوم اعصاب شناختی در پی این است که دانش، بینش و تجربه، چگونه در مغز پردازش می‌شوند و ارتباطات عصبی موجود در مغز چطور موجبات یادگیری جدید را فراهم می‌آورند. اطلاعات کدگذاری شده در هیپوکامپ می‌تواند به شیوه‌ای پایا در شبکه‌های نئوکورتیکال نهادینه شده، طرح‌واره‌ها را شکل دهد. بهره‌گیری از این ساز و کارها در بهبود آموزش و خصوصاً آموزش پزشکی چگونه میسر است؟ بینش فعلی برآمده از پژوهش‌های بنیادی و کاربردی علوم اعصاب شناختی، روان‌شناسی شناختی، پژوهش‌های علم یاددهی - یادگیری، تحول در امر آموزش از جمله آموزش پزشکی را نوید می‌دهد. این مقاله به بررسی فصول مشترک علوم اعصاب، مطالعات شناختی و آموزش پزشکی می‌پردازد.

### واژگان کلیدی

علوم اعصاب شناختی، آموزش پزشکی، طرح‌واره، شناخت، یاددهی، یادگیری، روان‌شناسی شناختی

## مقدمه

علوم اعصاب به‌ویژه شاخه‌ای از آن به نام علوم اعصاب شناختی، ابزارهای الکتروفیزیولوژیک و روش‌های تصویربرداری مغز را برای درک نحوه پردازش «دانش، بینش و تجربه در ذهن/ مغز» و مسیرهای عصبی دخیل در آنها به کار گرفته است [۱]. از سوی دیگر، دلایل زیادی در ضرورت تبیین رابطه علوم اعصاب شناختی و آموزش و یادگیری مطرح شده است [۲] که ذیلاً به برخی از آنها اشاره می‌گردد.

بهبود وضعیت آموزش و پرورش خصوصاً در مورد کودکان، از مهم‌ترین اولویت‌های راهبردی بسیاری از کشورهاست. از آنجا که مغز عضو اصلی دخیل در فرایند یادگیری است، تولید و توسعه دانش درباره کارکرد مغز می‌تواند به بهبود برنامه‌های آموزشی بینجامد.

علوم اعصاب شناختی با سرعت و شتابی قابل توجه رو به رشد است و بر اساس یافته‌های آن رویکرد علمی به آموزش در کلاس‌های درس می‌تواند روز به روز از مسیر پرابهام کنونی فاصله بگیرد [۲]. انقلاب چندرسانه‌ای نیز به نحو چشم‌گیری بر طیف وسیعی از یادگیری‌های انسان اثر گذاشته است [۳]. رشد ساخت‌مند ذهن نسل جدید، تا حد زیادی به بهره‌برداری از فناوری‌های جدید وابسته است [۴].

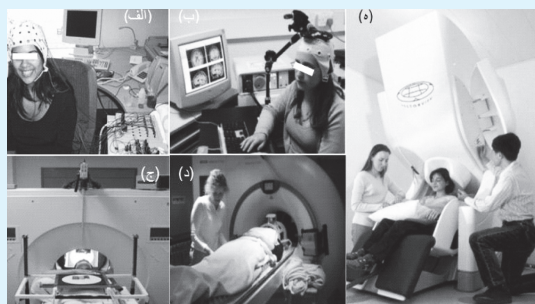
با بهره‌مندی از فناوری‌های پیشرفته، مانند تصویربرداری مغزی، اطلاعات مربوط به کارکردهای مغز طی دو دهه اخیر چند برابر شده است [۵،۶]. یافته‌های پژوهشگران، موجی از بینش‌های جدید در مورد حافظه، توجه و هشیاری، تفکر، هیجان، انگیزش و یادگیری را به ارمغان آورده [۷،۸] به طوری که برنامه‌ریزی در مورد مسائل انسانی و موضوعات اجتماعی را آشکارا تحت تأثیر قرار داده است [۱] (تصویر ۱).

علوم اعصاب بر حوزه‌هایی چون روان‌شناسی تأثیری به‌سزا داشته و زمینه توسعه رشته‌هایی مانند علوم اعصاب شناختی، روان‌شناسی شناختی تحولی، شناخت اجتماعی و علوم اعصاب اجتماعی را فراهم ساخته است. در این بین کاربرد علوم اعصاب در حیطه علوم تربیتی، گسترده‌تر از سایر زمینه‌ها نمود یافته است [۹]. دانستن جزئیات کارکرد مغز در فرایند آموزش و یادگیری با بهره‌گیری از مطالعات تصویربرداری عصبی، اطلاعات ارزشمندی را در اختیار قرار داده است و در پرتو آن دانشمندان حوزه یادگیری و یاددهی، یافته‌های علوم اعصاب را در عرصه تعلیم و تربیت

به کار گرفته‌اند [۱۰]. حوزه مطالعاتی جدیدی تحت عنوان علوم اعصاب تربیتی، با تلفیق روش‌های علوم اعصاب شناختی به‌ویژه تصویربرداری کارکردی مغز با علوم تربیتی، سعی در بررسی علمی مسایل یاددهی و یادگیری دارد [۸،۱۱].

تعامل علوم اعصاب و علوم تربیتی می‌تواند در بهبود نظریه، تفکر و عمل در حوزه علم یاددهی - یادگیری مؤثر افتد. البته آشنایی با چگونگی یادگیری مغز، پیش‌نیاز هر گونه بحث در تلفیق کاربردی این دو حوزه است [۱۲].

پژوهش‌های علوم اعصاب نشان داده است که یادگیری، در جریان تغییر سازمان کارکردی مغز صورت می‌گیرد و لذا تدریس، نوعی هنر تغییر مغز است که پیوندهای جدیدی را بین محرک‌ها، تجربیات و رفتار فراگیر ایجاد می‌کند [۱۳،۱۴]. انعطاف‌پذیری مغز که لازمه تطابق مداوم مغز با شرایط در حال تغییر محیط است، ایجاد چنین پیوندهایی را ممکن می‌سازد [۱۵]. بنابراین، مهم‌ترین حلقه اتصال علوم اعصاب و آموزش و پرورش مطالعه ماهیت و چگونگی یادگیری و شکل‌گیری حافظه است [۱۶].



تصویر ۱: بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته مانند تصویربرداری مغزی و ثبت علائم مغزی به‌منظور کسب اطلاعات درباره کارکردهای شناختی مغز (الف): داوطلبی که کلاه EEG بر سر دارد. ب: داوطلبی که سطح فوقانی مغزش به وسیله دستگاه TMS تحریک می‌شود. ج: داوطلبی که مراحل تصویربرداری به‌وسیله PET را می‌گذراند. د: داوطلبی که از مغزش به‌وسیله fMRI تصویربرداری می‌شود. ه: داوطلبی که برای ثبت امواج مغناطیسی مغزش در پویشگر MEG نشسته است [۱۷].

با وجود دلایلی که در بالا مختصراً بدان اشاره شد، هنوز علوم اعصاب شناختی آنچنان که باید جایگاه خود را در امر آموزش به‌دست نیاورده است. به‌رغم نوپایی علوم اعصاب تربیتی، ضروری است بررسی نقش این علم نوین در تبیین برنامه‌ها و راهبردهای آموزشی به‌طور کلی و آموزش پزشکی به‌طور خاص، جدی‌تر مورد توجه قرار گیرد. بدین ترتیب، باید با نگاه علمی و مبتنی بر شواهد، در پی دستیابی به راه‌کارها و روش‌های از میان برداشتن شکاف

موجود بین یافته‌ها و مفاهیم غنی علوم اعصاب شناختی و آموزش پزشکی بود.

### ذهن، مغز و آموزش (Mind, Brain, Education) MBE): فصل مشترک علوم اعصاب و علوم تربیتی

وجود فاصله بین مفاهیم و یافته‌های علوم اعصاب و کاربرد آنها در آموزش موجب شده است مشاهده آثار آن در بهبود کیفیت آموزش با تأخیر انجام گیرد. البته بر اساس نظر Breuer [۱۸] در ده سال گذشته شاهد نشانه‌هایی نه‌چندان پررنگ از تأثیر یافته‌های علوم اعصاب بر آموزش بوده‌ایم. به هر صورت، در بررسی متون علمی به دو شکاف عمده بین دو حوزه برمی‌خوریم [۱۹،۲۰]. اولین شکاف ناشی از مفاهیم انتزاعی موجود در علوم اعصاب و علوم تربیتی و تفاوت‌های معرفت‌شناختی بین نظریه‌های توضیحی و علمی آنهاست. شکاف دوم برآمده از تفاوت‌های موجود بین علوم پایه از یک سو و علوم کاربردی از سوی دیگر است [۲۰].

تفاوت‌های مذکور از نظر «علمی» در زمینه فلسفه زیربنایی، نظریه، روش تحقیق و نوع داده [۱۹] و از نظر «عملی» در زمینه هزینه، وقت و مسایلی از این نوع است که ایجاد پیوند قوی‌تری را بین علوم اعصاب شناختی و آموزش می‌طلبد [۱۹]. البته لازم به تذکر است که نگاه ساده نسبت به یافته‌های برآمده از علوم اعصاب و تفسیر مبالغه‌آمیز آنها نه تنها نمی‌تواند در بهبود آموزش و یادگیری مؤثر افتد بلکه می‌تواند منجر به اثراتی نامطلوب گردد [۱،۲۱].

به‌رغم وجود همه این موانع، امروزه برخی از پژوهشگران برجسته در حوزه‌های علوم اعصاب شناختی و علوم تربیتی شدیداً بر این باورند که نه تنها برداشتن این فاصله‌ها ممکن است، بلکه پیوند بین این دو شاخه از علم موجب اثربخشی متقابل و هم‌افزایی آنها می‌گردد [۱،۱۹،۲۰،۲۱،۲۲].

اخیراً رویکردهای مؤثری برای پیوند ابعاد مختلف علوم اعصاب و علوم تربیتی پیشنهاد شده است. از آنجا که شکاف‌های مذکور شامل جنبه‌های علمی و عملی است، برقراری این پیوند در گرو رویکردی پیچیده و چندمرحله‌ای است. بر اساس نظر انصاری و Coch [۲۱] کوشش و خرد جمعی لازم است تا اهداف و سودمندی پیوند علوم تربیتی و علوم اعصاب شناختی به روشنی تعریف شود. در این راستا جدیداً شاخه جدیدی از علوم کاربردی در قالب MBE شکل گرفته است که به‌کارگیری دانش مغز را در علوم یاددهی و یادگیری ضروری و انکارناپذیر می‌داند. تلاش برای به‌کارگیری دانش مغز در عرصه تعلیم و تربیت منجر به انتشار آثار برجسته‌ای در باب تحقیقات

عصبی - تربیتی گردیده است [۲۱،۲۳].

انتظار می‌رود این حوزه جدید، اطلاعات دقیقی را در مورد نتایج بالقوه آثار متقابل علوم اعصاب شناختی و علوم تربیتی در اختیار ما قرار دهد [۲۲]. انصاری و Coch قویاً معتقدند و پیشنهاد می‌کنند که معلمان باید مبانی علوم اعصاب را آموخته و متخصصین علوم اعصاب نیز در مورد مبانی و نظریه‌های تربیتی و روش‌شناسی مربوط به آنها آموزش ببینند تا زمینه یک رویکرد ترکیبی مطلوب فراهم شود [۲۱]. البته، شاید در مرحله اول علاقه بیشتری به برقراری پیوند بین آموزش با روان‌شناسی تربیتی وجود داشته باشد [۲۴].

از نگاه Coch، روان‌شناسان تربیتی نیز در درجه اول باید به‌عنوان محققان حوزه‌ای مرکب از این دو رشته عمل کنند که البته اطلاعات آنان لزوماً کلیه مفاهیم علوم اعصاب شناختی را شامل نخواهد بود ولی نقش آنها در شکل‌گیری زمینه مشترک تحقیق بین دو حوزه آموزش و علوم اعصاب، بارز خواهد بود زیرا آنان قادرند سؤالات و چالش‌هایی را که ضروری است از نظر علوم اعصاب بررسی شود، مطرح کنند [۲۱،۲۵]. برخی از دانشمندان اظهار داشته‌اند که معلمان و مربیان باید به همراه متخصصان علوم اعصاب و برخی رشته‌های مرتبط دیگر، علم جدید یاددهی - یادگیری را تبیین نمایند [۲۶،۲۷]. آن جمله می‌توان به روان‌شناسی تکامل، یادگیری ماشینی، فناوری چندرسانه‌ای، علوم اعصاب و علوم تربیتی اشاره کرد که هر کدام به نوعی در تحول امر آموزش مؤثرند [۲۷]. این پیشنهاد به نوعی هم‌سو و هم‌آهنگ با طرح مطالعاتی MBE است که در بالا بدان اشاره شد. در اینجا به‌منظور درک آثار بالقوه مطلوب این کنش متقابل اشاره به دو موضوع اهمیت دارد. الف - اصول، سازوکارها و نظریه‌های آموزشی تا چه حد به واسطه یافته‌های برآمده از علوم اعصاب شناختی بهبودپذیر و قابل تکمیل هستند. ب - کدام دسته از مبانی علوم اعصاب، ممکن است در پژوهش‌های تربیتی کاربرد داشته، منجر به تجربیات پژوهشی بین‌رشته‌ای جذاب و کاربردی شوند [۲۸]؟ نتایج برآمده از اشتراک دانش و کوشش در دو حوزه آموزش و علوم اعصاب شامل درک بهتر موضوع یادگیری، بهره‌مندی از دانش نظری در آموزش و طرح‌های پژوهشی بین‌رشته‌ای خواهد بود [۲].

تمرکز ما در این مقاله بر آموزش پزشکی خواهد بود. در آموزش پزشکی تربیت‌پذیری مغز، پردازش فعال تجارب و تعامل مغز با محیط و رشد شبکه‌های عصبی می‌تواند مبانی مناسبی برای طراحی آموزش سازگار با مغز، حول محورهای زیر باشد:

• استفاده از آموزش‌های چندرسانه‌ای برای تحریک حواس

چندگانه

- ایجاد فضای یادگیری عاری از فشار روانی، اما همراه با میزانی از دشواری و چالش خوشایند
- ایجاد انگیزه یادگیری در فراگیر و تسهیل آن

در مسیر تبیین روش‌های آموزشی سازگار با مغز، باید تأثیرات تغذیه و خواب (ساعات کاری دانشجویان پزشکی عمومی و تخصصی)، تفاوت‌های فردی، نقش هیجان در یادگیری و ایجاد انگیزه و نگرش مثبت در فراگیر به دقت مدنظر قرار گیرد. بسیاری از اصول علمی آموزش به خوبی در حیطه آموزش پزشکی قابل تعمیم‌اند. آموزش پزشکی شامل ابعاد مختلف آن از جمله ویژگی‌های موضوع مورد آموزش، محیط آموزش قبل از دوره بالینی و حین دوره بالینی، حس مسئولیت‌پذیری، تعلق سازمانی به بیمارستان، درمانگاه و یا دانشگاه و رابطه با هم‌تایان، اساتید و بیماران است [۲۹-۳۳]. به‌علاوه، از آنجا که علوم اعصاب در قالب علوم پایه و بالینی (نورواناتومی، نوروفیزیولوژی، نورولوژی بالینی، روان‌شناسی و روان‌پزشکی) به دانشجویان پزشکی آموزش داده می‌شود، فرصت بهره‌مندی از رویکرد بین‌رشته‌ای در آموزش پزشکی فراهم‌تر است [۳۱]. یافته‌های علم یاددهی- یادگیری می‌تواند در بهبود آموزش پزشکی نیز مفید واقع شود. این یافته‌ها عبارتند از اهمیت آموخته‌های قبلی افراد در یادگیری‌های جدید، آثار آموزش چندرسانه‌ای، یادگیری مبتنی بر فراشناخت و مهارت‌های خودتنظیمی [۲۸]. Bruer در این زمینه [۱۸، ۲۳، ۳۴] بر عوامل زیر تأکید دارد:

- الگوهای سازنده‌گرای یادگیری و تدریس
- مشارکت و درگیری فعال یادگیرندگان در فرایند یادگیری
- پردازش معنایی به جای حفظ طوطی‌وار
- ایجاد محیطی برای یادگیری که شامل کمترین تهدید و در عین حال دارای چالش بالا باشد
- درگیر ساختن دانشجویان در فرایند یاددهی- یادگیری و استفاده از تجارب آنان

پرسش مهم این است که چگونه می‌توان بین علوم اعصاب شناختی و آموزش پزشکی چنین تأثیر متقابلی را تقویت نمود. این مقاله چندین مطالعه مرتبط با این موضوع را مورد بررسی قرار می‌دهد، البته موضوع مورد تأکید در این مقاله اهمیت آموزه‌های قبلی در درک مفاهیم جدید است. این موضوع امیدهایی را در زمینه آموزش پزشکی و پژوهش‌های مرتبط بدان پدید آورده است [۳۷، ۳۶، ۳۵، ۳۰]. ابتدا از دیدگاه روان‌شناسی به نقش آموزه‌های قبلی پرداخته، سپس از نظر علوم اعصاب شناختی آن را مورد بحث قرار خواهیم داد و

در ادامه بهره‌گیری از این مفاهیم را در آموزش و پژوهش پزشکی مرور خواهیم کرد. این مقاله سعی دارد با ارائه فهرستی از توصیه‌ها، دورنمای مناسبی را از تأثیر متقابل و هم‌افزای آموزش پزشکی و علوم اعصاب شناختی با تأکید بر جنبه‌های عملی آن در کشورمان ترسیم نماید.

## دیدگاه روان‌شناسی شناختی در زمینه آموزه‌های قبلی و ارتباط آن با یادگیری‌های جدید

از ملزومات دریافت و کدگذاری اطلاعات و اکتساب دانش جدید در ذهن / مغز، وجود دانسته‌های قبلی مرتبط با آن موضوع است که از آن به عنوان طرح ذهنی یا «طرح‌واره» یاد می‌شود [۳۹، ۳۸]. از واژه طرح‌واره معمولاً به جای دانش عمومی که منجر به پردازش اطلاعات در یک حوزه خاص می‌شود، استفاده می‌گردد. هر دانشجوی، ضمن مرتبط ساختن ساختارهای مجزای یک مفهوم با هم و پیوند آنها با یکدیگر، همانند تار و پود پارچه، قادر به تولید طرح‌واره و درک محتوای آن خواهد بود [۳۹].

طرح‌واره فرایند کدگذاری، ذخیره‌سازی و بازیابی اطلاعات مرتبط با یک حوزه را تسهیل می‌کند [۳۸]. مطابق الگویی که Alba و Hasher ارائه نموده‌اند، کدگذاری اطلاعات پیچیده در قالب چهار مرحله اصلی صورت می‌پذیرد: انتخاب و بازسازی مفهوم، تفکر انتزاعی، تفسیر و جمع‌بندی [۳۷]. بازسازی مفهوم یک مرحله کلیدی در بازیابی اطلاعات ذخیره شده و کاهش حجم اطلاعات مزبور در حد امکان است. در سال‌های اخیر دیدگاه اجتماعی و فرهنگی نسبت به یادگیری موجب تغییر مفهوم طرح‌واره شده است. طرح‌واره‌ها و پردازش‌های شناختی ما به نوعی متأثر از شاخص‌های فرهنگی و اجتماعی‌اند که در شکل‌دهی، پردازش و تغییر شکل طرح‌واره‌ها نقش تعیین‌کننده دارند [۳۹].

شکل‌گیری طرح‌واره‌ها بخش مهمی از مراحل یادگیری دانشجو است به نحوی که در قالب آن مدل‌های ذهنی فرد درباره موضوع آموخته شده ساختار می‌یابند [۴۱، ۴۰]. یادگیری از این طریق معنا پیدا می‌کند. در حمایت از یادگیری معنادار شواهدی وجود دارد که از این قرارند: الف- در فرایند یادگیری، درک و برداشت معنادار توسط یادگیرنده، شاخصی تعیین‌کننده است. ب- آموختن مفاهیم معنادار و یادگیری نحوه انجام یک کار یا کسب یک مهارت دو روند مجزا هستند. ج- برخی از آموخته‌های ما اختصاصاً محدود به یک حوزه خاص‌اند درحالی‌که برخی دیگر از آموخته‌ها به دیگر حوزه‌ها انتقال می‌یابند [۴۱].

ب) روش ارزشیابی نوینی تعریف و طراحی شود که قادر به بهبود رابطه بین اهداف آموزشی و یادگیری آموزه‌ها باشد.

ج) دسترسی به شواهد در سطوح مختلف برای پژوهشگران حوزه آموزش و علوم اعصاب فراهم‌تر شود. به این ترتیب شواهد به‌دست آمده به پژوهش‌های بعدی، ترسیم خطوط مشی و عملکرد حوزه آموزش کمک خواهند نمود [۴۷].

در ارائه آموزش پزشکی و تحقیقات مرتبط با این موضوع، خوشبختانه بسیاری از این توصیه‌ها تا امروز به‌کار گرفته شده‌اند. نتیجه این امر آموزش پزشکی مبتنی بر شواهد است که امروز در کشور ما نیز جایگاه استواری یافته است. این روش در سال‌های اخیر موجب بهبود کیفی آموزش پزشکی در سطح جهانی بوده است.

با توجه به آنچه در مورد مبانی علمی روان‌شناسی شناختی و روان‌شناسی تربیتی (شامل آموزش مبتنی بر شواهد) ذکر شد، حال می‌توان ارتباط این یافته‌ها را با علوم اعصاب شناختی مورد بررسی قرار داد.

پژوهش‌های علوم اعصاب شناختی رویکردی چند مرحله‌ای را برای برطرف نمودن فاصله بین آموزش پزشکی و علوم اعصاب ارائه کرده‌اند (تصویر ۲). در آموزش پزشکی دو نوع یادگیری مهم است که در هر دو آنها اهمیت آموزه‌های قبلی دانشجویان بارز است. یادگیری چندرسانه‌ای یا چند وجه حسی [۴۸] و کسب مهارت‌های خاص [۴۵]. هر دو نوع یادگیری مذکور، محور بحث ما در ادامه این نوشتار خواهد بود.



تصویر ۲: تأثیر متقابل آموزش پزشکی و علوم اعصاب شناختی را می‌توان از طریق روان‌شناسی شناختی تبیین نمود.

در واقع یادگیری معنادار وقتی تحقق می‌یابد که فرد از بین توده‌ای از اطلاعات، بخش خاصی را انتخاب نموده، آن را به شکل منطقی و معنادار سازماندهی کرده، به‌طور موقت در حافظه کوتاه‌مدت و فعال خود ذخیره نماید و پس از هم‌آمیزی این اطلاعات با آموزه‌های قبلی، آنها را به حافظه درازمدت خود بسپارد. در آموزش چندرسانه‌ای نیز اطلاعاتی که به‌صورت چندرسانه‌ای ارائه می‌شوند توانایی حل

رابطه آموزه‌های قبلی با یادگیری‌های جدید که از روان‌شناسی شناختی برآمده است می‌تواند در فرایند آموزش تأثیرگذار باشد. اساتید با درک عمیق این نظریه‌ها می‌توانند بهترین روش یاددهی - یادگیری را انتخاب و تأثیر آن روش‌ها را در ارزیابی پایان تحصیلات دانشجویان خود مشاهده نمایند [۴۰،۴۲].

مفاهیم فوق می‌تواند به نوعی یادگیری دانشجویان و عملکرد و کارایی حرفه‌ای آنها را بهبود بخشیده، به توصیه‌هایی منجر شود که نحوه ارائه دروس دوره آموزش پزشکی را تغییر دهد [۴۲]. در واقع وقتی دانشجویی درصدد درک ساز و کارهای پیچیده بدن، از ساختار سلولی - مولکولی گرفته تا عملکرد یک عضو و بیماری‌های مرتبط با آن بر پایه فیزیوپاتولوژی برمی‌آید، باید مدل‌های ذهنی خود را به گونه‌ای تغییر دهد که متضمن شکل‌گیری طرح‌واره‌های مربوط به ساز و کارهای فوق باشد [۴۳]. مدل ذهنی یا طرح‌واره در واقع نوعی بازنمایی شناختی از بخشی از یک سامانه است. رابطه علت - معلولی نشان می‌دهد که چگونه تغییر در یک بخش بر بخش دیگر تأثیر می‌گذارد [۴۳،۴۴].

مطابق نظریه Mayer سه مرحله مهم در فرایند تغییرات معنادار وجود دارد که عبارتند از درک اینکه چیزی که با آن مواجهیم با چیزهای دیگری که تا به حال برخورد داشته‌ایم، فرق دارد و مدل‌های ذهنی فعلی قادر به توجیه آن نمی‌باشند، ساخت طرح‌واره جدیدی که این تغییرات را بازنمایی معنادار نماید و استفاده از مدل جدیدی که برخورد با شرایط جدید را پیش‌بینی نموده، راهگشا باشد [۴۳،۴۵].

این اصول، برخاسته از بینشی است که پژوهش‌های روان‌شناسی شناختی در اختیار ما قرار داده است. امروزه تأکید این شاخه از روان‌شناسی صرفاً بر قالب‌های محض آزمایشگاهی نیست، بلکه بر آزمون‌های عملی و واقع‌گرایانه استوار است [۴۱،۴۲]. بنابراین اساتید باید از اینکه دانشجویان چه چیزی را می‌آموزند و اینکه در عمل چگونه آن را می‌آموزند، مطلع باشند [۴۱،۴۵]. مطالب فوق نوعی بازنمایی آموزش مبتنی بر شواهد است، آنچه کمیسیون آموزش اتحادیه اروپا امروز بر آن تأکید فراوان دارد [۴۵]. آموزش مبتنی بر شواهد (EBE: Evidence Based Education) سعی دارد شکاف بین یادگیری در فضای حقیقی از یک سو و مطالعات و پژوهش‌های مربوط به آموزش را از سوی دیگر از میان بردارد [۴۶،۴۷].

به‌منظور تحقق این اهداف توصیه شده است که:

الف) روش‌شناسی و خطوط مشی آموزش توسط اساتید، مدرسان و مربیان مورد مطالعه و مرور دقیق قرار گیرد.

مسئله را در فرد یادگیرنده افزایش داده، فرد توانایی مقایسه اطلاعات مختلف را پیدا نموده، در ذهن خود تصویر بهتری از مساله ترسیم می‌کند [۴۹].

در همین راستا، Aulls و Lasry مدلی نظری را مبتنی بر بازنمایی چندگانه ذهنی ارائه نموده‌اند که اصطلاحاً آن‌را کدگذاری چندگانه (n-coding) می‌نامند [۴۹]. ساختار کدگذاری چندگانه بر نحوه پردازش مستقل اطلاعات در قالب وجوه مختلفی مانند کلامی، دیداری، لمسی، ریاضی و منطقی و اجتماعی دلالت دارد.

ارائه‌دهندگان این مدل بر این باورند که بهره‌مندی از ساختار رمزگردانی چندگانه به دریافت بهتر و فراگیری مؤثرتر حل مساله و دانش مفهومی می‌انجامد. علاوه بر این، پژوهش‌های برآمده از این مدل نشان می‌دهند که برای دستیابی به فضای یادگیری مناسب‌تر آموزشی، باید ابعاد بیشتری از درون‌داد مفهومی در نظر گرفته شوند [۴۹]. با توجه به اینکه در حال حاضر فضای یادگیری چندوجهی، یادگیری الکترونیکی و آموزش چندرسانه‌ای در سیستم آموزش پزشکی فراهم شده است، نکته مهم بهینه‌سازی نحوه بهره‌مندی از این ابعاد یعنی کیفیت، کمیت، ترتیب و توالی و زمان‌بندی آنهاست. در چنین فضایی مواجهه قبلی دانشجویان با یک آموزه، باید در مواجهه آنها با آموزه‌های بعدی لحاظ شود. آموزش‌های مبنی بر روش‌های چندگانه حسی منجر به مفهوم‌سازی واقعیات در ذهن دانشجویان و به تبع آن یادگیری مؤثر در آنان خواهد شد [۴۷].

البته نباید از تناسب اطلاعات ورودی غافل بود چرا که اگر اطلاعات ورودی جدید با آنچه از قبل یادگرفته شده تناسب نداشته باشد، طرح‌واره مناسبی شکل نخواهد گرفت. برای درک بهتر الگوهای یادگیری مبتنی بر درون‌دادهای چند وجه حسی و ساز و کارهای دخیل در پردازش اطلاعات حسی کدگذاری شده، انجام پژوهش‌های بیشتری نیاز است. برای مثال، در آموزش پزشکی برهم کنش درون‌داد حسی دیداری و لمسی برای درک بهتر مختصات آناتومیکی یک عضو یا یک بخش پیچیده بدن و همچنین آموختن مهارت‌های ظریف برای انجام دقیق جراحی لازم است [۵۰، ۵۱].

جراح مغز و اعصابی که آدنوم غده هیپوفیز را جراحی می‌کند باید به خوبی از دلایل وجودی این غده و مختصات آدنوم در آن، آناتومی و ساختار آن، عضوهای جانبی و ترتیب و توالی اقدامات لازم در یک فرایند پیچیده جراحی (تخلیه آدنوم از درون غده هیپوفیز) آگاه بوده و با بهره‌گیری از آموخته‌های قبلی از دو وجه حسی مهم دیداری، لمسی و مهارت‌های حرکتی برای انجام موفق این جراحی بهره‌بردار. البته، افراد خبره معمولاً با استفاده از سرنخ‌های مفهومی، خصوصیات

کلیدی یک مساله را به سرعت تشخیص می‌دهند. توانایی بالا در تجزیه و تحلیل مفاهیم، به این افراد قابلیت جستجوی هدفمند بین راه‌کارهای مختلف را بدون نیاز به آزمودن هر راه حل می‌بخشد [۵۲].

معمولاً برای کسب خبرگی در یک حوزه خاص حداقل ۱۰ سال زمان نیاز است و این چیزی است که در تخصص‌ها و فوق تخصص‌های علوم پزشکی با آن مواجهیم [۵۲]. معمولاً حیطه تخصصی فرد پس از کسب تجربیات کافی به حیطه دیگر انتقال نخواهد یافت. طرح‌واره‌هایی که نشانه تخصص فرد در یک حوزه است در طول زمان و آهسته آهسته شکل گرفته، نهادینه می‌شوند. Simon و Gobet، مدل محاسباتی جالبی را ارائه کرده‌اند که در قالب آن می‌توان نحوه شکل‌گیری طرح‌واره‌ها را شرح داد [۵۳].

چنانچه در یک شبکه اطلاعاتی معیارهای معینی برای ارتباط هر نقطه با نقطه دیگر وجود داشته باشد، ارتباطات حاصله طرح‌واره یا الگوی ویژه‌ای را ایجاد می‌کنند. اهمیت این مفهوم در آموزش این است که چنانچه بین دسته اطلاعات موجود در حافظه و درون‌دادهای جدید ارتباطات مطلوب برقرار نشود، طرح‌واره مناسبی شکل نخواهد گرفت [۵۴]. به‌علاوه، چنانچه در تهیه طرح درس در یک حیطه آموزشی و اختصاصاً آموزش پزشکی ترتیب و توالی منطقی و مطلوبی در ایجاد ارتباطات موردنظر و شکل‌گیری طرح‌واره‌ها لحاظ نشود، در برقراری معادلات مدل محاسباتی Simon و Gobet ایجاد اشکال کرده، مانع درک مفهومی آموزه‌های جدید می‌شود. تئوری‌های موجود در روان‌شناسی شناختی می‌توانند چارچوب مناسبی برای پاسخ به سوالات کلیدی در علم یاددهی - یادگیری و علوم اعصاب شناختی باشند [۵۳].

### رابطه بین مطالعات علوم اعصاب، علم یاددهی - یادگیری و آموزش پزشکی

به‌منظور درک فرایند پردازش اطلاعات در مغز و مبادلات عصبی آن، لازم است اطلاعات نظری لازم را در زمینه ساختارهای مغزی مربوط به یادگیری و حافظه در اختیار داشته باشیم. نقش ساز و کارهای سلولی و شبکه‌ای که به نوعی در حافظه دخیل‌اند در برخی مطالعات به روشنی بیان شده‌اند [۳۶]. برای مثال، ساختارهای درگیر در حافظه رویدادی و معنایی شامل لوب مدیال تمپورال، قشر تمپورال و قشر فرونتال هستند. لوب مدیال تمپورال که هیپوکامپ را در بر می‌گیرد، نقش مهمی در ذخیره‌سازی حافظه بر عهده دارد. هیپوکامپ در کدگذاری و بازیابی حافظه نیز دخیل است [۵۴]. البته به‌نظر می‌رسد، مخزن نهایی حافظه صریح، نئوکورتکس باشد [۵۴]. به هر حال

تعامل زمانی و مکانی بین محرک‌های محیطی و قشر عالی مغز که زیربنای حافظه رویدادی را تشکیل می‌دهد در گرو عملکرد مدارهای عصبی موجود در لوب تمپورال است.

این نواحی به هنگام یادآوری و در ارتباط با بازیابی محتوای حافظه، در قالب دو فرایند فعال می‌شوند. یکی جریان فعال بازیابی است که از قشر فرونتال به سمت پایین صورت می‌گیرد و دیگری که به شکل پس‌گرا از لوب مدیال تمپورال برای بازیابی خودکار جریان می‌یابد. وجود این مسیرها و خصوصاً نوعی که از لوب فرونتال به مدیال تمپورال جریان می‌یابد، در میمون‌ها نشان داده شده است [۵۴،۵۵].

یکی از چالش‌های جذاب در مطالعات یادگیری در حوزه علوم اعصاب، نشان دادن تعاملات و سلسله مراتب درگیری نواحی قشر مخ و تحلیل این ارتباطات با استفاده از MRI کارکردی یا تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی (functional Magnetic Resonance Imaging=fMRI) است. تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی که یکی از ابزارهای کاربردی ارزشمند در مطالعات علوم اعصاب شناختی است، می‌تواند در پژوهش‌های مرتبط با یادگیری در انسان نیز کاربردهای فراوانی داشته باشد. در علوم اعصاب و مطالعات شناختی روش‌های متنوعی از تصویربرداری با fMRI وجود دارد [۵۶]. راهبرد یک مطالعه تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی در واقع، ایجاد کنش در مغز و مشاهده و بررسی پاسخ مغز در مقابل آن کنش است. فعالیت مغز وابسته به سطح اکسیژن خون در ناحیه مورد نظر سست که به آن BOLD (Blood Oxygen Level De- taction) می‌گویند. پایه BOLD واکنش در میدان مغناطیسی و ایجاد تصویر تحلیلی حساس به تغییرات سطح اکسیژن هموگلوبین می‌باشد. نواحی‌ای از مغز که برخوردار از غلظت بالای اکسیژن باشند، در مقایسه با نواحی حاوی اکسیژن کمتر، سیگنال بیشتری را ایجاد می‌کنند. کاربرد عملی این فرایند نوعی سنجش غیرمستقیم فعالیت نورونی در لحظه‌ای است که فرد تکلیف شناختی خاصی را انجام می‌دهد. حساسیت BOLD به‌طور مستقیم به قدرت میدان مغناطیسی وابسته است. تصویربرداری در هر یک تا سه ثانیه تکرار شده و روشی آن ناحیه از مغز پس از انجام تحلیل‌های آماری نشان‌دهنده میزان فعالیت عصبی است.

در مطالعات تصویربرداری عصبی، از فناوری‌های دیگری مثل توموگرافی نشر پوزیترون (PET=Positron Emission Tomography) نیز استفاده می‌شود که در آن از گلوکوزی که به

صورت ضعیف رادیواکتیو شده است، استفاده می‌شود، به طوری که مناطقی از مغز که به دلیل فعالیت شناختی خون بیشتری را جذب می‌کنند در اثر تشعشع مواد رادیواکتیو در تصویر مشخص می‌شوند.

قبل از انتخاب روش تصویربرداری عصبی مناسب برای یک کارکرد شناختی خاص، ابتدا باید به درستی تناسب بین آن کارکرد و روش تصویربرداری در نظر گرفته شده را، مشخص نمود [۵۴]. در تکالیف شناختی، مجموعه‌ای از محرک‌ها عرضه و هم‌زمان، برآیند پاسخ BOLD بررسی می‌شود. این پاسخ نشان‌دهنده حالتی پایدار از توابع پاسخ همودینامیک فرد در برابر مجموعه محرک‌های ارائه شده است.

در مطالعات جاری، علاقه زیادی به بررسی نظریه‌های مربوط به رابطه آموزه‌های قبلی و یادگیری‌های جدید و نقش هیپوکامپ نئوکورتیکال در آن وجود دارد [۵۴،۱۱]. این مطالعات به بررسی نقش مدارهای عصبی و فرایندهای سیناپسی در هیپوکامپ و نئوکورتکس در تشکیل حافظه می‌پردازد. مبانی اصلی این نظریه عبارتند از:

۱. نقش طرح‌واره‌ها در تحکیم حافظه نئوکورتیکال.
۲. چگونگی به‌روزرسانی حافظه به‌عنوان عاملی کلیدی در تحکیم حافظه در هیپوکامپ.

مطالعات یادگیری بر نقش بسیار مهم وجوه حسی چندگانه در پردازش اطلاعات تاکید دارند. این یافته‌ها، چه از نوع الکتروفیزیولوژیک (ظرفیت وابسته به رویداد یا Event Related Potential:ERP) و چه از نوع تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی یکدیگر را تأیید می‌کنند [۵۰].

Seitz و Shams سه فرایند عصبی محتمل را در حمایت از نظریه یادگیری چند وجه حسی یا چندرسانه‌ای مطرح نموده‌اند:

(الف) ایجاد تغییر و هم‌افزایی در ساختارهای تک وجه حسی. (ب) تغییر ساختارهای چند وجه حسی که به شکل غیرمستقیم با هم در تعامل‌اند.

(ج) تغییر و تسهیل رمزگردانی در ساختارهای چند وجه حسی به‌وسیله ساختارهای چند وجه حسی دیگر [۵۰]. تناسب شرایط یادگیری با نوع درون‌داد حسی مرتبط با موضوع مورد یادگیری، به روشنی یادگیری را تقویت می‌کند، به این معنی که چون محرک حسی و موضوع مورد نظر با تجارب قبلی فرد تناسب ب و رابطه‌ای منطقی و ملموس دارد، ایجاد طرح‌واره، یادگیری را تسهیل خواهد نمود.

به‌عنوان مثال هنگام ارائه سخنرانی، استفاده به‌جا از مهارت‌های غیرکلامی توسط سخنرانان، نوعی بر هم کنش چند وجه حسی ایجاد می‌کند. تقویت محتوای کلام با حالت‌های بدنی، موجب شکل‌گیری

آموزش پزشکی را تقویت کرد. با این حال باید دقت نمود که استنباط دلالت‌های غیرتخصصی از یافته‌های علوم اعصاب به مخدوش ساختن علوم اعصاب آموزشی یا به تعبیری عصب‌شناسی تربیتی خواهد انجامید [۵۲].

حوزه بین‌رشته‌ای علوم اعصاب و آموزش و پرورش شامل یافته‌های به‌هم پیوسته سه نوع مطالعات یعنی علمی، واسط و عمل‌محور می‌باشد که هر کدام برگرفته از سه نوع شواهد بنیانی (زیست‌شناختی، تجربی و اجتماعی) است. امروزه، فناوری‌های پیشرفته‌ای چون تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی، ظرفیت وابسته به رویداد (ERP)، الکتروانسفالوگرافی مغناطیسی (MEG)، پوزیترون، همچون ابزارهایی کارآمد در مطالعات علوم اعصاب، جایگاهی بارز یافته‌اند. روش‌هایی که از طریق آنها می‌توان شواهد لازم را به‌منظور رسیدن به اهداف تحقیقات عصب‌شناسی شناختی در حوزه‌های مرتبط از جمله یاددهی و یادگیری جمع‌آوری و تحلیل کرد. البته باید دانست که بین این سه نوع مطالعه و سه نوع شواهدی که تکیه‌گاه آنها هستند هیچ رابطه متناظر یک به یکی وجود ندارد (تصویر ۳).

بازنمایی‌های ادراکی در قشر پیش حرکتی مخ شنوندگان می‌شود. این تجانس موجب پیوند ادراکات شنیداری- مفهومی و حرکات بدنی (به‌عنوان مثال حرکات متناسب دست‌ها)، و در نتیجه درک، بازنمایی و یادگیری بیشتر و بهتر می‌شود. لازم به تذکر است که برخی از افعال که جنبه کاری دارند (مثل دویدن)، در بخش‌هایی از قشر حرکتی نیز بازنمایی می‌شوند، در حالی که افعالی که این چنین نیستند (مثل دانستن)، فعالیتی در قشر پیش‌حرکتی ایجاد نمی‌کنند [۵۰، ۱۲].

بر این اساس، مدتهاست توجه پژوهشگران نسبت به عملکرد مغز در فرایند یادگیری، به‌عنوان ساختاری یک‌پارچه جلب شده است. آموزش الکترونیکی، یادگیری چندرسانه‌ای، مهارت‌های آموزشی، نرم‌افزارهای موجود که در طراحی محتوای آموزش به‌کار می‌آیند و بسیاری از مباحث روز در مورد آموزش و یادگیری، چنانچه به‌درستی به‌کار روند تأثیرات روز افزونی در بهبود آموزش خواهند داشت.

بررسی تعامل مناطق مختلف مغز در پردازش اطلاعات، تحکیم آموخته‌ها و بازیابی حافظه، می‌تواند به شکل دقیقی در مطالعات آتی علوم اعصاب و پژوهش‌های شناختی انجام پذیرد. بنابراین می‌توان از طریق فراخوان پژوهشگران مغز به محیط‌های یادگیری واقعی، تعامل بین متخصصان علوم اعصاب، مریبان و اساتید ارائه‌دهنده

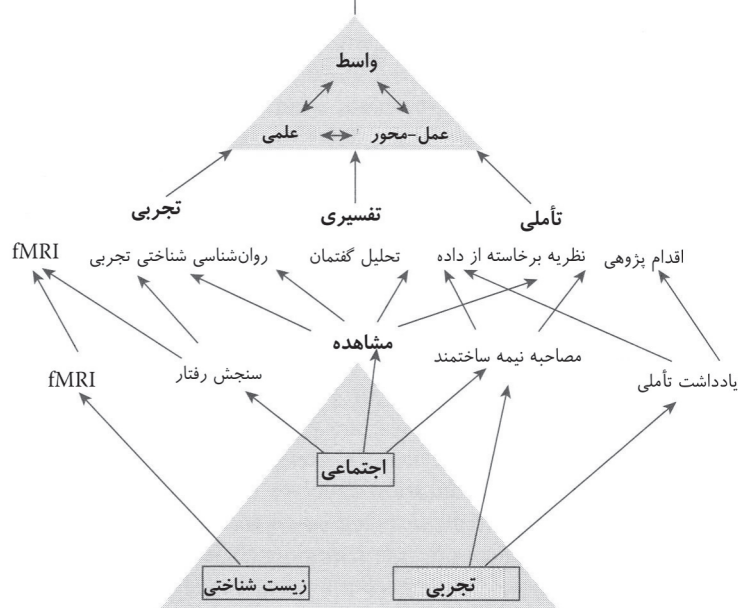
اهداف عصب‌شناسی تربیتی: تحقیقاتی برای (۱) پیش‌برد درک و عمل تربیتی، (۲) پیش‌برد درک علمی

**مطالعات**

**روش‌ها**  
مثال‌ها:

**فنون**  
نمونه‌ها:

**شواهد**



تصویر ۳: اهداف مکمل تحقیقات عصب‌شناسی را می‌توان با سه نوع مطالعه (علمی، واسط، عمل‌محور) که متکی بر سه روش و فنون پژوهشی (تجربی، اجتماعی و زیست‌شناختی) هستند از طریق روش‌ها و فنون متنوعی (تنها نمونه‌هایی نشان داده شده است) پشتیبانی کرد. این روش‌ها و فنون را می‌توان برای تسهیل روابط درونی یافته‌ها و مفاهیم مطالعاتی که اهداف عالی‌تر انتظار دارند به‌کار گرفت [۱۶].



### نتیجه‌گیری

از آنچه در این مقاله به اجمال بحث شد، نتایج و پیشنهادات زیر قابل ارائه‌اند. با توجه به نتایج امیدبخش پژوهش‌های بین‌رشته‌ای در علوم اعصاب‌شناختی و علوم تربیتی و وجود زمینه‌های بالقوه پژوهش‌های کاربردی و عملی در حوزه آموزش پزشکی، امکان تقویت مثبت و هم‌افزایی بین آموزش پزشکی و یافته‌های علوم اعصاب وجود دارد.

روان‌شناسی شناختی در ایجاد ارتباط مفهومی بین یافته‌های علوم اعصاب و آموزش پزشکی نقش به‌سزایی را بر عهده دارد. اساتید (علوم پزشکی) باید از آنچه دانشجویان می‌آموزند و چگونگی یادگیری آنان آگاه باشند. این اصل مبنای آموزش مبتنی بر شواهد است که به تقویت ارتباط بین یادگیری و راهبردهای بهبود آن از طریق مطالعات بنیادی و کاربردی می‌پردازد.

از آنجا که شکل‌گیری طرح‌واره‌ها در یادگیری فعال دانشجویان (پزشکی) نقش محوری دارد، مطالعه در مورد این موضوع می‌تواند از اولویت‌های پژوهشی پیش رو باشد.

مطالعات اخیر عصب‌روان‌شناسی بر آموزش چندرسانه‌ای (در صورت تجانس موضوع و شرایط با وجوه حسی مختلف) تأکید دارند. بررسی چنین تجانسی تعیین می‌کند که آیا ترکیب درون‌دادهای وجوه حسی مختلف می‌تواند در قالب یک طرح‌واره نهاده‌شده شود یا خیر. به‌منظور فهم پردازش مغزی و مدارهای عصبی دخیل در

یادگیری، آگاهی از نظریات مرتبط با یادگیری و حافظه از دیدگاه علوم اعصاب، علوم تربیتی، روان‌شناسی شناختی و فلسفه لازم است. برای گام نهادن در حیطه مطالعات علوم اعصاب و علم یاددهی - یادگیری (اختصاصاً آموزش پزشکی)، تشکیل کارگروه‌های بین‌رشته‌ای که حداقل شامل متخصصین علوم اعصاب، علوم پزشکی بالینی، علوم تربیتی و روان‌شناسی شناختی باشند، ضروری است. مبنای تمامی این پژوهش‌ها باید یادگیری مبتنی بر شواهد باشد.

فرصت‌های انجام پژوهش‌های جذاب در حیطه آموزش پزشکی باید بررسی و معرفی شوند. موضوعاتی چون «نقش آموزه‌های قبلی در فهم مطالب جدید» و «یادگیری چند وجه حسی یا چندرسانه‌ای در پزشکی» می‌توانند در اولویت باشند.

ارائه دوره‌های آموزشی مدون بر اساس رویکرد بین‌رشته‌ای به‌منظور تکمیل دانسته‌های متخصصین، اساتید و مربیان توصیه می‌شود. ذهن، مغز، آموزش، یادگیری و زبان موضوعاتی هستند که همه اساتید در حوزه آموزش پزشکی از جنبه‌های مختلف آن آگاه نیستند. آشنایی با این مفاهیم پیش‌زمینه حرکت در مسیر پژوهش‌های کاربردی آموزش پزشکی و زیرساخت‌های عصبی شناختی آن است. به جای صرفاً سعی در ادامه آنچه از قبل به‌عنوان علوم مرتبط با یادگیری مبتنی بر شواهد در اختیار بوده است، می‌توان به فکر تعریف شاخه‌ای نوین از پژوهش، شامل ذهن، مغز و آموزش بود تا بتوان آن را «علم نوین یادگیری» نامید.

### References:

1. Goswami U. Neuroscience and education: From research to practice?. *Nature Reviews Neuroscience*. 2006;7:406-11.
2. TLRP Commentary. Neuroscience and education: Issues and opportunities [internet]. 2008 [cited 2011 Aug 18]. Available from: <http://www.tlrp.org>
3. Quellmalz ES, Pellegrino JW. Technology and testing [internet]. 2009 [cited 2011 Aug 28]. Available from: [http://www.sciencemag.org/education\\_technology](http://www.sciencemag.org/education_technology)
4. Small G, Vogan G. iBrain: Surviving the technological alteration of the modern mind. 1st

ed. New York: Collins Living; 2008. p. 67

5. Gregory GH, Parry T. Designing brain-compatible learning. 3rd ed. Thousand Oaks, CA: SAGE publication; 2006. pp 228
6. Sousa DA. How the brain learns. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: SAGE publication; 2001. p. 63-82
7. Wolfe P. Brain matters: Translating research into classroom practice. 2nd ed. Alexandria, VA: ACSD publication; 2001. p. 98-101
8. Varma S, McCandliss BD, Schwartz DL. Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. *Educational Researcher*. 2008;37(3):140-52.



9. Jensen EP. Brain-based learning: A reality check. *Educational Leadership*. 2000;57(7):76-80.
10. Bruer JT. Education and the brain: A bridge too far. *Educational Research*. 1997;26:4-16.
11. Morris RG. Elements of a neurobiological theory of hippocampal function: The role of synaptic plasticity, synaptic tagging and schemas. *European Journal of Neuroscience*. 2006;23:2829-46.
12. Amaro EJr, Barker GJ. Study design in fMRI: Basic principles. *Brain Cognition*. 2006;60:220-32.
13. Hall J. Neuroscience and education: What can brain science contribute to teaching and learning? [internet]. The SCRE Centre, University of Glasgow. 2005 [cited 2011 June 20]. Available from: [http://www.preonline.co.uk/feature\\_pdfs/spotlight92.pdf](http://www.preonline.co.uk/feature_pdfs/spotlight92.pdf),
14. Jensen EP. *Teaching with the brain in mind*. 2nd ed. Alexandria, VA: ASCD Publishing; 1998. p. 7-17
15. Frith U. Teaching in 2020: The impact of neuroscience. *Journal of Education for Teaching*. 2005;31(4):289-91.
16. Jones HP. Neuroscience, educational science and the brain: From basics to practice; an introduction to educational neuroscience research. Kharrazi K, translator. Tehran, Iran: SAMT and ICSS publications; 2011. p. 138
17. Blick M, Frith U. *The learning brain*. Kharrazi K, translator. Tehran, Iran: SAMT and ICSS publications; 2009. p. 285-291
18. Bruer TJ. The brain and education: Misconceptions and misinterpretations. *Proceeding of the Annual Meeting of the American Educational Research Association*; 1999 Dec 13-15; Canada, Montreal; 1999 [cited 2011 July 28]. pp. 11-14. Available from: [web.unlv.edu/RCML/Proceedings11.pdf](http://web.unlv.edu/RCML/Proceedings11.pdf)
19. Perkins D. On grandmother neurons and grandfather clocks. *Mind, Brain and Education*. 2009;3:170-75.
20. Della S. The use and misuse of neuroscience in education. *Cortex*. 2009;45:443.
21. Ansari D, Coch D. Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Science*. 2006;10:146-151.
22. Mason L. Bridging neuroscience and education: A two-way path is possible. *Cortex*. 2009;45:548-49.
23. Kharrazi K, Talkhabi M. *Principals of cognitive education*. 1st ed. Tehran, Iran: SAMT and ICSS publications; 2011. p. 219-226. [In Persian]
24. Christodoulou JA, Gaab N. Using and misusing neuroscience in education-related research. *Cortex*. 2009;45:555-57.
25. Greenwood R. Where are the educators? What is our role in the debate?. *Cortex*. 2009;45:552-54.
26. Meltzoff AN, Kuhl PK, Movellan J, Sejnowski TJ. Foundations for a new science of learning. *Science*. 2009;325:284-288.
27. De Jong T, Van Gog T, Jenks K, Manlove S, Van Hell JG, Jolles J, et al. Explorations in learning and the brain: On the potential of cognitive neuroscience for educational science. Netherlands Organisation for Scientific Research. 2008 [cited 2011 Aug 18]; No. 411-07-991. Available from: [http://www.eric-project.nl/nwohome.nsf/pages/NWOA\\_VGJDST](http://www.eric-project.nl/nwohome.nsf/pages/NWOA_VGJDST)
28. Eva KW. What every teacher needs to know about clinical reasoning. *Medical Education*. 2005;39:98-106.
29. Michael J. Where's the evidence that active learning works?. *Advances in Physiology Education*. 2006;30:159-67.
30. Neville AJ, Norman GR. PBL in the undergraduate MD program at McMaster University: Three iterations in three decades. *Academic Medicine*. 2007;82:370-74.
31. Schmidt HG, Rikers RM. How expertise develops in medicine: Knowledge encapsulation and illness script formation. *Medical Education*. 2007;41:1133-39.
32. Schuwirth LWT, Van der Vleuten CP. Medical education: Challenges for educationalists. *British Medical Journal*. 2006;333:544-546.
33. Patel VL, Yoskowitz NA, Arocha JF. Towards effective evaluation and reform in medical

- education: A cognitive and learning science perspective. *Advances in Health Science Education*. 2008;14(5):791-812. doi:10.1007/s10459-007-9091-1.
34. Ruitter DJ, Van Kesteren MR, Fernandez G. How to achieve synergy between medical education and cognitive neuroscience? An exercise on prior knowledge in understanding. *Adv in Health Sci Educ*. 2010;17(2):225-40. doi:10.1007/s10459-1010-9244-5.
  35. Takashima A, Petersson KM, Rutters F, Tendolkar I, Jensen O, Zwarts MJ, et al. Declarative memory consolidation in humans: A prospective functional magnetic resonance imaging study. *Proceedings of the National Academy of Sciences; USA*; 2006;103:756-61.
  36. Van Kesteren MT, Fernandez G, Norris DG, Hermans EJ. Persistent schema-dependent hippocampal-neocortical connectivity during memory encoding and postencoding rest in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*; 2006 Jan 17; USA; 2010;107:7550-55.
  37. Alba WJ, Hasher L. Is memory schematic?. *Psychological Bulletin*. 1983;93:203-31.
  38. Bransford JD. Schema activation and schema acquisition: Comments on Richard C Anderson's remarks. In: Anderson RC, Osborn J, Tierney RC, editors. *Learning to read in American schools*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum; 1983. p. 259-272
  39. McVee MB, Dunsmore K, Gavelek JR. Schema theory revisited. *Review of Educational Research*. 2004;75:531-66.
  40. Regehr G, Norman GR. Issues in cognitive psychology: Implications for professional education. *Academic Medicine*. 1996;71:988-1001.
  41. Michael J. Where's the evidence that active learning works?. *Advances in Physiology Education*. 2006;30:159-67.
  42. Strenburg R. *Cognitive Psychology*. Kharrazi K, Hejazi E, translator. Tehran, Iran: SAMT and ICSS publications; 2008. p. 18-35
  43. Mayer RE. Teaching of subject matter. *Annual Review of Psychology*. 2004;55:715-44.
  44. Dolmans DH, De Grave W, Wolfhagen IH, Van der Vleuten CP. Problem-based learning: Future challenges for educational practice and research. *Medical Education*. 2005;39:732-41.
  45. Mayer RE. Applying the science of learning to medical education, the cross-cutting edge. *Medical Education*. 2010;44:543-49.
  46. Council of the European Union Commission staff working document: Towards more knowledge-based policy and practice in education and training. Brussels. 2007 Aug 28 [cited 2011 Dec 25]; Report No. SEC(2007) 1098, pp. 21-25. Available from: <http://www.eu/policies/2010/doc/sec/1098>.
  47. Ramani S. Twelve tips to promote excellence in medical teaching. *Medical Teacher*. 2006;8:19-23.
  48. Schmidt HG, Norman GR, Boshuizen HP. A cognitive perspective on medical expertise: Theory and implications. *Academic Medicine*. 1990;65:611-621.
  49. Lasry N, Aulls MW. The effect of multiple internal representations on context-rich instruction. *American Journal of Physics*. 2007;75:1030-37.
  50. Shams L, Seitz AR. Benefits of multisensory learning. *Trends in Cognitive Sciences*. 2008;12:411-17.
  51. Salkini MW, Doarn CR, Kiehl N, Broderick TJ, Donovan JF, Gaitond K. The role of haptic feedback in laparoscopic training using the Lap Mentor II. *Journal of Endourology*. 2010;1:99-102.
  52. Gobet F. Chunking models of expertise: Implications for education. *Applied Cognitive Psychology*. 2005;19:183-204.
  53. Gobet F, Simon HA. Five-seconds or sixty? Presentation time in expert memory. *Cognitive Science*. 2000;24:651-82.
  54. Miyashita Y. Cognitive memory: Cellular and network machineries and their top-down control. *Science*. 2004;306:435-40.
  55. Wang SZ, Morris RG. Hippocampal-neocortical interactions in memory formation, consolidation, and reconsolidation. *Annual Review of Psychology*. 2010;61:49-79.