

مدل ساختاری دانش یادگیرنده بر اساس طراحی اهداف آموزشی

الهه امینی فر^۱، بهرام صالح صدق پور^{**}، زهرا صباغ زاده فیروزآبادی^{۲*}

^{*}گروه ریاضی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

^{**}گروه علوم تربیتی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۴ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۷

چکیده: هدف تحقیق حاضر تعیین مدل ساختاری دانش یادگیرنده بر اساس طراحی اهداف آموزشی معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم است. ابتدا اهداف آموزشی مبحث مذکور طراحی و صحت آن ها توسط سه نفر از اعضای هیأت علمی که تجربه تدریس در این درس را بیش از ده سال داشتند، مورد تأیید قرار گرفت. طی مطالعه مقدماتی آزمونی شامل ۲۵ سؤال تهیه و بر روی ۳۱ نفر از دانشجویان علوم پایه و مهندسی که به طور تصادفی انتخاب شدند، اجرا شد. پس از تجزیه و تحلیل داده های حاصل با توجه به مقدار آلفای کرونباخ (۰/۸۳۴) مشخص شد که سؤالات طرح شده با اهداف آموزشی بیان شده در جدول مشخصات انطباق دارند. سؤالات نامناسب با استفاده از ضرایب دشواری، تمیز و عدم هماهنگی درونی بین آنان حذف و آزمونی ۱۵ سؤالی بر روی ۱۲۲ نفر از دانشجویان علوم پایه و مهندسی که به روش نمونه گیری خوشه ای انتخاب شدند، اجرا شد. با استفاده از نتایج به دست آمده، مدل تجربی دانش یادگیرنده تدوین، و مشخص شد که رابطه معناداری بین مؤلفه های 'دانش تعاریف' و 'دانش روش ضرایب نامعین'؛ 'دانش روش تغییر پارامتر' و 'دانش روش های خاص'؛ و 'دانش روش های خاص' و 'دانش تعاریف' وجود دارد.

واژه های کلیدی: مدل دانش یادگیرنده، اهداف آموزشی.

کد موضوع بندی ریاضی: ۶۲H۲۰ و ۶۲H۰۵

^۱ آدرس الکترونیکی نویسنده مسئول مقاله: الهه امینی فر elaheaminifar@srttu.edu

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد ریاضی

۱- مقدمه

امروزه تعلیم و تربیت یک سیاحت منظم در کلاس درس‌ها و امتحانات نیست، بلکه تدارک یک جریان منظم فکری برای ایجاد و تغییر در فرد فرد انسان‌هاست. ظهور فناوری اطلاعات و ارتباطات در مدت زمان کوتاهی که از پیدایش آن می‌گذرد توانسته است امکان ایجاد این تغییر را مهیا و بسیاری از ناکارآمدی سیستم‌ها و روش‌های متداول آموزشی را رفع نموده و دگرگونی‌های اساسی در آموزش به وجود آورد. از جمله این تغییرات، ظهور روش‌های نوین آموزشی هم‌چون چندرسانه‌ای‌های تعاملی است که به عنوان بعد جدیدی از تکنولوژی نوین آموزشی تلقی می‌گردند. فناوری اطلاعات و ارتباطات با به کارگیری از رسانه‌هایی هم‌چون صدا، ویدئو، انیمیشن، تصاویر متحرک و گرافیک همراه با تعاملات توسعه یافته‌ای که یادگیرنده به واسطه‌ی آن می‌تواند با محتوا و مواد آموزشی تعامل داشته باشد، به عنوان یک فناوری کارآمد جهت انتقال محتوای آموزشی برای یادگیرندگان در مؤسسات آموزشی مطرح می‌باشد (موسی رضانی، ۱۳۸۹).

معادلات دیفرانسیل یکی از واحدهای درسی الزامی برای رشته‌های علوم پایه و مهندسی است که از علوم کاربردی به‌شمار می‌رود. این درس پیش‌نیاز بسیاری از دروس تخصصی رشته‌های مذکور بوده و یادگیری این درس برای دانشجویان از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌منظور تولید محتوای الکترونیکی این درس لازم است، ابتدا طراحی آموزشی مناسبی صورت گیرد، سپس با استفاده از مدل تجربی به دست آمده سناریوی آموزشی آن نوشته شود. در بخش مبانی نظری این مقاله به معرفی ترکیب دانش محتوا، پداگوژی و فناوری^۱، یادگیری و آموزش الکترونیکی و مدل یادگیرنده پرداخته شده است. در بخش روش‌شناسی پژوهش جامعه، نمونه، فرآیند تهیه آزمون، مدل معادلات ساختاری و تجزیه یافته‌ها مطرح شده است. در نهایت بحث و نتیجه‌گیری و پیشنهاداتی جهت اعتلای آموزش بیان گردیده است.

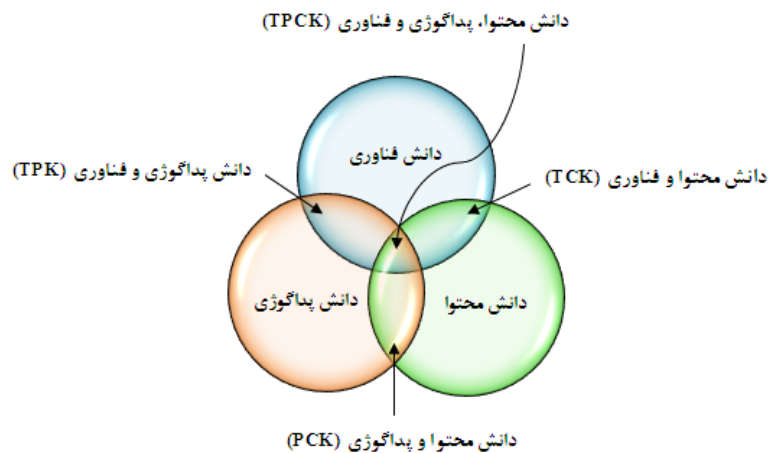
۲- مبانی نظری

۲-۱ دانش محتوا، پداگوژی و فناوری

با توجه به این که قرن حاضر با نوآوری، سرعت و پیشرفت‌هایی در زمینه فناوری اطلاعات و انتقال دانش عجین شده است، نسل جدید در پی روش‌هایی است تا خود را با این تغییرات همگام سازد. بنابراین باید در محتوا و روش یادگیری اصلاحاتی انجام گیرد. یکی

^۱Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK)

از روش‌های نوین آموزشی، آموزش همراه با فناوری است. برای استفاده بهتر فناوری در آموزش، معلمان نقش مهمی را در تعیین زمان، مکان و روش فناوری به کار رفته در کلاس ایفا می‌کنند (انجمن ملی دبیران ریاضی^۱، ۱۹۸۹). فناوری آموزشی روشی سیستماتیک شامل طراحی، اجرا و ارزشیابی کل فرآیند یادگیری و یاددهی برحسب اهداف معین است. این فناوری را در زمینه یادگیری و ارتباطات انسانی، و به کارگیری منابع انسانی و غیرانسانی به منظور فراهم آوردن یادگیری و آموزش مؤثرتر، پایدارتر و عمیق‌تر بیان می‌کنند (احدیان و همکاران، ۱۳۸۶). فناوری آموزشی، چنانچه مدبرانه و از روی علم و آگاهی به کار گرفته شود، سبب تسهیل و رفع بسیاری از مشکلات در بخش آموزش کشور خواهد شد. شاه‌پسند و نوروزی (۱۳۸۶) سرعت انتقال پیام، سهولت دسترسی به علم و دانش، بهره‌گیری از امکانات در جهت آموزش و برقراری ارتباط با اقصی نقاط جهان را به عنوان برخی از مزایای فناوری آموزشی برمی‌شمرند.



شکل ۱: سه مؤلفه اصلی دانش و تعاملات بین آنها (کلبرت و همکاران، ۲۰۰۸)

فناوری ابزاری است که توسط دانش بشری ایجاد شده تا همراه با منابع به تولید، حل مسئله و برآورده شدن نیازها یا خواسته‌ها بپردازد. چارچوب ترکیب دانش محتوا، پداگوژی و فناوری را شولمن^۲ (۱۹۸۷) به صورت چگونگی فهم معلم از فناوری و دانش محتوا و پداگوژی که در تعامل با یکدیگر به تدریس مؤثر می‌انجامد، توصیف می‌کند (به نقل از

^۱National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)

^۲Shulman

کلبرت^۱ و همکاران، ۲۰۰۸). در این مدل سه مؤلفه اصلی دانش: محتوا، پداگوژی و فناوری وجود دارد، که تعاملات بین آنها ترکیب‌های جدید: دانش محتوا و پداگوژی (PCK)، دانش محتوا و فناوری (TCK)، دانش پداگوژی و فناوری (TPK) و دانش محتوا، پداگوژی و فناوری (TPCK) را به وجود می‌آورند (شکل ۱).

کلبرت و همکاران (۲۰۰۸) TPCK را برآیند دانشی فراتر از سه مؤلفه تشکیل دهنده‌اش (محتوا، پداگوژی و فناوری) معرفی کرده‌اند و آن را پایه‌ی تدریس مؤثر با فناوری برمی‌شمرند. آنان بیان می‌کنند که این برآیند نیازمند موارد زیر می‌باشد: درک ارائه‌ی مفاهیم با استفاده از فناوری و تکنیک‌های پداگوژی که از فناوری‌ها در ساخت روش‌های تدریس محتوا استفاده می‌کنند؛ دانش آن‌چه که یادگیری مفاهیم را سهل یا دشوار می‌سازد و این‌که چگونه فناوری می‌تواند در راهنمایی و تصحیح بعضی از مسائلی که دانش‌آموزان با آن روبرو می‌شوند، کمک کند؛ و دانش این‌که چگونه فناوری‌ها در ساخت دانش موجود به کار برده می‌شود و به پیشرفت شناخت‌شناسی^۲ یا تقویت دانسته‌های قبلی می‌پردازد.

۲-۲ یادگیری و آموزش الکترونیکی

یادگیری الکترونیکی را روش کاربرد فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی اینترنت برای ارتقاء و حمایت از فعالیت‌های یادگیری (کانوکا، ۲۰۰۶) و آموزش الکترونیکی را هرگونه استفاده از فناوری‌های وب و اینترنت برای ایجاد و ارتقاء تجارب آموزشی (امینی‌فر و بحیرایی، ۲۰۱۰) تعریف می‌کنند. به‌طورکلی آموزش الکترونیکی مفهومی است که بیانگر به‌کارگیری فناوری‌های ارتباطی مانند اینترنت و نظام‌های چندرسانه‌ای به مثابه ابزارهایی برای بهبود کیفیت یادگیری از طریق عرضه تسهیلاتی برای دسترسی آسان به منابع و خدمات آموزشی و فراهم کردن سازوکارهایی چون تعامل و همکاری از راه دور است. در این صورت با بهره‌گیری از فناوری‌ها و رسانه‌های دیجیتالی، محیط یادگیری الکترونیکی برای عرضه، حمایت و بهینه‌سازی یاددهی، یادگیری، سنجش و ارزشیابی پدید می‌آید که از محیط‌های یادگیری متداول متمایز است (رضوی، ۱۳۸۶). کلارک و مایر (۲۰۰۸) یادگیری الکترونیکی را نوعی یادگیری دانسته که توسط رایانه از طریق سی‌دی، اینترنت یا اینترنت صورت می‌گیرد و ویژگی‌های زیر را در بردارد:

- شامل محتوایی متناسب با اهداف آموزشی است؛
- از روش‌های مختلف آموزشی جهت تسهیل یادگیری استفاده می‌کند؛

¹Colbert

²Epistemology

- برای انتقال محتوا، تصاویر و واژه‌ها به کار می‌رود؛
- برای یادگیری همزمان و یا غیرهمزمان استفاده می‌شود؛
- بر مبنای اطلاعات و مهارت‌های جدید که با اهداف یادگیری فردی ارتباط دارد، تشکیل شده و عملکرد سازمانی را بهبود می‌بخشد (به نقل از قراباغی و طلایی مشعوف، ۱۳۸۸).

امروزه زمان و تلاش بسیاری صرف رشد و گسترش نرم‌افزارهای آموزشی گردیده است. رشد چشمگیر این نرم‌افزارها در تمام سطوح آموزشی، گواهی بر این مدعاست. اما مسئله اساسی این است که توجه اندکی به طراحی و ارزشیابی کیفیت آن‌ها معطوف شده است. توانایی ترکیب انواع مختلف اطلاعات (متن، صدا و تصویر) در برنامه‌های کامپیوتری، شتاب ناباورانه‌ای را به سوی توسعه و تولید این سیستم‌ها در پی داشته است. اما با وجود نرم‌افزارهای فراوانی که در زمینه‌های آموزشی قابل دسترس است، غالب آن‌ها به دلیل تجاری بودن از کیفیت مطلوبی برخوردار نیستند (شاه جعفری، ۱۳۸۵). بر اساس تحقیقات انجام شده، یکی از علل شکست یادگیری الکترونیکی به خاطر شیوه نامناسب طراحی و تدوین دروس آموزش الکترونیکی است که برای سال‌ها به همان شکل باقی مانده است (میرزابیگی و همکاران، ۱۳۸۸).

کیانی و سعادت (۱۳۸۶) در طراحی نرم‌افزارهای آموزشی علاوه بر اصول فنی توجه به اصول آموزشی را ضروری برمی‌شمرد. اصول فنی بیشتر توجه به متدلوژی‌های طراحی و توسعه نرم‌افزارها بر مبنای مهندسی نرم‌افزار دارد، در حالی که اصول آموزشی فراهم‌سازی شرایط یادگیری برای گروه‌های مختلف یادگیرندگان (مخاطبان نرم‌افزار) را مورد توجه قرار می‌دهد. براساس این اصول در طراحی نرم‌افزار آموزشی می‌توان به جست‌وجوی ساخت یک مدل کارآمد برای یادگیرندگان اقدام نمود.

۲-۳ مدل یادگیرنده^۱

استفاده‌ی مؤثر از فناوری‌های نوین در آموزش، مستلزم شناخت مدل یادگیری انسان و نقاط قوت و ضعف فناوری می‌باشد. یکی از گام‌های مهم جهت تولید محتوای یادگیری الکترونیکی تعیین اهداف کلی و تهیه‌ی نمودار درختی سلسله مراتبی جزءهای آموزشی درس است. در مرحله توسعه‌ی طراحی آموزشی، فرآیند یادگیری شامل ابزارهایی می‌باشد که در تدریس استفاده می‌شوند (آلونسو^۲ و همکاران ۲۰۰۴). در این مرحله از فرآیند

^۱Learner Model

^۲Alonso

یادگیری، خود-حرکتی عملی^۱ شامل درخت یادگیری^۲ تولید می‌گردد. درخت یادگیری مشتمل از اهداف یادگیری، ساختار و مفاهیم هر درس الکترونیکی می‌باشد که از انتخاب بهترین مسیرهای ممکن همیلتونی برای رسیدن به دانش مقصود در نقشه‌ی راه به دست می‌آید. از طرفی آلونسو و همکاران (۲۰۰۸) اهداف یادگیری را به صورت مجموعه‌ای از موضوعات یادگیری که با توجه به اهمیت اهداف قابل ارزیابی و ساختار اطلاعاتی منسجمی که به ساخت طرحواره دانش^۳ در ذهن یادگیرنده کمک می‌کند، تعریف می‌کنند. طرحواره، الگوهای سازمان‌یافته‌ی اندیشه و عمل است که در تعامل بین انسان و محیط به کار می‌روند. اسلاوین^۴ (۲۰۰۶) طرحواره‌ها را به صورت شبکه‌های ذهنی متشکل از مفاهیم وابسته به فهم که بر اطلاعات تازه تأثیر می‌گذارند، تعریف کرده است (سیف، ۱۳۸۷).

نورانی و همکاران (۱۳۸۸) مدل یادگیرنده را به عنوان یکی از مشخصه‌های فردی در هر سیستم آموزشی تطبیق‌پذیر^۵ مطرح می‌کنند. این مدل شامل اطلاعات ضروری یادگیرنده است که در سیستم‌های آموزشی یا به صورت صریح و یا از طریق پرسشنامه استخراج می‌شود. همچنین به صورت تلویحی و براساس رفتار یادگیرنده در فرآیند یادگیری و استفاده از اطلاعات آن در تطبیق فرآیند یادگیری مطابق با نیازهای یادگیرنده، و استفاده از ساختاری که بتواند این مدل را حفظ و به درستی به روز نماید، به نظر می‌آید. مشکلی که در استخراج مدل یادگیرنده وجود دارد، عدم قطعیت آن است. یکی از روش‌های پیشنهادی جهت مواجهه با عدم قطعیت، استفاده از شبکه‌های بیزین^۶ است (تپیا^۷ و همکاران، ۲۰۰۸). مدل دانش یا مدل یادگیرنده، مدل پیشنهادی مجموعه‌ای از شبکه‌های بیزین است که هر یک مربوط به یک هدف آموزشی^۸ می‌باشد. برگ‌های شبکه، سؤالات مربوط به آن هدف آموزشی بوده و لایه‌ی بالاتر را زیرهدف‌های آن هدف آموزشی تشکیل می‌دهند. در انتها گره ریشه و به عبارتی هدف آموزشی قرار دارد که احتمال یادگیری این هدف را نشان می‌دهد. به این صورت که برای هر هدف آموزشی و سؤالات مربوط به آن یک شبکه‌ی بیزین در نظر گرفته می‌شود. در شکل ۲ هدف آموزشی LO₁ دارای زیرهدف‌های S₁، S₂ و S₃ بوده و بطور مثال پاسخ به سؤالات Q₁، Q₂ و Q₃ مشخص کننده‌ی دانش یادگیرنده پیرامون S₁ می‌باشد (کاردان و کاردان، ۲۰۰۸).

¹Practical Self- paced

²Learning tree

³Knowledge Schema

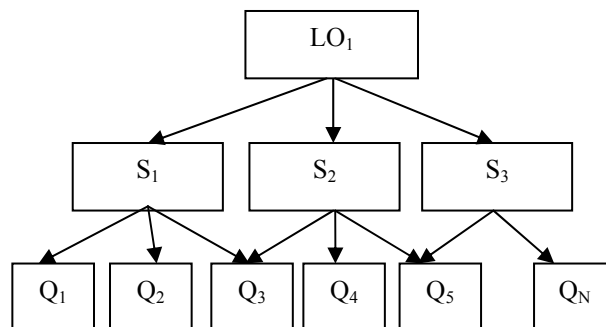
⁴Slavin

⁵System Adaptive Educational

⁶Bayesian Networks

⁷Tapia

⁸Learning Object



شکل ۲: هدف آموزشی، زیر هدف‌ها و سؤالات

بنابراین پژوهش حاضر در پی مطالعه در زمینه‌ی طراحی، اجرا و ارزشیابی اهداف آموزشی معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم به منظور تولید شبکه‌ی ساختاری دانش یادگیرندگان و مدل آن است. در این راستا سؤالات مورد توجه در پژوهش حاضر به قرار زیر می‌باشند:

- آیا بین دانش تعاریف و دانش روش ضرایب نامعین رابطه وجود دارد؟
- آیا بین دانش تغییر پارامتر و دانش روش‌های خاص رابطه وجود دارد؟
- آیا بین دانش روش‌های خاص و دانش تعاریف رابطه وجود دارد؟

۳- روش شناسی پژوهش

۳-۱ جامعه، نمونه و فرآیند تهیه آزمون

جامعه آماری این پژوهش کلیه‌ی دانشجویان رشته‌های علوم پایه و مهندسی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران در سال تحصیلی ۸۹-۸۸ می‌باشد. با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای ۱۲۲ نفر از دانشجویان مشغول به تحصیل در رشته‌های مذکور انتخاب شدند.

پس از مطالعه‌ی مبانی نظری و پژوهش‌های پیشین، اهداف آموزشی در سه دسته‌ی اهداف ورودی، میانی و پایانی تنظیم گردید. سپس اهداف آموزشی تعیین شده در سه بخش آشنایی با معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم، حل معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم با ضرایب ثابت و حل معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم با ضرایب متغیر، و با توجه به طبقه بندی اهداف آموزشی بلوم در دو سطح فهمیدن (ترجمه و برون‌یابی) و کار بستن در قالب جدول هدف-محتوا دسته‌بندی شدند.

با توجه به جدول هدف-محتوا، ۲۵ سؤال چهار گزینه‌ای طرح گردید و در یک مطالعه‌ی مقدماتی^۱ بر روی ۳۰ نفر از دانشجویان مشغول به تحصیل در سال ۸۸-۸۹ در رشته‌های علوم پایه و مهندسی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران که از طریق روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شده بودند، مورد آزمون قرار گرفت. در این مرحله، ۱۰ سؤال به دلیل عدم هماهنگی درونی با سؤالات کل آزمون و نیز عدم وجود ضریب دشواری و ضریب تمیز مناسب برای آن‌ها از نظر آماری مورد تأیید قرار نگرفته و حذف شدند. در نهایت آزمونی با ۱۵ سؤال چهارگزینه‌ای با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۳۴ تهیه گردید. آزمون نهایی بر روی ۱۲۲ نفر از دانشجویان در رشته‌های علوم پایه و مهندسی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران اجرا شد و داده‌های حاصل جهت تعیین مدل تجربی دانش یادگیرنده در این مبحث مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۲-۳ مدل معادلات ساختاری^۲

بدون تردید یکی از عمده‌ترین مشکلات پژوهش‌گران، توجیه باورها و نظریاتی است که درباره روابط فرضی بین متغیرها با استفاده از داده‌های غیرآزمایشی ارائه می‌دهند. از این رو، همواره تلاش‌های زیادی صرف ساخت و توسعه روش‌ها و فنون مختلف آماری برای پاسخ به این نیاز شده است. مدلیابی معادلات ساختاری برای بررسی روابط خطی بین متغیرهای مکنون و متغیرهای مشاهده شده است. پژوهش‌گران از طریق این فنون می‌توانند ساختارهای فرضی را که به‌گونه کلی مدل (و با دقت کمتری) مدل‌های علی نامیده می‌شود، رد یا انطباق آن‌ها را با داده‌های واقعی تأیید کنند. اما این فنون تنها محدود به روش‌های غیرآزمایشی نیست و پژوهش‌گران آن‌ها را برای مدل‌سازی داده‌های آزمایشی نیز به کار می‌برند. از دگرسو، روش‌های معادلات ساختاری برای برآورد قدرت روابط فرضی بین متغیرهایی که در یک مدل نظری ارائه می‌شود، چهارچوب منسجمی فراهم می‌آورد، و به همین دلیل است که نظریه همواره در قلب روش‌های ساختاری قرار دارد و بدون آن نمی‌توان بین راه‌های بی‌شماری که برای توصیف روابط درونی متغیرها به کار می‌رود تمایز قائل شد (هومن، ۱۳۸۷).

در خصوص ترسیم مدل معادلات ساختاری اولین گام ایجاد 'مدل نظری' است. ترسیم این مدل می‌تواند از طریق مطالعه‌ی ادبیات پیشینه و چارچوب نظری پژوهش میسر گردد. اهمیت این مرحله بدان جهت است که طی آن نحوه‌ی عملکرد مشخص می‌شود. چرا که یکی از چالش‌های اساسی در افزایش میزان برازش مدل آن است که ارتباط

^۱Pilot study

^۲Structural Equation Modeling (SEM)

میان نظریه و واقعیت به حداکثر برسد (او و همکاران^۱، ۲۰۰۳). گنجاندن سازه‌های بیش از اندازه (از لحاظ تعداد) در مدل می‌تواند موجب آزمون‌ناپذیری آن شود، و اگر سازه‌های مهمی حذف شود، خطر تولید یک مدل نامناسب یا کاذب وجود دارد. نکته‌ی مهم آن است که مدل باید اندیشه‌ها و مفاهیم نظری مورد علاقه‌ی محقق را به خوبی منعکس سازد. گام دوم در ترسیم مدل، آزمون مجموعه‌ی داده‌ها است.

مدل نظری این پژوهش با توجه به داده‌های به‌دست آمده و اهداف مورد نظر بخش معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم مطابق شکل ۳ تدوین گردید.

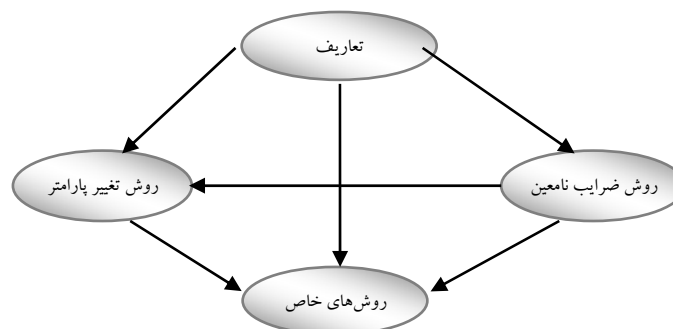
با توجه به سؤالات آزمون اصلی عوامل (مؤلفه‌ها) مدل نظری عبارتند از:

مؤلفه ۱ - تعاریف: تعریف معادله دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم، معادله دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم با ضرایب ثابت و متغیر، بررسی درستی جواب‌های داده شده در معادله دیفرانسیل؛

مؤلفه ۲ - روش ضرایب نامعین: حل معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم به روش ضرایب نامعین؛

مؤلفه ۳ - روش تغییر پارامتر: حل معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم به روش تغییر پارامتر؛ و

مؤلفه ۴ - روش‌های خاص: حل معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم به روش اپراتورها، اپراتورهای معکوس و حل معادلات دیفرانسیل خطی غیر همگن مرتبه دوم به بالا.



شکل ۳: مدل نظری معادلات دیفرانسیل خطی غیر همگن مرتبه دوم

^۱Au

۳-۳ یافته‌های پژوهش

به‌منظور تدوین و بررسی مدل، محاسبه ماتریس همبستگی مؤلفه‌های مورد پژوهش ضروری است. لذا این ماتریس به شرح جدول ۱ محاسبه گردید. مقادیر موجود در این جدول میزان همبستگی بین مؤلفه‌های موجود در مدل را نمایش می‌دهد.

با استفاده از مدل نظری (شکل ۳) و جدول ۱، مدل تجربی توسط محاسبات تحلیل مسیر مطابق شکل ۴ بدست آمد. با توجه به اطلاعات مدل تجربی حاصل (شکل ۴) و مقادیر استاندارد اثر مستقیم بین مؤلفه‌ها (جدول ۲) مشاهده می‌شود که بین دانش تعاریف و دانش روش ضرایب نامعین ($\beta = 0/474$ ، $t = 2/019$ ، $p < 0/05$)؛ دانش روش تغییر پارامتر و دانش روش‌های خاص ($\beta = 0/447$ ، $t = 1/96$ ، $p < 0/05$) و دانش روش‌های خاص و دانش تعاریف ($\beta = 0/300$ ، $t = 2/861$ ، $p < 0/01$) یک رابطه‌ی مستقیم وجود دارد که از نظر آماری معنادار است. اما بین دانش تعاریف و دانش روش تغییر پارامتر ($\beta = 0/261$ ، $t = 0/827$)؛ دانش تعاریف و دانش روش‌های خاص ($\beta = 0/184$ ، $t = 1/251$)؛ دانش روش ضرایب نامعین و دانش روش تغییر پارامتر ($\beta = 0/455$ ، $t = 1/776$)، و دانش روش ضرایب نامعین و دانش روش‌های خاص ($\beta = 0/287$ ، $t = 1/265$) رابطه‌ی مستقیمی وجود دارد که از نظر آماری ($p > 0/05$) معنادار نمی‌باشد.

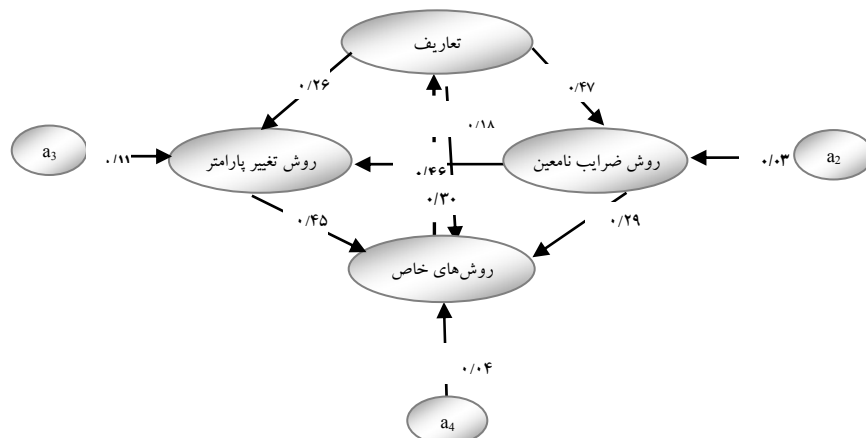
جدول ۱: ماتریس همبستگی مؤلفه‌ها

مؤلفه	تعاریف	روش ضرایب نامعین	روش تغییر پارامتر	روش‌های خاص
روش ضرایب نامعین	$0/474^*$	-	-	-
روش تغییر پارامتر	$0/261^*$	$0/455^*$	-	-
روش‌های خاص	$0/184$	$0/287^*$	$0/447^*$	-
تعاریف	-	-	-	$0/300^*$

* $p < 0/01$

با توجه به اطلاعات مدل تجربی حاصل (شکل ۴) و مقادیر استاندارد اثر مستقیم بین مؤلفه‌ها (جدول ۲) مشاهده می‌شود که بین دانش تعاریف و دانش روش ضرایب نامعین ($\beta = 0/474$ ، $t = 2/019$ ، $p < 0/05$)؛ دانش روش تغییر پارامتر و دانش روش‌های خاص ($\beta = 0/447$ ، $t = 1/96$ ، $p < 0/05$) و دانش روش‌های خاص و دانش تعاریف ($\beta = 0/300$ ، $t = 2/861$ ، $p < 0/01$) یک رابطه‌ی مستقیم وجود دارد که از نظر آماری معنادار است. اما بین دانش تعاریف و دانش روش تغییر پارامتر ($\beta = 0/261$ ، $t = 0/827$)؛ دانش تعاریف و دانش روش‌های خاص ($\beta = 0/184$)؛ دانش روش ضرایب نامعین و دانش روش تغییر پارامتر ($\beta = 0/455$ ، $t = 1/776$)، و

دانش روش ضرایب نامعین و دانش روش‌های خاص ($\beta=0/287$, $t=1/265$) رابطه‌ی مستقیمی وجود دارد که از نظر آماری ($p>0/05$) معنادار نمی‌باشد.



$$(df = 54; \chi^2 = 27/835; p = 0/999)$$

شکل ۴: مدل تجربی معادلات دیفرانسیل غیرهمگن مرتبه دوم براساس مقادیر استاندارد شده

جدول ۲: ماتریس ضرایب همبستگی اثر مستقیم بین مؤلفه‌های معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم

اثر مستقیم مؤلفه‌ها در مدل	مقدار برآورد	خطای استاندارد	مقدار استاندارد شده (β)	مقدار t	سطح معناداری
تعاریف با روش ضرایب نامعین	۰/۵۱۵	۰/۲۵۵	۰/۴۷۴	۲/۰۱۹	$p<0/05$
تعاریف با روش تغییر پارامتر	۰/۳۲۷	۰/۳۹۵	۰/۲۶۱	۰/۸۲۷	$p>0/05$
تعاریف با روش‌های خاص	۰/۲۹۹	۰/۲۳۹	۰/۱۸۴	۱/۲۵۱	$p>0/05$
روش ضرایب نامعین با روش تغییر پارامتر	۰/۹۲۲	۰/۵۱۹	۰/۴۵۵	۱/۷۷۶	$p>0/05$
روش ضرایب نامعین با روش‌های خاص	۰/۴۳۰	۰/۳۴۰	۰/۲۸۷	۱/۲۶۵	$p>0/05$
روش تغییر پارامتر با روش‌های خاص	۰/۳۳۱	۰/۱۶۹	۰/۴۴۷	۱/۹۶	$p<0/05$
روش‌های خاص با تعاریف	۰/۲۶۹	۰/۰۹۴	۰/۳۰۰	۲/۸۶۱	$p<0/01$

با توجه به مقادیر استاندارد اثر مجموع (مستقیم و غیرمستقیم) بین مؤلفه‌ها (جدول ۳) اثر مجموع بین دانش تعاریف و دانش روش ضرایب نامعین ($\beta=0/474$, $t=2/019$, $p<0/05$)، دانش تعاریف و دانش روش‌های خاص ($\beta=0/372$, $t=2/531$, $p<0/05$)، دانش روش ضرایب نامعین و دانش روش‌های خاص ($\beta=0/490$, $t=2/161$, $p<0/05$)، دانش روش تغییر

پارامتر و دانش روش‌های خاص ($\beta=0/447$, $t=1/96$, $p<0/05$) و دانش روش‌های خاص و دانش تعاریف ($\beta=0/300$, $t=2/861$, $p<0/01$) معنادار می‌باشد. در حالی که اثر مجموع بین دانش تعاریف و دانش روش تغییر پارامتر ($\beta=0/261$, $t=0/827$) و دانش روش ضرایب نامعین و دانش روش تغییر پارامتر ($\beta=0/455$, $t=1/776$) در سطح ($p>0/05$) معنادار نمی‌باشد.

جدول ۳: ماتریس ضرایب همبستگی اثر مجموع بین مؤلفه‌های معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم

اثر مجموع مؤلفه‌ها در مدل	مقدار برآورد	خطای مقدار استاندارد	مقدار استاندارد	مقدار t	سطح معناداری
تعاریف با روش ضرایب نامعین	۰/۵۱۵	۰/۲۵۵	۰/۴۷۴	۲/۰۱۹	$p<0/05$
تعاریف با روش تغییر پارامتر	۰/۳۲۷	۰/۳۹۵	۰/۲۶۱	۰/۸۲۷	$p>0/05$
تعاریف با روش‌های خاص	۰/۶۰۵	۰/۲۳۹	۰/۳۷۲	۲/۵۳۱	$p<0/05$
روش ضرایب نامعین با روش تغییر پارامتر	۰/۹۲۲	۰/۵۱۹	۰/۴۵۵	۱/۷۷۶	$p>0/05$
روش ضرایب نامعین با روش‌های خاص	۰/۷۳۵	۰/۳۴۰	۰/۴۹۰	۲/۲۶۱	$p<0/05$
روش تغییر پارامتر با روش‌های خاص	۰/۳۳۱	۰/۱۶۹	۰/۴۴۷	۱/۹۶	$p<0/05$
روش‌های خاص با تعاریف	۰/۲۶۹	۰/۰۹۴	۰/۳۰۰	۲/۸۶۱	$p<0/01$

اکثر روش‌های آماری مقدماتی توانایی کنترل خطای اندازه‌گیری را نداشته و معمولاً آن را در نظر نمی‌گیرند. این در حالی است که مدلیابی معادلات ساختاری، خطاهای اندازه‌گیری و حتی خطاهای حاصل از تقریب (برآورد) را نیز به حساب می‌آورد (بیرنه^۱، ۲۰۰۱). جدول ۴ میزان خطای تقریب را در ابزار مورد استفاده در پژوهش نشان می‌دهد.

جدول ۴: میزان خطای حاصل از تقریب در هر مؤلفه معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم

ضرایب استاندارد	مقدار برآورد	سطح معناداری
a ₂ ضریب ثابت مربوط به مؤلفه روش ضرایب نامعین	۰/۰۲۵	۰/۱۲۰
a ₃ ضریب ثابت مربوط به مؤلفه تغییر پارامتر	۰/۱۰۷	۰/۰۳۵
a ₄ ضریب ثابت مربوط به مؤلفه روش‌های خاص	۰/۰۳۶	۰/۰۰۸

با توجه به جدول ۴، اگر مقدار p از ۰/۰۵ بیش‌تر باشد، بدین معنی است که تمامی مؤلفه‌های موردنیاز برای تولید هر عامل در این مدل در نظر گرفته شده است و هیچ مؤلفه دیگری برای

¹Byrne

تبیین هر یک از این مفاهیم مورد نیاز نیست و به عبارتی مدل از طرف آن مؤلفه قابل گسترش نمی‌باشد. بنابراین از اطلاعات جدول ۴ می‌توان نتیجه گرفت که این مدل از طرف دانش تغییر پارامتر و دانش روش‌های خاص قابل گسترش می‌باشد.

جدول ۵: شاخص‌های برازش مدل نهایی معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم

شاخص	مقدار	دامنه مورد قبول	نتیجه
مطلق	۰/۵۱۵	<۲	تأیید مدل
	۰/۰۰۸	نزدیکتر به صفر	تأیید مدل
	۰/۹۶۷	>۰/۹	تأیید مدل
	۰/۹۴۴	>۰/۹	تأیید مدل
نسبی	۱/۱۴۵	>۰/۹	تأیید مدل
	۱/۰۹۲	>۰/۹	تأیید مدل
	۱/۰۰۰	>۰/۹	تأیید مدل
	CFI		
تعدیل یافته	RMSEA	<۰/۰۹	تأیید مدل
	PCLOSE	>۰/۰۵	تأیید مدل
	AIC	نزدیکتر به صفر	تأیید مدل
	CAIC	نزدیکتر به صفر	تأیید مدل

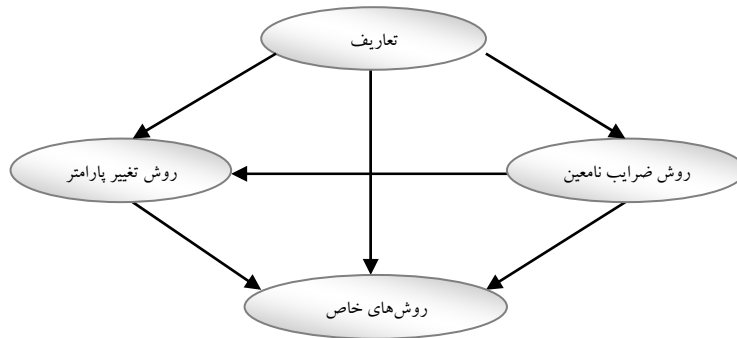
پس از معین شدن مدل روش‌های متعددی برای برآورد نیکویی برازش کلی مدل با داده‌های مشاهده شده وجود دارد. به‌طورکلی چندین شاخص برای سنجش برازش مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی معمولاً برای تأیید یک مدل استفاده از سه الی پنج شاخص کافی است (قاضی طباطبایی، ۱۳۸۱). این شاخص‌ها به شیوه‌های مختلفی طبقه‌بندی شده‌اند که یکی از عمده‌ترین آن‌ها طبقه‌بندی به‌صورت مطلق، نسبی و تعدیل یافته می‌باشد که نتایج آن در جدول ۵ آمده است.

اطلاعات جدول فوق بیانگر این مطلب است که شاخص‌های اندازه‌گیری برازش این مدل با توجه به نوع داده‌ها در بهترین حالت برازش است و مدل نهایی به طور کاملاً مطلوبی برازش یافته است.

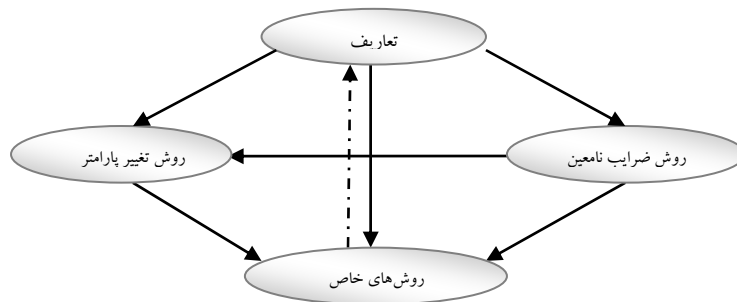
۴- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده برای آموزش معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم با استفاده از مدل تجربی به دست آمده نتایجی به شرح زیر تهیه گردیده است.

سناریو اول: مطابق شکل ۵ ابتدا به تعریف معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم، شکل کلی آن و دسته‌بندی این نوع معادلات به ضرایب ثابت و متغیر پرداخته می‌شود. بویس و دیپریما (۱۹۹۷) و نیکوکار (۱۳۸۱) نیز در کتاب خود ابتدا معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم را با توجه به معادلات دیفرانسیل خطی همگن مرتبه دوم تعریف می‌کنند. سپس با توجه به دسته‌بندی این نوع معادلات به ضرایب ثابت و متغیر که در بخش معادلات دیفرانسیل خطی همگن مرتبه دوم تعریف کرده‌اند، روش‌های حل این نوع معادلات را بیان نموده‌اند.



شکل ۵: مدل تجربی معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم در سناریو اول



شکل ۶: مدل تجربی معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم در سناریو دوم

در گام بعدی ابتدا با ارائه‌ی یک بازخورد^۱ از دانش تعاریف، به حل معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم با ضرایب ثابت، به روش ضرایب نامعین پرداخته می‌شود. بویس و دیپریما (۱۹۹۷) و نیکوکار (۱۳۸۱) پس از پرداختن به تعاریف و بیان قضایایی برای به‌دست آوردن

^۱Feedback

جواب عمومی معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم، به بیان روش ضرایب نامعین پرداخته‌اند. آن‌ها جمله‌ی غیرهمگن را به چهار حالت چندجمله‌ای، نمایی، مثلثاتی و حاصل‌ضربی از این سه نوع در نظر گرفته‌اند و سپس به توضیح چگونگی به‌دست آوردن جواب خصوصی معادله برای این حالت‌ها پرداخته‌اند. در گام بعد ابتدا بازخوردی از تعاریف و روش ضرایب نامعین ارائه شده و سپس به بیان روش عمومی حل معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم یعنی روش تغییر پارامتر پرداخته می‌شود. بویس و دیپریم (۱۹۹۷) بیان کردند که اگر معادله دیفرانسیل دارای ضرایب متغیر باشد و یا جمله‌ی غیرهمگن پیچیده‌تر از حالت‌های در نظر گرفته شده در روش ضرایب نامعین باشد، بهتر است از روش تغییر پارامتر استفاده گردد. نیکوکار (۱۳۸۱) نیز بیان نموده است که روش ضرایب نامعین را فقط می‌توان برای معادلات خطی با ضرایب ثابت استفاده کرد و روش تغییر پارامتر را روش عمومی حل معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن نامیده است.

در گام آخر ضمن ارائه‌ی بازخوردی از مفاهیم مربوط به تعاریف، روش ضرایب نامعین و روش تغییر پارامتر برای حل معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم، به معرفی روش‌های خاص پرداخته می‌شود. نیکوکار (۱۳۸۱) ابتدا به بررسی درستی جواب‌های خصوصی معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم پرداخته، سپس روش‌های اپراتورها، اپراتورهای معکوس و قضایایی مربوط به این مباحث را بیان نموده است.

به کمک این سناریو در هر گام ضمن تشکیل هر یک از مفاهیم مربوط به مبحث معادلات دیفرانسیل خطی غیرهمگن مرتبه دوم با توجه به اهداف آموزشی آن بازخوردی نیز از مفاهیم قبلی ارائه می‌شود و بدین ترتیب یادگیرنده به یک سطح معمولی از یادگیری دست می‌یابد.

سناریو دوم: مطابق شکل ۶ پس از طی فرآیند تدریس در سناریو اول و رسیدن به سطح یادگیری معمولی دوباره به مفهوم تعاریف بازگشته و با توجه به نظریه‌ی آزوبل، یادگیری معنادار از راه ایجاد ارتباط بین مطالب تازه و مطالب قبلاً آموخته شده، ایجاد می‌شود. مفاهیم اولیه که در سناریو اول بیان شده است، به عنوان پیش‌سازمان‌دهنده هستند. پیش‌سازمان‌دهنده‌ها توجه یادگیرنده را به مفاهیم عمده مطلب مورد یادگیری جلب کرده و روابط میان مطالب را برجسته می‌سازند، و همچنین مطالب جدید را به آن چه یادگیرنده از قبل می‌داند ربط می‌دهند (سیف، ۱۳۸۷).

در این مرحله، ابتدا بازخوردی از مفاهیم مربوط به تعاریف، روش ضرایب نامعین و روش تغییر پارامتر این معادلات ارائه شده و سپس پیش‌خوردی^۱ از دانش روش‌های خاص ارائه می‌گردد.

^۱Feedforward

باید توجه داشت که در این مرحله، یادگیرنده در سناریو اول با مفاهیم مربوط به تعاریف و مفاهیم قبل و بعد از آن آشنا شده است و در سناریو دوم با دریافت بازخورد و پیش‌خورد از این مفاهیم به ارتباط منظم بین آن‌ها پی می‌برد. با استفاده از این سناریو دانشجویان می‌توانند به یادگیری در حد تسلط^۱ که ۸۵٪ از یادگیری است، دست می‌یابند (سیف، ۱۳۸۷).

با توجه به تحقیق انجام گرفته، پیشنهادهایی برای انجام تحقیقات آینده در زیر بیان می‌گردد:

- بررسی مدل تجربی روابط بین این مدل با مدل‌های فصل‌های دیگر درس معادلات دیفرانسیل؛
- استفاده از این مدل برای تولید محتوای الکترونیکی این مبحث معادلات دیفرانسیل؛
- استفاده از روش به‌کار گرفته شده جهت تدوین مطالب درسی برای مؤلفان کتب درسی.

مراجع

- احدیان، محمد، رمضانی، عمران و محمدی، داود (۱۳۸۶). مقدمات تکنولوژی آموزشی، چاپ هفتم، انتشارات آییژ، تهران.
- رضوی، سیدعباس (۱۳۸۶). مباحث نوین در فناوری آموزشی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- سیف، علی‌اکبر (۱۳۸۷). روانشناسی پرورشی نوین روانشناسی یادگیری و آموزش، چاپ ششم، انتشارات دوران، تهران.
- شاه پسند، محمدرضا و نوروزی، زهرا (۱۳۸۶). تکنولوژی آموزشی: مفاهیم، فنون ابزاری و شناختی، نشر آموزش کشاورزی، کرج.
- شاه‌جعفری، فرشته (۱۳۸۵). طراحی و ارزشیابی نرم‌افزارهای آموزشی (چندرسانه‌ای)، چاپ اول، انتشارات امیری، تهران.
- قاضی طباطبایی، سیدمحمود (۱۳۸۱). فرآیند تدوین و اجرا و تفسیر ستاده‌های یک مدل لیزرل، یک مثال عینی. دانشگاه تبریز، سالنامه پژوهشی، شماره یکم، صص ۸۵-۱۲۵.
- قرباغی، حسن و طلایی مشعوف، علی‌اصغر (۱۳۸۸). مبانی نظری آموزش الکترونیکی، اولین کنفرانس بین‌المللی آموزش الکترونیکی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

¹Mastery Learning

کیانی، مسعود و سعادت، علی (۱۳۸۶). طراحی نرم‌افزارهای آموزشی: نگرشی نو برآموزش متبنی بر رایانه، دومین کنفرانس ملی یادگیری الکترونیکی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.

موسی رمضانی، سونیا (۱۳۸۹). فناوری چندرسانه‌ای؛ روشی کارآمد جهت کاربست در فرآیند یاددهی- یادگیری، همایش ملی روش‌های نوین آموزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران.

میرزاییگی، محمدعلی، خرازی، سیدکمال و موسوی، سیدامین (۱۳۸۸). طراحی الگوی تدوین محتوای الکترونیکی بر اساس رویکرد شناختی برای دروس نظری، با تاکید بر حوزه‌ی علوم انسانی در آموزش عالی، فصل‌نامه مطالعات برنامه درسی، سال سوم، شماره ۱۲، بهار.

نورانی، سیده فاطمه، کاردان، احمد و مدبری، سمانه (۱۳۸۸). روش‌های نمایش و به روزرسانی مدل یادگیرنده در سیستم‌های آموزش الکترونیکی، اولین کنفرانس بین‌المللی آموزش الکترونیکی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

هومن، حیدرعلی (۱۳۸۸). مدلیابی معادلات ساختاری با کاربرد نرم‌افزار لیزرل، چاپ دوم، انتشارات سمت، تهران.

Alonso, F., López, G., Manrique, D. and Soriano, G. (2004). *Instructional methodology for e-learning content development*, IADIS International Conference e-Society.

Alonso, F., López, G., Manrique, D. and María Vines, J. (2008). Learning objects, learning objectives and learning design, *Innovations in Education and Teaching International*, 45(4), 389-400.

Aminifar, E. and Bahiraey, D. (2010). Online learning and teaching at higher education, *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunication (ED-MEDIA 2010)*, Toronto, Canada, 410-418.

Byrne, B.M. (2001). *Structural equation modeling with Amos: Basic concepts, applications, and Programming*, Mahwah: New Jersey.

Colbert, J.A., Boyd, K. E., Clark, K.A., Guan, S., Harris, J.B., Kelly, M.A. and Thompson, A.D. (2008). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (edited), Routledge: New York.

Kanuka, H. (2006). *Instructional design and eLearning: a discussion of pedagogical content knowledge as a missing construct*, Athabasca University: Canada.

Kardan, A. and Kardan, S. (2008). Learning object tendency: a new concept for adaptive learning improvement, *Proceeding of International Conference*

on Virtual Learning, Bucurest, Romania. In R. Dienstbier (Ed.), Nebraska Symposium on Motivation, 38, 237-246.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*, The National Council, Virginia, USA.

Tapia, F.J., Lopez, C.A., Galan, M.J. and Rubio, E. (2008). Bayesian model for optimization adaptive eLearning process, *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 3, 38-52.

Au, L., Wright, N. and Botton, C. (2003). Using a Structural Equation Modeling Approach (SEM) to Examine Leadership of Heads of Subject Departments (HODs) as Perceived by Principals and Vice-Principals, Heads of Subject Departments and Teachers within "School Based Management" (SBM) Secondary Schools: Some Evidence from Hong Kong, *School Leadership and Management*, 23(4), 481-498.

The Structural Model of Learner Knowledge Based on Designing Instructional Objectives

Elahe Aminifar¹, Bahram Saleh Sedghpour², Zahra Sabaghzadeh¹

¹School of Mathematics, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

²School of Education, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

Abstract

The aim of this research was to find the structural model of learner knowledge based on designing instructional objectives of Second Order Non-Homogeneous Linear Differential Equations. To do this, the instructional objectives of purposed subject were designed and their integrity was confirmed by three members of academic staff who teach this course for more than 10 years. In a pilot study, a test consists of 25 questions was given to thirty-one science and engineering students who were chosen randomly. Analyzing data with attention to Cronbach's Alpha (0.834) confirmed that designed questions verified with mentioned instructional objectives of goal-content's table. By using difficulty index, discrimination index and loop method unfit questions removed and 15 questions remained. engineering students who were chosen by cluster sampling. The empirical model of learner's knowledge was compiled and results showed that there are meaningful relationships between 'knowledge of definitions' and 'knowledge of method of undetermined coefficients'; 'knowledge of method of variation of parameters' and 'knowledge of special methods'; and 'knowledge of special methods' and 'knowledge of definitions'.

Keywords: Learner Knowledge Model, Instructional Objects.

Mathematics Subject Classification (2000): 62H20, 62H05