



طراحی آزمون تطبیق‌پذیر مبحث معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم همگن

الهه امینی‌فر¹، بهرام صالح صدق‌پور² و راضیه علی‌دهی راوندی³

¹استادیار، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت‌معلم شهید رجایی

²استادیار، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت‌معلم شهید رجایی

³کارشناسی ارشد، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت‌معلم شهید رجایی (نویسنده مسئول) پست الکترونیکی: r.ravandi@yahoo.com

چکیده: با عنایت به نقش و جایگاه ارزش‌یابی در هر نظام آموزشی و به‌ویژه نظام آموزش الکترونیکی، ارائه راه‌کاری جهت رفع نواقص موجود در روش‌های ارزش‌یابی کنونی ضروری به نظر می‌رسد. لذا در پژوهش حاضر، به منظور طراحی یک آزمون تطبیق‌پذیر در مبحث معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم همگن، از یک آزمون محقق ساخته که سوالات آن با توجه به جدول هدف - محتوا و براساس سطوح یادگیری بلوم طراحی شده بود، به عنوان ابزار جمع‌آوری داده‌ها استفاده گردید. روایی و پایایی این سوالات نیز قبل از اجرای اصلی، با توجه به ضریب تمیز، ضریب دشواری و روش آلفای کرونباخ برای هماهنگی درونی سوالات مورد بررسی قرار گرفت. روش پژوهش، توصیفی از نوع پیمایشی است و با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای 110 نفر از دانشجویان رشته‌های علوم پایه و فنی‌مهندسی دانشگاه تربیت‌معلم شهید رجایی تهران به صورت تصادفی انتخاب و در آزمون شرکت کردند. براساس نتایج به دست آمده، به تخمین سطح توانایی آزمون‌شوندگان و همچنین برآورد پارامترهای دشواری و قدرت تشخیص سوالات پرداخته شد. با توجه به پارامترهای سوالات و مدل دانش‌یادگیرنده آزمونی تطبیق‌پذیر برای مبحث درسی مذکور طراحی گردید و در آخر آزمون مورد نظر به صورت تطبیق‌پذیر بر یک نمونه 30 نفری اجرا شد، مقایسه نتایج نشان داد که میزان مطابقت نمرات آزمون کتبی و آزمون تطبیق‌پذیر دانشجویان، 67% است.

واژگان کلیدی: سطح توانایی، پارامتر دشواری، قدرت تشخیص سؤال، معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم

Design of Adaptive Exam for Homogeneous Second Order Differential Equations

Elahe Aminifar¹, BahramSaleh Sedghpoor² and RaziehAlidehi Ravandi³

¹Assistant Prof. Faculty of Science, ShahidRajae Teacher Training Uni.

²Assistant Prof. Faculty of Humanities ShahidRajae Teacher Training Uni.

³M.A. Faculty of Science, ShahidRajae Teacher Training Uni.

Abstract: Regarding the role of evaluation in educational systems especially e-learning systems, it is necessary to offer a strategy to address existing deficiencies in the current evaluation methods. Therefore, as a data collection tool, a researcher made exam was used in the present study which its questions were made by table - content and the Bloom learning levels, dealing with designing an adaptive test for homogeneous second order differential equations. Before the main performance, reliability and validity of these questions, considering the discrimination index, item difficulty, and the coefficient alpha Cronbach for internal consistency questions were examined. Using cluster sampling¹¹⁰ students of engineering and faculty of sciences in ShahidRajae Teacher Training University were randomly selected and they participated in this research. Based on the results, the examinees' ability level and the difficulty parameters and discrimination questions were estimated. In view of the parameters of questions and learner's knowledge model the adaptive exam was designed to perform on the sample of ³⁰ students in this study. Comparing the results shows that compatibility of the students' test scores in writing and adaptive tests is ^{67%}.

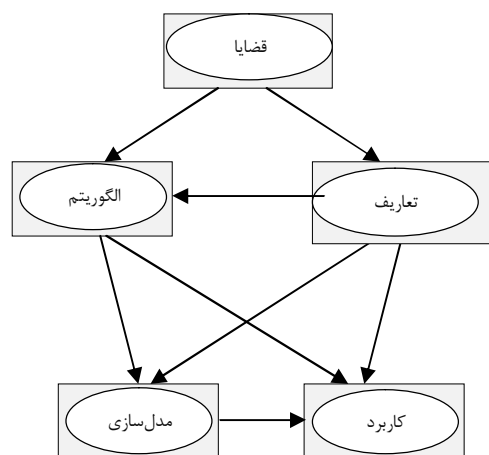
Keywords: Ability level, difficulty parameter, discrimination question, second order differential equations.

1- مقدمه

معمولا یکی از ابزارهایی که ارتباط بین ریاضیات محض و علوم فیزیکی و مهندسی را میسر می‌سازد، معادلات دیفرانسیل هستند. در اکثر شاخه‌های علوم به‌خصوص علوم کاربردی مانند رشته‌های مهندسی، فیزیک، اقتصاد و شیمی گاهی به مسائلی برمی‌خوریم که وقتی آن‌ها را به یک الگوی ریاضی تبدیل می‌کنیم، معادله‌ای حاصل می‌شود که یک تابع مجهول و مشتقات تابع نسبت به متغیرهای مستقل است. این‌گونه معادلات را "معادلات دیفرانسیل" می‌گویند. اهمیت این‌گونه معادلات از آنجا ناشی می‌شود که مسائل بهینه‌سازی مانند به دست آوردن تابع مینیمم هزینه، ماکزیمم سود، نقطه تعادل عرضه و تقاضا عموماً به معادلات دیفرانسیل ختم می‌شوند [1]. مطالعه معادلات خطی مرتبه دوم در معادلات دیفرانسیل، به دو دلیل اساسی از اهمیت خاصی برخوردار است. اول اینکه معادلات خطی، ساختار نظری غنی‌ای دارند که مآخذ شماری از روش‌های اصولی جواب است و قسمت اساسی این روش‌ها در یک سطح نسبتاً مقدماتی ریاضی قابل درک هستند. دومین دلیل مطالعه معادلات خطی مرتبه دوم آن است که در هر بررسی جدی مربوط به زمینه‌های حل مسائل فیزیکی حیاتی هستند. بدون دست‌یابی به حل معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه دوم، پیشرفت‌چندانی در مطالعه پدیده‌های مربوط به مکانیک سیالات، رسانش گرما، حرکت موجی یا الکترومغناطیس نمی‌توان داشت [2]. با توجه به این مطالب گذراندن درس معادلات دیفرانسیل برای دانشجویان علوم پایه و فنی و مهندسی ضروری به نظر می‌رسد لذا با عنایت به اهمیت موضوع در پژوهش فوق، از محتوای مبحث معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم جهت طراحی آزمون، استفاده گردید. یکی از گام‌های اساسی افزایش دست‌رسی به آموزش عالی، توجه به موضوع محتوای الکترونیکی (دیجیتالی) و گسترش کاربردهای آن در حوزه نظام علمی کشور است. در حال حاضر، نظام آموزش عالی کشور به طور عمده به منابع مکتوب کاغذی وابسته است و ضروری است با ترویج و تعمیق فرهنگ تولید منابع الکترونیکی و نیز کاربرد آن در جهت افزایش منابع اطلاعات دیجیتالی گام برداشته شود [3]. در سیستم‌های یادگیری الکترونیکی، جهت شناخت یادگیرنده و مدل‌یابی رفتار او باید در حین آموزش و در فواصل مناسب وی را مورد ارزش‌یابی قرار

داد تا میزان درک و همراهی او در فرایند تدریس مشخص گردد. با این کار علاوه بر آگاهی از میزان پیشرفت یادگیرنده در یادگیری مطالب، می‌توان ادامه آموزش را نیز متناسب با همین میزان از پیشرفت طراحی نمود [4]. یکی از وظایف مهم در یادگیری الکترونیکی، ارزش‌یابی است که از مشکل‌ترین قسمت‌های هر سیستم آموزشی است. اگر سیستم آموزش الکترونیکی به صورت پویا و تطبیقی طراحی شود، برخلاف یک سیستم آموزش الکترونیکی ایستا که در آن مطالب درسی به صورت ثابت برای همه کاربران ارائه می‌گردد، محتوا و مواد آموزشی مطابق با نیاز، سطح دانش، پس‌زمینه قبلی کاربر و همچنین پیشرفت او در امر یادگیری ارائه می‌شود. در طراحی چنین سیستمی نیاز است که از طریق آزمون‌های مناسب، سطح دانش کاربر ارزیابی، تحلیل و ذخیره شود و سپس مطالب آموزشی مناسب با سطح او، انتخاب شده و ارائه گردد. چنین روندی استفاده از سیستم آموزش مجازی را برای کاربران با کلیه سطوح دانش و پس‌زمینه‌های علمی، امکان‌پذیر ساخته و سیستم آموزشی را با سطح نیاز کاربر منطبق می‌سازد [5]. با پیشرفت در فناوری‌های مبتنی بر رایانه و ظهور آموزش الکترونیکی، فرصت‌های بی‌سابقه‌ای برای تجدید نظر در ارزش‌یابی یادگیری و این‌که چطور می‌تواند انجام شود به وجود آمده است. یک رویکرد ارزش‌یابی تطبیقی پذیر است. با توجه بیشتری به اهداف و شیوه‌های ارزش‌یابی در آموزش عالی طی دهه گذشته، در حال حاضر در خصوص این‌که ارزش‌یابی، تحقق اهداف چندگانه‌ای را می‌طلبد و دانش‌آموزان به منظور ارزش‌یابی خود و رقبایشان به عنوان بخشی از تجربه یادگیریشان نیاز به فرصت‌هایی در این فرایند دارند اتفاق نظر بیشتری وجود دارد، ارزش‌یابی تطبیقی‌پذیر غالباً مترادف با تست تطبیقی‌پذیر در نظر گرفته می‌شود [6]. بدین منظور، ارزش‌یابی تطبیقی‌پذیر به عنوان تست تطبیقی‌پذیر به وسیله رایانه تفسیر خواهد شد. آزمون تطبیقی‌پذیر رایانه‌ای نوعی ابزار اندازه‌گیری است که به جای آن‌که به صورت آزمون مداد-کاغذی متعارف انجام گیرد به وسیله رایانه صورت می‌پذیرد. آزمون تطبیقی‌پذیر برای هر آزمودنی خاص طوری طراحی می‌شود که سوالات نه خیلی آسان و نه خیلی دشوار باشد [7]. هدف اصلی آزمون تطبیقی‌پذیر رایانه‌ای، اجرای مجموعه‌ای از سوالات است که برای هر آزمودنی کارآمد بوده و بیشترین آگاهی را در مورد او

همگن مرتبه دوم» انجام گرفته و مدل ساختاری بحث فوق در (شکل 1) ارائه گردیده است. براساس این مدل مفاهیم تشکیل‌دهنده مبحث فوق به پنج بخش تقسیم گردیده و ارتباط هر بخش با مفاهیم دیگر در قالب پیکان‌هایی یک‌سویه نشان داده شده است.



شکل 1- مدل ساختاری بحث معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم همگن

مدل فوق، یک نقشه مفهومی طراحی شده برای مبحث معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم همگن است و ترتیبی را برای آموزش مفاهیم مبحث مذکور، نشان می‌دهد. در این پژوهش، با در نظر گرفتن این فرض که شیوه سازمان‌دهی ذهنی یادگیرندگان مطابق با مدل ارائه شده در شکل 1 می‌باشد، سعی شده است که آزمونی تطبیق‌پذیر برای این مبحث طراحی گردد.

واضح است که اجرای یک آزمون تطبیق‌پذیر در قالب یک «بانک سؤال» به مجموعه گسترده‌ای از سوالات نیاز دارد که پارامترهای این سوالات بر اساس نظریه سؤال-پاسخ از قبل معلوم شده باشد [8] یکی از موارد کاربرد عمده نظریه سؤال-پاسخ در زمینه آزمون تطبیق‌پذیر رایانه‌ای قرار دارد [7] در نظریه سؤال-پاسخ، قصد بر آن است که میزان توانایی امتحان‌شونده به کمک آزمون سنجیده شود. بنابراین برای هر امتحان‌شونده، یک امتیاز در نظر گرفته می‌شود که او را در محلی روی مقیاس توانایی قرار می‌دهد. این امتیاز را θ می‌نامیم. در هر سطح توانایی، امتحان‌شونده با احتمال خاصی به سؤال پاسخ می‌دهد، این احتمال با $P(\theta)$ مشخص می‌شود. احتمال پاسخ‌گویی به سوالات برای فردی با سطح توانایی پایین، کم است و برای فردی با سطح توانایی بالا زیاد است. اگر

فراهم کند. بدین منظور، آزمودنی‌های مختلف سوالات متفاوتی را دریافت خواهند کرد [8]. زمانی می‌توان به طراحی یک روش ارزش‌یابی مؤثر پرداخت و نتایج ارزش-یابی را ارزشمند دانست که آزمون‌شوندگان در یک چارچوب صحیح آموزش دیده باشند لذا در این پژوهش سعی شد که ابتدا طرحی برای آموزش مبحث معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم همگن تعیین گردد و ارزش‌یابی نیز در قلمرو آن صورت پذیرد. امروزه نظریه‌پردازان آموزشی دریافته‌اند که استفاده از روش‌های آموزشی مبتنی بر یادگیری معنادار، منجر به یادگیری بیشتر یادگیرندگان می‌گردد و علاوه بر آن مهارت‌های تفکر انتقادی و تفکر خلاق را نیز در آن‌ها پرورش می‌دهد [9]. از جمله راه-کارهای جدید آموزشی که نقشی مهم در این زمینه دارد، روش نقشه مفهومی است [10]. نقشه مفهومی، عبارت از نشان دادن چگونگی ارتباط یک مفهوم با مفاهیم دیگر به صورت گرافیکی است [11]. نقشه‌های مفهومی به صورت سلسله‌مراتبی طرح می‌گردند، به گونه‌ای که مفاهیم کلی‌تر در رأس قرار دارد و هرچه به پایین نقشه نزدیک می‌شویم، مفاهیم جزئی‌تر می‌گردند [12]. روند ساخت یک نقشه مفهومی تقریباً آسان است. نقشه مفهومی از مفاهیم مربوط به یک موضوع تشکیل شده است. مفاهیم به شکل هرمی مرتب می‌شوند و ارتباط میان آن‌ها از بالا به پایین و از جوانب، مشخص می‌گردد. تحقیقات نشان داده است که استفاده از نقشه مفهومی در آموزش، در ارتقای یادگیری معنی‌دار فراگیران مؤثر است [13]. نقشه‌های مفهومی در تهیه طرح و برنامه آموزشی مفید واقع می‌شوند و می‌توان به وسیله آن‌ها بخش‌های مختلف آموزش، روابط میان این بخش‌ها و اولویت‌بندی میان آن‌ها را مشخص نمود [14]. به منظور دست‌یابی به الگوی تولید محتوای الکترونیکی، می‌بایست مدلی را برای آموزش بر اساس یک مدل ساده شده از ذهن انسان، معرفی نمود [15]. با عنایت به اینکه در تحقیقات مختلف بر آموزش مبتنی بر نقشه مفهومی تأکید گردیده است [10 و 16 و 17] در این پژوهش استفاده از این روش برای مشخص نمودن مدل آموزش مبحث معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم همگن، در نظر گرفته شد. خوشبختانه بررسی‌های به عمل آمده نشان داد که این کار در پژوهشی توسط عقلی [18] با عنوان «مدل ساختاری شبکه‌ی دانش یادگیرنده در بحث معادلات دیفرانسیل

2- روش تحقیق

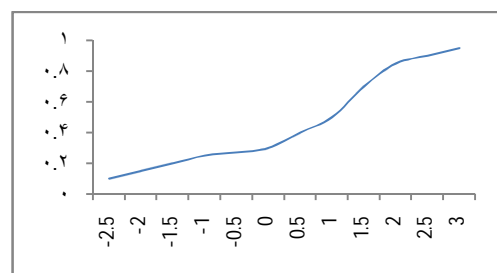
با توجه به سوالات و هدف تحقیق، روش توصیفی از نوع پیمایشی مورد استفاده قرار گرفت. برای برسی توزیع ویژگی‌های یک جامعه آماری روش تحقیق پیمایشی استفاده می‌شود که یک نوع روش تحقیق توصیفی (غیر آزمایشی) است. روش تحقیق توصیفی شامل مجموعه روش‌هایی است که هدف آن‌ها توصیف کردن شرایط یا پدیده‌های مورد بررسی است. روش پیمایشی بیشتر به توصیف شرایطی که آزمودنی‌ها در زمان حال دارند می‌پردازد و هیچ استنتاج ذهنی جهت نتیجه‌گیری از موقعیت موجود آن‌ها انجام نمی‌دهد. به بیان دیگر متغیری مورد دست‌کاری قرار نمی‌گیرد یا برای ایجاد رخدادی شرایطی مهیا نمی‌گردد بلکه با توجه به مقیاس‌های به کار رفته در ابزار سنجش به بررسی آزمودنی‌ها پرداخته و نتایج آن به طور سیستماتیک تجزیه و تحلیل می‌شود [20]. جامعه آماری تحقیق حاضر، کلیه سوالات مربوط به مبحث معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم همگن است و با در نظر داشتن جدول هدف محتوا، از روش نمونه‌گیری غیر تصادفی در دسترس استفاده گردید. براساس جدول هدف-محتوای مبحث معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم همگن، آزمونی حاوی 20 سؤال چهارگزینه‌ای طراحی شد و با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای، 21 نفر از دانشجویان انتخاب شده و پس از اجرای آزمون مقدماتی، سوالات آزمون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در نظر گرفتن شاخص‌هایی هم‌چون هم‌هنگی درونی سوالات با یکدیگر، ضریب دشواری و ضریب تمیز، 9 سؤال از نظر آماری مورد تأیید قرار نگرفته و حذف شدند.

اعمال تغییرات مذکور، منجر به ایجاد یک آزمون 11 سؤالی با ضریب آلفای کرونباخ 0/84 گردید. در مرحله بعد، 110 نفر از دانشجویان دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی مورد آزمون واقع شده و به پاسخ‌گویی به آزمون 11 سؤالی پرداختند.

3- یافته‌های پژوهش

به منظور پاسخ‌گویی به سؤال " ویژگی‌های روان‌سنجی هر سؤال چگونه است؟ " هر سؤال از جنبه‌های مختلفی همچون ضریب دشواری، ضریب تمیز و روش آلفای کرونباخ

$P(\theta)$ را به عنوان تابعی از توانایی (θ) رسم کنیم، منحنی هموار S-شکلی حاصل می‌شود که در آن احتمال پاسخ‌گویی صحیح به سؤال با افزایش توانایی بیشتر می‌شود و در بالاترین سطح به یک نزدیک می‌شود، این منحنی به منحنی مشخصه سؤال¹ (ICC) معروف است. منحنی مشخصه سؤال، عنصر اصلی سازنده نظریه سؤال-پاسخ است که بقیه ساختارهای نظریه بر اساس آن بیان می‌شود. هر ICC دو ویژگی تکنیکی دارد: اولین ویژگی، میزان دشواری سؤال² است. این پارامتر، جایگاه سؤال را در مقیاس توانایی مشخص می‌کند.



شکل 2- منحنی مشخصه سؤال

پارامتر دوم، قدرت تشخیص سؤال³ است که میزان ایجاد تمایز میان امتحان‌شوندگان در سطح توانایی خاص را مشخص می‌کند. این ویژگی، شیب منحنی مشخصه سؤال را در بخش وسط آن مشخص می‌کند.

هرچه قدر منحنی شیب بیشتری داشته باشد، سؤال بهتر می‌تواند تفاوت را آشکار کند. هرچه قدر منحنی صاف‌تر باشد، سؤال کمتر قادر است میان توانایی‌های مختلف تمایز قائل شود؛ زیرا احتمال پاسخ‌دهی صحیح در سطوح توانایی پایین و بالا تقریباً یکسان است [19].

تحقیق حاضر این مسأله را مورد پژوهش قرار می‌دهد که:

1- ویژگی‌های روان‌سنجی هر سؤال چگونه است؟
براساس نظریه سؤال-پاسخ سوالات مناسب دارای کدام پارامترها هستند؟

3- با توجه به پارامترهای سؤال و مدل دانش یادگیرنده، الگوریتم ارائه سوالات چگونه است؟

4- توانایی افراد با توجه به ارزش‌یابی تطبیق‌پذیر چگونه است؟

5- رابطه نمره نهایی (آزمون کتبی) و ارزش‌یابی تطبیق‌پذیر چقدر است؟

6- مقایسه نمرات افراد براساس ارزش‌یابی تطبیق‌پذیر و نمره نهایی چگونه است؟

طراحی آزمون تطبیق پذیر مبحث معادلات دیفرانسیل ...

همبستگی از آزمون ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید که نتایج آن در جدول 2 ارائه گردیده است. با توجه به اطلاعات ممتد در جدول 2 می توان دریافت که سؤال 20 در سطح 99 درصد سوالات 10، 16، 17 و 18 در سطح 95 درصد اطمینان دارا همبستگی معنادار است. بقیه سوالات (1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 9، 11، 12، 13، 14، 15 و 19)

دارای همبستگی تصادفی هستند.

جدول 3 مقدار ضریب آلفا را پس از حذف هر سؤال نشان می دهد، پایایی کل آزمون 0/591 است لذا حذف سوالات 2، 3، 4، 5، 7 و 9 می تواند به افزایش پایایی آزمون کمک کند، پس از حذف این سوالات میزان پایایی برای 14 سؤال باقی مانده با مدل آلفا برابر با 0/819 می گردد.

جدول 3- میزان پایایی سوالات آزمون پس از حذف هر سؤال

میزان پایایی بقیه سوالات	شماره سؤال	میزان پایایی بقیه سوالات	شماره سؤال
0/570	11	0/578	1
0/589	12	0/616	2
0/570	13	0/612	3
0/548	14	0/620	4
0/578	15	0/631	5
0/540	16	0/550	6
0/549	17	0/631	7
0/539	18	0/533	8
0/561	19	0/645	9
0/516	20	0/540	10

می بایست یکی از مدل های نظریه IRT به کار گرفته شود که در این تحقیق، مدل دو پارامتری (لوجستیک) جهت برآورد پارامترهای سوالات استفاده شد.

$$p(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-l}} = \frac{1}{1 + e^{-a(\theta - b)}} \quad (1)$$

$$l = a(\theta - b)$$

که در آن: $e = 2.718$ و b پارامتر دشواری سؤال و a قدرت تشخیص سؤال و θ سطح توانایی را مشخص می کند. ابتدا توانایی های دانشجویان محاسبه و بر این اساس، 10 سطح توانایی (بازه توانایی) به دست آمد،

مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جداول شماره 1 تا 3 قرار دارد.

جدول 1- درجه دشواری سوالات آزمون معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم

همگن

شماره سؤال	درجه دشواری	شماره سؤال	درجه دشواری
1	0/04	11	0/74
2	0/85	12	0/19
3	0/90	13	0/40
4	0/76	14	0/64
5	0/14	15	0/62
6	0/40	16	0/20
7	0/14	17	0/22
8	0/69	18	0/38
9	0/33	19	0/14
10	0/29	20	0/08

جدول 2- ضریب همبستگی نمر سوالات آزمون با نمر هکل

شماره سؤال	ضریب همبستگی	درجه معنی داری
1	0/225	-
2	-0/680	-
3	-0/840	-
4	-0/380	-
5	-0/176	-
6	0/422	-
7	-0/176	-
8	0/442	*
9	-0/146	-
10	0/503	*
11	0/265	-
12	0/140	-
13	0/265	-
14	0/376	-
15	0/225	-
16	0/503	*
17	0/543	*
18	0/453	*
19	0/317	-
20	0/596	**

$p > 0/05$ - $p < 0/05$ * $p < 0/01$ **

ضریب دشواری سوالات محاسبه شده و نتایج آن در جدول 1 درج گردیده است، با عنایت به اینکه ضریب دشواری مناسب هر سؤال بین 30% تا 70% است [21]، سوالات 2، 3، 4، 5، 7، 10، 11، 12، 16، 17، 19، 12، 3 و 20 سوالات مناسبی نیستند، چرا که درجه دشواری آنها خارج از محدوده تعیین شده قرار دارد، اگر چه تعیین مناسب بودن یک سؤال تنها به یک روش صحیح به نظر نمی رسد. به منظور انجام محاسبات مربوط به ضریب

استفاده از تابع لوجستیک، احتمال محاسبه شده پاسخ تشخیص سوالات و تخصیص نقطه‌ای در مقیاس توانایی که احتمال پاسخ درست به سؤال در آن نقطه برابر با 0/5 است، به پارامترهای دشواری سوالات، با در نظر داشتن مقدار ملاک (با لحاظ نمودن ضریب اطمینان 5% مقدار ملاک در اینجا 16/91 است¹، به تعدیل پارامترهای سوالات پرداخته شد. مقادیر نهایی پارامترهای سوالات به شرح مندرج در جدول 5 است.

سپس احتمال مشاهده شده پاسخ درست و همچنین با درست در تمامی سطوح توانایی و به تفکیک برای تمامی سوالات محاسبه گردید و پس از آن به محاسبه پارامترهای سوالات (پارامترهای a و b) پرداخته شد. مقادیر مشاهده شده پاسخ درست ($p_o(\theta)$) و همچنین مقادیر محاسبه شده پاسخ درست ($p_e(\theta)$) برای تمامی سوالات در جدول 4 ملاحظه می‌گردد. پس از در نظر گرفتن یک مقدار پیش فرض برای قدرت

جدول 4- مقادیر مشاهده شده ($p_o(\theta)$) و محاسبه شده پاسخ درست ($p_e(\theta)$)

	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p
-2	0	0/10	0/22	0	0/06	0	0/38	0/33	0/12	0/33	
-1/5	0/13	0/15	0/32	0/40	0/10	0/07	0/50	0/53	0/18	0/07	
-1	0/12	0/22	0/44	0/41	0/15	0/12	0/62	0/82	0/27	0/06	
-0/5	0/35	0/32	0/56	0/70	0/22	0/15	0/73	0/60	0/38	0/30	
0	0/35	0/44	0/68	0/90	0/32	0/30	0/82	0/75	0/50	0/55	
0/5	0/60	0/56	0/78	0/90	0/44	0/40	0/88	0/90	0/62	0/40	
1	0/83	0/68	0/85	0/83	0/56	0/58	0/92	1	0/73	0/92	
1/5	0/78	0/78	0/90	0/89	0/68	0/67	0/95	0/78	0/82	0/67	
2	0/50	0/85	0/94	1	0/78	0/50	0/97	1	0/88	1	
2/5	1	0/90	0/96	1	0/85	1	0/98	1	0/92	1	

	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p
-2	0/27	0	0/27	0	0/04	0	0/05	0	0/12	0/33	0/01	0
-1/5	0/38	0/13	0/38	0/33	0/06	0/07	0/08	0	0/17	0/27	0/02	0
-1	0/50	0/53	0/50	0/53	0/10	0/12	0/12	0	0/23	0/29	0/03	0
-0/5	0/62	0/70	0/62	0/70	0/15	0/15	0/18	0/15	0/30	0/15	0/06	0/05
0	0/73	0/65	0/73	0/60	0/22	0/15	0/27	0/25	0/39	0/50	0/10	0
0/5	0/82	1	0/82	0/80	0/32	0/10	0/38	0/40	0/48	0/40	0/17	0/10
1	0/88	0/92	0/88	0/75	0/44	0/17	0/50	0/25	0/57	0/58	0/28	0/17
1/5	0/92	0/89	0/92	0/89	0/56	0/89	0/62	0/67	0/66	0/44	0/42	0/44
2	0/95	1	0/95	1	0/68	0/50	0/73	1	0/74	1	0/58	0/50
2/5	0/97	1	0/97	1	0/78	1	0/82	1	0/81	1	0/72	0

جدول 5 - مقادیر تعدیل شده پارامترهای سوالات

شماره سؤال	پارامتر دشواری (b)	قدرت تشخیص (a)
1	0/25	1
2	-0/75	1
3	0/75	1
4	-1/5	1
5	0	1
6	-1	1
7	-1	1
8	1/25	1
9	1/5	1
10	0/6	0/75
11	1/75	1/25

به منظور ارائه سطح توانایی دانشجوی مذکور با فرض اینکه وی توانایی پاسخ‌گویی به سوالات ۲، ۷ و ۸ را دارد، نمره توانایی 0/66 را که بالاتر از نمره امتحان کتبی دانشجوی فوق است برای وی در نظر می‌گیرد. وضعیت مشابیه، در خصوص دانشجوی شماره 5 وجود دارد چرا که دانشجوی فوق به سوالات 1، 2، 3 و 14 با پارامترهای دشواری 2-، 2-، 1- و 1 پاسخ صحیح داده است و حتی اگر از پاسخ‌گویی وی به سؤال 14 چشم‌پوشی گردد، عدم پاسخ‌گویی دانشجوی مذکور به سوالات 7 و 8 با پارامترهای دشواری 1- و 1- به دلیل عدم توانایی نیست و لذا سطح توانایی وی در آزمون تطبیق‌پذیر، به درستی، بالاتر از نمره آزمون کتبی او برآورد می‌گردد. عکس حالات بیان شده نیز در میان نتایج مشاهده می‌گردد، یعنی زمانی که دانشجویی به تصادف سوالی را پاسخ صحیح داده است. در این حالت نیز آزمون تطبیق‌پذیر، امتیاز این سؤال را برای وی محاسبه نمی‌نماید. به عنوان مثال، با عنایت به جدول 4-20 دانشجوی شماره 8 به سوالات 1، 2، 3، 4، 6، 7 و 8 که به ترتیب دارای پارامترهای دشواری 2-، 2-، 1-، 0، 1، 1- و 1- می‌باشند پاسخ صحیح داده است. با توجه به پارامترهای دشواری این سؤالات به نظر می‌رسد که وی به تصادف سؤال 6 را پاسخ گفته است و عدم پاسخ‌گویی دانشجوی مذکور به سوالات 5، 9، 14 و 15 که همگی دارای پارامتر دشواری 1 است، این ادعا را تصدیق می‌نماید. لذا آزمون تطبیق‌پذیر با چشم‌پوشی از پاسخ وی به سؤال 6 و با این فرض که دانشجوی فوق هنوز آمادگی پاسخ‌گویی به سؤال 6 را کسب ننموده است، سطح توانایی او را 1/33- معرفی می‌نماید که کمتر از میزان نمره آزمون کتبی وی است. عدم پاسخ‌گویی دانشجوی شماره 19 به سؤال شماره 11 ناشی از عدم دقت وی بود چرا که پارامتر دشواری سؤال 11، 0/5- بود در حالی که دانشجوی مذکور به خوبی سوالات 9، 10 و 14 را که پارامتر دشواری آنها به ترتیب 1، 0/5 و 1 است را پاسخ گفته است. بنابراین با فرض اینکه دانشجوی فوق قادر به پاسخ‌گویی به این سؤال است آزمون تطبیق‌پذیر از عدم پاسخ‌گویی به سؤال 11 برای وی

پاسخ‌گویی به سؤال "با توجه به پارامترهای سؤال و مدل دانش یادگیرنده، ترتیب ارائه سوالات (الگوریتم) چگونه است؟" مستلزم در نظر داشتن سه عامل مدل دانش یادگیرنده (شکل 1)، پارامتر a و پارامتر b است. شکل 3 الگوریتمی را نشان می‌دهد که، بر مبنای دو عامل مدل دانش یادگیرنده و پارامتر دشواری سوالات طراحی گردیده است. پس از طراحی برنامه آزمون تطبیق‌پذیر، آزمون مذکور توسط 30 نفر از دانشجویانی که در آزمون کتبی سوالات فوق شرکت کرده بودند اجرا گردید، به منظور تعیین همبستگی بین این دو متغیر از ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید که نتایج آن به قرار زیر است:

$$r = 0/823$$

$$p < 0/01$$

به دلیل آن که مقدار به دست آمده برای متغیر r در سطح 99% معنادار است بنابراین می‌توان دریافت که

$$(0/823)^2 \times 100 = 67/73$$

این اطلاع بدین معنی است که میزان مطابقت نمرات آزمون کتبی و آزمون تطبیق‌پذیر 67/73 درصد است. به عبارت دیگر نمره ناشی از آزمون کتبی به دلیل پاسخ‌های تصادفی و خطای اندازه‌گیری و جزء آن 67/73 درصد با واقعیت توانایی فرد تطابق دارد.

پاسخ‌گویی به سؤال چهارم "مقایسه نمرات افراد بر اساس ارزش‌یابی تطبیق‌پذیر و نمره آزمون کتبی چگونه است؟" مستلزم بررسی علل متفاوت بودن نمره دانشجویان در آزمون کتبی و آزمون تطبیق‌پذیر است. بررسی پاسخ‌های تعدادی از دانشجویان نشان می‌دهد که نمرات آزمون تطبیق‌پذیر به سطح توانایی دانشجویان نزدیک‌تر است. به عنوان مثال با توجه به جدول شماره 6 دانشجوی شماره 3 به سوالات 1، 3، 4 و 14 که پارامترهای دشواری آنها به ترتیب 2-، 1-، 0 و 1 است پاسخ صحیح داده است، لذا حتی اگر به تصادف به سؤال 14 پاسخ صحیح داده باشد، با توجه به پاسخ‌گویی دانشجوی فوق به سوالات 1، 3 و 4، عدم پاسخ‌گویی به سوالات 2، 7 و 8 که به ترتیب دارای پارامترهای دشواری 2-، 1- و 1- است ناشی از بی‌دقتی بوده است و لذا آزمون تطبیق‌پذیر

طراحی آزمون تطبیق‌پذیر مبحث معادلات دیفرانسیل ...

مطابق با سیر حرکت محتوایی مدل خواهد بود و پس از تعیین حیطه‌ای که آزمون‌شونده در آنجا قرار دارد، سوالاتی با پارامترهای مختلف که مختص همان حیطه‌اند به آزمون‌شونده ارائه خواهد شد. درحقیقت به شیوه مذکور، توانایی ارزش‌مکانی پیدا می‌کند و می‌توان به صورت عملیاتی به اندازه‌گیری سطح توانایی یادگیرندگان پرداخت. در این روش هر آزمون‌شونده‌ای در مقیاس توانایی جایگاهی دارد و بیانگر آن است که وی تمامی اطلاعات پیشنهاد این جایگاه را داراست و هنوز به هیچ یک از اطلاعات بعدی دست نیافته است.

پی‌نوشت

¹Item Characteristic Curve (ICC)

²Item Difficulty

³Item Discrimination

⁴ با عنایت به جدول صفحه 334 کتاب «آمار کاربردی به زبان ساده» (ترجمه و تألیف دکتر رضا نجاتی و حمیدرضا اشرفی)

مراجع

- [¹] Aminifar E., Salehsedghpoor B., AghiliN., Modelingthe structure oflearner's knowledgein the production ofsecond-orderdifferential equations ofelectronic content. NationalConferenceandSecond International Conference one-learning. Tehran: Amirkabir University(Tehran Polytechnic), ۲۰۱۰.
- [²] BoyceA.,DyprymaC., Elementarydifferential equationsandboundary value problems. translatedbyAliAkbarBabaeiandhamidre zazohuriZangene. Sixth Edition, Tehran: Publicationof Sheikh Bahai, ۱۹۹۷.
- [³] montazerGA., StudiesofHigherEducationDevelopment Strategicinformation. Quarterly journal of Researchand Planningin Higher Education, YearXIII, Vol, ۲۰۰۸.
- [⁴] Baylry A., MontazerGA., Severalpropositionseducatorintelligents ystem designin order topersonalizethe learning

جدول 6- نتایج آزمون‌کتبیدانشجویان

سوال دانشجوی	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
8	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
9	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
3	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0

4- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب بیان شده، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که طراحی یک آزمون تطبیق‌پذیر، تمهیدات و پیش‌نیازهایی نیاز دارد. اول اینکه مدل دانش یادگیرنده تعیین شده باشد. براساس مدل، در مبحث معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم همگن، یادگیری از قسمت قضایا آغاز می‌شود و بعد از آن یادگیرنده به حیطه تعاریف و یا الگوریتم وارد می‌شود لذا بیان این موضوع که در ارزش‌یابی مبحث فوق، می‌بایست در گام نخست دانش یادگیرنده را در قسمت قضایا مورد ارزیابی قرار داد، منطقی به نظر می‌رسد. به عنوان نمونه فرض کنید که یک آزمون به صورتی طراحی گردیده است که سوالات آن قسمت قضایا را پوشش نمی‌دهد لذا بر اساس آزمون مذکور، سطح توانایی آزمون‌شونده‌ای که تنها به یادگیری قسمت قضایا نائل شده و به حیطه‌های دیگر راه نیافته، صفر اعلام خواهد شد حال آن که اگر به درستی تمامی حیطه‌های مدل مورد سنجش واقع می‌شدند آزمون‌شونده فوق امتیازی نزدیک به سطح توانایی حقیقی خویش را دریافت می‌کرد. حال چنین فرض می‌شود که سوالات مربوط به قسمت قضایا هم در آزمون در نظر گرفته شده‌اند، در صورتی این سوالات می‌توانند سطح توانایی آزمون‌شونده را به درستی تقریب بزنند که تا حد امکان تمامی سطوح توانایی را پوشش دهند لذا پیش‌نیاز دوم جهت طراحی یک آزمون تطبیق‌پذیر، دسترسی به یک بانک سؤال است که پارامترهای سوالات آن از قبل برآورد شده باشد. بنابراین در یک آزمون تطبیق‌پذیر، مسیر ارزیابی

- facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, ۱۹(۱), ۱۹۹۰.
- [۱۷] Fraser K., Edwards J., The effects of training in concept mapping on student achievement in traditional classroom tests. *Research in Science Education*, ۱۵, ۱۹۸۵.
- [۱۸] Aghili N., Structural model of learner's knowledge network in the discussion of homogeneous differential equations of second order. MSc Thesis, Tehran University of Teacher Training Rajaei, ۲۰۱۰.
- [۱۹] Baker B., The basics of item response theory. ERIC clearinghouse on Assessment and Evaluation, ۲۰۰۱.
- [۲۰] Sarmad Z., Bazargan A., Hijazi A., Research methods in the behavioral sciences. Tehran: Institute Publications Agah, ۲۰۱۰.
- [۲۱] Allen, Mary J., Introduction to the theory of measurement (psychometric). (Translated by Ali Delavar). Tehran: publisherside, ۱۹۷۹.
- environmental electronic theory question-answer. Proceedings of the Second International Conference on E-Learning. Zahedan University of Sistan and Baluchestan, ۲۰۰۷.
- [۲۲] Kaydy S., Application of a fuzzy expert system for evaluation of knowledge and progress of online users in adaptive e-learning. Third National Conference on e-learning. Tehran University of Technology khajenasiraldintoosi, ۲۰۰۹.
- [۲۳] Challis D., Committing to quality learning through adaptive online assessment. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, Vol. ۳۰, No. ۵. from ERIC database, ۲۰۰۵.
- [۲۴] Embretson S., Reise S., Item response theory for psychologists. Mahwah, NJ: Erlbaum Publishers, ۲۰۰۰.
- [۲۵] Millman J., Arter JA., Issues in Item Banking. *Journal of Educational Measurement*, ۱۹۸۴.
- [۲۶] Baugh NG., Mellott K.G., Clinical concept mapping as preparation for student nurses clinical experiences. *Journal of Nursing Education*; ۳۷(۶), ۱۹۹۸.
- [۲۷] Irvine LM., Can concept mapping be used to promote meaningful learning in nurse education? *Journal of Advanced Nursing*, ۲۱(۶), ۱۹۹۵.
- [۲۸] Wilkes L., Cooper K., Lewin J., Batts J., Concept mapping: Promoting science learning in BN learners in Australia. *Journal of Continuing Education in Nursing*, ۳۰(۱), ۱۹۹۹.
- [۲۹] Martin DJ., Concept mapping as an aid to lesson planning: a longitudinal study. *Journal of Elementary Science Education*, ۶(۲), ۱۹۹۴.
- [۳۰] Beitz J., Concept mapping. Navigating the learning process. *Nurse Educator*. ۲۳(۵), ۱۹۹۸.
- [۳۱] Shern D., Trochim WMK., LaComb CA., The use of concept mapping for assessing fidelity of model transfer: An example from psychiatric rehabilitation. *Evaluation and Program Planning*, ۱۸, ۱۹۹۵.
- [۳۲] Esposito F., Licchelli O., Discovering Student Models in E-Learning Systems. *Journal of Universal Computer Science*, ۲۰۰۴.
- [۳۳] Novak JD., Concept maps and vee diagrams: Two Metacognitive tools to