

مجله مطالعات کتابداری و علم اطلاعات  
دانشگاه شهید چمران اهواز، بهار و تابستان ۱۳۹۰  
دوره سوم، سال هجدهم، شماره ۷، صص: ۳۰-۱  
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۴/۰۹  
تاریخ بررسی مقاله: ۱۳۹۰/۰۴/۱۶  
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۳/۲۸

## کاربرد تکنیک‌های داده‌کاوی در محیط‌های آموزش الکترونیکی

ژاله نریمی‌سای<sup>۱</sup>، دکتر بیتا شادگار<sup>۲</sup>  
دکتر علیرضا عصاره<sup>۳</sup>

### چکیده

رشد سریع اینترنت روش جدیدی برای سیستم‌های آموزشی ایجاد کرده است به طوری که دانش‌ورزان و معلمان فعالیت‌های آموزشی خود را با صرف هزینه، زمان و تلاش کمتر به انجام می‌رسانند. امروزه دانش‌ورزان از هر کجای دنیا می‌توانند با ورود به این سیستم‌ها، به مواد آموزشی دلخواه خود دست‌یابند. بحث مدل‌سازی دانش‌ورز برحسب اولویت‌ها، اهداف و علایق یکی از بحث‌های مهم در آموزش الکترونیکی است. بسیاری از دروس مبتنی بر وب مواد آموزشی ثابتی دارند، به طوری که متناسب با تنوع دانش‌ورز تغییر نمی‌کنند. لذا در سال‌های اخیر تلاش زیادی برای شخصی نمودن مواد آموزشی متناسب با دانش‌ورز انجام شده است. باافزایش محتوا در وب حوزه‌ی کاربرد تکنیک‌های داده‌کاوی و وب‌کاوی در کاربردهای آموزش الکترونیکی به طرز قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. این مقاله کاربرد مهم‌ترین و محبوب‌ترین تکنیک‌های داده‌کاوی را به منظور بهبود آموزش و ایجاد آموزش شخصی‌شده روی داده‌های موجود از سیستم‌های آموزش سنتی و آموزش از راه‌دور (شامل دروس مبتنی بر وب، سیستم‌های مدیریت محتوای یادگیری و سیستم‌های آموزش مبتنی بر وب هوشمند و سازگار) در سال‌های اخیر دسته‌بندی و بررسی می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** داده‌کاوی، سیستم‌های آموزشی، سیستم‌های آموزشی مبتنی بر وب، پیشکارهای هوشمند، آموزش شخصی‌شده.

۱. کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر دانشگاه چمران اهواز [JNarimisaiei@mscstu.scu.ac.ir](mailto:JNarimisaiei@mscstu.scu.ac.ir)

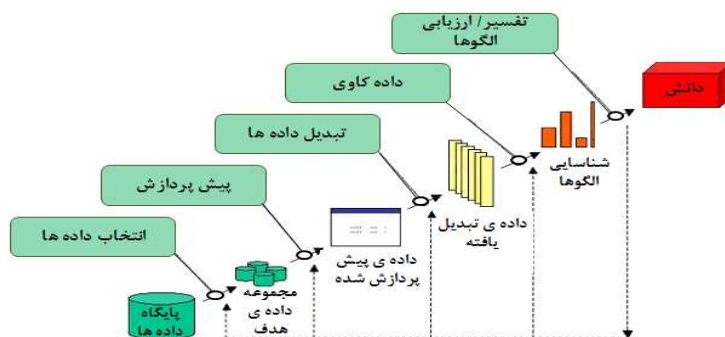
۲. استادیار گروه مهندسی کامپیوتر دانشگاه چمران اهواز [Bita.Shadgar@scu.ac.ir](mailto:Bita.Shadgar@scu.ac.ir)

۳. دانشیار گروه مهندسی کامپیوتر دانشگاه چمران اهواز [Alireza.Osareh@scu.ac.ir](mailto:Alireza.Osareh@scu.ac.ir)

## مقدمه

امروزه اینترنت رسانه‌ای فراگیر شده است به طوری که روش انتقال و اشتراک اطلاعات و دانش در سرتاسر جهان تغییر یافته است. هم‌زمان با این تغییرات آموزش نیز تغییر یافته و از حالت سنتی خود خارج شده است (کاسترو و دیگران، ۲۰۰۷). آموزش الکترونیکی شکلی از آموزش به کمک کامپیوتر است که به طور مجازی مستقل از موقعیت و بستر سخت‌افزاری خاص است (بروسیلوفسکی، پیلو، ۲۰۰۳). رشد سریع آموزش الکترونیکی به خاطر آن است که می‌تواند در هر زمان و در هر کجا یک محیط یادگیری کارا، راحت و سودمند فراهم کند (چن، لی، چن، ۲۰۰۵) به طوری که دانش‌ورزان و معلمان بتوانند فعالیت‌های آموزشی خود را با صرف هزینه، زمان و تلاش کمتر به انجام رسانند (پراکاسام و دیگران، ۲۰۱۰). نقش دانش‌ورزان در آموزش سنتی غیرفعال است اما در آموزش الکترونیکی نقش فعالی دارد. این نوع آموزش، محیط یادگیری خودمختار جدیدی فراهم کرده که دارای سه مولفه‌ی «محتوای چندرسانه‌ای»، «مشارکت دانش‌ورزان» و «آموزش با پشتیبانی کامپیوتر» است (اوانسو، ۲۰۱۰). دانشگاه‌ها، شرکت‌ها و سازمان‌های آموزشی بسترهای آموزش از راه دور را برای ایجاد مواد آموزشی مبتنی بر وب گسترش داده‌اند (چن، لی، چن، ۲۰۰۵). با افزایش محتوا روی وب، حوزه‌ی کاربرد تکنیک‌های داده‌کاوی و وب‌کاوی در کاربردهای آموزش الکترونیکی به طرز قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است (پراکاسام و دیگران، ۲۰۱۰). داده‌کاوی به عنوان تکنیک یافتن اطلاعات پنهان از پایگاه داده‌ها (پراکاسام و دیگران، ۲۰۱۰) و استخراج اتوماتیک الگوهای جالب و ضمنی از مجموعه داده‌های بزرگ تعریف می‌شود (کلازجن، زیتکو، ۲۰۰۲). از سوی دیگر، داده‌کاوی یکی از مراحل اساسی فرایند کشف دانش از داده‌ها است (زآین، ۲۰۰۲) که در شکل ۱ نشان داده شده است (فیاد، پایاتتسکای-شاپیرو، اسمیت، ۱۹۹۶). این مراحل در سیستم‌های آموزشی در بخش ۳ به تفصیل شرح داده می‌شوند.

به علاوه داده‌کاوی به منظور استخراج دانش از سیستم‌های آموزش الکترونیکی از طریق تحلیل اطلاعات موجود قابل استفاده است، به طوری که اطلاعات توسط کاربران سیستم تولید می‌شوند. در این حالت هدف اصلی، یافتن الگوهای کاربرد سیستم توسط معلمان و دانش‌ورزان و شاید کشف الگوهای رفتار یادگیری دانش‌ورزان است (کاسترو و دیگران، ۲۰۰۷).



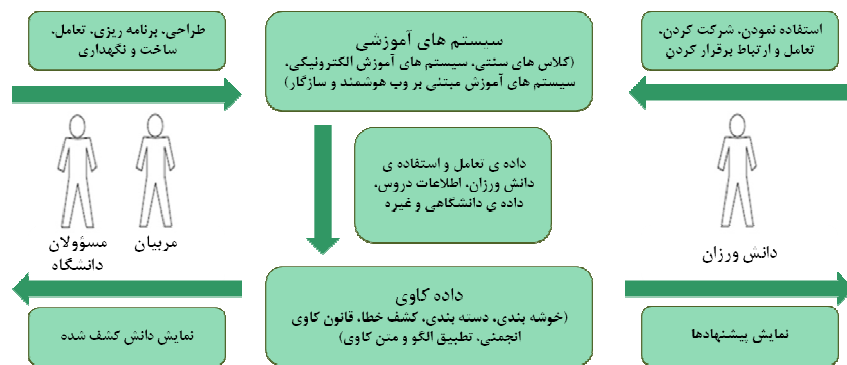
شکل ۱: مراحل کشف دانش. (مأخذ: فیاد، پایاتسکای - شاپیرو، اسمیت، ۱۹۹۶)

یافتن الگوها و دانش نهفته در سیستم‌های آموزشی می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان عرصه‌ی آموزش کمک شایانی جهت ارتقاء و بهبود فرآیندهای آموزشی نظیر برنامه‌ریزی، ثبت نام، ارزیابی و مشاوره نماید (فیروزه، برانی، وحدت، ۱۳۸۹). همچنین دانش تولید شده نه تنها برای مربیان بلکه برای دانش‌ورزان نیز می‌تواند مفید باشد؛ برای مثال پیشنهاد فعالیت، منبع، مقاله و کتاب به دانش‌ورز برای بهبود یادگیری او و دسته‌بندی دانش‌ورزان به گروه‌های متفاوت توسط مربیان براساس نیاز آن‌ها به راهنمایی و نظارت (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷) دو نمونه‌ی آشکار این موضوع است. شکل ۲ کاربرد داده‌کاوی را در سیستم‌های آموزشی نشان می‌دهد.

ملاحظه می‌شود که مربیان و مسئولان دانشگاه کار طراحی، برنامه‌ریزی، ساخت و نگهداری سیستم‌های آموزشی را برعهده دارند و دانش‌ورزان در حال استفاده و تعامل با آن‌ها هستند. در این سیستم‌ها، اطلاعات مهمی در مورد دانش‌ورزان، دروس و داده‌های مربوط به تعامل ایشان با سیستم وجود دارد. به‌علت کثرت اطلاعات نیاز به تکنیک‌های داده‌کاوی محسوس است (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷) که در محیط‌های آموزش الکترونیکی می‌توان از جمله به الگوریتم‌های دسته‌بندی و پیشگویی، خوشه‌بندی (Clustering)، قوانین انجمنی (Association rules) و متن‌کاوی (Text mining) اشاره نمود که بخش ۳-۳ آن را به تفصیل مرور می‌کند.

یکی از بحث‌های مهم در آموزش الکترونیکی، مدل‌سازی دانش‌ورز برحسب اولویت‌ها، اهداف و علایق وی است. در سیستم‌های آموزش موجود، بسیاری از دروس مبتنی بر وب حاوی مواد آموزشی ثابت (static course materials) هستند و مستقل از علاقه‌های فردی

دانش‌ورزان تعیین می‌شوند (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). اما به دلیل ناکارایی این مدل در آموزش، سعی بر آن است که آموزش برای هر دانش‌ورز شخصی شود و سیستمی سازگار با ویژگی‌های او ایجاد شود. فرایند مدل‌سازی دانش‌ورز دارای سه مرحله‌ی اصلی است: (۱) جمع‌آوری داده‌ی مرتبط با مشخصه‌های دانش‌ورز، (۲) ساخت مدل دانش‌ورز و (۳) به‌روزرسانی مدل. مدل‌های دانش‌ورز قلب سیستم‌های آموزشی سازگار شناخته می‌شوند. این مدل‌ها بسته به ویژگی‌های متفاوت آنها به روش‌های متفاوتی دسته‌بندی می‌شوند؛ از جمله می‌توان به دسته‌های «مشارکتی» و «مبتنی بر محتوا»، یا به چهار گروه «پیشگویی (prediction)»، «پیشنهادی (recommendation)»، «دسته‌بندی (classification)» و «پالایشی (filtering)»، یا به دسته‌بندی «وابسته به رشته (field dependent)» و «مستقل از رشته (field independent)» اشاره کرد (سومبورک، ۲۰۰۹). در این راستا کارهای بسیاری انجام شده که در بیشتر آنها سعی شده است به دانش‌ورزان براساس علایق و خصوصیات فردی آنها مواد آموزشی و پیغام‌های مناسب جهت راهنمایی و بهبود یادگیری پیشنهاد شود. مقاله حاضر به بررسی انواع سیستم‌های آموزشی و پرکاربردترین الگوریتم‌های داده‌کاوی در حوزه‌ی مفروض از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۱ می‌پردازد.



شکل ۲: چرخه‌ی کاربرد داده‌کاوی در سیستم‌های آموزشی

در ادامه، بخش ۲ انواع متفاوت سیستم‌های آموزشی و کاربرد تکنیک‌های داده‌کاوی در آن-ها را بررسی و بخش ۳ فرایند داده‌کاوی در آموزش الکترونیکی را ارزیابی می‌کند. بخش ۴

مروری کلی بر کاربرد الگوریتم‌های داده‌کاوی مذکور دارد و در پایان، بخش ۵ به نتیجه‌گیری خواهد پرداخت.

### سیستم‌های آموزشی

تکنیک‌های داده‌کاوی می‌توانند روی داده‌ی خروجی سیستم‌های آموزشی اعمال شوند. سیستم‌های آموزشی به (۱) کلاس‌های سنتی و (۲) آموزش از راه‌دور تقسیم می‌شوند. این دو نوع سیستم منابع داده‌ای و اهداف متفاوتی دارند بنابراین ضروری است که کاربرد تکنیک‌های داده‌کاوی در هر کدام از سیستم‌ها به‌طور مجزا بررسی شود (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). جدول ۱ انواع سیستم‌های آموزشی متفاوت را در بسیاری از مقالات حوزه‌ی مفروض نشان می‌دهد.

جدول ۱: سیستم‌های آموزشی متفاوت در بسیاری از مقاله‌ها

| سال  | نویسندگان                    | سیستم آموزشی                                 |
|------|------------------------------|--|
| ۲۰۰۰ | بکر و دیگران                 | آموزش سنتی                                   |
| ۲۰۰۵ | چن، لی، چن                   | سیستم‌های آموزشی مبتنی بر وب هوشمند و سازگار |
| ۲۰۰۵ | تنگ، مک کالا                 | سیستم‌های آموزشی مبتنی بر وب هوشمند و سازگار |
| ۲۰۰۷ | ژانگ و دیگران                | دروس مبتنی بر وب                             |
| ۲۰۰۹ | رادنکوویچ و دیگران           | سیستم مدیریت محتوای یادگیری                  |
| ۲۰۰۹ | وای لی و دیگران              | دروس مبتنی بر وب                             |
| ۲۰۱۰ | اولادپوپو، اویلاد            | آموزش سنتی                                   |
| ۲۰۱۰ | پراکاسام و دیگران            | سیستم‌های آموزشی مبتنی بر وب هوشمند و سازگار |
| ۲۰۱۰ | گورولر، استانبولو، کاراهاسان | آموزش سنتی                                   |
| ۲۰۱۱ | چلاتامیلان، سِرش             | سیستم مدیریت محتوای یادگیری                  |

### کلاس‌های سنتی

محیط کلاس‌های سنتی، گسترده‌ترین سیستم آموزشی است که استفاده می‌شوند. شرایط کلاس مبتنی بر ارتباط چهره‌به‌چهره میان مربیان و دانش‌ورزان است و زیرنوع‌های متفاوتی برای

آن وجود دارد که از آن جمله می‌توان به آموزش عمومی و خصوصی، آموزش ابتدایی، آموزش بزرگسالان، آموزش عالی و دانشگاهی اشاره کرد (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷؛ رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). در محیط کلاس‌های سنتی چندین نوع منبع اطلاعاتی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به پایگاه‌داده‌های سنتی (با اطلاعات دانش‌ورز، مربیان، کلاس، زمان‌بندی و ...)، اطلاعات آن‌لاین (صفحات وب آن‌لاین و صفحات محتوای درس)، پایگاه‌داده‌های چندرسانه‌ای و غیره اشاره کرد (ما و دیگران، ۲۰۰۰). در این جا داده‌کاوی می‌تواند به فرایند یادگیری کمک کند.

برای مثال موسسه‌ای ممکن است بخواهد بداند کدام دانش‌ورزان در درس خاصی ثبت‌نام می‌کنند و یا برای فارغ‌التحصیلی به کمک نیاز دارند (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). کارهای بسیاری در این زمینه وجود دارد که از آن جمله می‌توان به (بکر و دیگران، ۲۰۰۰) اشاره کرد که در آن از تکنیک‌های کشف دانش به منظور شناسایی و فهم این نکته که آیا اصلاح برنامه‌ی تحصیلی در یک دانشگاه برزیلی تأثیری بر روی دانش‌ورز دارد یا خیر استفاده شده است. در (گورولر، استانبولو، کاراهاسان، ۲۰۱۰) به منظور کشف عوامل موثر بر موفقیت دانش‌ورزان، از پایگاه‌داده دانش‌ورزان دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه موگلا<sup>۱</sup> استفاده شده است. اولادپوپو و اویلاد (۲۰۱۰) به منظور شناسایی الگوهای عدم موفقیت دانش‌ورزان از پایگاه‌داده مربوط به دروس افتاده‌ی دانش‌ورزان استفاده کردند.

## آموزش از راه دور

آموزش از راه دور شامل تکنیک‌هایی است که دستیابی به برنامه‌های آموزشی را برای دانش‌ورزانی که از مربیان به واسطه‌ی زمان و مکان مجزا شده‌اند فراهم می‌کند. آموزش مبتنی بر مقاله، آموزش از طریق نوار ویدئویی و آموزش به کمک کامپیوتر (آموزش چندرسانه‌ای، آموزش مبتنی بر وب یا آموزش اینترنتی) و ... از زیرگروه‌های این نوع آموزش است. آموزش مبتنی بر وب گسترده‌ترین آموزشی است که در حال حاضر استفاده می‌شود و به دانش‌ورزان این امکان را می‌دهد که به راحتی از طریق اینترنت یاد بگیرند. امروزه عبارت‌های زیادی مانند آموزش الکترونیکی، تعلیم الکترونیکی، آموزش آن‌لاین و غیره برای رجوع به آموزش مبتنی-

بروب وجود دارد (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). ویژگی اصلی این نوع محیط، نمایش دروس گوناگون با استفاده از مواد چندرسانه‌ای مانند متن، انیمیشن، گرافیک، ویدئو و صدا با ابزارهای ارتباطی مناسب است (گوا، ژانگ، ۲۰۰۹). تفاوت اصلی میان این نوع سیستم‌ها با سیستم‌های سنتی در نوع و میزان داده‌های موجود در سیستم است. کلاس‌های سنتی فقط اطلاعاتی در مورد حضور دانشجو، اطلاعات دروس، اهداف برنامه‌ی آموزشی و برنامه‌ی فردی دارد درحالی‌که آموزش مبتنی بر وب حاوی اطلاعات بیش‌تری است. این نوع سیستم‌ها می‌توانند همه‌ی تعاملات دانش‌ورزان با سیستم را در فایل‌های ثبت‌ رویداد (Log files) و پایگاه‌داده‌ها ثبت کنند (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷) که ردیابی اولیه‌ای از نحوه‌ی عملکرد آن‌ها در سایت‌ها فراهم می‌کنند (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). سیستم آموزش مبتنی بر وب متشکل از سه نوع متفاوت (۱) دروس مبتنی بر وب، (۲) سیستم‌های مدیریت محتوای یادگیری (LCMS) و (۳) سیستم‌های آموزشی مبتنی بر وب هوشمند و سازگار (AIWBES) (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷) است که در ادامه هر یک به‌طور دقیق‌تر بررسی می‌شوند.

### دروس مبتنی بر وب

سیستم‌های دروس مبتنی بر وب از استاندارد HTML برای قراردادن دروس روی وب استفاده می‌کنند. داده‌کاوی در سیستم مفروض می‌تواند برای استخراج اطلاعات؛ از جمله چگونگی استفاده‌ی سیستم توسط دانش‌ورزان متفاوت، چگونگی تاثیر روش آموزش بر ایشان، چگونگی ترتیب مطالعه‌ی موضوعات توسط آنها، صفحاتی که بدون خواندن می‌گذرند، مدت زمانی که صرف خواندن یک صفحه، یک فصل و یا کل درس می‌شود استفاده شود (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). برای مثال می‌توان به (وای لی و دیگران، ۲۰۰۹) اشاره کرد که در آن به‌منظور کشف رفتار دانش‌ورزان با مدل‌های متفاوت درک، اقدام به طراحی برنامه‌ی یادگیری مبتنی بر وب کرده است و درنهایت با استفاده از درخت تصمیم به نتیجه‌ی موردنظر دست‌یافته است.

### سیستم مدیریت محتوای یادگیری

سیستم‌های مدیریت محتوای یادگیری بسترهایی هستند که تنوع بزرگی از کانال‌ها و فضاهای کاری برای تسهیل اشتراک اطلاعات و ارتباط میان شرکت‌کنندگان در درس را ایجاد

می‌کنند. آنها به مربیان امکان توزیع اطلاعات بین دانش‌ورزان، تولید محتوا، آماده‌سازی تمرین‌ها و امتحان‌ها، شرکت در بحث‌ها، مدیریت کلاس‌های راه‌دور و آموزش مشارکتی با استفاده از تالار گفت‌وگو و شرکت در انجمن‌ها (Forums) را می‌دهند (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷؛ رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). از جمله سیستم‌های مدیریت محتوای یادگیری تجاری می‌توان به aTutor، Blackboard، WebCT، Moodle، Claroline، TopClass، U، Virtual-، Ilias و aTutor اشاره نمود (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷؛ رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). این نوع سیستم‌ها می‌توانند فعالیت‌های دانش‌ورزان را مانند خواندن، نوشتن، امتحان دادن، انجام وظایف گوناگون در محیط‌های واقعی یا مجازی و حتی ارتباط با دیگران را در خود ثبت کنند (مستوف و دیگران، ۲۰۰۵). همچنین، این سیستم‌ها پایگاه‌داده‌ای را فراهم می‌کنند که می‌تواند تمامی اطلاعات سیستم اعم از اطلاعات شخصی کاربران، نتایج دانشگاهی و داده‌ی تعامل کاربران با سیستم را در خود ذخیره کند. از آنجاکه این سیستم‌ها می‌توانند روزانه حجم وسیعی از داده‌ها را تولید کنند که مدیریت دستی آنها مشکل است (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷؛ رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷)، داده‌کاوی می‌تواند برای تحلیل داده به‌منظور شناسایی الگوهای مفید استفاده شود (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). بسیاری از مسائل آموزش الکترونیکی که در آنها از تکنیک‌های داده‌کاوی استفاده شده است با ارزیابی کارایی یادگیری دانش‌ورز، فراهم نمودن دروسی مطابق با رفتار یادگیری دانش‌ورز، ارزیابی مواد آموزشی و دروس آموزشی مبتنی بر وب، ایجاد بازخورد به معلمان و دانش‌ورزان دروس و کشف رفتار یادگیری دانش‌ورز شاخص سروکار دارند (کاسترو و دیگران، ۲۰۰۷). از جمله کارهایی که از این نوع سیستم‌ها به‌عنوان محیط یادگیری خود استفاده کرده‌اند می‌توان به رومرو و دیگران (۲۰۰۷)، رادنکوویچ و دیگران (۲۰۰۹)، و چلاتامیلان و سُریش (۲۰۱۱) اشاره کرد که هر سه از سیستم مدیریت محتوای یادگیری Moodle استفاده می‌کنند.

### سیستم‌های آموزشی مبتنی بر وب هوشمند و سازگار

سیستم‌های آموزشی مبتنی بر وب هوشمند و سازگار با ساخت مدلی از اهداف، اولویت‌ها و دانش فردی هر دانش‌ورز و استفاده از این مدل از طریق تعامل با دانش‌ورز به‌منظور تطبیق



با نیازهای او سعی در سازگاری بیشتری دارد. این نوع سیستم‌ها نتیجه‌ی اتصال سیستم‌های تعلیم خصوصی هوشمند (ITS) و سیستم‌های فرارسانه‌ای سازگار (AHS) است. سیستم‌های VC-Prolog-Tutor، German Tutor، SQL-Tutor، ActiveMath، VC-Prolog-Tutor نمونه‌هایی از سیستم‌های تعلیم خصوصی هوشمند هستند و سیستم‌های AHA!، InterBook، KBS-Hyperbook و WebCOBALT نمونه‌هایی از سیستم‌های فرارسانه‌ای سازگار است (بروسیلوفسکی، پیلو، ۲۰۰۳). داده‌ی موردنظر از مدل دامنه (که ممکن است به شکل آنتولوژی باشد)، مجموعه داده‌های آموزشی (مجموعه‌ای از مسائل، جواب آنها و اطلاعات پیچیده)، فایل‌های ثبت تعامل (داده‌ی مرتبط با تعامل کاربر) و مدل دانش‌ورز به‌دست می‌آید (نیلاکانت، میتروویچ، ۲۰۰۵). در این نوع سیستم‌ها داده‌کاوی به‌منظور پیشنهاد مواد آموزشی مناسب، سازگار و شخصی‌شده به دانش‌ورزان (تنگ، مک‌کالا، ۲۰۰۵) و پیشنهاد دروس با سطح مناسب به هر دانش‌ورز با سطح یادگیری متفاوت (چن، لی، چن، ۲۰۰۵) قابل استفاده است.

### فرایند داده‌کاوی در سیستم‌های آموزش الکترونیکی

فرایند داده‌کاوی در سیستم‌های مفروض شامل مراحل (۱) جمع‌آوری داده، (۲) پیش‌پردازش داده، (۳) کاربرد الگوریتم‌های داده‌کاوی و (۴) پس‌پردازش است (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷؛ گارسیا و دیگران، ۲۰۰۷). در ادامه هر یک از این مراحل به تفصیل بررسی می‌شوند.

#### جمع‌آوری داده

همان‌طور که در بخش ۲ بیان شد، می‌توان از داده‌های موجود در پایگاه‌داده‌ها و فایل‌های ثبت رویداد سیستم‌های آموزش سنتی و آموزش از راه‌دور به‌عنوان داده‌ی مورد نیاز برای اعمال تکنیک‌های متفاوت داده‌کاوی استفاده کرد. برای مثال بیشتر سیستم‌های مدیریت محتوای یادگیری، رویدادها را به‌صورت فایل‌های متنی ذخیره نمی‌کنند بلکه آنها را در قالب پایگاه‌داده‌ی رابطه‌ای شامل اطلاعات سیستم اعم از اطلاعات شخصی کاربران، نتایج دانشگاهی و داده‌ی تعامل کاربران با سیستم و غیره استفاده می‌کنند. این نوع سیستم‌ها تمامی فعالیت‌های دانش‌ورزان اعم از اطلاعات سطح پایین مانند یک کلیک ساده در فرایند هدایت و اطلاعات

سطح بالا مانند نمرات امتحانی، زمان سپری شده و ... را در خود ذخیره می‌کنند (گارسیا و دیگران، ۲۰۰۷) که می‌توان از داده‌ی آنها استفاده کرد.

### پیش‌پردازش داده

مرحله‌ی پیش‌پردازش داده امکان تبدیل داده به‌شکل مناسب را توسط الگوریتم داده‌کاوی مفروضی فراهم می‌کند (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷؛ رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). وظایف پیش‌پردازش داده توسط مدیران سیستم‌های آموزشی انجام می‌شود و فرایندی دستی است که در آن مدیر باید تعدادی از وظایف پیش‌پردازش داده را به‌کار برد. ازجمله وظایف پیش‌پردازش داده می‌توان به پاک‌سازی داده<sup>۱</sup>، شناسایی کاربر، شناسایی نشست، تکمیل مسیر، شناسایی تراکنش، تبدیل و غنی‌سازی داده، انسجام داده و کاهش داده اشاره نمود (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷؛ رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷؛ گارسیا و دیگران، ۲۰۰۷). مرحله‌ی پاک‌سازی داده‌ها با عنوان پیرایش داده‌ها نیز شناخته می‌شود. در این مرحله داده‌های اضافی و نامربوط از مجموعه داده‌های آموزشی حذف می‌شوند (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). در سیستم‌های مدیریت یادگیری (LMS) مانند Moodle پیش‌پردازش داده آسان‌تر است و نیازی به تمام وظایف پیش‌پردازش داده نیست (گارسیا و دیگران، ۲۰۰۷) چون دارای شناسایی کاربر (حفاظت از رمزعبور) هستند که امکان شناسایی کاربران را در فایل‌های ثبت می‌دهد (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷؛ گارسیا و دیگران، ۲۰۰۷)، بنابراین داده‌ی جمع‌آوری شده توسط آنها ممکن است نیاز به پیش‌پردازش کمتری نسبت به داده‌ی جمع‌آوری شده به‌وسیله‌ی دیگر سیستم‌های مبتنی بر وب داشته باشد (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷).

### کاربرد الگوریتم‌های داده‌کاوی در آموزش الکترونیکی

در این بخش کاربرد الگوریتم‌های دسته‌بندی و پیشگویی، خوشه‌بندی، قوانین انجمنی و متن‌کاوی در آموزش الکترونیکی بیان می‌شود.

### الگوریتم‌های دسته‌بندی و پیشگویی

در مسائل دسته‌بندی، هدف مدل کردن رابطه‌های موجود میان مجموعه‌ای از ارقام داده‌ی چندمتغیره و مجموعه‌ی معینی از خروجی‌ها یا همان کلاس‌ها هستند (کاسترو و دیگران، ۲۰۰۷). دسته‌بندی یا تحلیل جداسازی، برچسب کلاس‌ها را پیشگویی می‌کند که نوعی دسته‌بندی نظارت شده است و مجموعه‌ای از الگوهای برچسب‌دار را فراهم می‌کند (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷). پیشگویی‌هایی که بر اساس مدل‌های دسته‌بندی ارائه می‌شوند دارای خروجی گسسته هستند که برای مثال مشخص می‌کند یک مشتری جزء گروه یا ریسک بالا یا ریسک پایین است. دسته‌بندی نظارت شده روشی عمومی در یادگیری ماشینی است که در آن به سیستم یادگیرنده، مجموعه‌ای از نمونه‌های یادگیری شامل زوج‌های ورودی - خروجی داده می‌شود. هدف سیستم یادگرفتن تابعی از ورودی به خروجی است. باید توجه داشت که در دسته‌بندی مفروض مقدار صحیح خروجی توسط ناظر فراهم می‌شود (آلپایدین، ۲۰۱۰). عمل دسته‌بندی و پیشگویی در آموزش الکترونیکی برای کشف گروه‌های بالقوه‌ی دانش‌ورزان با مشخصات مشابه و واکنش به استراتژی‌های آموزشی خاص (چن و دیگران، ۲۰۰۰)، پیشگویی کارایی دانش‌ورزان و نمرات پایانی آنها (مینایی - بیدگلی، پانچ، ۲۰۰۳)، کشف سوءاستفاده‌ی دانش‌ورزان (باکر، کربت، کودینگر، ۲۰۰۴)، پیشگویی کارایی دانش‌ورزان و همچنین ارزیابی مناسب بودن ویژگی‌های در نظر گرفته شده (کوتسیانوس، پیراکیس، پینتلاس، ۲۰۰۴)، پیشگویی موفقیت دروس (هامالاینز، وینی، ۲۰۰۶)، پیشگویی نتیجه‌ی تحصیلی دانش‌ورزان (پاینده‌فر، سیدرضی، رهگذر، فراهی، ۱۳۸۷) استفاده شده است. تکنیک‌های دسته‌بندی و تکنیک‌های پیشگویی مشابه هستند (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷) به طوری - که ممکن است هم‌پوشانی داشته باشند (کاسترو و دیگران، ۲۰۰۷). در واقع تکنیک‌های دسته‌بندی، برچسب کلاس‌ها را مشخص کرده و تکنیک‌های پیشگویی توابع پیوسته‌ای را پیشگویی می‌کند (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). اگرچه الگوریتم‌های دسته‌بندی زیادی در فرایند داده‌کاوی وجود دارد، اما تنها چند مورد از آنها در آموزش الکترونیکی استفاده شده‌اند. در زیر برخی از آنها که در سال‌های اخیر استفاده شده‌اند، بررسی می‌شوند.

### درخت تصمیم

گورولر، استانبولو و کاراهاسان (۲۰۱۰) و نیز وای لی و دیگران (۲۰۰۹) از درخت تصمیم برای مدل‌سازی دانش‌ورزان استفاده کرده‌اند. همان‌طور که قبلاً بیان شد، مدل‌های دانش‌ورز می‌توانند به دو گروه «وابسته به فیلد» و «مستقل از فیلد» طبق ساختار اطلاعات روی موضوع تقسیم شوند. اطلاعات وابسته به فیلد سطح توانایی و دانش دانش‌ورز را از محتوای درس پیشنهادی در سیستم یادگیری سازگار نشان می‌دهند، درحالی‌که اطلاعات مستقل از فیلد، اطلاعاتی مستقل از محتوا مانند مهارت‌ها، وضعیت انگیزشی، اولویت‌ها و سبک‌های یادگیری را دربرمی‌گیرند (بروسیلوفسکی، ۱۹۹۴؛ شریف، کینشوک، ۲۰۰۳). می‌توان گفت دانش‌ورزی که مستقل از فیلد است توانایی تحلیل اطلاعات را دارد و می‌تواند به جزئیات بپردازد درحالی‌که دانش‌ورز وابسته به فیلد رویکرد کلی‌تری در یادگیری اطلاعات دارد (وای لی و دیگران، ۲۰۰۹). وای لی و دیگران (۲۰۰۹) به‌منظور درک این نکته که مدل‌های متفاوت درک دانش‌ورزان (وابسته به فیلد و مستقل از فیلد) عامل مهمی در تعیین رفتار یادگیری آن‌ها است، ابتدا یک برنامه‌ی یادگیری مبتنی بر وب طراحی نمودند که محتوای آموزشی آن بیان زبان استاندارد HTML بود؛ سپس از دانش‌ورزان با مدل‌های متفاوت درک تقاضا کردند که با برنامه تعامل برقرار کنند. درنهایت، با استفاده از تکنیک درخت تصمیم به این نتیجه رسیدند که افرادی که مستقل از فیلد هستند زمان کمتری را برای هدایت (Navigation) صرف می‌کنند چون تمایل دارند مطلب را خیلی دقیق و جزء به جزء بخوانند. این افراد بیشتر از دکمه‌های پیشرو/ عقبرو به جای منوی اصلی استفاده می‌کنند چون احساس راحتی بیشتری در محیط برنامه کرده و آزادانه با این دکمه‌ها در محیط یادگیری حرکت می‌کنند. درحالی‌که افراد وابسته به فیلد اغلب از منوی اصلی استفاده می‌کنند و دیدارهای تکراری زیادی دارند چون ممکن است در محیط احساس گم‌شدگی کنند و در نتیجه مسیرهای تکراری بسیاری دارند. این موضوع شاید ناشی از تمایل افراد به نمایش خطی مواد یادگیری است، زیرا ایشان با یادگیری غیرخطی مشکل دارند. این افراد به‌جای خواندن کامل مطلب به‌صورت دقیق، تنها به اصل موضوع و مثال‌ها توجه می‌کنند. گورولر، استانبولو و کاراهاسان (۲۰۱۰) به‌منظور کشف عوامل مؤثر بر موفقیت دانش‌ورزان دانشگاه، نرم‌افزار کشف دانش MASKUP را تولید کرده و روی

داده‌ی آماری دانش‌ورزان دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه موگلا امتحان می‌کنند. اطلاعات فردی (مانند شهر و تاریخ تولد)، اطلاعات دبیرستان (مانند مدرک دیپلم و نمره زبان خارجه)، رتبه‌ی قبولی در دانشگاه و اطلاعات مربوط به شرایط خانوادگی و شرایط مالی و معدل فرد به‌عنوان داده‌های لازم در کشف دانش استفاده شده‌اند. از آنجاکه معدل دانش‌ورزان (GPA) بهترین علامت برای نشان دادن سطح موفقیت دانش‌ورز از آموزش است، بنابراین به‌عنوان ویژگی هدف انتخاب می‌شود. این تحقیق با استفاده از تکنیک درخت تصمیم در سیستم نرم‌افزاری MASKUP به این نتیجه می‌رسد که نوع ثبت‌نام در دانشگاه (برای مثال دانش‌ورز انتقالی و یا عادی) و سطح درآمد خانوادگی دانش‌ورز در موفقیت وی تأثیر دارند. باید توجه داشت که در اینجا چون هدف از قبل مشخص است، از تکنیک داده‌کاوی دسته‌بندی استفاده می‌شود. رومرو و دیگران (۲۰۰۷) این الگوریتم را در سیستم مدیریت محتوای یادگیری Moodle به‌کار برده‌اند.

### شبکه‌های بیز<sup>۱</sup>

متدهای بیز معمولاً در پیشگویی استفاده شده‌اند. از آنجاکه ارزیابی دستی سطح دانش دانش‌ورزان یا وضعیت یادگیری آنها در سیستم تعلیم خصوصی هوشمند برای معلمان مشکل و زمان‌گیر است، مقاله‌ی ژانگ و دیگران (۲۰۰۷) سعی در ایجاد سیستم ارزیابی خودکاری کرده است که به‌طور اتوماتیک وضعیت یادگیری دانش‌ورز را تشخیص می‌دهد و برحسب آن وی را راهنمایی می‌کند. بیش‌تر سیستم‌های ارزیابی مرسوم، به اندازه‌گیری «چقدر دانش‌ورز می‌داند» می‌پردازند در حالی‌که این تحقیق با استفاده از شبکه‌های بیز سعی دارد تعیین کند «دانش‌ورز چه چیزی می‌داند». این اطلاعات برای ارزیابانی مانند معلمان که تصمیماتی راجع به آموزش مرحله‌ی بعد می‌گیرند مفید است. سیستم طراحی شده دارای دو فاز است. در فاز اول از تجربیات معلم در ساخت شبکه‌های سلسله‌مراتبی مشخصی برای مواد آموزشی استفاده می‌شود و تئوری شبکه‌های بیز برای جمع‌آوری مدارک از نتایج امتحان دانش‌ورز به‌کار برده می‌شود. سپس توزیع احتمال سرتاسر شبکه‌ها تنظیم می‌شوند و در نهایت حالت شبکه‌ها وضعیت یادگیری دانش‌ورز را منعکس می‌کند. در این‌جا نقشه‌ی دانش (knowledge map)

---

1. Bayes

وضعیت یادگیری دانش‌ورز را در گراف‌هایی ارائه می‌دهد که «گره‌ها» و «اتصالات» به ترتیب مفاهیم و ارتباط میان مفاهیم درسی را نشان می‌دهند. در فاز دوم سیستم ارزیابی با استفاده از منطق فازی «فهمیدن یا نفهمیدن مفاهیم توسط دانش‌ورز» را معین می‌کند. در نتیجه، قوانین تجربی معلم با نقشه‌ی دانش‌ورز باهم ترکیب می‌شوند و راهنمایی‌هایی برای دانش‌ورز در یادگیری فراهم می‌شود. لازم به ذکر است که در این تحقیق از شبکه‌های بیزی، استنتاج قانون و منطق فازی استفاده شده است. اوانو (۲۰۱۰) سعی کرده تا پیشکار محاسباتی هوشمندی ایجاد کند که بتواند با استفاده از شبکه‌های بیز و داده‌ی تاریخچه‌ی یادگیری جاری هر دانش‌ورز، وضعیت پایانی او را (مردود، غائب، موفق و عالی) پیشگویی کند. شبکه‌های بیز با استفاده از داده‌ی تاریخچه‌ی یادگیری گذشته‌ی دانش‌ورز ساخته می‌شوند. این پیشکار باید بتواند فرایند یادگیری دانش‌ورز را با فرایند یادگیری دانش‌ورزان خوب موجود در پایگاه داده‌ی سیستم مدیریت یادگیری مقایسه کند و فرایند یادگیری او را تشخیص دهد و پیغام‌های آموزشی سازگاری برای راهنمایی او ایجاد کند. در واقع ایده‌ی اصلی آن است که پیشکار محاسباتی در سیستم مدیریت یادگیری نقش معلم را بازی کند و به هر فرد نمره دهد. از آنجاکه تکنیک‌های گوناگون داده‌کاوی و یادگیری ماشین می‌توانند روی داده‌ی مورد استفاده نتایج گوناگونی داشته باشند، بنابراین در این تحقیق سه تکنیک دیگر یعنی Navie Bayes، ماشین بردار پشتیبان (SVM) و درخت تصمیم نیز آزمایش شده‌اند که در نهایت معلوم شد شبکه‌ی بیز بهترین نتایج را در مقایسه با دیگران به همراه دارد. مقاله‌ی پاینده‌فر، سیدرضی، و رهگذر (۱۳۸۷) به منظور پیش‌بینی رفتار دانش‌ورز سعی به ایجاد مدلی با استفاده از شبکه‌های بیز دارد که هم براساس شهود عینی قابل درک و هم قادر به پیش‌بینی میزان دانش دانش‌ورز در مبحث باشد. با پیش‌بینی میزان دانش دانش‌ورز در مبحث، می‌توان قبل از به پایان رساندن مبحث از سطح دانش و یادگیری دانش‌ورز در آن مبحث مطلع شد و آن محتوای آموزشی را که برای وی مطلوب‌تر است به وی پیشنهاد کرد.

## نوی‌بیز<sup>۱</sup>

از آن‌جاکه اطلاعات موجود در وب انبوه هستند، شاخص‌گذاری (indexing) و استفاده‌ی مجدد از منابع یادگیری موجود مشکل است. بنابراین، دسته‌بندی منابع یادگیری طبق سلسله-مراتب مفهوم خاصی در دامنه لازم است. چون دسته‌بندی منابع یادگیری به‌طور دستی کار مشکلی است، ساینی و دیگران<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) رویه‌ای خودکار براساس تکنیک یادگیری ماشینی نوی‌بیز برای استخراج دانش به‌منظور دسته‌بندی منابع به‌طور سلسله‌مراتبی از مفاهیم موجود ارائه می‌کنند. در این تحقیق ابتدا با استفاده از نوی‌بیز سندها به گره‌های پایانی درخت دسته-بندی شده و سپس برای تصحیح دسته‌بندی و تخمین پارامترهای الگوریتم نوی‌بیز و دسته‌بندی نمونه‌های جدید از الگوریتم ماکزیمم انتظار (EM) استفاده شده است. الگوریتم ماکزیمم انتظار یکی از الگوریتم‌های خوشه‌بندی است که از آن برای تخمین پارامترهای دسته‌بندی‌کننده استفاده می‌شود.

## سیستم‌های چند پیشکاره

«توصیه‌گر آموزش الکترونیکی (E-Learning task recommender)» سیستم پیشنهاد دهنده‌ای است که وظیفه‌ی آموزش را یا براساس کارهایی که تاکنون دانش‌ورز انجام داده است و یا براساس کارهایی که توسط دیگر دانش‌ورزان مشابه انجام شده است به دانش‌ورز پیشنهاد می‌دهد. دو قسمت اصلی در طراحی این‌گونه پیشکار وجود دارد: (۱) ماژول «یادگیری» که از الگوهای دستیابی گذشته‌ی دانش‌ورز یاد می‌گیرد و مدل دستیابی مشترک و یا انفرادی را استخراج می‌کند و (۲) ماژول «نصیحت (advising)» که مدل یادگرفته شده را برای پیشنهاد کردن عملیاتی مانند دادن پیغام، معرفی منابع یادگیری و غیره به‌کار می‌برد. روش‌های زیادی برای پیاده‌سازی این فرایند وجود دارد که از آن‌جمله می‌توان به خوشه‌بندی، قانون‌کاوی انجمنی و پالایش مشارکتی اشاره نمود (زآین<sup>۳</sup>، ۲۰۰۲).

- 
1. Navie Bayes
  2. Saini, et al
  3. Zaiane

مقاله‌ی (پراکاسام و دیگران، ۲۰۱۰) به ایجاد سیستم هوشمندی مبتنی بر پیشکار می‌پردازد که در آن از تکنیک‌های وب‌کاوی برای استخراج داده از کتابخانه‌ی دیجیتال صفحات وب استفاده می‌شود. در این تحقیق موتور جست‌وجوی هوشمندی مبتنی بر تکنولوژی پیشکار برای دسترسی به این اطلاعات ایجاد شده که به هر دانش‌ورز براساس ویژگی‌ها (profile) و اولویت‌هایش اسناد مشابهی با آنچه که او در حال خواندن است ارائه می‌شود. در (چن، لی، چن، ۲۰۰۵) از تکنولوژی پیشکارها برای ساخت سیستم آموزش الکترونیکی شخصی براساس IRT استفاده شده است. تئوری IRT یک تئوری قوی در اندازه‌گیری آموزش است و معمولاً برای انتخاب مناسب‌ترین ارقام براساس توانایی شخصی دانش‌ورزان استفاده می‌شود. سیستم مفروض «توانایی دانش‌ورز» و «سطح سختی مواد آموزشی» را برای ارائه‌ی مواد آموزشی مناسب و منحصر به فرد به دانش‌ورزان در نظر می‌گیرد. به‌علاوه الگوریتم تخمین ماکزیمم احتمال (MLE) را برای تخمین سطح توانایی دانش‌ورز و روال رأی‌گیری را برای تعیین پارامتر سطح سختی مواد آموزشی به کار می‌برد. نتایج نشان می‌دهد که به‌کارگیری IRT می‌تواند به دانش‌ورزان برای یادگیری مؤثرتر و کارآمدتر کمک کند. لازم به ذکر است که این سیستم برای بازیابی مواد آموزشی مناسب هر دانش‌ورز تنها از مخزن اطلاعاتی خود استفاده می‌کند. سیستم دارای سه پیشکار است: پیشکار رابط، پیشکار پیشنهاد درس و پیشکار بازخورد. پیشکار رابط، در واقع رابط بین دانش‌ورز و ماشین است که وضعیت دانش‌ورز را شناسایی کرده، پرس‌و-جوهای دانش‌ورز را به سیستم انتقال داده و مواد آموزشی پیشنهادی را به دانش‌ورز برمی‌گرداند. پیشکار بازخورد به جمع‌آوری اطلاعات بازخورد دانش‌ورز کمک کرده، توانایی او را به‌روزرسانی کرده و پارامترهای سطح سختی مواد آموزشی را تنظیم می‌کند، و بالاخره پیشکار پیشنهاد درس به انتخاب مناسب‌ترین مواد آموزشی برای دانش‌ورز از پایگاه‌داده‌ی درس کمک می‌کند. گلاودن و دیگران (۲۰۰۹) از آنتولوژی برای ارزیابی مهارت‌های دانش‌ورزان استفاده کرده‌اند. در واقع هر دانش‌ورز ملزم است که باورهایش را به‌وسیله‌ی ساخت آنتولوژی بیان کند، سپس این آنتولوژی با آنتولوژی مرجع مقایسه می‌شود. تحلیل اشتباهات دانش‌ورزان اجازه می‌دهد که به آنها پیشنهادهایی شود و مواد آموزشی بهبود یابند. در این جا نیز از تکنولوژی پیشکار هوشمند برای کنترل دانش اکتسابی دانش‌ورزان استفاده شده



است. پانکراتیوس، سندل و استاکی (۲۰۰۴) معماری سرویس‌گرایی برای سیستم‌های آموزش الکترونیکی پیشنهاد کرده‌اند که در آن مؤلفه‌های متفاوت به‌عنوان وب سرویس پیاده‌سازی شده‌اند. از امتیازات مورد انتظار چنین سیستمی می‌توان به توزیع‌پذیری مؤلفه‌های سیستم و محتوا در سراسر وب اشاره کرد. در این محیط توزیع‌شده بازیابی محتوا براساس اولویت‌های دانش‌ورزان توسط پیشکارهای هوشمند نرم‌افزاری انجام شده است. مقاله‌ی غوث و عبدالله<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) به طراحی سیستم پیشنهاد دهنده‌ی آموزش الکترونیکی با دو نوع پیشنهاد یعنی مبتنی بر محتوا و مبتنی بر نرخ متوسط دانش‌ورزان خوب می‌پردازد. هدف پیشنهاد مبتنی بر محتوا آن است که به دانش‌ورز مواد آموزشی اضافی مشابه با آنچه که او در سیستم می‌بیند پیشنهاد دهد، در این مرحله از مدل فضای بردار (VSM) برای اندازه‌گیری مشابهت میان مواد آموزشی موجود و مواد آموزشی پیشنهادی استفاده شده است. درحالی‌که پیشنهاد مبتنی بر نرخ متوسط دانش‌ورزان خوب به‌منظور بهبود فرایند یادگیری دانش‌ورزان، آن‌ها را در انتخاب منابع یادگیری خوب براساس نرخ متوسط دانش‌ورزان قبلی راهنمایی می‌کند.

### شبکه‌های عصبی

بایلاری و منتظر<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) سیستم آموزش الکترونیکی چندپیشکاره‌ی شخصی‌شده‌ای براساس تئوری IRT و شبکه‌ی عصبی هوشمند برای ارزیابی دانش‌ورزان و راهنمایی آن‌ها ارائه می‌دهند. از آنجا که در سیستم‌های آموزشی مبتنی بر وب توجه کمی به ارزیابی شخصی‌شده و سازگار وجود دارد، این مقاله سعی کرده است که از هر دانش‌ورز آزمون مناسبی با توانایی شخصی او بگیرد. از تئوری IRT برای تعیین سطح توانایی دانش‌ورزان استفاده شده است. یکی از پیشکارها مشکلات یادگیری دانش‌ورزان را شناسایی کرده و به آن‌ها مواد آموزشی مناسب و شخصی‌شده پیشنهاد می‌دهد. این پیشکار با استفاده از شبکه‌ی عصبی هوشمند پس‌انتشار طراحی شده است. ورودی شبکه‌ی عصبی آزمون‌های سازگار با توانایی هر دانش‌ورز و خروجی آن پیشنهادهای شخصی‌شده است. در واقع پس از آزمون‌گیری از دانش‌ورز، نتایج به همراه سؤال‌ها به‌عنوان ورودی به شبکه داده می‌شود تا مواد آموزشی مناسب به

---

1. Ghauth & Abdullah  
2. Baylari & Montazer

او پیشنهاد شود. شبکه‌ی عصبی پس‌انتشار خطا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین روش‌های شبکه عصبی باناظر است. شبکه‌ی نوع پس‌انتشار خطا تعمیمی از شبکه‌ی پرسپترون<sup>۱</sup> تک لایه است که از مجموعه‌ای از لایه‌های ورودی، لایه‌های پنهان و لایه‌های خروجی تشکیل شده است. هر لایه دارای تعدادی نرون<sup>۲</sup> است. این شبکه در حل مسائلی با روابط غیرخطی کاربرد دارد. شبکه‌های پس‌انتشار، فضای ترکیبی n بعدی (بردار ورودی n بعدی) را به دسته‌ها تقسیم می‌کنند. این نوع شبکه اتصال کامل است و تنها در یک جهت یعنی از لایه‌ی ورودی به لایه‌ی خروجی با گذر از لایه‌ی پنهان حرکت می‌کند. دانش شبکه نیز در وزن‌های میان نرون‌ها قرار داده می‌شود (حمدی، ۲۰۰۷).

سوتیروف، سوتیروفا و اروزفا<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) نیز برای ارزیابی دانش دانش‌ورزان از شبکه‌ی عصبی هوشمند پس‌انتشار استفاده کرده است. ورودی‌های این شبکه مجموعه جواب‌های دانش‌ورزان به سؤال‌های آزمون و مجموعه جواب‌های درست است. خروجی نیز میزان تساوی جواب دانش‌ورز با جواب درست را نشان می‌دهد.

تکنیک‌های فازی به‌عکس توانایی در اداره‌ی اطلاعات غیردقیق مانند «اعمال دانش‌ورز» و فراهم نمودن توصیف بشری از دانش و ادراک دانش‌ورز برای بهبود کارایی سیستم‌های تعلیم خصوصی هوشمند (ITS) استفاده می‌شوند (استاتاکوپولو، ماگولاس، گریگوریادو، ۱۹۹۹). در این مرجع از مدل فازی-عصبی برای ارزیابی دانش‌ورزان در سیستم تعلیم خصوصی هوشمند استفاده شده که قادر به ارزیابی اطلاعات مرتبط با دانش دانش‌ورزان و توانایی ادراکی (برای مثال سرعت یادگیری) آنهاست. مدل فازی-عصبی چهار مؤلفه یعنی فازی‌سازی، روابط فازی، شبکه تجمیع فازی<sup>۴</sup> و دی‌فازی‌سازی دارد. تئوری فازی برای اندازه‌گیری و تعامل میان دانش‌ورزان و سیستم با عبارت‌های زبانی (مثل کوچک-متوسط-بزرگ) استفاده می‌شود و شبکه‌ی عصبی برای درک روابط فازی آموزش می‌بیند. روابط فازی تخمین معلمان را از درجه‌ی پیوند میان پاسخ مورد مشاهده و مشخصه‌ی دانشجو ارائه می‌دهند. برچسب کلاس‌ها

- 
1. Perceptron
  2. neuron
  3. Sotirov, Sotirova & Orozova
  4. Fuzzy aggregation Network

براساس تجربه‌ی معلم از توانایی دانش‌ورز در پاسخ به سؤال‌ها و خواندن درس تعیین می‌شود و دی‌فازی‌ساز از شبکه‌ی عصبی پس‌انتشار استفاده می‌کند.

### قانون کاوی انجمنی

مجموعه قوانین به شکل  $X \Rightarrow Y$ ، پایگاه داده قوانین انجمنی را تشکیل می‌دهد که هر قانون یک تراکنش نیز نامیده می‌شود (اولادپوپو، اویلاد<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). قانون کاوی انجمنی به کشف روابط بین ویژگی‌های موجود در پایگاه داده می‌پردازد و عباراتی به شکل اگر، آنگاه مربوط به ویژگی‌ها و مقادیر آن‌ها را تولید می‌کند (آگاروال، ایمیلینسکی، سوامی<sup>۲</sup>، ۱۹۹۳). قانون انجمنی  $X \Rightarrow Y$  رابطه‌ی نزدیک بین اقلام پایگاه داده را (ویژگی‌ها و مقادیر) با استفاده از پارامترهای پشتیبانی<sup>۳</sup> و اعتماد<sup>۴</sup> بیان می‌کند. اعتماد قانون، به‌صورت درصد تراکنش‌های موجود در پایگاه داده حاوی مقدم (یعنی  $X$ ) و تالی (یعنی  $Y$ ) به تراکنش‌های حاوی مقدم تعریف می‌شود. درحالی‌که پشتیبانی قانون به‌صورت درصد تراکنش‌های حاوی مقدم و تالی به کل تراکنش‌ها محاسبه می‌شود (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷). قدرت قانون کاوی انجمنی از لحاظ پارامترهای پشتیبانی و اعتماد اندازه گرفته می‌شود (اولادپوپو، اویلاد، ۲۰۱۰) که تعیین حداقل مقدار این دو پارامتر در کارایی الگوریتم تأثیر به‌سزایی دارد.

در (زآین، ۲۰۰۲) از تکنیک قانون‌کاوی انجمنی برای ساخت پیشکار نرم‌افزاری استفاده شده است. در ابتدا با استفاده از این تکنیک مدلی از رفتارهای کاربر آن‌لاین ساخته می‌شود و سپس با استفاده از مدل ایجاد شده فعالیت‌ها و میان‌برهایی به کاربر پیشنهاد می‌شود. این پیشنهادها می‌توانند به هدایت کاربر و یافتن سریع‌تر منابع مناسب کمک کنند. در (لو<sup>۵</sup>، ۲۰۰۴) از قانون‌کاوی انجمنی به‌منظور راهنمایی اتوماتیک دانش‌ورزان در انجام فعالیت‌ها و پیشنهاد مواد آموزشی مناسب استفاده شده است، در (مارکلو و دیگران، ۲۰۰۵) به‌منظور تعیین و پیشنهاد مناسب‌ترین مواد آموزشی به کاربر از قانون‌کاوی انجمنی استفاده شده است. مقاله

- 
1. Oladipupo & Oyelade
  2. Agarwal, Imielinski & Swami
  3. support
  4. confidence
  5. Lu

اولادیبویو و اویلاد (۲۰۱۰) به شناسایی الگوهای عدم موفقیت دانش‌ورز با استفاده از تکنیک قانون‌کاوی انجمنی می‌پردازد. در این تحقیق سعی شده تا رابطه‌ی پنهان میان دروس افتاده شناسایی شوند. با اعمال تکنیک‌های قانون‌کاوی انجمنی روی پایگاه‌داده مربوط به دروس افتاده‌ی دانش‌ورزان، بسیاری از الگوهای پنهان استخراج شدند که برنامه‌ریزان دروس دانشگاهی می‌توانند به‌منظور بهبود کارایی پایین دانش‌ورزان از الگوهای استخراج شده استفاده کنند. چلاتامیلان، سُرش<sup>۱</sup> (۲۰۱۱) سعی به ساخت سیستم توصیه‌گر آموزش الکترونیکی با استفاده از قانون‌کاوی انجمنی دارند. در این مقاله سعی شده که از این الگوریتم برای انتخاب بهترین مواد آموزشی و پیشنهاد آن‌ها به دانش‌ورزان استفاده شود. این سیستم، داده‌ی مورد نیاز خود را از دو روش یعنی (۱) فایل ثبت رویداد دانش‌ورزان سیستم مدیریت یادگیری Moodle و (۲) پرسشنامه‌ای که یکسری اطلاعات اضافی در مورد هر دانش‌ورز مانند نحوه‌ی تعامل او با سیستم، اطلاعات شخصی و دانشگاهی و قالب مطلوب مواد آموزشی در خود دارد، به‌دست آورده است. کاربرد این تکنیک در سیستم مدیریت یادگیری Moodle و چگونگی استفاده از قوانین حاصل توسط مربی به‌صورت عملی توسط رومرو و دیگران<sup>۲</sup> (۲۰۰۷) بیان شده است.

### خوشه‌بندی

خوشه‌بندی فرایند گروه‌بندی اشیاء فیزیکی یا انتزاعی در درون کلاس‌هایی از اشیاء مشابه است. خوشه‌بندی و دسته‌بندی هر دو از روش‌های دسته‌بندی هستند با این تفاوت که خوشه-بندی روشی بدون‌ناظر و دسته‌بندی روشی با ناظر است. خوشه‌بندی می‌تواند مجموعه‌ای از صفحات با محتوای مشابه، کاربران با رفتار یا جلسات هدایتی مشابه را باهمدیگر گروه‌بندی کند (رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷). مقاله‌ی تنگ و مک‌کالا<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) به‌منظور یافتن گروه‌هایی از دانش‌ورزان با مشخصه‌های یادگیری مشابه، ارتقاء یادگیری تعاملی مبتنی بر گروه و بررسی رشد دانش‌ورز از خوشه‌بندی استفاده می‌کند. در این مقاله یک سیستم آموزش الکترونیکی

- 
1. Chellatamilan & Suresh
  2. Romero, & Ventura
  3. Tang & McCalla

تکاملی باز<sup>۱</sup> در مقابل سیستم‌های آموزش الکترونیکی سازگار سستی ایجاد شده است. در هر سیستم سازگار سستی تحویل مواد آموزشی طبق مدل دانش‌ورز شخصی می‌شود و مواد آموزشی این سیستم‌ها توسط معلم یا طراح تعیین می‌شود. درحالی‌که سیستم پیشنهادی علاوه بر سازگاری با کاربران، قادر به سازگاری با وب نیز است. در واقع مواد آموزشی وب به-طور اتوماتیک توسط پیشکارها یافته شده و براساس تعاملات کاربران با سیستم و علائق و رفتارهای شخصی آن‌ها به سیستم اضافه می‌شود.

مقاله‌ی سومیورک<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) دانش‌ورزان را به منظور گرفتن راهنمایی‌های متفاوت طبق مهارت‌ها و مشخصه‌های دیگرشان گروه‌بندی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که سیستم داده‌کاوی می‌تواند به معلم آموزش از راه دور برای مثال در بهبود تمرین‌ها و زمان‌بندی دروس کمک کند. در حالی‌که رادنکوویچ و دیگران<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) دانش‌ورزان را برحسب سبک‌های متفاوت یادگیری گروه‌بندی می‌کند و سیستم آموزش الکترونیکی شخصی را ایجاد می‌کند که به هر دانش‌ورز برحسب سبک یادگیری او، مواد آموزشی در قالب مناسب ارائه می‌دهد.

یکی از الگوریتم‌هایی که در خوشه‌بندی استفاده می‌شود الگوریتم ماکزیمم انتظار است، که در تنگ و دیگران (۲۰۰۴) از آن برای گروه‌بندی کاربران در خوشه‌های متفاوت طبق رفتارشان استفاده شده است. این نتایج می‌تواند توسط معلمان برای فراهم کردن نصیحت مشخص‌شده-ای به دانش‌ورزان متعلق به هر خوشه استفاده شود. همچنین، همان‌طور که قبلاً بیان شد در سالیانی و دیگران (۲۰۰۴) از این الگوریتم برای تخمین پارامترهای الگوریتم Naïve Bayes استفاده شده است. در رومرو و دیگران (۲۰۰۷) کاربرد عملی الگوریتم خوشه‌بندی K-Means در محیط نرم‌افزاری وکا روی داده‌ی حاصل از سیستم مدیریت یادگیری Moodle نشان داده شده است.

- 
1. open evolving e-learning system
  2. Somyürek
  3. Radenkovic, et al.

## متن کاوی

متن کاوی نوعی گسترش داده کاوی روی داده های متنی است که به وب کاوی محتوا نیز نزدیک است. متن کاوی با مجموعه داده های نیمه ساخت یافته یا غیر ساخت یافته مانند اسناد کامل متن، فایل های HTML و پیغام های الکترونیکی کار می کند (رومرو و دیگران، ۲۰۰۷؛ رومرو، ونچرا، ۲۰۰۷).

مقاله ی تین، اشمیتز، استومی<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) برای یافتن و سازمان دهی مواد آموزشی با استفاده از اطلاعات معنایی، تکنیک های متن کاوی را به کار می گیرد. این مقاله ابزار Courseware Watchdog را مبتنی بر آنتولوژی پیاده سازی می کند که کاربران (معلمان و دانش ورزان) را در یافتن و سازمان دهی منابع درسی توزیع شده کمک می کند. از آنجا که بسیاری از نتایج موتورهای جست و جو در موضوع خاصی نامرتبط هستند در چن و دیگران<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) سعی شده است که با استفاده از تکنیک های متن کاوی، یک کتاب درسی الکترونیکی به طور اتوماتیک از مقاله های بازیابی شده ایجاد شود به طوری که معلمان و دانش ورزان بتوانند از آن استفاده نمایند و تجربیات آموزشی خود را قوی تر سازند. برای این کار، ابتدا یک درخت مفهوم<sup>۳</sup> از موضوع هدف ساخته می شود به طوری که هر گره ی درخت شامل صفحات وب کاندید است، سپس از طریق کاوش آدرس URL و محتوای صفحات کاندید، صفحات وب مناسب برای فرایند آموزش ذخیره شده و به گره ی مناسب الحاق می شود. پس از آنکه همه ی گره ها در درخت مفهوم پردازش شدند کتاب درسی الکترونیکی کامل می شود. در حمودا و کامل<sup>۴</sup> (۲۰۰۶) نیز از تکنیک های متن کاوی به منظور گروه بندی اسناد طبق موضوع و شباهت آنها و فراهم نمودن خلاصه هایی برای هر گروه استفاده شده است.

- 
1. Tane, Schmitz & Stumme
  2. Chen, et al.
  3. concept tree
  4. Hammouda & Kamel

### پس‌پردازش داده

نتایج یا قوانین به‌دست آمده برای عملیات بیشتر توسط معلم تفسیر، ارزیابی و استفاده می‌شوند. از آنجاکه معلمان اطلاعات کشف شده (برای مثال در شکل قوانین اگر-آنگاه) را برای تصمیم‌گیری در مورد دانش‌ورزان و فعالیت‌های سیستم مدیریت یادگیری درس به‌منظور بهبود یادگیری دانش‌ورزان استفاده می‌کنند، بنابراین الگوریتم‌های داده‌کاوی باید خروجی را در قالب قابل درکی مثل متادیتای آموزش الکترونیکی استاندارد بیان کنند (گارسیا و دیگران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷).

### مروری بر کاربرد الگوریتم‌های داده‌کاوی متفاوت در آموزش الکترونیکی

جدول ۲ مروری کلی دارد به کاربرد الگوریتم‌های داده‌کاوی متفاوت در سیستم‌های آموزشی از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۱. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بیشتر کارهای انجام شده در حوزه‌ی آموزش الکترونیکی به ارزیابی کارایی دانش‌ورزان و راهنمایی آن‌ها، پیشنهاد مواد آموزشی سازگار براساس رفتار یادگیری آن‌ها، دسته‌بندی منابع آموزشی، ساخت پیشکارهای نرم‌افزاری برای هدایت دانش‌ورزان و یافت سریع‌تر منابع مناسب پرداخته‌اند.

---

1. Garcia, et al.

| سال  | نویسندگان                             | الگوریتم داده‌کاوی  | هدف مقاله   |
|------|---------------------------------------|---|---|
| ۱۳۸۷ | پاینده‌فر، سید<br>رضی، رهگذر          | شبکه‌های بیز  | پیش‌بینی رفتار دانش‌ورزان   |
| ۱۹۹۹ | استاتا کوپولو، ماگولاس،<br>گریگوریادو | شبکه‌ی عصبی<br>پس‌انتشار  | ارزیابی دانش‌ورزان  |
| ۲۰۰۰ | بکر و دیگران                          | قانون‌کاوی انجمنی و<br>دسته‌بندی  | تاثیر کیفی اصلاحات برنامه‌ی تحصیلی بر روی دانش‌ورزان  |
| ۲۰۰۲ | زآین                                  | قانون‌کاوی انجمنی   | ساخت پیشکار نرم‌افزاری برای هدایت دانش‌ورز و یافت سریع‌تر منابع مناسب                                       |
| ۲۰۰۴ | سایینی و دیگران                       | نوی‌بیز   | دسته‌بندی منابع آموزشی موجود بر روی وب  |
| ۲۰۰۴ | پانکراتیوس، سندل،<br>استاکی           | سیستم‌های چندپیشکاره  | بازیابی محتوا براساس اولویت‌های دانش‌ورزان  |
| ۲۰۰۴ | لو                                    | قانون‌کاوی انجمنی   | راهنمایی اتوماتیک دانش‌ورزان در انجام فعالیت‌ها و پیشنهاد مواد آموزشی مناسب                                 |
| ۲۰۰۴ | تنگ و دیگران                          | خوشه‌بندی (الگوریتم<br>ماکزیمم انتظار)                                      | گروه‌بندی دانش‌ورزان با مهارت‌ها و مشخصه‌های متفاوت به منظور دادن راهنمایی‌های<br>مشخص از سوی معلم به آن‌ها |
| ۲۰۰۴ | تین، اشمیتز،<br>استومی                | متن‌کاوی  | یافت و سازماندهی مواد آموزشی با استفاده از اطلاعات معنایی   |
| ۲۰۰۴ | چن و دیگران                           | متن‌کاوی  | ساخت اتوماتیک کتاب درسی الکترونیکی از مقاله‌های بازیابی شده   |
| ۲۰۰۵ | مارکلو و دیگران                       | قانون‌کاوی انجمنی   | تعیین و پیشنهاد مناسب‌ترین مواد آموزشی به دانش‌ورزان  |
| ۲۰۰۵ | چن، لی، چن                            | سیستم‌های چند پیشکاره،<br>تئوری IRT، الگوریتم تخمین<br>ماکزیمم احتمال (MLE) | پیشنهاد دروس با سطح مناسب به هر دانش‌ورز با سطح یادگیری متفاوت  |
| ۲۰۰۵ | تنگ، مک کالا                          | خوشه‌بندی   | پیشنهاد مواد آموزشی مناسب، سازگار و شخصی‌شده به دانش‌ورزان  |
| ۲۰۰۶ | حمودا، کامل                           | متن‌کاوی  | گروه‌بندی اسناد طبق موضوع و شباهت آن‌ها و ایجاد خلاصه‌هایی برای هر گروه                                     |



|   |                                   |                              |      |
|---|-----------------------------------|------------------------------|------|
| ارزیابی خودکار وضعیت یادگیری دانش‌ورزان و راهنمایی آنها   | شبکه‌های بیز                      | ژانگ و دیگران                | ۲۰۰۷ |
| کشف رفتار دانش‌ورزان با مدل‌های متفاوت ادراک (مدل‌سازی دانش‌ورزان)                                    | درخت تصمیم                        | وای لی و دیگران              | ۲۰۰۹ |
| پیشنهاد مواد آموزشی در قالب مناسب و سازگار به دانش‌ورزان با سبک‌های متفاوت یادگیری                    | خوشه‌بندی                         | رادنکوویچ و دیگران           | ۲۰۰۹ |
| پیشنهاد مواد آموزشی مناسب به دانش‌ورزان   | سیستم‌های چندپیشکاره              | غاووث، عبدالله               | ۲۰۰۹ |
| ارزیابی دانش‌ورزان و راهنمایی آنها  | شبکه‌ی عصبی پس‌انتشار و تئوری IRT | بایلاری، منتظر               | ۲۰۰۹ |
| ارزیابی دانش‌ورزان  | شبکه‌ی عصبی پس‌انتشار             | سوتیروف، سوتیروفا، اروزفا    | ۲۰۰۹ |
| گروه‌بندی دانش‌ورزان با مهارت‌ها و مشخصه‌های متفاوت به منظور ارائه راهنمایی - های متفاوت معلم به آنها | خوشه‌بندی                         | سومیورک                      | ۲۰۰۹ |
| ارزیابی مهارت‌های دانش‌ورزان و کنترل دانش‌اکسابی آنها   | سیستم‌های چندپیشکاره              | گلادون و دیگران              | ۲۰۰۹ |
| کشف الگوهای عدم موفقیت دانش‌ورزان   | قانون‌کاوی انجمنی                 | اولادیپوپو، اویلاد           | ۲۰۱۰ |
| کشف عوامل موثر بر روی موفقیت دانش‌ورزان   | درخت تصمیم                        | گورولر، استانبولو، کاراهاسان | ۲۰۱۰ |
| پیشگویی وضعیت نهایی دانش‌ورزان براساس فرایند یادگیری آنها   | شبکه‌های بیز                      | اوانو                        | ۲۰۱۰ |
| پیشنهاد سندهای موجود بر روی وب به دانش‌ورزان براساس ویژگی‌ها و اولویت‌های آنها                        | سیستم‌های چندپیشکاره              | پراکاسام و دیگران            | ۲۰۱۰ |
| انتخاب بهترین مواد آموزشی و پیشنهاد آنها به دانش‌ورزان  | قانون‌کاوی انجمنی                 | چلاتامیلان، سُرش             | ۲۰۱۱ |

### نتیجه‌گیری و کار آینده

در این مقاله سعی بر این شد که کاربرد تکنیک‌های داده‌کاوی در سیستم‌های آموزشی بالاخص در آموزش از راه‌دور به‌منظور بهبود و تقویت آموزش بیان شود. اساساً در داده‌کاوی آموزشی، لازم است تا جنبه‌های آموزشی دانش‌ورزان و سیستم به‌حساب آورده شوند. ملاحظه می‌شود که بسیاری از مسائل آموزش الکترونیکی به ارزیابی یادگیری دانش‌ورزان، ارزیابی دروس و مواد آموزشی و سازگاری دروس براساس رفتار یادگیری دانش‌ورز می‌پردازد و اغلب این کارها در حوزه‌ی مفروض از تکنیک‌های داده‌کاوی و وب‌کاوی استفاده کرده‌اند. درحالی‌که کاربرد تکنیک‌های وب‌معنایی از جمله آنتولوژی و نگاشت مفهوم می‌تواند اطلاعات و نتایج دقیق‌تری را به‌همراه داشته باشند. باتوجه به رشد وب‌معنایی در سال‌های اخیر به‌نظر می‌رسد ترکیبی از این دو تکنیک به‌منظور ایجاد محیطی کارا و شخصی شده می‌تواند مواد آموزشی سازگار و مناسب با هر کاربر را به روش بهتر و دقیق‌تر فراهم کند.

### فهرست منابع

- پاینده‌فر، هـ، سیدرضی، ح، رهگذر، م. ۱۳۸۷. «استفاده از شبکه بیزین برای پیش‌بینی رفتار فراگیر در آموزش الکترونیک»، دومین همایش ملی مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات، مرکز آموزش و فرهنگی سما همدان، صفحات ۱-۶.
- پاینده‌فر، هـ، سیدرضی، ح، رهگذر، م، فراهی، ا. ۱۳۸۷. «مقایسه تکنیک‌های داده‌کاوی جهت شخصی‌سازی مطلوب‌تر در آموزش الکترونیک»، دومین همایش ملی مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات، مرکز آموزش و فرهنگی سما همدان، صفحات ۱-۷.
- فیروزه، ش، برانی، ا.، وحدت، د. ۱۳۸۹. «کاربردهای داده‌کاوی آموزشی در جهت بهبود عملکرد سیستم‌های آموزشی و مدیریت آموزش در سازمان‌ها»، اولین کنفرانس ملی مدیران آموزش و پژوهش، مشهد، صفحات ۱-۱۰.

Agarwal, R., Imielinski, T., Swami, A. 1993, "Mining association rules between sets of items in large databases", In Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, USA, pp. 1-22.

Alpaydin, E. 2010, Introduction to Machine Learning. 2<sup>nd</sup>. edition, The MIT Press.

- Baker, R., Corbett, A., Koedinger, K. 2004, "Detecting student misuse of intelligent tutoring systems", In: Intelligent Tutoring Systems, pp. 531–540, Brazil.
- Baylari, A., Montazer, Gh. A. 2009, "Design a personalized e-learning system based on item response theory and artificial neural network approach", Expert Systems with Applications, 36(4), pp. 8013–8021.
- Becker, K. 2000, et al., "Using KDD to analyze the impact of curriculum revisions in a Brazilian university", Proceedings of the SPIE 14th annual international conference on aerospace/defense, sensing, simulation and controls, vol. 4057, pp. 412–419, Orlando.
- Brusilovsky, P. 1994, "The Construction and Application of Student Models in Intelligent Tutoring Systems", Journal of Computer and System Sciences International, 32(1), pp. 70–89.
- Brusilovsky, P., Peylo, C. 2003, "Adaptive and intelligent web-based educational systems", International Journal of Artificial Intelligence in Education, 13(2-4), pp. 156-169.
- Castro, F., et al. 2007, "Applying data mining techniques to e-learning problems", Studies in Computational Intelligence (SCI), vol. 62, pp. 183-221.
- Chellatamilan, T., Suresh, R. M., "An e-Learning Recommendation System using Association Rule Mining Technique", European Journal of Scientific Research, 64(2), pp. 330-339, 2011.
- Chen, C., Lee, H., Chen, Y., "Personalized e-learning system using item response theory", Computers & Education, 44(3), pp. 237-255, 2005.
- Chen, G., et al., "Discovering decision knowledge from web log portfolio for managing classroom processes by applying decision tree and data cube technology", Journal of Educational Computing Research, vol. 23, pp. 305-332, 2000.
- Chen, J., et al., "Automatically generating a textbook on the web", In International conference on advances in web-based learning, pp. 35–42, 2004, China.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P., "From data mining to knowledge discovery in databases", AI Magazine, American Association for Artificial Intelligence, 17(3), pp. 37-54, Fall 1996.
- Garcia, E., et al., "Drawbacks and solutions of applying association rule mining in learning management systems", In Proceedings of the International Workshop on Applying Data Mining in e-learning, pp. 13-22, 2007.
- Ghauth, K.I.B., Abdullah, N.A., "Building an E-Learning recommender System using Vector Space Model and Good Learners Average Rating", Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, pp. 194-196, 2009.

- Gladun, A., et al., "An Application of Intelligent Techniques and Semantic Web Technologies in E-Learning Environments", *Expert Systems with Application*, 36(2), pp. 1922-1931, March 2009.
- Guo, Q., Zhang, M., "Implement environment based on data mining", *Knowledge-Based Systems*, vol. 22, pp. 439-442, 2009.
- Guruler, H., Istanbulu, A., Karahasan, M., "A new student performance analyzing system using knowledge discovery in higher educational databases", *Computers & Education*, 55(1), pp. 247-254, 2010.
- Hamalainen, W., Vinni, M., "Comparison of machine learning methods for intelligent tutoring systems", In *Proceedings of the eighth international conference in intelligent tutoring systems*, pp. 525-534, 2006, Taiwan.
- Hamdi, M. S., "MASACAD: A multi-agent approach to information customization for the purpose of academic advising of students", *Applied Soft Computing*, 7(3), pp. 746-771, 2007.
- Hammouda, K., Kamel, M., "Data mining in e-learning", *E-learning networked environments and architectures: A knowledge processing perspective*, Springer Book Series: Advanced information and knowledge processing, pp. 1-28, 2006.
- Klosgen, W., Zytkow, J., "Handbook of data mining and knowledge discovery", New York: Oxford University Press, 2002.
- Kotsiantis, S.B., Pierrakeas, C.J., Pintelas, P. E., "Predicting students' performance in distance learning using machine learning techniques", *Applied Artificial Intelligence*, vol. 18, pp. 411-426, 2004.
- Lu, J., "Personalized e-learning material recommender system", In *International conference on information technology for application*, pp. 374-379, 2004, USA.
- Ma, Y., et al., "Targeting the right students using data mining", In *KDD'00: Proceedings of the sixth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, pp. 457-464, 2000.
- Markellou, P., et al., "Using semantic web mining technologies for personalized e-learning experiences", In *Proceedings of the web-based education*, pp. 461-826, 2005, Switzerland.
- Minaei-Bidgoli, B., Punch, W., "Using genetic algorithms for data mining optimization in an educational web-based system", In *Genetic and evolutionary computation conference*, pp. 2252-2263, 2003, USA.
- Mostow, J., et al., "An educational data mining tool to browse tutor-student interactions: Time will tell!", In *Proc. of the workshop on educational data mining*, pp. 15-22, 2005, Pittsburgh.
- Nilakant, K., Mitrovic, A., "Application of data mining in constraint-based intelligent tutoring systems", In *Proc. of the artificial intelligence in education*, AIED, pp. 896-898, 2005.

- Oladipupo, O., Oyelade, O., "Knowledge discovery from students' repository: Association Rule Mining Approach", *International Journal of Computer Science & Security (IJCSS)*, 4(2), pp. 199-207, 2010.
- Pankratius, V., Sandel, O., Stucky, W., "Retrieving content with agents in web service e-learning systems", *Proc. of the Symposium on Professional Practice in AI, IFIP WG12.5*, pp. 1-10, 2004, France.
- Prakasam, S., et al., "An agent-based Intelligent System to enhance E-Learning through Mining Techniques", (*IJCSE*) *International Journal on Computer Science and Engineering*, 2(3), pp. 759-763, 2010.
- Radenkovic, B., et al., "Creating Adaptive Environment for e-Learning Courses", *Journal of Information & Organization Science*, Vol.33, no.1, pp.179-189, 2009.
- Romero, C., et al., "Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial", *Computers & Education*, 51(1), pp. 1-17, 2007.
- Romero, C., Ventura, S., "Educational data mining: A survey from 1995 to 2005", *Expert Systems with Application*, 33(1), pp. 135-146, 2007.
- Saini, P.S., et al., "Making E-Learning Better Through Machine Learning", *International Conference on Methods and Technologies for Learning*, pp. 1-6, 2004, Italy.
- Shareef, A.F., Kinshuk, D., "Student Model for Distance Education System in Maldives", In *Proceedings of E-Learn 2003*, A. Rossett (Editor), pp. 2435-2438, 2003, USA.
- Somyürek, S., "Student Modeling: Recognizing the individual needs of users in e-learning environments", *International Journal of Human Sciences*, 6(2), pp. 429-450, 2009.
- Sotirov, S., Sotirova, E., Orozova, D., "Neural network for defining intuitionistic fuzzy sets in e-learning", *Thirteenth Int. Conf. on IFSs, Sofia*, 15 (2): 33-36, 2009.
- Stathacopoulou, R., Magoulas, G.D., Grigoriadou, M., "Neural Network-Based Fuzzy Modeling of the Student in Intelligent Tutoring Systems", In *International Joint Conference on Neural Networks*, pp. 3517-3521, 1999, Washington.
- Tane, J., Schmitz, C., Stumme, G., "Semantic resource management for the web: An e-learning application", In *Proceedings of the WWW conference*, pp. 1-10, 2004 New York, USA.
- Tang, T., McCalla, G., "Smart recommendation for an evolving e-learning system", *International Journal on E-Learning*, vol. 4, pp. 105- 129, 2005.
- Teng, C., et al., "Analyzing user behavior distribution on e-Learning platform with techniques of Clustering", In: *Society for Information Technology and Teacher Education International Conference*, pp. 3052-3058, 2004.

- 
- Ueno, M., "Bayesian Agent in e-learning", E-learning Experiences and Future, Safeullah Soomro (Ed.), pp. 129-146, 2010.
- Wai Lee, M., et al., "Mining students' behavior in web-based learning programs", Expert Systems with Application, vol. 36, pp. 3459-3464, 2009.
- Zaiane, O., "Building a Recommender Agent for e-Learning Systems", In Proceedings of the International Conference on Computers in Education (ICCE'02), pp. 55-59, 2002.
- Zhang, L., et al., "Auto Diagnosing: An Intelligent Assessment System Based on Bayesian Networks", Thirty seventh ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, pp. 7-10, 2007.