

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه قم

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دروه کارشناسی ارشد فناوری اطلاعات گرایش تجارت الکترونیکی

**عنوان:**

# **چارچوبی برای الگوکاوای زمانی در سیستم‌های آموزش الکترونیکی: مورد کاوای دانشگاه مجازی امام**

**خمینی**

**استاد راهنما:**

**دکتر بهروز مینایی**

**استاد مشاور:**

**مهندس سید حسن هانی**

**نکارنده:**

**وحید قنبری**

**تابستان ۱۳۹۱**

**صورت جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد**

**تقدیم به:**

پدر و مادر عزیز و بزرگوارم و همسر عزیزم که همواره حامی ام بوده‌اند.

## تشکر و قدردانی

حمد و سپاس خدای را که توفیق کسب دانش و معرفت را به ما عطا فرمود. در اینجا بر خود لازم می‌دانم از تمامی اساتید بزرگوار، به ویژه اساتید دوره کارشناسی ارشد که در طول سالیان گذشته مرا در تحصیل علم و معرفت و فضائل اخلاقی یاری نموده‌اند تقدیر و تشکر نمایم. از استاد گرامی و بزرگوار جناب آقای دکتر مینایی که راهنمایی اینجانب را در انجام تحقیق، پژوهش و نگارش این پایان نامه تقبل نموده‌اند نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم. همچنین از جناب آقای مهندس هانی به عنوان مشاور که با راهنمایی خود مرا مورد لطف قرار داده‌اند کمال تشکر را دارم.

## چکیده

محیط‌های مجازی آموزش و یادگیری، این امکان را برای دانشجویان فراهم می‌آورند تا از نقاط مختلف و بدون نیاز به حضور فیزیکی در موسسات آموزشی به یادگیری مطالب آموزشی بپردازند. به مرور زمان انبوهی از اطلاعات مختلف مرتبط با دانشجویان، محتوای آموزش و تعاملات میان آن‌ها در بانک اطلاعات سیستم‌های آموزش مجازی ثبت می‌شود که یکی از مهم‌ترین این اطلاعات، نحوه استفاده دانشجویان از سیستم است. در این رساله ابتدا به بررسی مقالاتی که به این موضوع توجه کرده اند پرداخته خواهد شد و دسته‌بندی از فعالیت‌های انجام شده در این زمینه ارائه شده و در ادامه چند نمونه از این فعالیت‌ها بر روی داده‌های دانشگاه مجازی امام خمینی اعمال شده است.

از سوی دیگر، یکی از مهم‌ترین سوالات، در کاوش داده‌های سیستم‌های آموزش الکترونیکی این است که چه اتفاقی در چه زمانی افتاده است. یافتن الگوهایی که مسیر موفقیت و یا شکست یک فراگیر را در سیستم آموزش الکترونیکی در بستر زمان نشان می‌دهد، از پاسخ‌های مناسبی است که به این سوال می‌توان داد. در ادامه این رساله، چارچوبی برای استخراج الگوهای زمانی از داده‌های تراکنشی ذخیره شده در سیستم‌های آموزش الکترونیکی ارائه خواهد شد. در این بین، یکی از بزرگترین چالش‌های در روند چارچوب مذکور، تبدیل داده‌ها از حالت تراکنشی به دنباله‌ای می‌باشد که راهکارهای انجام این مهم نیز بیان خواهد شد. مراحل فرآیند پیاده‌سازی این چارچوب بر روی داده‌های دانشگاه مجازی امام خمینی اعمال شده است.

## کلمات کلیدی:

داده کاوی، داده کاوی آموزشی، الگوکاوی زمانی، سامانه‌های آموزش الکترونیکی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- مقدمه.....
۱	۱-۱- داده‌کاوی آموزشی.....
۳	۲-۱- ضرورت و اهداف انجام تحقیق.....
۴	۳-۱- ساختار رساله.....
۵	۲-مروری بر فعالیت‌های انجام شده.....
۵	۲-۱- فعالیت‌های انجام شده در حوزه داده‌کاوی در آموزش الکترونیکی.....
۵	۲-۱-۱- رویکرد اول در دسته‌بندی مقالات.....
۷	۲-۱-۱-۱- تحلیل‌های آماری و بصری‌سازی.....
۷	۲-۱-۱-۱-۱- تحلیل‌های آماری.....
۸	۲-۱-۱-۱-۱-۱- بصری‌سازی.....
۹	۲-۱-۱-۱-۱-۱- وب‌کاوی اطلاعات استفاده دانشجویان از محیط آموزش مجازی.....
۹	۲-۱-۱-۱-۱-۱- خوشه‌بندی:.....
۹	۲-۱-۱-۱-۱-۱- رده‌بندی.....
۱۰	۲-۱-۱-۱-۱-۱- استخراج قوانین باهم‌آیی.....
۱۱	۲-۱-۱-۱-۱-۱-۱- استخراج الگوهای ترتیبی.....
۱۱	۲-۱-۱-۱-۱-۱-۱- تحلیل برون‌هسته.....
۱۲	۲-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱- تحلیل شبکه اجتماعی.....
۱۲	۲-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱- توسعه ابزار.....

- ۲-۱-۲- رویکردهای دیگر در دسته‌بندی مقالات ..... ۱۳
- ۲-۱-۳- بررسی وضعیت کنونی پژوهش‌های حوزه داده‌کاوی آموزشی ..... ۱۵
- ۲-۱-۳-۱- عناوین اصلی در سال‌های اولیه ..... ۱۵
- ۲-۱-۳-۲- عناوین اصلی در سال‌های اخیر ..... ۱۸
- ۲-۲- فعالیت‌های انجام شده در حوزه الگوکاوی زمانی ..... ۲۲
- ۲-۲-۱- روش‌های اعمال الگوکاوی زمانی بر روی داده‌های نقطه‌ای ..... ۲۲
- ۲-۲-۲- روش‌های اعمال الگوکاوی زمانی بر روی داده‌های نقطه‌ای ..... ۲۴
- ۳- پیاده‌سازی و اعمال تکنیک‌های عمومی داده‌کاوی در بستر آموزش الکترونیکی ۲۵
- ۳-۱- پیش‌پردازش داده‌ها ..... ۲۶
- ۳-۱-۱- تهیه جدول خلاصه (خلاصه کردن اطلاعات مربوط به یک درس) ..... ۲۷
- ۳-۱-۲- گسسته‌سازی و نرمال‌سازی داده‌ها ..... ۲۷
- ۳-۱-۳- انتقال داده‌های آماده شده به نرم‌افزار داده‌کاوی ..... ۲۸
- ۳-۲- اعمال تکنیک‌های داده‌کاوی به داده‌ها ..... ۲۸
- ۳-۲-۱- رده‌بندی ..... ۲۸
- ۳-۲-۲- قوانین باهم‌آیی ..... ۳۰
- ۳-۲-۳- خوشه‌بندی ..... ۳۱
- ۴- اعمال و پیاده‌سازی تکنیک‌های الگوکاوی زمانی ۳۳
- ۴-۱- انتخاب و پیش‌پردازش داده‌ها ..... ۳۴
- ۴-۲- تبدیل داده‌ها به از حالت تراکنشی به حالت دنباله‌ای از وقایع ..... ۳۶
- ۴-۲-۱- تبدیل داده‌ها به لیستی از وقایع ..... ۳۷
- ۴-۲-۲- تولید دنباله‌ای از وقایع ..... ۳۸
- ۴-۲-۳- نگاشت دنباله‌های به دست‌آمده بریک الفبای خاص ..... ۳۹



۴۰	.....	۴-۲-۴- اعمال روش‌های تبدیل برو روی داده‌ها
۴۲	.....	۴-۳- اعمال الگوریتم‌های الگوکاوی بر روی داده‌ها
۴۳	.....	۴-۴- آماده‌سازی نتایج جهت اعمال خوشه بندی
۴۴	.....	۴-۵- خوشه‌بندی کاربران بر اساس الگوهای مورد استفاده
۵۶	.....	۵- جمع بندی، نتیجه‌گیری و کارهای آتی
۵۷	.....	فهرست منابع

## فهرست جداول

۶	جدول ۲-۱- میزان پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌های داده‌کاوی آموزشی .....
۱۳	جدول ۲-۲- میزان پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌های داده‌کاوی آموزشی با توجه به [4] .....
۱۶	جدول ۲-۳- مقالات برتر [1] از دید نقل قولها .....
۲۴	جدول ۲-۴- خلاصه روش‌های الگوهای زمانی بر روی داده‌های نقطه‌ی زمانی .....
۲۴	جدول ۲-۵- خلاصه روش‌های الگوهای زمانی بر روی داده‌های بازه‌های زمانی .....
۲۷	جدول ۳-۱- فیلدهای استفاده شده در داده‌کاوی .....
۲۹	جدول ۳-۲- ماتریس درهم ریختگی .....
۲۹	جدول ۳-۳- 10-fold cross validation .....
۳۰	جدول ۳-۴- قوانین باهم‌آیی استخراج شده .....
۳۲	جدول ۳-۵- ویژگی‌های خوشه‌های یافته شده .....
۳۵	جدول ۴-۱- لاگ‌های اولیه انتخاب شده از جداول مختلف سیستم .....
۳۷	جدول ۴-۲- ساختار جدول رویدادها .....
۳۷	جدول ۴-۳- مقادیر رویدادها .....
۴۰	جدول ۴-۴- نتایج اولیه رویدادها برای تولید دنباله .....
۴۱	جدول ۴-۵- دنباله‌های آماده شده برای استخراج الگوها .....
۴۱	جدول ۴-۶- مقدار متناظر رویدادها .....
۴۲	جدول ۴-۷- الگوهای استخراج شده از داده‌ها با استفاده از الگوریتم R1-Bide+ .....
۴۳	جدول ۴-۸- ماتریس الگوهای مورد استفاده کاربران .....

- جدول ۴-۹- معدل‌های خوشه بندی با ۵ خوشه، صرفاً یک مراجعه و یا بیشتر ۱ و عدم مراجعه صفر.. ۴۵
- جدول ۴-۱۰- معدل‌های خوشه بندی با ۳ خوشه، صرفاً یک مراجعه و یا بیشتر ۱ و عدم مراجعه صفر... ۴۶
- جدول ۴-۱۱- خوشه بندی با ۵ خوشه، دفعات مراجعه بیش از میانه ۱ و کمتر از آن صفر ..... ۴۶
- جدول ۴-۱۲- خوشه بندی با ۳ خوشه، دفعات مراجعه بیش از میانه ۱ و کمتر از آن صفر ..... ۴۶
- جدول ۴-۱۳- خوشه بندی با ۵ خوشه دفعات مراجعه بیش از  $\max/2$  یک و کمتر از آن صفر..... ۴۷
- جدول ۴-۱۴- خوشه بندی با ۳ خوشه دفعات مراجعه بیش از  $\max/2$  یک و کمتر از آن صفر ..... ۴۷
- جدول ۴-۱۵- خوشه بندی با ۲ خوشه دفعات مراجعه بیش از  $\max/2$  یک و کمتر از آن صفر ..... ۴۸

## فهرست اشکال

۲	شکل ۱-۱- فرآیند داده‌کاوی در سیستم‌های آموزش الکترونیکی .....
۶	شکل ۲-۱- میزان پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌های داده‌کاوی آموزشی .....
۱۳	شکل ۲-۲- میزان پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌های داده‌کاوی آموزشی با توجه به [4] .....
۱۴	شکل ۲-۳- میزان پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌های داده‌کاوی آموزشی با توجه به [4] .....
۱۵	شکل ۲-۴- توزیع مقالات در حوزه‌ی داده‌کاوی آموزشی بر طبق [1] .....
۱۸	شکل ۲-۵- توزیع مقالات در کنفرانس‌های داده‌کاوی آموزشی .....
۲۵	شکل ۳-۱- چرخه داده‌کاوی .....
۲۹	شکل ۳-۲- درخت تصمیم ساخته شده از داده‌ها .....
۳۱	شکل ۳-۳- خوشه‌های به‌دست آمده .....
۳۴	شکل ۴-۱- فرآیند الگوکاوی زمانی در یک سیستم آموزش الکترونیکی .....
۳۶	شکل ۴-۲- رویکرد تبدیل داده‌های تراکنشی به دنباله .....
۳۶	شکل ۴-۳- مقدار معیار BIC جهت ارزیابی دقت مدل با توجه به تعداد خوشه‌ها .....
۴۸	شکل ۴-۴- مراکز خوشه‌های به‌دست آمده با سه خوشه .....
۴۹	شکل ۴-۵- مراکز خوشه‌های به‌دست آمده با دو خوشه .....

## ۱- مقدمه

### ۱-۱- داده‌کاوی آموزشی

در طول سه دهه اخیر آموزش الکترونیکی به طور گسترده در میان جوامع بشری مورد استفاده قرار گرفته است. موج سرمایه گذاری در این زمینه در سال‌های اخیر، شاهد رشد چشمگیری بوده و هم اکنون موسسات آموزشی زیادی مشغول به فعالیت و ارائه خدمات در این زمینه هستند. در دهه گذشته داده‌کاوی در سامانه‌های آموزش و یادگیری به عنوان یک حوزه در حال رشد در تحقیقات علمی مربوط به علوم کامپیوتری مطرح شده است که به توسعه روش‌هایی برای کاوش و استخراج دانش از داده‌های منحصر بفرد سامانه‌های آموزشی می‌پردازد. اکثر سامانه‌های موجود در مراکز آموزش الکترونیکی، به نگهداری اطلاعات مربوط به فعالیت‌ها و تعاملات دانشجویان در محیط آموزشی می‌پردازند، اما این اطلاعات بدون ساختار،

به دلیل حجم زیاد، ضعف و فقدان ابزارهای تحلیل و گزارش‌گیری، کارایی چندانی برای اساتید و مدیران این مراکز ندارند.

حوزه داده‌کاوی و استخراج دانش از پایگاه داده برای مقابله با این مشکلات از کارایی مناسبی برخوردار است و همین امر موجب گردیده تا تحقیقات زیادی در حوزه به کارگیری ابزارها و روش‌های داده‌کاوی و استخراج دانش در سامانه‌های آموزش و یادگیری در ده سال گذشته صورت پذیرد. کاربرد داده‌کاوی در سامانه‌های آموزشی را می‌توان به عنوان یک چرخه تکرار شونده در نظر گرفت که بستری برای پیاده‌سازی فرضیات مختلف و ارزیابی و بهبود آن‌ها فراهم می‌آورد. شکل زیر این چرخه را نشان می‌دهد. در این چرخه دست اندرکاران، مسئول آموزش، طراحی، برنامه‌ریزی، ساخت و نگهداری سامانه‌های آموزشی هستند و فراگیران به تعامل و استفاده از محیط آموزشی می‌پردازند. فرآیندهای داده‌کاوی در تمامی سطوح این تعاملات قابل به کارگیری است و دانش استخراج شده از این اطلاعات می‌تواند در راستای بهبود فرآیند یادگیری و آموزش به کار رود. نکته قابل ذکر در این مورد، این مطلب است که دانش استخراج شده نه تنها برای دست اندرکاران آموزش و مدیران، که برای خود فراگیران نیز سودمند خواهد بود. همچنین نتایج این بررسی‌ها می‌تواند در راستای ارزیابی و بهبود سامانه‌های کنونی آموزشی مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۱-۱- فرآیند داده‌کاوی در سیستم‌های آموزش الکترونیکی

## ۱-۲- ضرورت و اهداف انجام تحقیق

محیط‌های مجازی آموزش و یادگیری این امکان را برای دانشجویان فراهم می‌آورند تا از نقاط مختلف و بدون نیاز به حضور فیزیکی در موسسات آموزشی به یادگیری مطالب آموزشی بپردازند. همان طور که اشاره شد به مرور زمان انبوهی از اطلاعات مختلف مرتبط با دانشجویان، محتوای آموزش و تعاملات میان آن‌ها در بانک اطلاعات سیستم‌های آموزش مجازی ثبت می‌شود که یکی از مهم‌ترین این اطلاعات، نحوه استفاده دانشجویان از سیستم است. در آموزش الکترونیکی به دلیل اینکه تمامی فرآیند یادگیری از طریق محیط آموزش مجازی اتفاق می‌افتد، نحوه تعاملات وی با این سیستم، به طور بالقوه حاوی اطلاعات ارزشمندی در مورد چگونگی یادگیری وی می‌باشد. آیا روشی برای استخراج این اطلاعات وجود دارد؟ آیا می‌توان این اطلاعات را برای بهبود محیط آموزش و فرآیند یادگیری به کار برد؟

پس از گذشت حدود دو دهه از عمر پژوهش‌های حوزه داده‌کاوی و استخراج دانش از پایگاه داده، اصول نظری این حوزه به سطح قابل قبولی از بلوغ رسیده‌اند و با توجه به گسترش روزافزون توان محاسباتی روش‌های داده‌کاوی به طور گسترده‌ای در کاربردهای واقعی و عملیاتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از پرطرفدارترین این حوزه‌ها سیستم‌های آموزش و یادگیری هستند.

به عنوان یک نمونه از این کاربردها می‌توان به مثال زیر اشاره کرد: مراکز آموزش الکترونیکی در ایران، سالانه هزینه زیادی را صرف توسعه محتوای آموزشی و پشتیبانی نگهداری محیط‌های آموزش مجازی خود می‌کنند. یک محیط آموزش مجازی فعالیت‌های آموزشی مختلفی را در راستای پوشش ابعاد مختلف یادگیری دانشجویان فراهم می‌کند. به عنوان مثال دانشجویان می‌توانند محتوای آموزشی مرتبط با درس را به صورت هفتگی مشاهده کنند و یا از طریق تالارهای گفتگو به بحث و تبادل نظر در مورد مطالب آموزشی با یکدیگر بپردازند. استاد درس نیز می‌تواند از طریق امتحان و تمرین به سنجش میزان یادگیری دانشجویان بپردازد و در جلسات کلاس مجازی به ارائه مطالب آموزشی تکمیلی و پاسخگویی به ابهامات دانشجویان بپردازد.

یکی از سوالات کلیدی که در میان اساتید و مدیران مراکز آموزش الکترونیکی مطرح است این است که کدامیک از فعالیتهای آموزشی تاثیر بیشتری در یادگیری دانشجویان دارد؟ نحوه فعالیت هایی که در بازه زمان در یک درس انجام می شود چگونه است و از چه الگوهای پیروی می کند؟ الگوهای رفتاری دانشجویان در بازه های زمانی به چه ترتیب است؟ آیا همه دانشجویان به یک میزان از امکانات آموزشی فراهم شده استفاده می کنند؟ آیا همه دانشجویان از یک الگو برای یادگیری برخط استفاده می کنند؟ دانشجویان موفق بیشتر از چه فعالیت هایی برای یادگیری بهره برداری می کنند؟ آیا امکان پیش بینی نمرات پایانی دانشجویان بر حسب الگوی تعامل آنها با محیط آموزش مجازی وجود دارد؟ این اطلاعات می تواند تا حدود زیادی منجر به افزایش ارتقاء کیفی فرآیند آموزش و یادگیری شود. استاد درس با شناخت فعالیتهای با اهمیت، سهم بیشتری از فرآیند آموزش را به این فعالیتهای اختصاص می دهد و دانشجویان را تشویق به شرکت در آنها می کند. مدیران را نیز از نتایج این رده بندی در راستای اولویت بندی روال های سازمانی و بهبود فرآیند تخصیص منابع بهره برداری می نمایند. بیشتر این سوالات با استفاده از روش های داده کاوی قابل پاسخگویی هستند.

### ۱-۳- ساختار رساله

در ادامه این رساله، به مباحث زیر پرداخته خواهد شد. فصل دوم شامل مروری بر فعالیتهای انجام شده می باشد. این فصل خود دارای دو قسمت اصلی می باشد. ابتدا فعالیتهای انجام شده در حوزه داده کاوی در سیستم های آموزش الکترونیکی مرور خواهد شد و در ادامه فعالیتهای و روش های الگوکاوی زمانی مورد بررسی قرار خواهند گرفت. فصل سوم در بردارنده اعمال روش های عمومی داده کاوی به سیستم های آموزش الکترونیکی می باشد. این فصل مراحل آماده سازی و پیش پردازش داده ها و همچنین فرآیند اعمال سه مورد از روش های عمومی داده کاوی به سیستم های آموزش الکترونیکی شرح داده خواهد شد. در فصل چهارم، به فرآیند گزینش و پیش پردازش داده ها و اعمال الگوریتم های الگوکاوی زمانی به داده های آماده شده خواهد پرداخت. در این فصل فرآیند استخراج الگوهایی که در بستر زمان منجر به موفقیت فراگیر می گردد شرح داده خواهد شد. و نهایتاً فصل پنجم شامل جمع بندی، نتیجه گیری و کارهای آتی خواهد بود.



## ۲- مروری بر فعالیتهای انجام شده

در این بخش، فعالیتهای انجام شده در حوزه داده‌کاوی در آموزش الکترونیکی و همچنین الگوکاوی زمانی مرور خواهد شد. تا کنون مقالاتی در مورد مرور بر فعالیتهای انجام شده در حوزه داده‌کاوی آموزشی نوشته شده که از آن جمله به [1,2,3,4] می‌توان اشاره کرد. در ادامه دسته‌بندی و مروری از فعالیتهای انجام شده در حوزه داده‌کاوی در آموزش الکترونیکی ارائه می‌گردد و در ادامه به بررسی فعالیتهای انجام شده در زمینه الگوکاوی زمانی پرداخته خواهد شد.

### ۲-۱- فعالیتهای انجام شده در حوزه داده‌کاوی در آموزش الکترونیکی

#### ۲-۱-۱- رویکرد اول در دسته‌بندی مقالات

در اولین دسته‌بندی مقالات به سه گروه زیر تقسیم می‌شوند:

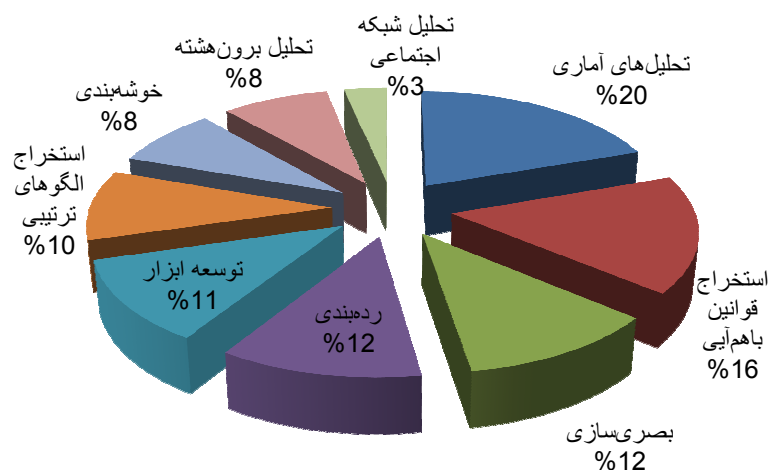
- تحلیل‌های آماری و بصری سازی
- وب‌کاوی اطلاعات استفاده دانشجویان از محیط آموزش مجازی
- متن‌کاوی

جدول ۱-۲ و شکل ۱-۲ میزان فعالیتهای انجام شده در این حوزه‌ها را به اختصار نشان می‌دهد.

لازم به ذکر است که اعداد و مقادیر با توجه به مقالات [1,2,3,4]، مجموعه مقالات سه دوره کنفرانس داده‌کاوی آموزشی به همراه جستجوی انجام شده در مورد مقالاتی که از سال ۲۰۰۹ به بعد در حوزه مورد مطالعه در مجلات معتبر منتشر شده‌اند محاسبه شده است.

جدول ۱-۲- میزان پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌های داده‌کاوی آموزشی در سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۰

شاخه	درصد
<b>تحلیل‌های آماری و بصری سازی</b>	
تحلیل‌های آماری	۲۰
بصری‌سازی	۱۱
<b>وب‌کاوی اطلاعات استفاده دانشجویان از محیط آموزش مجازی</b>	
استخراج قوانین باهم‌آیی	۱۷
رده‌بندی	۱۲
توسعه ابزار	۱۱
استخراج الگوهای ترتیبی	۱۰
خوشه‌بندی	۸
تحلیل برون‌هسته	۸
تحلیل شبکه اجتماعی	۳



شکل ۱-۲- میزان پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌های داده‌کاوی آموزشی

در ادامه به بررسی بیشتر مقالات در حوزه‌های مختلف می‌پردازیم:

## ۲-۱-۱-۱ تحلیل‌های آماری و بصری‌سازی:

### ۲-۱-۱-۱-۱ تحلیل‌های آماری:

روش‌های آماری می‌توانند برای خلاصه‌سازی و بیان ویژگی‌های توصیفی یک مجموعه داده مورد استفاده قرار گیرند. همچنین با استفاده از این روش‌ها می‌توان به مدل‌سازی روندهای موجود در داده و استنتاج فرآیندها و الگوهای پنهان پرداخت. روش‌های مختلف تحلیل آماری قابلیت به‌کارگیری بر روی داده‌های سیستم‌های آموزش و یادگیری را دارند. از جمله این روش‌ها می‌توان به تحلیل‌های توصیفی مانند میانگین، میانه، انحراف معیار، جداول فراوانی، هیستوگرام و ... اشاره کرد. همچنین روش‌های پیشرفته استنتاجی مانند تحلیل همبستگی، رگرسیون، آزمون فرض آماری و دنباله‌های زمانی قابلیت به‌کارگیری بر روی این اطلاعات را دارند.

معمولاً اطلاعات مربوط به نحوه استفاده دانشجویان از سیستم‌های آموزش الکترونیکی سرآغاز به‌کارگیری این روش‌هاست. این اطلاعات می‌توانند از طریق ابزارهای استاندارد تحلیل آماری وب‌سرورها مانند Access Watch، Analog، Gwstat، WebStat و ... صورت پذیرد. [5] همچنین از Synergo/ColAT می‌توان به عنوان ابزار ویژه‌ای برای تحلیل آماری اطلاعات دانشجویان در یک سیستم مدیریت یادگیری طراحی شده یاد کرد [6]. در [7] تحلیل ساده‌ای از تعداد مراجعات دانشجویان و تعداد مشاهده صفحات ارائه شده است. در [8] توزیع زمانی حضور دانشجویان در محیط مجازی و دروس با تعداد مشاهده بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. در [9] در بازه‌ی یک ترم تحصیلی به بررسی رفتارهای دانشجویان پرداخته شده و واژه‌های کلیدی مورد جستجوی آن‌ها مورد تحلیل قرار گرفته است. همچنین در [10] گزارشی از تغییرات الگوی رفتاری دانشجویان به صورت هفتگی و ماهیانه ارائه شده است.

در [11] با استفاده از تحلیل‌های آماری میزان دشواری مسائل و تمرین‌های ارائه شده در سیستم آموزش مجازی مورد تحلیل قرار گرفته است. همچنین نتایج این تحلیل‌ها در بهبود محیط آموزش الکترونیکی مورد استفاده قرار گرفته است. از تحلیل همبستگی برای بررسی گرایش دانشجویان به یادگیری [12] و پیش‌بینی نمرات پایانی [13] استفاده است. همچنین در [14] از

تحلیل رگرسیون برای مدل‌سازی میزان دانایی دانشجویان با توجه به نمرات پایانی و بررسی معیارهایی که موجب اختلال در این مدل‌سازی می‌شود مورد استفاده قرار گرفته است. در [15] با استفاده از رگرسیون پیش‌بینی می‌شود که آیا دانشجوی پاسخ یک سوال را به درستی انتخاب می‌کند؟ همچنین در [16] با استفاده از پاسخگویی دانشجویان به سوالات در طول ترم، نمرات پایانی وی پیش‌بینی می‌شود.

## ۲-۱-۱-۱-۱-بصری‌سازی:

بصری‌سازی حوزه‌ای از دانش گرافیک کامپیوتری و طراحی رابط کاربر به شمار می‌رود که به بازنمایی اطلاعات به صورت تصاویر دیجیتالی تعاملی و یا پویا می‌پردازد [17]. کاربر اصلی این روش‌ها آسان نمودن تحلیل حجم عظیمی از اطلاعات با استفاده از ارائه آن‌ها در یک قالب گرافیکی است. به طور معمول اطلاعات خام در قالب جداول، چارت و گراف نمایش داده می‌شوند که هنگام سروکار داشتن با حجم بالای اطلاعات کارایی چندانی ندارند. در نقطه مقابل با استفاده از بصری‌سازی می‌توان، اطلاعات پیچیده و چندبعدی را که از ردگیری دانشجویان در محیط‌های آموزش مجازی تولید شده است به خوبی بررسی کرد. در [18] روش‌های بصری‌سازی برای تحلیل نحوه‌ی پاسخگویی دانشجویان به تمرین‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. برخی از پژوهشگران این حوزه، به توسعه‌ی سیستم مدیریت آموزش و افزودن ماژول‌های بصری‌سازی و بررسی برخط آن‌ها پرداخته‌اند. به عنوان مثال [19] CourseVis برای تحلیل تعاملات دانشجویان با درس‌های موجود در سیستم مدیریت یادگیری WebCT توسعه یافته است. ابزار [20] GISMO از اطلاعات مربوط به سیستم مدیریت یادگیری متن‌باز Moodle به عنوان منبع اصلی استفاده می‌کند و نمودارهای گرافیکی را در مورد دروس مختلف و نحوه مرور محتوای آموزشی آن‌ها توسط دانشجویان ارائه می‌کند. همچنین ابزار [21] TADA-Ed به یکپارچه‌سازی روش‌های مختلف بصری‌سازی برای تسهیل فرآیند پایش توسط استاد می‌پردازد. در [22] ابزاری برای بررسی حجم بالای تعاملات میان استاد و دانشجو در پروژه LISTEN که یک نرم‌افزار آموزش خواندن است، ارائه شده است. با استفاده از این ابزارها استادان دروس و مدیران آموزشی می‌توانند دانش مناسبی در مورد دانشجویان و نحوه‌ی فراگیری آن‌ها در محیط آموزش مجازی به دست آورند. به عنوان یک گام رو به جلو در [23] یک ابزار هوش تجاری با نام MATEP برای مشاهده و تحلیل نحوه تعامل دانشجویان به