

کاربرد داده‌کاوی آموزشی جهت شناسایی عوامل مؤثر بر افت تحصیلی دانش‌آموزان

DOR: 20.1001.1.27832570.1399.1.2.4.0

محمود مرادی^{۱*}، محمود نجفی^۲

۱- گروه آموزشی علم اطلاعات و دانش‌شناختی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. آدرس پست الکترونیکی:

mahmoudmoradi@razi.ac.ir

۲- دانشگاه فرهنگیان - پردیس شهید بهشتی - زنجان، ایران -

چکیده: استخراج دانش یکی از مهمترین مسائل داده‌کاوی می‌باشد. قوانینی که به صورت اگر - آنگاه مطرح می‌گردند این توانایی را دارند که به صورت اعداد حقیقی در هر جزء- به صورت تمام مقادیری که در مجموعه داده می‌تواند وجود داشته باشد، قرار بگیرند. روش پیشنهادی در این مقاله استفاده از الگوریتم‌های درخت تصمیم و خوشه‌بندی و قوانین انجمنی برای استخراج قوانین می‌باشد. در روش پیشنهادی استخراج قوانین را به صورت یک مسئله بهینه‌سازی در آورده و هدف به دست آوردن قانونی با اطمینان بالا، عمومیت و قابلیت درک بالا می‌باشد. الگوریتم پیشنهادی برای استخراج قوانین از مجموعه داده افت تحصیلی از اطلاعات فردی ۲۵۶ دانش‌آموزان هنرستان‌ها در زنجان جمع‌آوری شده و تست گردید. نتایج نشان داد که الگوریتم j48 در درخت تصمیم با دقت ۰,۹۵، برای مجموعه داده افت تحصیلی و خوشه‌بندی داده‌ها با الگوریتم K-Main با ضریب اطمینان ۰,۹۵ و به دست آوردن قوانین با ضریب اطمینان بالا با استفاده از قوانین انجمنی که از الگوریتم Apriori برای مجموعه داده‌ها اجرا و تولید شد. از نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان برای پیشگیری از افت تحصیلی دانش‌آموزان و بهبود کیفیت ارتباط مسوولین و والدین با دانش‌آموزان و آموزش هر چه بهتر آنان استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: قوانین انجمنی، خوشه‌بندی، درخت تصمیم، افت تحصیلی، داده‌کاوی آموزشی

'Use data mining to identify factors affecting students' academic failure

Mahmoud Moradi¹, Mahmood Najafi²

1. Department of Information Science and Dentistry Razi University, Kermanshah, Iran, Email: mahmoudmoradi@razi.ac.ir

2. Farhangian University, Zanjan Branch, Zanjan, Iran,

Abstract: Knowledge extraction is one of the most significant problems of data mining. The principles raised in if-then format can be turned into real numbers in each section- as values which could be included in dataset. The suggested method in the present dissertation is application of decision tree algorithms, clustering and forum rules for extraction of final rules. In the suggested method, extraction of rules is defined as an optimization problem and objective was obtaining a rule of high confidence, generalization and understandability. The suggested algorithm for extraction of rules was obtained from and tested based on a dataset of educational failure of 256 art school students living in Zanjan. The results suggested that the j48 algorithm in decision tree and accuracy of 0.95 is the choice for the dataset of educational failure. Data clustering was done by K-Main algorithm with confidence coefficient of 0.95. After all, obtaining rules of high confidence coefficient was done based on forum rules from Apriori algorithm for the whole datasets. The results of present study could be used for inhibition of educational failure of students, improved quality of relationship of parents and authorities with students and enhancing the education they receive.

Keywords: Association rules, Clustering, Decision trees, Academic failure, Educational Data Mining

تاریخ ارسال مقاله: ۱۳۹۹/۱/۲۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۲/۲۵

*: نویسنده مسؤل

۱. مقدمه

داده‌کاوی روشی در کشف دانش است که حجم بزرگی از داده را برای کشف دانش مفید و جذاب که در گذشته ناشناخته بوده جستجو می‌کند. با رشد سریع در اندازه و تعداد پایگاه داده‌ها، کاوش دانش، قواعد یا اطلاعات سطح بالا از داده‌ها به‌منظور پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌ها و پیش‌بینی رفتارهای آتی، ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین نیاز به روش‌های خودکار یا نیمه‌خودکار برای کشف دانش هست. کاوش قوانین یکی از وظایف مهم در داده‌کاوی، روند یافتن روابطی مابین خصیصه‌ها یا مابین مقادیر آن‌ها در یک پایگاه داده بزرگ است که در جهت امر تصمیم‌گیری کمک ساز باشند.

داده‌کاوی فرآیند استخراج اطلاعات (قوانین و الگوها) ضمنی، غیربدیهی، از قبل ناشناخته و بالقوه مفید از داده‌ها در پایگاه داده است [1]. تعاریف متنوعی از داده‌کاوی در مراجع مختلف ارائه شده است. اما تعریفی که در اکثر مراجع به اشتراک ذکر شده عبارت است از "استخراج اطلاعات و دانش و کشف الگوهای پنهان از پایگاه داده-های بسیار بزرگ و پیچیده [2] داده‌کاوی شامل مر

احل مختلفی می‌باشد که این مراحل به صورت زیر تفکیک می‌شوند: تعیین اطلاعات گذشته، تمیزکردن داده و پردازش اولیه، ساخت انبارداده، انتخاب مجموعه داده‌های هدف، یافتن ویژگی‌های مورد استفاده و تعیین ویژگی‌های جدید، نمایش داده‌ها، انتخاب عملیات داده‌کاوی، استخراج الگو، ارزیابی و تحلیل الگوی به دست آمده و حذف الگوهای نامناسب و در آخر تفسیر نتایج داده‌ها و استنتاج از اطلاعات بارزش [3].

فن‌های متنوعی در داده‌کاوی وجود دارند که الگوهای مختلفی را تولید می‌کنند. روش‌های کشف قوانین انجمنی^۱، طبقه‌بندی داده‌ها^۲ و خوشه‌بندی^۳ از عمده‌ترین راهکارهایی محسوب می‌شوند که به تولید الگوهای خاص خود می‌پردازند [4].

طبقه‌بندی داده‌ها یکی از روش‌های مهم داده‌کاوی هست که برای نسبت دادن یک مورد، شیء یا یک رکورد به کلاس‌های از پیش تعریف شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش‌های مختلفی برای انجام طبقه‌بندی اطلاعات در حجم زیادی از داده‌ها پیشنهاد و استفاده شده است. در این راستا روش‌های طبقه‌بندی متنوعی مانند، درخت تصمیم^۴، شبکه‌های عصبی مصنوعی^۵، ماشین بردار پشتیبان^۶، نزدیک‌ترین همسایه، روش‌های هیستوگرام و هسته ارائه شده‌اند. [5] به طور کلی در سال‌های اخیر استفاده از داده‌کاوی برای بهبود فرآیند برنامه‌ریزی و انجام آموزش اهمیت زیادی پیدا کرده است [6].

۲. داده‌کاوی آموزشی

از داده‌کاوی در زمینه آموزش و پرورش نیز استفاده می‌شود برای جستجو و یافتن داده‌های مورد نظر میان دانش‌آموزان و دانشجویان، از آنجایی که فرآیند آموزش مجموعه‌ای است از آنچه که دانش آموز در

مدرسه از طریق برنامه‌ی درسی تعیین شده می‌آموزد. یکی از مشکلات نظام آموزشی، افت تحصیلی قابل توجه دانش‌آموزان است که باعث خسارت‌های روحی و روانی به دانش‌آموز و خسارت‌های اقتصادی به جامعه می‌شود که این خسارت‌ها عموماً غیر قابل جبران هستند. شکست یا افت تحصیلی، عبارت است از وقوع ترک تحصیل زودرس و تکرار پایه تحصیلی در نظام آموزش و پرورش یک کشور؛ که یک نظام آموزشی کارآمد، کمترین افت تحصیلی و بالاترین بازدهی را دارد. به عبارت دیگر، افت تحصیلی شامل جنبه‌های مختلف شکست تحصیلی چون غیبت مطلق از مدرسه، ترک تحصیل دانش‌آموز و سال‌های مقرر آموزشی، تکرار پایه تحصیلی، کیفیت نازل تحصیلات دانش‌آموز در مقایسه با آنچه که باید باشد و کسب محفوظات به جای معلومات است [7].

با توجه به اینکه عده‌ی قابل توجهی از دانش‌آموزان از افت شدید تحصیلی در سیستم آموزش و پرورش رنج می‌برند لذا جهت از میان بردن این معضل اساسی، اولین راه مطالعه و تحقیق در عوامل به وجود آورنده آن و اصلاح عوامل مشکل ساز است [8]. افت تحصیلی یعنی عدم موفقیت در تحصیل به معنای عدم دستیابی فراگیر، به مجموعه مهارت‌هایی است که انتظار می‌رود در نتیجه آموزش، آن را یاد بگیرند. به عبارتی، به معنای عملکرد دانشجویانی است که در امتحان شکست خورده‌اند یا مجبور شده‌اند مجدداً در درس امتحان دهند. جلوگیری از افت تحصیلی یک چالش جدی است، زیرا کسانی که از نظر تحصیلی شکست می‌خورند، در طول زندگی چالش‌های اجتماعی و اقتصادی چشم‌گیری را تجربه می‌کنند.

در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در زمینه‌ی افت تحصیلی دانش‌آموزان در حوزه‌ی رشته‌های مدیریت تربیتی و روانشناسی تربیتی انجام شده است که هر کدام به تعدادی از شاخص‌های موثر در افت تحصیلی پرداخته‌اند.

ونتورا^۱ و رومرو برای اولین بار بحث داده‌کاوی آموزشی را مطرح کردند و فعالیت تخصصی آنان به طور رسمی از سال ۲۰۰۷ میلادی با برگزاری اولین کنفرانس جهانی داده‌کاوی آموزشی توسط انجمن بین-المللی داده‌کاوی آموزشی آغاز شد [9]. اولین اقدام در این زمینه را کمپل و ابلینگر با معرفی روش جدید "تجزیه و تحلیل آموزشی" و با استفاده از روش‌های آماری و به کارگیری تکنیک‌های داده‌کاوی انجام دادند. هدف آنها کمک به اعضای هیئت علمی و مشاوران آموزشی به منظور شناسایی و کمک به دانشجویان در معرض خطر بود. آنان به نوعی پایه‌گذار شاخه‌ای از داده‌کاوی بودند که در سال‌های بعد داده‌کاوی آموزشی یا به اختصار "EDM" نامیده شد. [10].

بیکر و یاسف^۲ ضمن ارائه تعریف رسمی برای داده‌کاوی آموزشی، آن را رشته‌ای در حال ظهور معرفی کردند که با تمرکز بر توسعه روش‌هایی به منظور تحقیق و بررسی مبتنی بر داده‌های برگرفته از فعالیت‌های آموزشی، برای درک و شناسایی بهتر رفتار دانشجو و تنظیم روش

یادگیری مطلوب به کار می رود. این رشته بر اهمیت تجزیه و تحلیل داده‌های آموزشی برای توسعه مدل‌های بهبود فعالیت‌های یادگیری و همچنین بهبود اثربخشی سازمانی، تأکید دارد [11].

بینکوفسکی^۱ در کنفرانس بین‌المللی جاسیک ساکای سال ۲۰۱۲ اظهار کرد، می‌توان از داده‌های آموزشی به منزله "یادگیری تحلیلی" به کمک مجموعه‌ای از داده‌های حجیم آموزشی یاد کرد. شکل شماره ۱ نظریه بینکوفسکی را به تصویر کشیده است. داده‌های آموزشی از روش‌ها و تکنیک‌های آماری، یادگیری ماشین و داده‌کاوی، به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده برای توسعه و بهبود بهره می‌برد و بر ایجاد مخازن اطلاعات نظامند به منزله منابع داده در داده-کاوی تمرکز می‌کند. [12]

داده‌کاوی زمینه‌هایی را پوشش می‌دهد که به شرح زیر فهرست شده است:

۱. یافتن علل احتمالی تداوم یا انصراف تحصیل دانشجوی؛
۲. ساخت مدل رفتار دانشجو به منظور تبیین تفاوت‌های رفتاری دانشجویان و پیش‌بینی مبتنی بر آن؛
۳. فراهم‌آوری محیط‌های فراگیر فردی و سیستم‌های پیشنهاددهنده؛
۴. فراهم‌آوری زمینه کار با حجم زیادی از داده‌های ذخیره شده توسط کاربران غیرمتخصص و کسب دانش عمیق درباره روش‌ها، فرایندها و الگوریتم‌های یادگیری [13]
۵. پشتیبانی مؤثرتر آموزشی از دانشجویان، به کمک نرم افزارهای یادگیری فردی و یادگیری مشارکتی [14]
۶. بررسی و مطالعه تئوری‌های آموزشی؛
۷. بررسی، مطالعه و گسترش تئوری‌ها و نظریه‌های آموزشی برای یافتن شواهد تجربی به منظور ادراک عمیق از عوامل کلیدی مؤثر در یادگیری [11].

۳. مروری بر تحقیقات پیشین

در پژوهشی، فراوانی الگوریتم‌های استفاده شده در مطالعات مختلف طی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۲ مشخص شده است. براساس داده‌های این پژوهش از ۴۸ مطالعه انجام شده، در سیزده مورد از "شبکه‌های عصبی"، سیزده مورد "درخت تصمیم‌گیری"، هشت مورد "رگرسیون لجستیک"، از "ماشین‌بردار پشتیبان"، "بیزین" در سه مطالعه و از "جنگل تصادفی" در دو مورد و سایر الگوریتم‌ها از جمله: "تحلیل تشخیص خطی"، "ژنتیک"، "نزدیک‌ترین همسایه" هر کدام یک مورد استفاده قرار گرفته‌اند. [15]

پیشرفت روز افزون فن‌آوری، راه‌های جدیدی را برای گسترش و بهبود سیستم‌های آموزشی ایجاد کرده است. تحقیقات انجام شده در سال‌های اخیر بیانگر این مطلب است که تصمیم‌گیرندگان عرصه‌ی آموزش عالی و مسوولین آموزش و پرورش به این باور رسیده‌اند که امروزه عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان و دانشجویان تنها پیامد هوش فردی و

یا امکانات سخت‌افزاری موجود در محیط نیست بلکه پیامد جنبه‌های مختلف آموزشی، تربیتی، اجتماعی و ... می‌باشد [۱۶].

اندری و همکاران [۱۷] با استفاده از تکنیک‌های قوانین همبستگی و درخت تصمیم، اطلاعات ۵۹۹ دانش‌آموز مقطع راهنمایی را که از طریق پرسشنامه جمع‌آوری شده بود را تحلیل کرده‌اند و عوامل مؤثر در بروز افت تحصیلی را معرفی نموده‌اند. به عنوان مثال اگر عزت نفس دانش‌آموز بالا، جنسیت او پسر و وضعیت اقتصادی آن دانش‌آموز ضعیف باشد، آنگاه برای او افت تحصیلی وجود دارد.

اسکندریان و همکاران [۱۸] با استفاده از شبکه‌های بیزین عملکرد تحصیلی ۱۹۹ نفر از دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه را ارزیابی کرده‌اند و در نهایت بر اساس بهبود به دست آمده در مدل تولید شده، شبکه‌های بیزین را به عنوان ابزاری مناسب جهت ارزیابی عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان به منظور غلبه بر افت تحصیلی آنها معرفی نموده‌اند.

قلندری [۱۹] رابطه‌ی بین ویژگی‌های شخصیتی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان سال سوم دبیرستان شهر زنجان را مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه دست یافت که بین ویژگی‌های شخصیت (مسئولیت‌پذیری، انعطاف‌پذیری و برونگرایی) و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان رابطه‌ی مثبت معناداری وجود دارد و ویژگی‌های شخصیت می‌تواند ۵۹٪ عملکرد تحصیلی را تبیین نماید.

هدایتی و همکاران [۲۰] با تحلیل اطلاعات بیش از ۲۵۹ نفر از دانشجویان و با بهره‌گیری از روش‌های داده‌کاوی، عدم انتخاب رشته بر اساس علاقه‌ی فردی را به عنوان مهمترین عامل در قرار گرفتن دانشجویان در خوشه‌ی ضعیف شناسایی کرده‌اند.

هدایتی و جوانمرد [۲۱] با استفاده از روش‌های داده‌کاوی، از جمله درخت تصمیم‌گیری CART و الگوریتم خوشه‌بندی K-Means و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از پرسشنامه‌هایی که توسط کلیه دانش‌آموزان سال اول دبیرستان دخترانه مهدیه شهر یزد تکمیل شده بود، به بررسی آن دسته از عواملی پرداخته‌اند که بر روی افت تحصیلی این دانش‌آموزان مؤثر هستند.

پرویز اسدی ورمه و همکارانش [۲۲] با استفاده از ترکیب و مدل سازی دو الگوریتم قوانین همبستگی و درخت تصمیم پژوهشی بر روی ۴۸۱۰ نفر دانش‌آموز سال اول دبیرستان صورت دادند و قوانین موجود بین این فیلدها استخراج شده است. داده‌های استفاده شده در این تحقیق از طریق پایگاه داده نمرات دانش‌آموزان و پرونده‌های مشاوره‌ای و تربیتی آنها جمع‌آوری شده است. در ارائه این تحلیل استفاده شده است.

اسماعیل پور و همکارانش [۲۳] به بررسی افت تحصیلی دانش‌آموزان به هنگام تبدیل شدن مدرسه از حالت سنتی به هوشمند با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک در مناطق کم برخوردار پرداخته‌اند.

ایرجی و همکارانش [۲۴] در پژوهشی با بکارگیری داده‌کاوی سعی در آسیب‌شناسی افت تحصیلی هنرجویان هنرستانهای فنی و حرفه‌ای در رشته‌های مختلف بین سالها ۸۰ تا ۸۳ نمودند. ایجاد پایگاه اطلاعاتی داده جهت فرایند داده‌کاوی، پیاده‌سازی راه حل پروژه داده‌کاوی، تنظیم منابع داده مورد استفاده، اجرای الگوریتم‌های کاوش با استفاده از پایگاه داده مایکروسافت SQL Server 2005 انجام گردیده است. در این پژوهش تلاش می‌شود با توجه به مشخصه‌های ورودی هنرجویان مجموعه آماری نمونه، روند نمرات در طول تحصیل و ارتباط آن با مشخصه‌های خروجی، دلایل افت تحصیلی مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد و با کشف الگوهای مناسب رشد، نمایه ای برای پیشبینی هنرجویان موفق ایجاد گردد.

یقینی و همکارانش [۲۵] با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی وضعیت تحصیلی آتی دانشجویان شامل معدل نیمسال آینده، معدل کل در زمان فارغ التحصیلی، و وضعیت فارغ‌التحصیلی پیش‌بینی شده است. برای ساخت مدل‌های مورد نظر از تکنیک‌های مختلفی نظیر شبکه‌های عصبی، درخت‌های تصمیم و SVM استفاده گردیده است. این مدل‌ها برای داده‌های سیستم آموزشی دانشگاه علم و صنعت ایران پیاده‌سازی شده‌اند. عملکرد هر یک از مدل‌ها، مورد بررسی قرار گرفته و نتایج به‌دست آمده با یکدیگر مقایسه گردیده‌اند. اعتبار سنجی انجام شده بر روی مدل‌ها اثبات می‌کند که نتایج بدست آمده دقیق و قابل اعتماد بوده‌اند.

ابدو و همکارانش در سال ۲۰۰۷ در پژوهشی با موضوع "تاثیر رفتار معلم و نوع برخورد او در کلاس با وضعیت تحصیلی" که به کمک قوانین انجمنی در داده‌کاوی به این نتیجه رسیدند که ۷۱٪ دانش‌آموزان علت پیشرفت تحصیلی خود را "همدلی معلم" با آنها می‌دانند. آنها گفته‌اند ما در کلاس با این معلم راحت بودیم و این راحتی باعث می‌شد ما مطالب را راحت‌تر یاد بگیریم. یک معلم مهربان و صمیمی می‌تواند حتی خلاء عاطفی و روانی دانش‌آموزان را که با مشکلات خانواده ارتباط دارد پر کند. تشویق زبانی معلم و یاداش دادن او انرژی‌های روانی فرد را فعال کرده و روز به روز پیشرفت تحصیلی و تعادل رفتاری دانش‌آموز بهتر خواهد شد.

۴. اهداف پژوهش و راه کار پیشنهادی

در زمینه بررسی افت تحصیلی در میان دانش‌آموزان پژوهش‌های قابل توجهی صورت گرفته و روش‌های مختلفی نظیر خوشه‌بندی، شبکه‌های بیزین، درخت تصمیم به‌طور جداگانه به کار گرفته شده است. در پژوهش حاضر ما عوامل موثر بر افت تحصیلی دانش‌آموزان هنرستان پسرانه شهر زنجان با استفاده از ترکیب الگوریتم‌های درخت تصمیم، خوشه‌بندی و قوانین انجمنی بررسی کرده‌ایم.

اهداف مشخص تحقیق، شامل اهداف علمی (کلی و جزئی) و اهداف کاربردی این پژوهش عبارتند از:

- شناسایی عوامل موثر بر افت تحصیلی دانش‌آموزان
- شناسایی و بررسی ویژگی‌های دانش‌آموزان دارای افت تحصیلی
این پژوهش تلاشی هست تا با جمع‌آوری اطلاعات آموزشی و فردی دانش‌آموزان دبیرستان پسرانه شهر زنجان به تحلیل عوامل مرتبط با پدیده‌ی افت تحصیلی بپردازیم. پس از جمع‌آوری داده‌ها، آماده‌سازی و پیش پردازش داده‌ها، تکنیک‌های خوشه‌بندی و قوانین انجمنی بر روی این داده‌ها اعمال شدند. در نهایت، عوامل موثر بر افت تحصیلی و شناسایی وقوع افت تحصیلی پس از ارزیابی‌های مختلف استخراج گردیدند. در این پژوهش از تکنیک‌های خوشه‌بندی و قوانین انجمنی برای پیشگیری از افت تحصیلی دانش‌آموزان و بهبود کیفیت ارتباط مسوولین و والدین با دانش‌آموزان استفاده شده است، که داده‌ها مورد نیاز با استفاده از پرسشنامه از دانش‌آموزان شاغل در هنرستان‌های شهر زنجان گردآوری شده است.
در این مطالعه برای جمع‌آوری اطلاعات از پرسش‌نامه استفاده شده که بین ۲۵۶ نفر از دانش‌آموزان هنرستان‌های شهر زنجان توزیع شده است. تعداد ۱۳۷ نفر از دانش‌آموزان در مقطع سوم دبیرستان و ۱۱۹ نفر در مقطع دوم دبیرستان می‌باشند. رشته‌های تحصیلی دانش‌آموزان و تعداد آنها در جدول شماره نشان داده شده است.

جدول شماره ۱: رشته‌های تحصیلی و تعداد دانش‌آموزان

رشته تحصیلی	تعداد	رشته تحصیلی	تعداد
نقشه	۹	تربیت بدنی	۳۲
هنر	۱۱	مکانیک خودرو	۲۰
مدیریت	۲۰	ساخت و تولید	۳۸
کامپیوتر	۵۴	تاسیسات	۴
صنایع	۸	حسابداری	۴۸
گرافیک	۱۲		
مجموع کل	۲۵۶		

روایی داده‌های جمع‌آوری شده از پرسش‌نامه‌ها با نظر متخصصان تأیید گردید. سپس داده‌ها که شامل ۲۰۰ رکورد اطلاعاتی به همراه ۲۰ فیلد بودند، در یک فایل صفحه گسترده اکسل Excel قرار گرفتند.

۱.۴. روش پیشنهادی

داده‌ها با استفاده از ابزارهای پیش‌پردازش داده نرم‌افزار، کارهای فیلترکردن حذف ویژگی‌های اضافی و در صورت نیاز تبدیل ویژگی اسمی به عددی، تعداد ۲۸ ویژگی برای ادامه کاوش انتخاب شدند. داده‌های انتخاب شده در این تحقیق که از طریق پرسشنامه جمع‌آوری گردیده بود به صورت فایل اکسل به فرمت CSV تبدیل و سپس به نرم‌افزار Weka منتقل گردید. با استفاده از ابزارهای پیش‌پردازش داده این نرم‌افزار، کارهای فیلترکردن، حذف ویژگی‌های اضافی و در صورت نیاز تبدیل ویژگی اسمی به عددی انجام گردید. با توجه به ماهیت تحقیق که بررسی ویژگی افت تحصیلی دانش‌آموزان می‌باشد تصمیم گرفته شد تا بر روی خوشه‌بندی متمرکز شویم.

۲.۴. معیارهای ارزیابی مدل

یکی از مهمترین قسمت‌هایی که در دسته‌بندی باید به آن توجه نمود، ارزیابی مدل دسته‌بندی است. ارزیابی یک مدل دسته‌بندی می‌تواند براساس نمونه‌های آموزشی و آزمایش صورت گیرد. برای ارزیابی باید برچسبی که مدل افت تحصیلی نسبت داده شده است مقایسه شود. وقوع حالات مختلف برای دسته‌ها با توجه به مجموعه داده‌های ورودی برای دسته‌بندی با مقادیر FN, TN, FP, TP برای دو دسته مثبت و منفی در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جدول شماره ۲: ماتریس آشفتگی برای یک مساله دسته بندی دو دسته‌ای

نوع رکورد	رکوردهای تخمینی (Predicated Records)		
	نوع دسته	دسته -	دسته +
رکوردهای واقعی (Actual Records)	دسته -	TN	FP
	دسته +	FN	TP

TN: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها منفی بوده و الگوریتم دسته‌بندی نیز دسته آنها را به درستی منفی تشخیص داده است.

TP: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها مثبت بوده و الگوریتم دسته‌بندی نیز دسته آنها را به درستی مثبت تشخیص داده است.

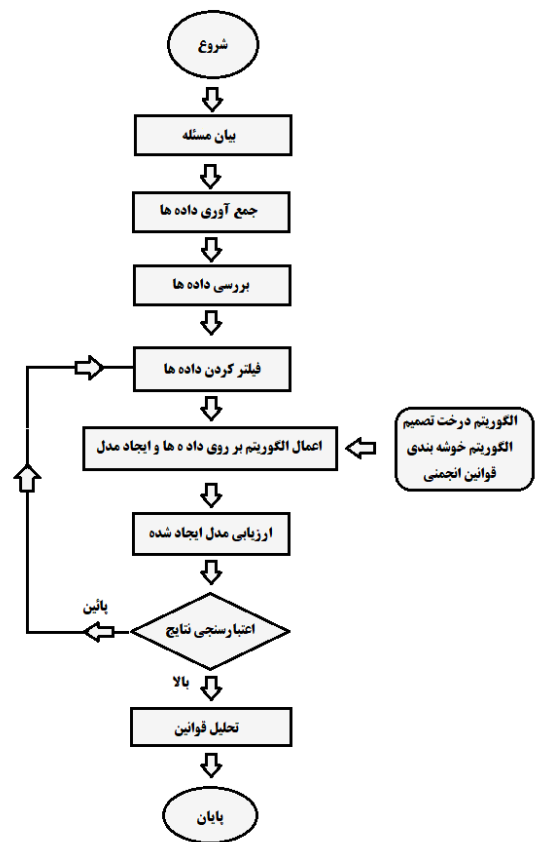
FP: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها منفی بوده و الگوریتم دسته‌بندی دسته آنها را به اشتباه مثبت تشخیص داده است. FN: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها مثبت بوده و الگوریتم دسته‌بندی دسته آنها را به اشتباه منفی تشخیص داده است. با توجه به پارامترهای مطرح شده در رابطه‌های زیر معیارهای ارزیابی مختلفی ارائه شده است که از جمله آنها می‌توان به معیار درستی، دقت، فراخوانی و معیار F-measure اشاره کرد.

مهم‌ترین معیار برای تعیین کارایی یک الگوریتم دسته‌بند معیار Accuracy می‌باشد. این معیار دقت کل یک دسته‌بند را محاسبه می‌کند. این معیار نشان دهنده این موضوع است که چند درصد از کل مجموعه داده‌ها به درستی دسته‌بندی شده است. رابطه شماره ۱ نحوه محاسبه معیار درستی را نشان می‌دهد [26]

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN}$$

دو مقدار TP, TN مهم‌ترین مقادیری هستند که باید بیشینه شوند تا کارایی دسته‌بندی به حداکثر برسد. با توجه به این نکته که در مسائل دسته‌بندی ممکن است بین تعداد دسته‌های مختلف توازنی برقرار نباشد، ممکن است یک دسته دارای نمونه‌های خیلی بیشتر از دسته دیگر باشد. در نتیجه مدل نهایی به سمت دسته با بیش‌ترین نمونه

بعد از مشخص نمودن ورودی نرم‌افزار از آنجا که باید اعتبار روش ارائه شده در هر پژوهشی مورد سنجش قرار گیرد، برای سنجش اعتبار و صحت مدل، با استفاده از ویژگی‌های نرم‌افزار Weka داده‌های به دو مجموعه‌ی داده‌ی آموزشی (۹۰٪) و آزمایشی (۱۰٪) استفاده شده است. میزان اعتبار با نتایج داده‌های جدید آزمون می‌شود و داده‌های آزمایشی به‌منزله‌ی ناظر به الگوریتم وارد شده و نتایج میزان صحت آن را ارزیابی می‌کند معیار اعتبار و صحت مدل، بسته به صحت طبقه‌بندی یا تفکیک داده‌های آزمایشی است. در این پژوهش، مجموع داده‌ها با میزان اعتبار سنجی ده مرتبه تکرار برای کلیه الگوریتم‌ها سنجیده می‌شود.



تصویر شماره ۲: فلوچارت روش انجام پژوهش

قبل اعمال الگوریتم‌های داده‌کاوی می‌توان فیلدها یا خصیصه‌هایی که نیاز پردازش یا حذف دارند را با استفاده از فیلتر در نرم‌افزار weka این پردازش‌ها را انجام داد که باعث بهبود الگوریتم مورد استفاده می‌گردد. در این پژوهش، برخی فیلدها با استفاده از فیلتر Remove حذف شده است. همچنین یکی دیگر از فیلترهای موجود، Discretize است که با استفاده از آن می‌توان مقادیر یک صفت پیوسته را به تعداد دلخواه بازه گسسته تبدیل کرد (مانند فیلد سن، معدل و یا میزان درآمد خانواده)

سوق پیدا می‌کند. بنابراین دسته دارای تعداد نمونه کم عملاً تاثیر چندانی در بهبود یا عدم بهبود کارایی نخواهد داشت. می‌توان نتیجه گرفت که معیار Accuracy در مجموعه داده‌هایی که دارای دسته نامتعادل با تعداد مختلف نمونه، معیار مناسبی نمی‌باشد.

Precision: معیار precision درصدی را نشان می‌دهد که از میان تمامی دسته‌ها که توسط دسته‌بند به آن دسته نسبت داده شده‌اند، به عبارتی دقت دسته i را با توجه به کل مواردی نشان می‌دهد که برچسب i برای نمونه مورد بررسی توسط دسته‌بند پیشنهاد شده است. نحوه محاسبه این معیار در رابطه شماره ۲ نشان داده شده است. اندیس i در این پارامترها به این مفهوم است که پارامترها باید برای هر دسته i در این پارامترها باید برای هر دسته محاسبه شوند [26]

$$\text{Precision}_i = \frac{TP_i}{TP_i + FP_i} \quad \text{رابطه شماره ۲}$$

Recall: دقت دسته‌بندی دسته i را با توجه به کل نمونه‌های با برچسب i نشان می‌دهد. نحوه محاسبه این معیار در رابطه شماره ۳ نشان داده شده است.

$$\text{Recall}_i = \frac{TP_i}{TP_i + FN_i} \quad \text{رابطه شماره ۳}$$

نکته قابل توجه این است که معیار Recall کارایی دسته‌بند را با توجه به تعداد رخداد دسته i نشان می‌دهد در حالیکه Precision اساساً مبتنی بر دقت پیش‌بینی دسته می‌باشد و بیانگر آن است که به چه میزان می‌توانیم به خروجی اعتماد کنیم.

F-Measure: این معیار از ترکیب معیارهای Precision و Recall به دست می‌آید و در مواردی استفاده می‌شود که نتوان اهمیت ویژه‌ای را برای هر یک از دو معیار Recall و Precision نسبت به یکدیگر قائل شد. رابطه شماره ۴ نحوه محاسبه این معیار را نشان می‌دهد.

$$F - \text{measure} = \frac{2 * \text{Precision}_i * \text{Recall}_i}{\text{Precision}_i + \text{Recall}_i} \quad \text{رابطه شماره ۴}$$

۵. اعمال الگوریتم درخت تصمیم

الگوریتم درخت تصمیم، یک الگوریتم تولید مدل کلاس‌بندی و رگرسیون است که توسط خدمات تحلیلی به منظور استفاده در مدل‌های پیش‌بینی در مورد مشخصه‌های گسسته و پیوسته فراهم شده است. به منظور مشخصه‌های گسسته، این الگوریتم پیش‌بینی‌هایی را بر مبنای روابط بین ستون‌های ورودی در یک مجموعه داده انجام می‌دهد. از مقادیر و وضعیت‌های این ستون‌ها برای پیش‌بینی وضعیت یک ستون که به عنوان ستون قابل پیش‌بینی انتخاب شده است، استفاده می‌نماید. در خصوص مشخصه‌های پیوسته الگوریتم از روش رگرسیون خطی برای تعیین اینکه درخت تصمیم‌گیری در کجا تقسیم می‌شود، استفاده می‌نماید. اگر بیش از یک ستون قابل پیش‌بینی داشته باشیم و یا اگر داده ورودی شامل یک جدول تو در تو باشد در آن

صورت یک مجموعه قابل پیش‌بینی وجود دارد و الگوریتم به ازای هر یک از ستون‌های قابل پیش‌بینی یک درخت تصمیم‌گیری می‌سازد [27]

درخت تصمیم‌گیری C4.5 که توسط weka استفاده می‌گردد تحت عنوان J48 شناخته می‌شود که درخت تصمیم‌گیری دودویی ایجاد می‌کند. C4.5 درخت‌های تصمیم‌گیری را از مجموعه داده‌های آموزشی می‌سازد که مانند ID3 از مفهوم آنتروپی اطلاعات استفاده می‌کند. مهمترین مزیت J48 این است که تعداد نقاط تصمیم‌گیری را محدود می‌کند. در ادامه این تحقیق الگوریتم J48 را بر روی داده‌های مورد مطالعه اعمال نموده که در تصویر شماره ۳ نتیجه حاصل از اجرای این الگوریتم را نشان می‌دهد.

Correctly Classified Instances	243	95.2941 %
Incorrectly Classified Instances	12	4.7059 %
Kappa statistic	0.9046	
Mean absolute error	0.0898	
Root mean squared error	0.2093	
Relative absolute error	18.1901 %	
Root relative squared error	42.133 %	
Total Number of Instances	255	
Ignored Class Unknown Instances	1	

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.958	0.053	0.958	0.958	0.958	0.936	NO
	0.947	0.042	0.947	0.947	0.947	0.936	YES
Weighted Avg.	0.953	0.048	0.953	0.953	0.953	0.936	

=== Confusion Matrix ===

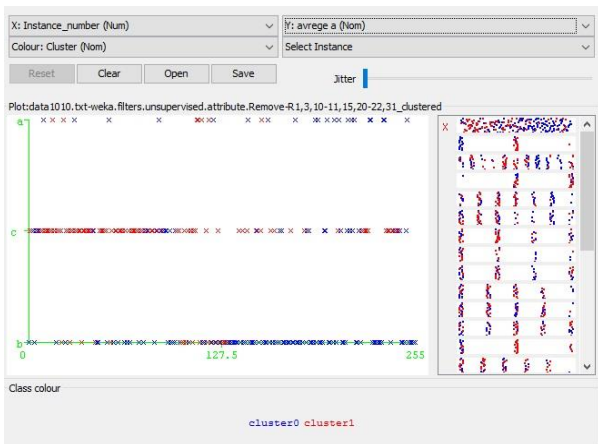
a	b	<-- classified as
136	6	a = NO
6	107	b = YES

تصویر شماره ۳: خروجی حاصل از اجرای الگوریتم J48

بعد از اجرای الگوریتم درخت تصمیم نتایج زیر به دست آمد: مقدار $TP=136$ ، مقدار $FN=6$ ، مقدار $FP=6$ ، مقدار $TN=107$ می‌باشد. به عبارت دیگر نتیجه ماتریس آشفتگی حاکی از آن است که از تعداد ۱۴۲ نفر دانش‌آموز که در دسته a قرار دارند، ۱۳۶ نفر به درستی در همین دسته دسته‌بندی شده‌اند و ۶ نفر به صورت نادرست در دسته b دسته‌بندی شده است. همچنین از ۱۱۳ نفر دانش‌آموز که در دسته b دسته قرار دارند ۱۰۷ نفر به درستی در دسته b دسته‌بندی شده‌اند اما ۶ نفر به صورت نادرست در دسته a دسته‌بندی شده است. نتایج به دست آمده از اجرای الگوریتم J48 برای معدل امسال در مجموعه داده نشان دهنده این است که کسانی که معدل آنها در C قرار گیرد افت تحصیلی دارند.

نتایج اجرای الگوریتم J48 با اعتبار ۱۰ که جدول شماره بیان شده است. براساس این نتایج از تعداد کل نمونه که ۲۵۶ نمونه بود ۲۵۵ در دسته‌بندی شرکت داده شده است و یکی از نمونه در دسته‌بندی شرکت داده نشده است. که از ۲۵۵ مورد ۲۴۳ نمونه به شکل صحیحی دسته‌بندی شده است. و دوازده نمونه نادرست دسته‌بندی شده و ضریب اطمینان برای مدل ایجاد شده توسط الگوریتم J48 برابر با ۹۵٫۷۰ است. ضریب دسته‌بندی نادرست ۴٫۳۰ می‌باشد.

دختران). همانطور که مشاهده میشود خوشه ۰ بیشتر توسط دختران و خوشه ۱ توسط پسران احاطه شده است.



تصویر شماره ۴: مصورسازی نتیجه حاصل از خوشه بندی

۶.۲. تفسیر خوشه‌های ایجاد شده از الگوریتم K-means

بعد از نتیجه اجرای الگوریتم k-means میتوان خروجی را به دست آورد که در تصویر شماره ۵ قابل مشاهده است.

Cluster centroids:

Attribute	Full Data (256)	Cluster#	
		0 (145)	1 (111)
SEX	M	F	M
Field of study	COMPUTER	COMPUTER	sagttolid
academic year	C	C	B
father s level of education	C	C	C
mother s level of education	D	D	C
job status of father	C	C	C
job status of mother	D	D	D
average income	A	A	A
Social position	B	B	B
number of family members	C	C	C
tudent groups and activities	C	C	C
number of students in class	A	A	B
amount of interest in study	C	B	C
Student employment	NO	NO	NO
avrage a	c	b	c
Intend to continue studying	A	A	A
Hoping to study with employment	C	B	C
value of education	C	A	C
academic position of friends	C	C	C
average study	B	B	A
Incentives	Both	Both	Both
average use of the mass media	E	C	E
goal of	JOB	FUTURE	JOB
Academic drop	NO	NO	YES

Time taken to build model (full training data) : 0.14 seconds

=== Model and evaluation on training set ===

Clustered Instances

Cluster	Count	Percentage
0	145	57%
1	111	43%

تصویر شماره ۵: نتایج حاصل از اجرای الگوریتم خوشه‌بندی

خوشه (۰): در این خوشه ۱۴۵ نفر (۵۳٪) قرار دارند، که جنسیت اکثریت دانش‌آموزان این خوشه دختر می‌باشد. تحصیلات پدر در سطح راهنمایی و مادر در سطح دیپلم و شغل پدر خانواده این دانش‌آموزان

با هدف راستی آزمایی و تعیین دقت، الگوریتم J48 با برخی از الگوریتم‌های دیگر درخت تصمیم که در دیگر کارهای مربوط به افت تحصیلی استفاده شده است از جمله: DecisionStump و ADTree داده‌های موجود اجرا گردید و نتایج به دست آمده باهم مورد مقایسه قرار گرفت.

با بررسی نتایج به دست آمده و با توجه به اینکه هرچه قدر ضریب اطمینان بالاتر باشد مدل ایجاد شده مدل بهتری خواهد بود. مشخص گردید که J48 نسبت به دو الگوریتم دیگر از دقت بیشتری برخوردار بوده و مدل ایجاد شده توسط این الگوریتم طول بهتری است.

جدول شماره ۳: مقایسه الگوریتمها

الگوریتم	J48	ADTree	DecisionStump
دقت	۹۵٫۷	۹۴٫۹	۹۴٫۹

۶. اعمال الگوریتم خوشه بندی K-MEANS

روش‌ها و الگوریتم‌های متعددی برای تبدیل اشیاء به گروه‌های همشکل یا مشابه وجود دارد. الگوریتم K-Means یکی از ساده‌ترین و محبوب‌ترین الگوریتم‌هایی است که در داده‌کاوی، به خصوص در حوزه "یادگیری نظارت نشده" به کار می‌رود. معمولاً در حالت چند متغیره، باید از ویژگی‌های مختلف اشیاء به منظور طبقه‌بندی و خوشه کردن آن‌ها استفاده کرد. به این ترتیب با داده‌های چند بعدی سروکار داریم که معمولاً به هر بعد از آن، ویژگی یا خصوصیت گفته می‌شود. با توجه به این موضوع، استفاده از توابع فاصله مختلف در این جا مطرح می‌شود. ممکن است بعضی از ویژگی‌های اشیاء کمی و بعضی دیگر کیفی باشند. به هر حال آنچه اهمیت دارد روشی برای اندازه‌گیری میزان شباهت یا عدم شباهت بین اشیاء است که باید در روش‌های خوشه‌بندی لحاظ شود.

الگوریتم K-Means از گروه روش‌های خوشه‌بندی تفکیکی^{۱۱} محسوب می‌شود و درجه پیچیدگی محاسباتی آن برابر با $O(ndk+1)$ است، به شرطی که n تعداد اشیاء، d بعد ویژگی‌ها و k تعداد خوشه‌ها باشد. همچنین پیچیدگی زمانی برای این الگوریتم برابر با $O(nkdi)$ است، که البته منظور از i تعداد تکرارهای الگوریتم برای رسیدن به جواب بهینه است.

۶.۱. مصورسازی نتایج

روش دیگر برای کسب اطلاعات در مورد هر خوشه، مصورسازی است. انتخاب‌های مختلف برای هر کدام از سه بعد نمودار حاصل (محور X ، محور Y ، رنگ) نمودارهای مختلفی را نتیجه می‌دهد که می‌توان از آنها اطلاعات مورد نظر را به دست آورد. بد از اجرای خوشه بندی نتایج قابل استفاده‌ای به دست آمد. به عنوان مثال: در تصویر شماره ۴ محور X ها نماینده شماره خوشه، محور Y ها نماینده شماره نمونه در بانک اطلاعاتی، و رنگ‌ها نماینده جنسیت هستند (قرمز: پسران، آبی:

Apriori
=====

Minimum support: 0.3 (77 instances)
Minimum metric <confidence>: 0.9
Number of cycles performed: 14

Generated sets of large itemsets:

Size of set of large itemsets L(1): 27

Size of set of large itemsets L(2): 45

Size of set of large itemsets L(3): 11

Best rules found:

1. number of students in class=B 89 ==> SEX=M 88 conf:(0.99)
2. SEX=F 91 ==> number of students in class=A 89 conf:(0.98)
3. Student employment=NO avrege a=b 89 ==> Academic drop=NO 87 conf:(0.98)
4. SEX=F Student employment=NO 85 ==> number of students in class=A 83 conf:(0.98)
5. Student employment=NO Academic drop=YES 83 ==> avrege a=c 80 conf:(0.96)
6. avrege a=b 112 ==> Academic drop=NO 107 conf:(0.96)
7. Academic drop=YES 113 ==> avrege a=c 107 conf:(0.95)
8. avrege a=c 113 ==> Academic drop=YES 107 conf:(0.95)
9. Student employment=NO avrege a=c 85 ==> Academic drop=YES 80 conf:(0.94)
10. SEX=M avrege a=c 83 ==> Academic drop=YES 78 conf:(0.94)

تصویر شماره ۶: نتیجه اجرای الگوریتم Apriori

این الگوریتم کار خود را با مقدار پشتیبانی معادل صددرصد برای تمامی data item ها آغاز می‌کند. سپس در هر مرحله از تکرار میزان 5% از آن را کم می‌کند تا اینکه حداقل ده قانون با میزان اطمینان برابر 0.9 ایجاد شوند و یا اینکه میزان پشتیبانی به 10٪ برسد. مسئله کشف قوانین به‌عنوان یک مسئله بهینه‌سازی با استفاده از الگوریتم Apriori با یک کینگ ساده حل کنیم و از این الگوریتم برای کشف قوانین از مجموعه داده‌ی که جمع‌آوری شده استفاده و نتایج تحلیل گردید. با توجه به قوانین کشف شده در الگوریتم Apriori می‌توان مهمترین قوانین کشف شده در جدول شماره ۴ بیان کرد.

جدول شماره ۴: بهترین قوانین به دست آمده از الگوریتم Apriori

نتیجه	قانون	ضریب اطمینان
0.9	دانش آموز افت تحصیلی ندارد	اگر دانش آموز شاغل نباشد و معدل بین 14-16 باشد
0.9	معدل دانش آموز برابر با زیر 13	اگر دانش آموز شاغل نباشد و افت تحصیلی داشته باشد
0.9	دانش آموز افت تحصیلی ندارد	معدل دانش آموز بین 14-16 باشد
0.9	معدل دانش آموز برابر با زیر 13	اگر دانش آموز افت تحصیلی داشته باشد
0.9	دانش آموز افت تحصیلی دارد	اگر دانش آموز شاغل نباشد و معدل برابر با زیر 13 باشد
0.9	دانش آموز افت تحصیلی دارد	اگر دانش آموز پسر باشد و معدل برابر با زیر 13 باشد

نتایج آزمایشات نشان می‌دهد این الگوریتم در تولید قوانین بسیار توانمند عمل نموده و طبقه‌بندی مناسبی ارائه می‌نماید.

آزاد و شغل مادر خانه‌دار است. میانگین سن پدران بین 40 تا 44 سال و میانگین سن مادران بین 35 تا 39 سال می‌باشد. میانگین درآمد خانواده و موقعیت اجتماعی خانواده‌های این خوشه در سطح متوسط و تعداد متوسط افراد خانواده نیز چهار نفر است. سرپرست دانش‌آموزانی که در این خوشه قرار دارند برعهده پدر خانواده می‌باشد. میزان مشارکت دانش‌آموزان این خوشه در گروه‌های دانش‌آموزی متوسط و تعداد دانش‌آموزان کلاس این خوشه بین 15 تا 20 نفر است. این دانش‌آموزان علاقه زیادی به تحصیل دارند. عدم اشتغال، قصد ادامه تحصیل، امید زیادی به اشتغال در آینده با ادامه تحصیل از ویژگی‌های آنها است. میانگین مطالعه روزانه دانش‌آموزان این شاخه، بین یک تا دو ساعت و مشوق تحصیلی آنها والدینشان هستند. روزانه بین و تا سه ساعت از رسانه‌های جمعی (رادیو، تلویزیون و ...) و یا اینترنت استفاده می‌کنند. والدین این دانش‌آموزان ارتباط صمیمی با هم دارند. دانش‌آموزان این خوشه دارای افت تحصیلی نیستند.

خوشه (1): در این خوشه 111 نفر (47٪) قرار دارند که جنسیت اکثریت دانش‌آموزان این خوشه پسر می‌باشد. تحصیلات والدین در سطح راهنمایی و شغل پدر خانواده این دانش‌آموزان آزاد و شغل مادر خانه‌دار است. میانگین سن پدران 45 تا 49 سال و میانگین مادران این خوشه 35 تا 39 می‌باشد. میانگین درآمد خانواده و موقعیت اجتماعی خانواده‌های این خوشه در سطح خوب و تعداد متوسط افراد خانواده نیز در حال حاضر چهار نفر است. سرپرستی اکثر دانش‌آموزان این خوشه نیز برعهده پدر خانواده می‌باشد. میزان مشارکت دانش‌آموزان این خوشه در گروه‌های دانش‌آموزی متوسط و تعداد دانش‌آموزان کلاس این خوشه بین 21 تا 25 نفر است. این دانش‌آموزان علاقه زیادی به تحصیل دارند. عدم اشتغال، قصد ادامه تحصیل، امید زیادی به اشتغال در آینده با ادامه تحصیل از ویژگی‌های آنها است. میانگین مطالعه روزانه دانش‌آموزان این شاخه، کمتر از یک ساعت و مشوق تحصیلی آنها والدینشان هستند. روزانه بیش از چهار سه ساعت از رسانه‌های جمعی (رادیو، تلویزیون و ...) و یا اینترنت استفاده می‌کنند. والدین این دانش‌آموزان ارتباط صمیمی با هم دارند. دانش‌آموزان این خوشه دارای افت تحصیلی هستند.

۷. اعمال الگوریتم Apriori

این الگوریتم کار را با مقدار پشتیبانی معادل صددرصد برای تمامی data item ها آغاز می‌کند. سپس در هر مرحله از تکرار میزان 5% از آن را کم می‌کند تا اینکه حداقل ده قانون با میزان اطمینان برابر 0.9 ایجاد شوند و یا اینکه میزان پشتیبانی به 10٪ برسد. البته کلیه این اعداد و ارقام به صورت پیش فرض تعیین شده‌اند و شما می‌توانید آنها را تغییر دهید.

۸. نتیجه‌گیری

به‌طور کلی در این پژوهش با تحلیل مجموعه داده‌ها و ویژگی‌های انتخاب شده علل افت تحصیلی با بهره‌گیری از الگوریتم درخت تصمیم z48 و خوشه‌بندی K-Means و الگوریتم قوانین انجمنی Apriori بررسی گردید و موثرترین قوانین مرتبط با افت تحصیلی و خوشه‌ی ضعیف استخراج و پیش‌بینی افت تحصیلی پرداخته شد. نتایج حاصل از داده‌کاوی نشان می‌دهد که شاغل بودن دانش‌آموز و معدل پایین، بیشترین نشانه در افت تحصیلی دانش‌آموزان می‌باشد. با بررسی ویژه‌گی‌های دو خوشه به‌دست آمده از الگوریتم خوشه‌بندی K-Means مشخص می‌شود که افت تحصیلی بیشتر در بین دانش‌آموزان پسر در مقطع تحصیلی دوم دیده می‌شود. بیشتر این دانش‌آموزان شاغل بوده و سن پدرانشان بین ۴۵ تا ۴۹ است که نسبت به سن پدران خوشه دیگر تقریباً بالا است (یعنی تفاوت سنی زیاد بین پدر با فرزند). تعداد افراد کلاس این خوشه نسبت به خوشه‌ای که افت تحصیلی ندارند تقریباً زیاد است. همچنین دانش‌آموزانی که دارای افت تحصیلی هستند میانگین مطالعه درسی روزانه کمتر از یک ساعت داشته و روزانه بیش از چهار ساعت از رسانه‌های جمعی و اینترنت استفاده می‌کنند. همچنین این افراد علاقه زیادی به تحصیل ندارند. تنها هدف این افراد از ادامه تحصیل داشتن شغل در آینده است. نتایج حاصل از اجرای الگوریتم Apriori در استخراج قوانین نسبت به دیگر روش‌های که برای به‌دست آوردن افت تحصیلی بکار گرفته می‌شود دارای ضریب اطمینان مناسبی بوده و می‌توان از این روش در زمینه آموزش، کاربردی شده و می‌توان در آموزش و پرورش و همچنین دانشگاه‌های مختلف برای تحلیل افت تحصیلی افراد مورد استفاده قرار گیرد. ترکیب این سه الگوریتم می‌تواند توسط روانشناسان و مشاوران به عنوان یک نرم‌افزار کمکی استفاده شود.

مراجع

- [8] Suneetha. K.R and Krishnamoorthi. R, 2009. Identifying User Behavior by Analyzing Web Server Access Log File, International Journal of Computer Science and Network Security Vol. 9 No. 4 pp. 327-332
- [9] Romero, C. & Ventura, S. (2007). Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert Systems with Applications*, 33(1): 135-146.
- [10] Campbell, J.P., Oblinger, D.G. (2007). *Academic Analytics*. Available in: <http://net.educase.edu/ir/library/pdf/PUB6101.pdf>.
- [11] Baker, R. & Yacef, K. (2009). The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *Journal of Educational Data Mining*, 1 (1): 3-17.
- [12] Bienkowski, M., Feng M. & Means B. (2012). *Enhancing Teaching and Learning Through Educational Data Mining and Learning Analytics: An Issue Brief*, Available in: <http://www.cra.org/ccc/files/docs/learning-analytics-ed.pdf>.
- [13] García, E., Romero, C., Ventura, S. & Castro, C. (2011). A collaborative educational association rule mining tool. *The Internet and Higher Education*, 14 (2): 77-88.
- [14] Pechenizkiy, M., Calders, T., Vasilyeva, E. & Bra, P. D. (2008). Mining the student assessment data: Lessons drawn from a small scale case study. in *1st International Educational Data Mining Conference (EDM2008)*. Montreal Canad, June 20-21 2008.
- [۱۵] احمدی، سیدعلی اکبر؛ کریم زادگان، داوود؛ خیراتی کارزونی، تورج. (۱۳۹۴). "داده‌کاوی دانشجویان انصرافی دانشگاه تهران با تمرکز بر حفظ دانشجویان شهریه‌پرداز (جلوگیری از روی گردانی مشتری)". دو فصلنامه مدیریت فناوری اطلاعات، دوره ۷، شماره ۲ (تابستان): ۲۱۷-۲۳۸.
- [۱۶] تمنایفر، م.ر؛ سلامی محمدآبادی، ف؛ دشتیان زاده، س. (۱۳۹۰). "ارتباط بین پنج رگه شخصیتی و عملکرد تحصیلی دانشجویان". نخستین همایش ملی شخصیت و زندگی نوین، ایران، سنندج.
- [۱۷] اندری، سحر؛ صالحی، پرستو (۱۳۹۰). "تحلیل عوامل مؤثر بر افت تحصیلی دانش‌آموزان مقطع راهنمایی با استفاده از داده‌کاوی". پنجمین کنفرانس داده‌کاوی ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ایران، تهران.
- [۱۸] اسکندری‌ان، پری‌ناز؛ خان‌تی‌موری، علی‌رضا؛ فاتحی مرج، علی‌رضا؛ شنی‌ده، فاطمه. (۱۳۹۰). "بررسی کاهش عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان جهت بهبود و ارتقای انگیزه تحصیلی بر اساس شبکه‌های بی‌زنی". پنجمین کنفرانس داده‌کاوی ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ایران، تهران.
- [۱۹] قلندری، ح؛ (۱۳۹۱). "رابطه بین ویژگی‌های شخصی‌تی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان"، نخستین همایش ملی شخصیت و زندگی نوین، ایران، سنندج.
- [۲۰] هدای‌تی، بهرام؛ قاسمی‌ان، محمد حسن. (۱۳۹۲). "بررسی ویژگی‌های فردی مؤثر بر عملکرد تحصیلی دانشجویان با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی". پنجمین کنفرانس علمی فناوری اطلاعات و دانش. شی‌راز؛ دانشگاه شی‌راز.
- [۲۱] هدای‌تی، بهرام؛ جوانمرد، مهدی، (۱۳۹۳). "بررسی عوامل مؤثر با افت تحصیلی دانش‌آموزان سال اول دبیرستان با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی، همایش مهندسی کامپیوتر و توسعه پای‌دار با محوریت شبکه‌های کامپیوتری، مدل‌سازی و امنیتی سیستم‌ها، مشهد
- [۲۲] اسدی ورمله، پروی‌ز؛ احمدی، هادی؛ حسنی پی‌رمحمدی، حشمت‌الله. (۱۳۹۳). "بررسی علل افت تحصیلی دانش‌آموزان سال اول دبیرستان با
- [1] Piatetsky-Shapiro G., Frawley W. J., (1991) "Knowledge Discovery in Databases", AAAI/MIT Press, 13(3), pp. 57-70.
- [۲] ابراهیم‌خانی، سمیه؛ افضل‌ی، مهدی؛ شکوهی، علی (۳۹۰). "پیش‌بینی و بررسی عوامل تصادفات جاده‌ای با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی". فصلنامه دانش انتظامی زنجان. س ۱، ش ۱، (زمستان): ۱۲۷-۱۱۱.
- [3] Fayyad U. M., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P., (1996) "From Data Mining to Knowledge Discovery: An Overview", In Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI/MIT Press, pp. 1-34.
- [4] Li, Xu; Zaian, Osar R.; Li, Zhanhuai (2006) *Advanced Data Mining and Applications*. Berlin: Springer.
- [5] Williams, Graha J.; Simoff, Simeon J. (2006). *Data Mining: Theory, Methodology, Techniques, and Applications*. Berlin: Springer.
- [6] Bousbia, N., & Belamri, I. (2014). Which Contribution Does EDM Provide to Computer-Based Learning Environments?. In *Educational data mining* (pp. 3-28). Springer International Publishing.
- [۷] دورکین، پل (۱۳۷۶). مشکلات یادگیری و رفتاری دانش‌آموزان. ترجمه پرویز صالحی، تهران: نشر مرکز

- استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی"، دومین کنفرانس بین المللی دستاوردهای نوین در علوم مهندسی و پایه، اردبیل
- [۲۳] اسماعیل‌پور، منصور؛ شکور، زری‌نا، نادری‌فر، وحید (۱۳۸۷). "مدرسه هوشمند، افت و پیشرفت تحصیلی، آموزش الکترونیکی، الگوریتم ژنتیک، داده کاوی"، پنجمین کنفرانس ملی و دومین کنفرانس بین المللی یادگیری و آموزش الکترونی، تهران.
- [۲۴] ایرجی، اعظم؛ مینایی، بهروز؛ شکورنیاز ونوس (۱۳۹۲). "بکارگیری فن آوری داده کاوی به منظور آسیب شناسی افت تحصیلی هنرجویان هنرستانی و استخراج نمایه ساز توصیفی در ارائه تمایز دانش آموزان ضعیف و ممتاز " تهران، دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه علم و صنعت ایران.
- [۲۵] یقینی مسعود؛ اکبری، امین؛ شریفی، سیدمحمد مهدی (۱۳۸۷). "پیش بینی وضعیت تحصیلی دانشجویان با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی"، دومین کنفرانس داده کاوی ایران، تهران
- [26] Yeh, H.-C, Yang M.-L, Lee L. C.(2007). An Empirical Study of Credit Scoring Model for Credit Card in. *Innovative Computing, Information and Control*
- [27] Chan, C & Lewis, B 2002, 'A basic primer on data mining', *Information Systems Management*, vol. 19, no. 4, pp. 56-60.

زیرنویس

1. Association Rule Mining
2. Classification,
3. Clustering
4. Decision Tree
5. Artificial Neural Network
6. Support Vector Machine
7. Romero & Ventura
8. Baker, R. & Yacef
9. Bienkowski
10. Unsupervised Learning
11. Partitioning Clustering