

## کاربرد داده کاوی در نگهداری و تعمیرات

محمود پری آذر<sup>۱</sup>، محمد سعید زائری<sup>۲</sup>، جمال شهبابی<sup>۳</sup>

### چکیده

امروزه به دلیل وجود پیچیدگی و تغییرات مداوم سازمان ها ، نیاز به استفاده از ابزارهای دقیق و نوین در اجرای استراتژیهای نگهداری و تعمیرات ضروری به نظر می رسد. پیشرفت های بشر در چند دهه اخیر در زمینه جمع آوری و ذخیره نتایج و داده ها باعث شده است که سازمانها حجم عظیمی از داده های مرتبط با نگهداری و تعمیرات را در اختیار داشته باشند. نکته مهم در این پایگاه داده، اطلاعات و دانشی است که از آن استخراج می شود و نیاز به استفاده از روش های هوشمند و ساختارمند وجود دارد. داده کاوی یک رشته علمی جدید در زمینه بازیابی اطلاعات از پایگاه داده ها می باشد. طراحی مدل های توصیفی، تشریحی، پیش بینی و کنترلی با بهره گیری از روشهای نوین داده کاوی تسهیل گردیده است. این تکنیکها با کاربرد وسیع و با شناخت عوامل موثر بر وقایع، امکان تحلیل، برنامه ریزی، کنترل و نظارت هدفمند را میسر می سازند. این مقاله با توجه به روند سریع رشد این تکنیکها در کشورهای توسعه یافته در سالهای اخیر، به تشریح مزایا و دستاوردهای بکارگیری آن در مدیریت نگهداری و تعمیرات می پردازد.

### کلمات کلیدی

نگهداری و تعمیرات، داده کاوی، تکنیکهای آنالیز چند متغیره

## Using Data Mining Techniques in Maintenance

Mahmood Pariazar<sup>1</sup>, Mohammad Saeed Zaeri<sup>2</sup>, Jamal Shahrabi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Industrial Engineering Department, Amirkabir University of Technology

### Abstract

Nowadays, Due to existing complexity and changing organizations using accurate and modern tools is compulsory needed on performing the maintenance strategies. Human's improvements during last decades about gathering and storage the results and data cause the organizations have a huge dimension of data related to maintenance. The main note in such database is the information and knowledge that is discovered and the use of intelligent and structural methods are needed. Data mining is a new scientific field of recycling information from database.

The designing of description, explanatory, prediction and control models by using data mining techniques would be easier. These techniques by recognizing effective factors on events would make analysis, programming, controlling and inspecting accessible. This article according to fast processing on these techniques developed countries during last years is explaining the advantages of using them on maintenance management.

### Keywords:

*Maintenance, Data Mining, Multivariate analysis techniques*

Shahrabi@dal.ca

M\_pariazar@aut.ac.ir و Zaeri@aut.ac.ir

۳- استادیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
۱و۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه امیرکبیر



با گسترش اتوماسیون صنایع و افزایش تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات فیزیکی کارخانه‌ها، حجم سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات و دارایی‌های فیزیکی سازمان‌ها رشد روزافزونی داشته‌است و متعاقب آن هزینه‌های نگهداری و تعمیرات آنها نیز حجم زیادی از هزینه‌های شرکت‌ها را شامل شده است. یکی از هزینه‌های اساسی برای کارخانجات، هزینه نگهداری و تعمیرات است که از ۱۵ الی ۷۰ درصد هزینه‌های تولید را بر حسب نوع صنعت به خود اختصاص می‌دهد [۱]. مقدار هزینه صرف شده برای نگهداری و تعمیرات در یک گروه منتخب از شرکت‌ها در سال ۱۹۸۹ در حدود ۶۰۰ بیلیون دلار بوده است [۲]. هزینه نگهداری و تعمیرات سالیانه، در مقایسه با چرخش سالیانه<sup>۱</sup> در برخی کشورهای اروپایی بر اساس نتایج تحقیقات فدراسیون اروپایی انجمن نگهداری و تعمیرات EFNMS در سال ۱۹۹۰ عبارت است از: بلژیک ۴۰۸٪، فرانسه ۴٪، ایرلند ۵۱٪، ایتالیا ۵۱٪، هلند ۵٪، اسپانیا ۳۶٪، انگلیس ۳۷٪ [۳]. افزایش هزینه‌های نت نیز موجب توجه بیشتر مدیریت بر این موضوع شده و سازمان‌ها را بر آن داشته است که به دنبال کسب سود و کاهش هزینه در بخش‌های نگهداری و تعمیرات خود باشند.

تصمیم‌گیری در زمینه استراتژی نگهداری و تعمیرات نیازمند دانشی است که منطبق بر واقعیت سازمان باشد. از طرفی کسب دانش مفید نیازمند استفاده و تحلیل صحیح از داده‌ها می‌باشد. لذا استفاده از داده‌ها و اطلاعات و چگونگی کاربرد آن در طول مراحل پیاده‌سازی استراتژیهای نگهداری و تعمیرات از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. همچنین با توسعه فناوری اطلاعات، میزان و سرعت دسترسی به اطلاعات به طور فوق العاده ای افزایش یافته است. از طرفی پیشرفت تکنولوژی منجر به افزایش دستیابی موسسات به منابع وسیع داده شده و امکان تحقیق و بررسی موضوعات بیشماری را فراهم نموده است، ولی از سوی دیگر این امر بسیاری از سازمانها را دچار پدیده غرق شدگی در اطلاعات کرده است. ناقص بودن داده‌ها و یا عدم وجود دانش کافی در تحلیل، استفاده راهبردی از اطلاعات را در بسیاری موارد ناممکن و به یکی از چالشهای مدیریت تبدیل کرده است [۴].

داده کاوی<sup>۲</sup> و کشف دانش در پایگاه داده‌ها از جمله موضوع‌هایی هستند که همزمان با ایجاد و استفاده از پایگاه داده‌ها در اوایل دهه ۸۰ برای جستجوی دانش در داده‌ها شکل گرفت. لوول (۱۹۸۳) را می‌توان اولین شخصی دانست که گزارشی در مورد داده کاوی تحت عنوان «شبیه سازی فعالیت داده کاوی» ارائه نمود. همزمان با او پژوهشگران و متخصصان علوم رایانه، آمار، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و... نیز به پژوهش در این زمینه و زمینه‌های مرتبط با آن پرداخته‌اند. پژوهش‌های بر روی موضوع داده کاوی از اوایل دهه ۹۰ شروع شد و از آن پس پژوهش‌ها و مطالعه‌های زیادی در این زمینه صورت گرفته است [۵].

از سوی دیگر شدت رقابت در عرصه‌های علمی، اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و حتی نظامی نیز اهمیت عامل سرعت و یا زمان دسترسی به اطلاعات و دانش را دو چندان کرده است. بنابراین نیاز به طراحی سیستم‌هایی که قادر به اکتشاف سریع اطلاعات کاربران با تاکید بر حداقل مداخله انسانی باشند از یک طرف و روی آوردن به روشهای آماری متناسب با حجم داده‌های زیاد از سوی دیگر به خوبی احساس می‌شود. برای رسیدن به این اهداف روشهای مختلفی مانند تجزیه و تحلیل آماری و ابزارهای جستجوی پایگاه داده وجود دارد اما هر کدام در شرایط و موقعیت های خاصی جواب نمی‌دهند، به طور مثال تجزیه و تحلیل آماری عموماً توضیحات را با تست های آماری مورد بررسی قرار می‌دهد و عمل استنباط انجام می‌پذیرد و به داده‌های موجود به عنوان نمونه ای از جامعه نگاه می‌شود ولی در برخی شرایط هدف ما توصیف این داده است و فرضیه ای نداریم. پس روشی جدید لازم است که نواقص روشهای دیگر را نداشته باشد، ولی از آنها استفاده نماید و مزایای آنها را پوشش دهد. با توجه به اهمیت هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در یک سازمان می‌توان دریافت که برخورداری از دانش موجود در داده از ضروریاتی است که به کارگیری روش‌های نوین داده کاوی می‌تواند انجام این ضرورت مهم را تضمین نماید. چرا که امروزه اگر چه بسیاری از سازمانها، نیازهای اطلاعاتی خود را شناخته و با صرف بودجه‌های کلان از سیستمهای اطلاعاتی بهره‌مندند اما بهره‌گیری از این روش‌های تحلیلی، نوین و دقیق داده کاوی مکان محور، مرحله ای حیاتی و تکمیلی است که هدف اصلی این مقاله بر آن استوار است.

اگرچه تئوریهای آماری تکنیکهای چند متغیره قبل از ظهور کامپیوتر ایجاد گردیده‌اند اما به علت پیچیدگی و طولانی بودن زمان محاسبات تقریباً ناشناخته بودند تا اینکه بعد از افزایش قابلیت‌های محاسباتی کامپیوترها، رشد و توسعه فراوانی نمودند. با توجه به قدمت کوتاه برخی روشها، مطالعات کاربردی آنها در برخی موارد برای اولین بار در سال ۲۰۰۵ به انجام رسیده است.

در ادامه در بخش ۲ به تشریح نگهداری و تعمیرات و استراتژیهای آن پرداخته شده است. در بخش ۳ داده کاوی و کاربرد آن در نگهداری و تعمیرات تشریح شده است و در نهایت در بخش ۴ به نتیجه‌گیری مباحث فوق پرداخته شده است.

## 2- نگهداری و تعمیرات

برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات با کنترل تجهیزات و ماشین‌آلات تولیدی از نظر برنامه‌ریزی زمانبندی تعمیراتی و تعویض قطعات و با استفاده از تجزیه و تحلیل‌ها، هزینه‌های تعمیراتی را کاهش می‌دهد و در سطح بهینه نگه می‌دارد. با گسترش اتوماسیون صنایع و افزایش تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات فیزیکی کارخانه‌ها، حجم سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات و دارایی‌های فیزیکی سازمان‌ها رشد روزافزونی داشته‌است و متعاقباً



هزینه‌های نگهداری و تعمیرات آنها نیز حجم زیادی از هزینه‌های سازمان‌ها را شامل شده است. افزایش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات نیز موجب توجه بیشتر مدیریت بر این موضوع شده و سازمان‌ها را واداشته است که به دنبال کسب سود و کاهش هزینه در بخش‌های نگهداری و تعمیرات خود باشند. همچنین نگهداری و تعمیرات نقش مهمی در حفظ قابلیت اطمینان، در دسترس بودن، کیفیت تولیدات، کاهش ریسک، افزایش بازدهی و امنیت تجهیزات بر عهده دارد.

## ۲-۱- انواع سیاستها و روشهای نگهداری و تعمیرات

برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات با کنترل تجهیزات و ماشین آلات تولیدی از نظر برنامه زمانبندی تعمیراتی و تعویض قطعات و با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های آماری هزینه‌های تعمیراتی را کاهش می‌دهد و در سطح بهینه نگه میدارد. استراتژی‌های متفاوتی برای نگهداری و تعمیرات بیان شده است که از مهمترین آنها می‌توان به نگهداری و تعمیرات اصلاحی<sup>۳</sup>، پیشگیرانه<sup>۴</sup>، فرصتی<sup>۵</sup>، موقعیتی<sup>۶</sup> و پیشگویانه<sup>۷</sup> اشاره کرد که بسته به صنعت مربوطه هر کدام از مزایا و معایبی برخوردارند. در ادامه به بیان مختصری از این استراتژیها پرداخته شده است.

### ۲-۱-۱- نگهداری اصلاحی

به این استراتژی، نگهداری آتش نشانی یا نگهداری بر مبنای خرابی نیز می‌گویند. در این رویکرد فعالیت‌ها فقط بعد از خرابی اعمال می‌گردد و هیچ مداخله‌ای تا قبل از زمان وقوع یک خرابی صورت نمی‌گیرد [۶]. نگهداری اصلاحی یک استراتژی ابتدایی است که در صنایع پدیدار شده است [۲]، [۷]. از این رویکرد به عنوان یک استراتژی امکان پذیر در مواقعی که حاشیه سود بالایی وجود دارد نامبرده اند [۸]. به هر حال شبیه سبک آتش نشانی این نگهداری اغلب سبب خسارتهای جدی در زمینه تسهیلات، پرسنل و محیط می‌گردد. بعلاوه با افزایش رقابت جهانی و حاشیه سود کم، مدیران ملزم به بکاربردن استراتژی‌های نگهداری موثرتر و قابل اطمینان تری هستند.

### ۲-۱-۲- نگهداری پیشگیرانه

این رویکرد بر مبنای ویژگی قابلیت اطمینان طرح ریزی شده است. در این روش، نگهداری از تجهیزات در دوره‌های زمانی خاصی بر اساس یک برنامه زمانبندی منظم صورت می‌گیرد. در این سیاست سعی می‌شود تا با یک سری از بررسی‌ها و جایگزینی‌ها و بازرسی‌های مجدد برای اجزائی که نرخ خرابی بالایی دارند، تعداد خرابی‌های ناگهانی را کاهش دهند. نگهداری پیشگیرانه در بسیاری از صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی اجرا کردن موثر آن نیازمند یک سیستم پشتیبانی تصمیم می‌باشد [۹]. در بسیاری از موارد این استراتژی براساس اهمیت و عمر مفید باقیمانده ماشین آلات برنامه ریزی می‌شود [۷] که اغلب می‌تواند منجر به فعالیتهای نگهداری غیر ضروری شود و اگر فعالیت نگهداری مناسبی صورت نگیرد منجر به بدتر شدن تسهیل می‌گردد.

### ۲-۱-۳- نگهداری فرصتی

در این استراتژی با بررسی شباهت‌ها، کنترل تصادفی و زمان تعویض اجزای مختلف ماشین‌های مشابه، فعالیتهای مرتبط با نگهداری سازماندهی می‌شوند. نتایج حاصل از اقدامات نگهداری مربوطه در این رویکرد می‌تواند منجر به از کارافتادگی همه تاسیسات در یک زمان شود. لذا این استراتژی نگهداری و تعمیرات نیازمند همیاری و حمایت پرسنل تولیدی است.

### ۲-۱-۴- نگهداری موقعیتی

شرط لازم برای استفاده از این استراتژی در دسترس داشتن مجموعه‌ای از مشاهدات و سیستم اکتساب داده‌ها برای مشخص کردن عملکرد یک ماشین در زمانهای واقعی است [۱۱]. در این روش با مرور پیوسته از شرایط کار به راحتی می‌توان نقاط انحراف از حالت عادی را مشخص کرد و این امکان را فراهم می‌سازد که نظارت کننده فرایند به ارزیابی دقیق آنها بپردازد و در صورت نیاز از ادامه کار یک ماشین قبل از وقوع خرابی جلوگیری کند. این سیاست نیازمند مهارت بالای پرسنل می‌باشد. امروزه یکسری از تکنیکهای نظارت از قبیل آنالیز روغن، تستهای ماوراء صوت و ارتعاش سنجی وجود دارد که به کمک تحلیل گران آمده است. این استراتژی نگهداری اغلب برای ماشینهایی که دارای حرکات چرخشی و متناوب هستند طراحی شده است. به عنوان مثال می‌توان از توربین‌ها، پمپ‌های گریز از مرکز و کمپرسورها نام برد.

### ۲-۱-۵- نگهداری پیشگویانه

بر خلاف رویکرد نگهداری موقعیتی، در اینجا پیدا کردن پارامترهای کنترلی تجهیزات به جهت تحلیل و شناسایی و تعیین روند جاری اهمیت ویژه‌ای دارد. در این سیاست با پیش بینی اینکه چه وقت مقدار یک کمیت کنترلی از میزان آستانه و سرحد خود تجاوز خواهد کرد به اقدامات نگهداری



لازمه پرداخته می شود. همچنین کارکنان بخش نگهداری و تعمیرات قادر خواهند بود که بر حسب شرایط عملیاتی و تولیدی به برنامه ریزی برای تعویض اجزاء و بازدیدهای ضروری خود بپردازند. در این روش هیچ فعالیت اضافی نگهداری انجام نمی گیرد و بر همین اساس به آن نگهداری اقتصادی نیز می گویند.

اجرای موفق و موثر این استراتژی ها به تحلیل، پیش بینی و شناسایی روند حاکم در سازمان وابسته است. نتایج حاصل از آنها به طور ویژه ای بر روی نحوه تخصیص منابع، انتخاب تکنولوژی، مدیریت و فرایند سازماندهی اثر گذار خواهد بود. لذا برای پیاده سازی صحیح این استراتژی ها، نیازمند تصمیم گیری مبتنی بر واقعیت خواهیم بود. با توجه به پیشرفت های اخیر در حوزه IT استفاده از ابزارها و تکنیک های قدرتمند در زمینه نحوه جمع آوری داده ها، تحلیل داده ها، استخراج دانش از پایگاه داده ها و بکار بردن نتایج در هر زمانی ضروری به نظر می رسد. از جمله این ابزارها می توان به OLAP<sup>8</sup>، DSS<sup>9</sup>، GIS<sup>10</sup>، EIS<sup>11</sup>، OLTP<sup>12</sup>، TPS<sup>13</sup>، CIS<sup>14</sup>، Data Warehouses و MDA<sup>15</sup> اشاره کرد [۱۰]. تکنیک داده کاوی به عنوان یک ابزار نوین و قدرتمند در جهت ایجاد مناسب این دانش است که در همه مراحل جمع آوری، تحلیل، استخراج دانش و بکارگیری داده بکار می رود. اگر در تحلیل و نتیجه گیری از تکنیک مناسب استفاده نشود موجب از دست رفتن اطلاعات و در نتیجه نرسیدن به دانش موثر از سازمان می شود. به همین دلیل استفاده از تکنیک های مفید از جمله داده کاوی ضروری به نظر می رسد.

### ۳ - داده کاوی

امروزه در دنیای توسعه یافته، دانش داده کاوی بطور گسترده ای در علوم مختلف در جهت رفع مشکلات و معضلات مورد بهره برداری قرار می گیرند. تاکنون تعاریف متعددی از داده کاوی ارائه شده است که از جمله آنکه داده کاوی مجموعه ای از تکنیک هایی می باشند که متغیرهای چندگانه یک پدیده تحت بررسی را بطور همزمان تحلیل می نماید. [۱۱].

روشهای تحلیل داده از یک منظر به دو گروه آنالیزهای یک متغیره و چند متغیره تقسیم می شوند. آنالیزهای یک متغیره تکنیکهایی هستند که برای انجام یک یا چند اندازه گیری مستقل از یک عنصر جامعه استفاده می شوند در حالیکه آنالیزهای چند متغیره برای انجام دو یا چند اندازه گیری از یک عنصر و تحلیل همزمان متغیرها بکار گرفته میشود. تکنیکهای داده کاوی به رابطه همزمان بین دو یا چند پدیده مربوط می شوند [۱۲].

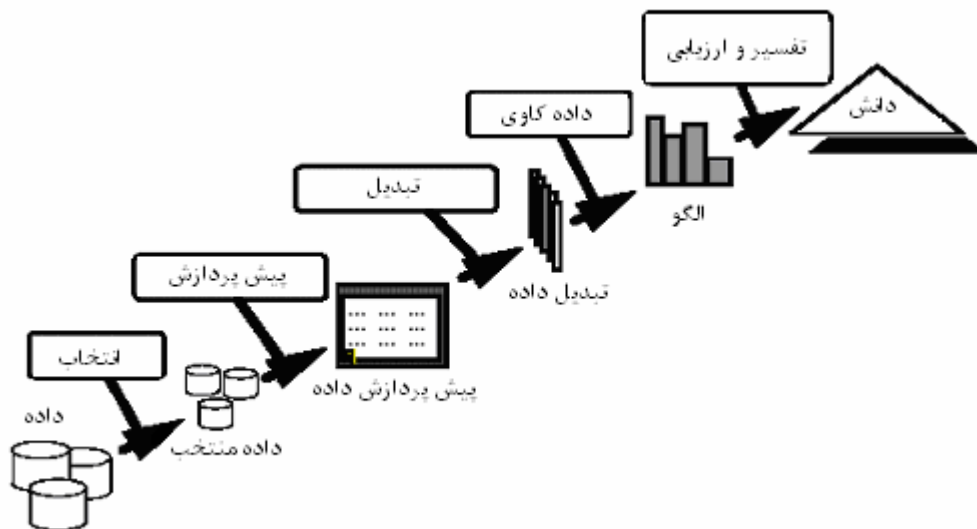
ویژگیهای منحصر بفرد داده کاوی را میتوان بصورت زیر برشمرد [۱۱]:

- § نه تنها بر فاز تحلیل، بلکه بر طراحی مطالعه و جمع آوری داده نیز تاثیر می گذارند.
- § امکان پرسیدن سوالات مشخص و دقیق با پیچیدگی بالا از داده های جمع آوری شده را فراهم می کنند.
- § قادرند که به سوالات بطور واضح و مشخص پاسخ دهند. مزیت اصلی و تفاوت آنها با سایر تکنیک ها نیز در همین است که بجای ارائه صرف استراتژی کلان، پاسخ های دقیق در اختیار محقق قرار می دهند.
- § امکان سنجش اثر متغیرهای مختلف بر روی متغیرهای وابسته را فراهم می کنند.
- § به مدیران کمک می کنند که تأثیر سناریوهای آتی را مورد ارزیابی قرار دهند و با مدلسازی گزینه های متعدد و کمک به تصمیم گیری در شرایط عدم قطعیت به انتخاب مسیر حرکت بپردازند.
- § حجم بسیار وسیع داده ها را به گونه ای مؤثر خلاصه می کنند و از افزونگی اطلاعات می کاهند. این آنالیزها می توانند اطلاعات را به مهمترین فاکتورها و متغیرها خلاصه نمایند و یا با خوشه بندی، اطلاعات را به بخشهای مختلف تقسیم بندی نمایند.
- § به کاهش درآمیختگی اطلاعات که طبیعتاً در اکثر داده های جمع آوری شده وجود دارد کمک شایانی نماید.
- § با تعریف چهار مدل تشریحی<sup>۱۶</sup>، توصیفی<sup>۱۷</sup>، پیش گوینه<sup>۱۸</sup> و کنترلی<sup>۱۹</sup> قادر است طیف وسیعی از مسائل را پوشش دهد.

این قابلیتها به عنوان یکی از ملزومات آنالیز محیطهای آشفته که پیچیدگی و تعدد عوامل، پیش بینی آن را عملاً غیر ممکن می سازد تبدیل گشته است.

محققینی که تنها روابط دو به دو را در نظر می گیرند و از داده کاوی استفاده نمی کنند، ابزار قدرتمندی را از دست می دهند که می تواند اطلاعات سودمندی را در اختیار آنان قرار دهد. در مسائل واقعی چندین متغیر به طور همزمان بر روی پاسخ تاثیر می گذارند، از این رو آنالیزهای چندمتغیره جوابهای دقیقتر و نزدیک به واقعتری را فراهم می کند. دو قابلیت مهم این تکنیکها، دخالت دادن کلیه اطلاعات مربوط به پدیده در آنالیز، اعم از کاملاً مرتبط و ظاهراً نامرتبط، و دیگری پردازش ترکیبی داده ها می باشد. در شکل ۲ فرایند کسب دانش از پایگاه داده ها به صورت شماتیک بیان گردیده است [۵].

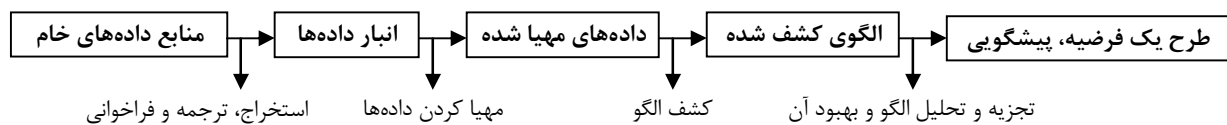




شکل ۲: فرایند تبدیل داده به دانش

همانطور که ملاحظه می شود یکی از گام های این فرایند ، داده کاوی می باشد . بدیهی است که موفقیت در مرحله داده کاوی کاملاً متأثر از سه گام قبل می باشد بگونه ای که اگر هر کدام از مراحل قبلی به درستی انجام نپذیرد ، نتایج حاصل از داده کاوی نه تنها ممکن است مفید نباشد بلکه گمراه کننده نیز می تواند باشد .

تکنیکهای داده کاوی از جمله تکنیکهای نوین علمی هستند که در توصیف، تشریح، پیش بینی و کنترل پدیده ها به کار می روند [۱۱]. این تکنیکها به اندازه گیری، تشریح و پیش بینی درجه وابستگی میان متغیرها می پردازند. روش های داده کاوی نه تنها بر جنبه های تحلیلی مطالعات ، بلکه در طراحی و ابزارهای جمع آوری داده برای تصمیم گیری و حل مسائل نیز تأثیر می گذارند. می توان فرآیند داده کاوی را طی مراحل زیر به صورت شکل ۳ نشان داد: [۱۲]



شکل ۳: فرایند داده کاوی

در فرآیند بالا، داده های خام از منابع مختلفی جمع آوری می شوند و از طریق استخراج، ترجمه و فرایندهای بازخوانی به انبار داده ها وارد می شوند. در بخش مهیاسازی داده ها، داده ها از انبار خارج شده و به صورت یک فرمت مناسب برای داده کاوی درمی آیند. در بخش کشف الگو با روش های داده کاوی برای پاسخ به سؤال های خاصی که به ذهن می رسند، الگوریتم هایی را استخراج می کنند و از این الگوریتم ها برای ساخت الگو استفاده می شود. در بخش تجزیه و تحلیل الگو، الگوها به یک دانش مفید و قابل استفاده تبدیل می شوند و پس از بهبود آن ها، الگوهایی که کارا محسوب می شوند در یک سیستم اجرایی به کار گرفته خواهند شد .

### ۳-۱- دستاوردهای بکارگیری تکنیکهای داده کاوی در نگهداری و تعمیرات

یکی از مهمترین گامهای تحقیقات کمی در زمینه مدیریت نگهداری و تعمیرات انتخاب مناسبترین روشهای پردازش داده ها با توجه به نوع مسأله مورد بررسی و اطلاعات در دسترس می باشد. شناخت این روشهای نوین علمی و انتخاب تکنیک مناسب، موجب حصول نتایج دقیق و تفسیر نتایج آسانتر خواهد بود. از جمله دستاوردهای حاصل از بکارگیری تکنیکهای داده کاوی می توان به شناخت دینامیک، دقیق و پیشرفته زمانی- مکانی مسائل ، شناخت دینامیک گستره توزیع ، شناخت کمی لایه های پنهان در مسائل مختلف ، پیش بینی های دینامیک ، پیش بینی های زمانی- مکانی ، تدوین استراتژیها و راهکارهای کمی اشاره کرد .



## ۴ - نتیجه گیری

اجرای موفق و موثر سیاست های نگهداری و تعمیرات به تحلیل، پیش بینی و شناسایی روند حاکم بر محیط استوار است. نتایج این پیش بینی ها به طور ویژه ای بر روی نحوه تخصیص منابع، انتخاب تکنولوژی، مدیریت و فرآیند سازماندهی اثر گذار خواهد بود. بررسی اجمالی پژوهشهای صورت گرفته در حوزه مدیریت نگهداری و تعمیرات نشان می دهد که تحقیقات عمیق و اساسی در این باره خصوصاً در ایران اندک شمار است. از سوی دیگر با افزایش پیچیدگی در سازمانها، ضرورت استفاده از دانشهای نوین بیش از پیش محرز شده است. داده کاوی به عنوان یک رشته علمی نوین در زمینه بازایی و استخراج اطلاعات می تواند نقش مهمی در جهت دستیابی به این اهداف داشته باشد.

## ۵- مراجع

- [1] Bevilacqua, M., Braglia, M.; " *The analytic hierarchy process applied to maintenance strategy selection*", Reliability Engineering and System Safety 70, 71-83,2000.
- [2] Chan, F.T.S., Lau, H.C.W., Ip, R.W.L., Chan, H.K., Kong, S.; " *Implementation of total productive maintenance: a case study*", International Journal of Production Economics 95,71-94, 2005.
- [3] European Federation of National Maintenance Societies, "[www.efnms.org](http://www.efnms.org)"
- [4] Hand. D.J, Review of Data mining,1998, The American statistician, 52, 112-118.
- [5] Daniel T. Larose, Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining , 2004 .
- [6] Swanson, L.; " *Linking maintenance strategies to performance*", International Journal of Production Economics 70, 237-244, 2001.
- [7] Mechefske, C.K., Wang, Z.; " *Using fuzzy linguistics to select optimum maintenance and condition monitoring strategies*", Mechanical Systems and Signal Processing 17 (2),305-316, 2003.
- [8] Sharma, R.K., Kumar, D., Kumar, P.; " *FLM to select suitable maintenance strategy in process industries using MISO model*", Journal of Quality in Maintenance Engineering 11 (4), 359-374, 2005.
- [9] Mann, L., Saxena, A., Knapp, G.M.; " *Statistical-based or condition-based preventive maintenance*", Journal of Quality in Maintenance Engineering 1 (1), 46-59, 1995.
- [10] Hagg and Cummings , Management information systems , 2004 .
- [11] Hair, Joseph F., Multivariate Data Analysis, 2005, Prentice Hall.
- [12] Pang-Ning Tan, Steinbach, Introduction to Data Mining, 2005 .

- 
- 1 Turn Over
  - 2 Data mining
  - 3 Corrective Maintenance
  - 4 Preventive Maintenance
  - 5 Opportunistic Maintenance
  - 6 Condition based Maintenance
  - 7 Predictive Maintenance
  - 8 Online Analytical Processing
  - 9 Decision Support System
  - 10 Geographic Information System
  - 11 Executive Information System
  - 12 online transaction processing
  - 13 Transaction Processing System
  - 14 Customer Integrated System
  - 15 Multivariate Data Analysis
  - 16 Explanatory Model
  - 17 Descriptive Model
  - 18 Predictive Model
  - 19 Control Model

