

چارچوب کاربردی تکنیک‌های داده‌کاوی در مدل‌سازی جرائم

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۴/۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۵/۶

علی محمد احمدوند*، الهام آخوندزاده**

چکیده:

داده‌کاوی به عنوان یکی از کاراترین ابزارهای تحلیل داده و اطلاعات، مورد توجه بسیاری از محققان و پژوهشگران قرار گرفته است. کاربرد تکنیک‌ها و الگوریتم‌های مختلف این ابزار در حوزه‌های مختلفی از جمله مدیریت ارتباط با مشتری، مدیریت و کشف فریب و هم‌چنین حوزه‌های پزشکی، ورزشی و .. شاهدهی بر این مدعا است. یکی از حوزه‌هایی که می‌تواند به عنوان یکی از زمینه‌های کاربردی داده‌کاوی مورد توجه قرار گیرد، مسائل مرتبط با پلیس است. بر اساس تحقیقات انجام شده، الگوریتم‌های مختلف داده‌کاوی به ویژه تکنیک‌های پیش‌بینی در حوزه‌های مختلف مرتبط با پلیس مورد استفاده قرار گرفته و در سال‌های اخیر روند رو به رشدی داشته است. در این مقاله سعی می‌شود کاربردهای این ابزار در حوزه‌های مختلفی هم‌چون شناسایی جرائم، پیش‌بینی جرائم و پیش‌گیری از جرائم مورد بررسی قرار گرفته و یک چارچوب کاربردی بر این اساس ارائه گردد.

کلید واژه‌ها:

داده‌کاوی، جرم، پیش‌بینی، پیش‌گیری.

*. دکتری مدیریت، دانشیار گروه صنایع، دانشگاه امام حسین. alimohammad.ahmadvand@gmail.com.

** کارشناس ارشد مهندسی صنایع - گروه صنایع - دانشکده فنی و مهندسی - دانشگاه شاهد،
e.akhondzadeh.n@gmail.com

مقدمه

داده کاوی^۱ به معنای استخراج دانش از حجم عظیم داده‌ها است و به عنوان مهمترین مرحله در فرایند کشف دانش معرفی شده است. این ابزار به طور هم‌زمان از چندین رشته علمی نظیر فناوری پایگاه داده، آمار، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی، شناسایی الگو، سیستم‌های مبتنی بر دانش^۲، حصول دانش^۳، بازیابی اطلاعات^۴، محاسبات سرعت بالا^۵ و بازنمایی بصری داده^۶ بهره برده و به عنوان کاراترین تکنیک در کشف دانش مفید سازمانی مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. تکنیک‌های داده کاوی اعم از ابزارهای توصیفی^۷ و پیش‌بینانه^۸ در حوزه‌های مختلفی وارد شده و حجم عظیمی از تحقیقات را به خود اختصاص داده است. از جمله حوزه‌های کاربردی داده کاوی می‌توان به کاربردهای تجاری، مدیریتی، پزشکی، ورزشی، اقتصادسنجی، مدیریت مالی، وب کاوی^۹ و متن کاوی^{۱۰} اشاره کرد (Han & Kamber, 2006). یکی از حوزه‌هایی که در سال‌های اخیر به عنوان داده کاوی مورد توجه قرار گرفته، مسائل مرتبط با پلیس است و در این میان یکی از موضوعاتی که حجم زیادی از تحقیقات را به خود اختصاص داده، مدل‌سازی جرائم است. شناسایی جرائم، پیش‌بینی و پیش‌گیری از آن‌ها و همچنین عوامل تأثیرگذار در ارتکاب جرائم مسائلی هستند که با استفاده از مفاهیم جرم‌شناسی و تکنیک‌های داده کاوی مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. در این مقاله سعی می‌شود کاربرد تکنیک‌های مختلف داده-کاوی در این موضوعات مورد بررسی قرار گرفته و یک دسته‌بندی و چارچوب کاربردی بر این اساس ارائه گردد.

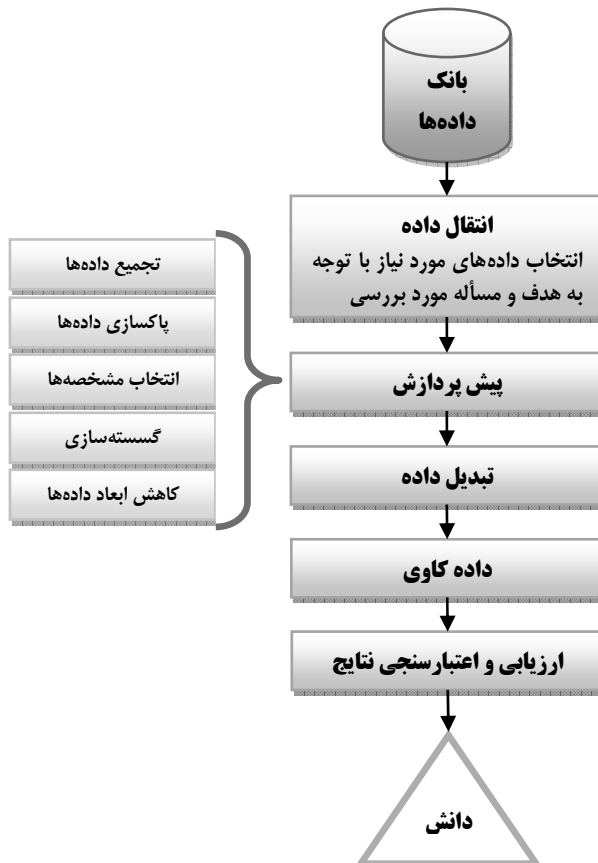
بدین منظور در بخش بعدی به مرور ادبیات مرتبط با داده کاوی پرداخته و مفاهیم مرتبط با این ابزار و تکنیک‌های مختلف آن، به صورت خلاصه بیان می‌شود. در ادامه کاربردهای

-
1. Data Mining
 2. Knowledge-Based System
 3. Knowledge-Acquisition
 4. Information Retrieval
 5. High-Performance Computing
 6. Data Visualization
 7. Descriptive
 8. Predictive
 9. Web Mining
 10. Text Mining

داده کاوی در پلیس مورد بررسی قرار گرفته و یک چارچوب کاربردی از تکنیک‌های داده کاوی در این حوزه ارائه می‌گردد. در انتها نیز به نتایج و برخی نکات قابل توجه اشاره می‌شود.

تعریف داده کاوی

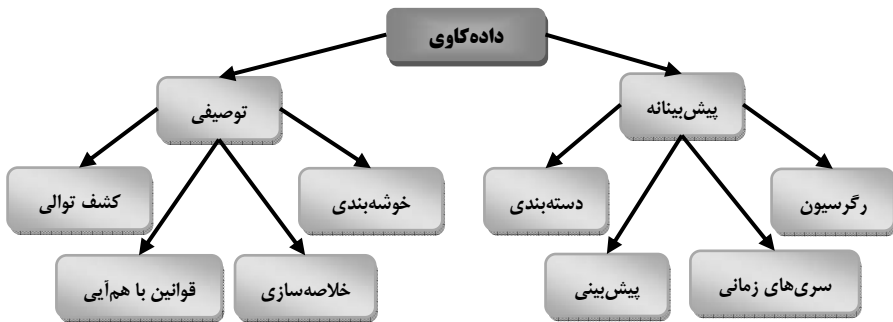
بر اساس نظر هن و کمبر (۲۰۰۶)، داده کاوی به معنای استخراج یا کاوش دانش از مقادیر عظیم داده‌ها است و به عنوان مهمترین مرحله در فرایند کشف دانش معرفی شده است. جایگاه اصلی استخراج دانش و کاوش داده‌ها در شکل شماره‌ی (۱) نشان داده شده است.



شکل شماره‌ی (۱): مراحل فرایند کشف دانش و جایگاه داده کاوی (Han & Kamber, 2006)

کارکردها و وظایف داده کاوی

روش‌های داده کاوی به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند: توصیفی و پیش‌بینانه. در روش‌های توصیفی، هدف توصیف یک رویداد یا یک واقعیت است. اما در روش‌های پیش‌بینی، هدف پیش‌بینی متغیر ناشناخته از داده‌های آتی است. شکل شماره‌ی (۲) کارکرد و وظایف داده کاوی را نشان می‌دهد (Tan et al., 2006). در ادامه توضیح مختصری در مورد هر یک از این تکنیک‌ها ارائه می‌گردد.



شکل شماره‌ی (۲): کارکردها و وظایف داده کاوی (Tan et al., 2006)

- **پیش‌بینی**^۱: تکنیک‌های دسته‌بندی برای پیش‌بینی مشخصه‌های گسسته مورد استفاده قرار می‌گیرند، در حالی که روش‌های پیش‌بینی توابع پیوسته را مدل می‌کنند. تکنیک‌های پیش‌بینی شامل رگرسیون خطی و غیر خطی، شبکه عصبی و ماشین‌های بردار پشتیبان است (Tan et al., 2006).
- **دسته‌بندی**^۲: فرایند یافتن مدلی که با تشخیص طبقات یا یافتن مفاهیم داده می‌تواند طبقه ناشناخته اشیاء دیگر را پیش‌بینی کند. برخی از روش‌های متداول دسته‌بندی عبارتند از: درخت تصمیم^۳، طبقه‌بندی بیز (بیز ساده و شبکه‌های بیزی)^۴، شبکه‌های عصبی^۵، ماشین‌های بردار پشتیبان^۶ و...

1. Prediction
2. Classification
3. Decision Tree
4. Bayesian Method
5. Neural Network
6. Support Vector Machine (SVM)

- **رگرسیون^۱**: رگرسیون بهترین مدلی است که می‌تواند متغیرهای خروجی را با متغیرهای ورودی متعدد ارتباط دهد. ساده‌ترین حالت آن، مدل برازش خطی است یعنی ارتباط بین متغیرهای ورودی و خروجی را به صورت خطی برقرار می‌کند. در فرمول شماره‌ی (۱) y متغیر خروجی و وابسته است و x ها متغیرهای ورودی و b_0 نیز ضرایب رگرسیون هستند.

$$y = a + X_1 * b_1 + X_2 * b_2 + \dots + X_n * b_n \quad \text{فرمول شماره‌ی (۱)}$$

- **سری‌های زمانی**: یک سری زمانی دنباله‌ای مرتب شده از مشاهدات است. سری زمانی برحسب زمان (فواصل زمانی مساوی) و بر اساس ابعاد دیگری مانند فاصله نیز مرتب می‌شود. یک سری زمانی مانند پالس‌های الکتریکی، یک سری پیوسته است. هر سری زمانی ارزش یک شیء را به عنوان تابعی از زمان در مجموعه داده‌های جمع‌آوری شده توصیف می‌کند (غضنفری و دیگران، ۱۳۸۶).
- **قوانین باهم‌آیی^۲**: استخراج قوانین باهم‌آیی یک حالت غیر نظارتی^۴ داده‌کاوی می‌باشد که به جست و جو برای یافتن ارتباط میان ویژگی‌ها در مجموعه داده‌ها می‌پردازد. به عبارتی دیگر تحلیل وابستگی‌ها، مطالعه ویژگی‌ها یا خصوصیات می‌باشد که با یکدیگر همراه هستند. نام دیگر روش تحلیل وابستگی، تحلیل سبد بازار^۵ است که به دنبال استخراج قوانین از میان این خصوصیات است. به عبارت دیگر، این روش‌ها به دنبال استخراج قوانین به منظور کمی کردن ارتباط میان دو یا چند خصوصیت هستند.
- **خوشه‌بندی^۶**: خوشه‌بندی یکی از روش‌های توصیفی است که به معنای تقسیم داده‌ها به گروه‌های مشابه است. در واقع این روش، داده‌های بدون برچسب را در قالب گروه‌هایی تحلیل می‌کند. این تقسیم‌بندی به گونه‌ای است که داده‌های داخل هر خوشه بیشترین شباهت نسبت به یکدیگر و بیشترین اختلاف را با خوشه‌های دیگر دارند (Tan et al., 2006).
- **خلاصه‌سازی^۷**: شامل همه روش‌هایی است که برای دستیابی به یک توصیف فشرده از داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند و معمولاً در تولید گزارش مورد استفاده قرار می‌گیرند.

1. Regression

2. Time Series

3. Association Rule

4. Undirected

5. Market Basket Data

6. Clustering

7. Visualization

مانند به دست آوردن میانگین و انحراف معیار برای فیلدهای مورد نظر فنون مصورسازی چند متغیره و کشف روابط تابعی بین متغیرها.

- **کشف توالی^۱**: کاوش الگوهای متوالی به معنای کشف حوادثی است که مکرراً و پی در پی و یکی پس از دیگری اتفاق می افتند. به عنوان مثال احتمال خرید پرینتر رنگی توسط کسی که در همان ماه دوربین دیجیتال خریداری نموده است، بسیار زیاد است. هم چنین این روش در بازاریابی، حفظ مشتری، پیش بینی هوا و بسیاری از صنایع دیگر کاربردهای بسیار زیادی دارد (Han & Kamber, 2006).

مروری بر کاربرد داده کاوی در مدل سازی جرائم

داده کاوی در مسائل مرتبط با پلیس می تواند به عنوان یکی از کاراترین ابزارها در زمینه تحلیل اطلاعات و داده های پلیسی مورد توجه قرار گیرد. همان طور که بحث شد، یکی از مهم ترین و پر کاربردترین کارکردهای داده کاوی پیش بینی است که می تواند در پیش بینی جرائم و به تبع آن، پیش گیری جرائم متمر ثمر واقع شود. از کان^۲ (۲۰۰۴) کاربرد تکنیک های داده کاوی در جرم شناسی را در دو حوزه اقدامات قبل از وقوع جرم^۳ و بعد از وقوع جرم^۴ دسته بندی نموده است. منظور از اولی، پیش بینی و پیش گیری از ارتکاب جرم و منظور از دومی، بررسی و کشف شواهد جرم پس از ارتکاب آن است.

بررسی مقالات منتشره در زمینه کاربرد تکنیک های داده کاوی در این گونه مسائل نشان می دهد که این حوزه در سال های اخیر مورد توجه پژوهش گران قرار گرفته است. در این میان تکنیک های پیش بینی بیشترین حجم مقالات را به خود اختصاص داده اند. در این قسمت به عنوان نمونه به چند مورد از کاربرد تکنیک های مختلف داده کاوی در مدل سازی جرائم اشاره می شود.

- کارلیس^۵ و همکاران (۲۰۰۷) مدلی مبتنی بر تکنیک خوشه بندی برای شناسایی و گروه بندی انواع جرائم ارائه نمودند.
- مون^۶ و همکاران (۲۰۱۰) از رگرسیون برای پیش بینی جرائم رایانه ای استفاده کردند. بر اساس نتایج به دست آمده، میزان ساعات استفاده از رایانه و عضویت در گروه ها و

1. Sequential Pattern Mining

2. Ozkan

3. Precrime

4. Postcrime

5. Karlis

6. Moon

شبکه های اینترنتی میزان جرائم رایانه ای را افزایش داده و به عنوان متغیرهای اصلی پیش بینی کننده میزان جرائم معرفی شدند.

چونگ^۱ و همکاران (۲۰۰۶) نیز با معرفی داده کاوی به عنوان یکی از کاراترین ابزارها در جرائم رایانه ای، مروری بر کاربرد تکنیک های داده کاوی در این حوزه نمودند. در این تحقیق یک مطالعه موردی در تایوان مورد بررسی قرار گرفته و در مورد جرائم رایانه ای و مشکلات مربوطه بحث شده است. در نهایت هم پیشنهاداتی برای مقابله با جرائم رایانه ای ارائه شده است.

- لی و همکاران (۲۰۱۰) یک مدل پشتیبان تصمیم بر اساس تکنیک فازی سام^۲ برای تشخیص و تحلیل الگوها و روندهای موجود در وقوع جرائم ارائه نمودند. این مدل در داده های مربوط به پلیس بین الملل تایوان پیاده سازی شده است. نتایج به دست آمده برای مدیران نیروی پلیس در تدوین راهبردهای جلوگیری و پیشگیری از جرم و جنایت مفید واقع شده است.

- لیو^۳ و همکاران (۲۰۰۳) مدلی برای پیش بینی محل جرم هفته آینده با توجه به داده های هفته فعلی ارائه نمودند که می تواند در پیشگیری از جرم بسیار متمر ثمر واقع شود.

- تحقیقی توسط کراپسیوگلو^۴ و همکاران (۲۰۰۴) در مورد خصوصیات جمعیت شناختی^۵ و اخلاقی مجرمینی که دوباره مرتکب جرم شده اند، در شهر ایزمیت^۶ انجام شده است. هدف از انجام این تحقیق، کشف خصوصیتی بود که منجر به ارتکاب مجدد جرم می شد. در این مطالعه تمامی زندانیان زندان ازمیت مورد بررسی قرار گرفتند. در این راستا تمام اطلاعات جمعیت شناختی و روان شناختی زندانیان جمع آوری شد و از آن ها خواسته شد که اطلاعات مربوط به وضعیت محکومیت، ماهیت جرم، تاریخچه ارتکاب جرم، استعمال دخانیات و الکل و وضعیت ارتباط آن ها با سایر زندانیان و کارکنان زندان را از طریق پرسش نامه ای که به این منظور طراحی شده بود، در اختیار محققان قرار دهند. بر اساس نتایج به دست آمده، افرادی که زودتر نسبت به دیگران عصبانی و خشمگین می شوند نسبت به سایر زندانیان بیشتر مرتکب جرم شده اند. هم چنین بیکاری، سطح تحصیلات پائین تر از متوسطه، مصرف الکل، داشتن سابقه درگیری با زندانیان در زندان، مقاومت در برابر افسران پلیس،

-
1. Chung
 2. Fussy Som (FSOM)
 3. Liu
 4. Corapcioglu
 5. Demographic
 6. Izmit

صدمه دیدن در درگیری‌ها به عنوان علل ارتکاب مجدد جرم مشخص شدند. هم‌چنین بر اساس مدل‌سازی انجام شده با مدل‌های رگرسیون، سطح تحصیلات پائین‌تر از متوسطه، سابقه درگیری با زندانیان، مقاومت در برابر افسران پلیس و بیکاری به عنوان اصلی‌ترین و بهترین متغیرهای پیش‌بینی ارتکاب مجدد جرم مشخص شدند. به عنوان یکی از اصلی‌ترین نتایج تحقیق اگر به زندانیان کمک شود که بتوانند خشم خود را کنترل کنند و در این زمینه آموزش ببینند، احتمال ارتکاب جرم با نرخ بالایی کاهش خواهد یافت.

- خان^۱ و همکاران (۲۰۰۸) از تکنیک‌های داده‌کاوی برای پیش‌بینی و جلوگیری از جرائم شبکه‌های اجتماعی در محیط اینترنت استفاده نمودند.
 - یکی از تحقیقات مشترک انجام شده بین پلیس انگلستان و گروه روان‌شناسی دانشگاه ساندرلند^۲ در حوزه کاربردی تکنیک‌های داده‌کاوی در نیروی پلیس، پژوهشی است که توسط اُتلی^۳ و همکاران (۲۰۰۳) انجام شده است. هدف اصلی از انجام این پروژه کمک به نیروی پلیس در رسیدگی به جرائم و دزدی از منازل بود که با نرخ زیادی صورت می‌گرفت. در این راستا نرم‌افزاری طراحی شد که بر اساس اطلاعات دقیق متخلفین محل و زمان ارتکاب جرم به تدوین راهبردهای کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت برای کاهش جرائم کمک می‌کرد. در طراحی این نرم‌افزار از تکنیک‌های داده‌کاوی اعم از تحلیل‌های آماری و روش‌های پیش‌بینی و هم‌چنین مباحث مرتبط با روان‌شناسی و جرم‌شناسی استفاده شده بود.
 - دیدمن^۴ (۲۰۰۳) از سری‌های زمانی برای پیش‌بینی تاریخ وقوع دزدی‌هایی که در یک روز تکرار می‌شود، استفاده نمود. بر اساس نتایج به دست آمده، با این روش می‌توان وقوع دزدی مشابهی در یک روز را پیش‌بینی نمود.
- علاوه بر تکنیک‌های داده‌کاوی، یکی از فناوری‌های سیستم‌های اطلاعاتی که در این حوزه مورد توجه قرار گرفته است، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی^۵ است. از جمله این موارد می‌توان می‌توان به اکرمان^۶ و همکاران (۲۰۰۴) و کاتس^۷ و همکاران (۲۰۰۹) اشاره کرد.

1. Khan
 2. Sunderland
 3. Oatley
 4. Deadman
 5. Geographical Information Systems
 6. Ackerman
 7. Cutts

چارچوب کاربردی داده کاوی در مدل سازی جرائم

در این قسمت بر اساس تحقیقات انجام شده در مورد کاربرد تکنیک های داده کاوی در جرم شناسی یک چارچوب کاربردی از تکنیک های داده کاوی در این حوزه ارائه می شود. در این مرحله مسائل کلی مرتبط با جرم شناسی در قالب شناسایی جرائم، پیشگیری جرائم و پیش بینی جرائم دسته بندی شده و کاربرد تکنیک های داده کاوی به تفکیک این موارد، مورد بررسی قرار گرفته که در جدول شماره ۱ (۱) نشان داده شده است.

جدول شماره ۱(۱): مروری بر کاربردهای داده کاوی در حوزه های مختلف پلیس

ردیف	حوزه های کاربردی	تکنیک مورد استفاده	مرجع
۱	شناسایی جرائم	خوشه بندی	کارلیس و همکاران (۲۰۰۷)
		خوشه بندی	آدلری و همکاران (۲۰۰۷)
		خوشه بندی	مورتاق و همکاران (۲۰۰۹)
۲	پیش بینی جرائم	پیش بینی - رگرسیون	کراپسیوگلو و همکاران (۲۰۰۴)
		پیش بینی - رگرسیون	مون و همکاران (۲۰۱۰)
		پیش بینی	لیو و همکاران (۲۰۰۳)
		پیش بینی - رگرسیون	کراپسیوگلو و همکاران (۲۰۰۴)
		مدل پیش بینی مبتنی بر نقاط جرم خیز	لیو و همکاران (۲۰۰۳)
		پیش بینی - رگرسیون	دالسیو و همکاران (۲۰۱۰)
		پیش بینی - سری های زمانی	دیدمن (۲۰۰۳)
		پیش بینی - رگرسیون	فریلیچ و همکاران (۲۰۰۷)
		خوشه بندی - پیش بینی	ایکس یوای و همکاران (۲۰۰۶)
		خوشه بندی - پیش بینی	هادجیدج
۳	پیش گیری جرائم	فازی سام	لیو همکاران (۲۰۱۰)
		ترکیبی از تکنیک های رگرسیون، شبکه عصبی و شبکه بیژین	توسط اتلی و همکاران (۲۰۰۳)

1. Karlis
2. Adderley
3. Murtagh
4. Liu
5. Corapcioglu
6. D'Alessio
7. Freilich
8. Xue
9. Hadjidi

نتیجه گیری

کاربرد تکنیک‌های داده‌کاوی در جرم‌شناسی، موضوعی است که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش، مسائل مرتبط با جرم‌شناسی در قالب شناسایی، پیش‌بینی و پیش‌گیری جرم دسته‌بندی شده و کاربرد تکنیک‌های داده‌کاوی در این سه حوزه مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس تحقیقات انجام شده تکنیک‌های پیش‌بینی بیشتر از سایر ابزارهای داده‌کاوی به منظور پیش‌بینی ارتکاب جرم و عوامل و پارامترهای تأثیرگذار در آن مورد استفاده قرار گرفته است. از بین الگوریتم‌های پیش‌بینی، مدل‌های رگرسیون حجم بیشتری از تحقیقات را به خود اختصاص داده‌اند. در مواردی نیز ترکیبی از تکنیک‌های خوشه‌بندی و پیش‌بینی مشاهده می‌شود. تکنیک‌های دیگر داده‌کاوی نیز می‌توانند در این حوزه مثمر ثمر واقع شوند. پیشنهاد ما استفاده از قوانین انجمنی برای کشف علت و ریشه بروز جرم و عوامل تأثیرگذار در آن است. همچنین طراحی سیستم‌های پشتیبان تصمیم مبتنی بر دانش کشف شده توسط تکنیک‌های داده‌کاوی می‌تواند در این زمینه مثمر ثمر واقع شود.

منابع:

- غضنفری، مهدی؛ عزیزاده، سمیه؛ تیموریور، بابک. (۱۳۸۶). داده کاوی و کشف دانش، تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
- Ackerman, W. & Murray, Alan T. (2004), **Assessing Spatial Patterns of Crime in Lima, Ohio, Cities, Vol. 21, No. 5, PP. 423–437.**
- Adderley, R., Townsley, M. & Bond, J. (2007), **Use of Data Mining Techniques to Model Crime Scene Investigator Performance, Knowledge-Based Systems, No. 20, PP. 170–176.**
- Chung, W., Chen, H., Ch., Chang, W. & Chou, SH. (2006), **Fighting Cybercrime: A Review and the Taiwan Experience, Decision Support Systems, No. 41, PP. 669–682.**
- Corapcioglu, A. & Erdogan, S. (2004), **A Cross-Sectional Study on Expression of Anger and Factors Associated With Criminal Recidivism in Prisoners With Prior Offences, Forensic Science International, No. 140, PP.167–174.**
- Cutts, B.B., Darby, K.J., Boone, CH.G. & Brewis, A. (2009), **City Structure, Obesity, and Environmental Justice: An Integrated Analysis of Physical and Social Barriers to Walkable Streets and Park Access, Social Science & Medicine, No. 69, PP. 1314–1322.**
- D'Alessio, S.J. & Stolzenberg, L. (2010), **Do Cities Influence Co-Offending?, Journal of Criminal Justice, No. 38, PP. 711–719.**
- Deadman, D. (2003), **Forecasting Residential Burglary, International Journal of Forecasting, No. 19, PP. 567–578.**
- Freilich, J.D. & Pridemore, W.A. (2007), **Politics, Culture, and Political Crime: Covariates of Abortion Clinic Attacks in the United States, Journal of Criminal Justice, No. 35, PP. 323–336.**
- Hadjidj, R., Debbabi, M., Lounis, H., Iqbal, F., Szporer, A. & Benredjem, D. (2009), **Towards an Integrated E-Mail Forensic Analysis Framework, digital investigation, No. 5, PP. 1 2 4 – 1 3 7.**
- Han, J. & Kamber, M. (2006), **Data Mining : Concepts and Techniques, Second Edition, Morgan Kaufman Publisher.**
- Karlis, D. & Meligkotsidou, L. (2007), **Finite Mixtures of Multivariate Poisson Distributions With Application, Journal of Statistical Planning and Inference, No. 137, PP. 1942 – 1960.**

- Khan, J.I. & Shaikh, S.S. (2008), **Computing in Social Networks With Relationship Algebra**, *Journal of Network and Computer Applications*, No. 31, PP. 862–878.
- Li, S.H.T., Kuo, S.H.CH. & Tsai, F.CH. (2010), **An Intelligent Decision-Support Model Using FSOM and Rule Extraction for Crime Prevention**, *Expert Systems with Applications*, No. 37, PP. 7108–7119.
- Liu, H. & Brown, Donald E. (2003), **Criminal Incident Prediction Using a Point-Pattern-Based Density Model**, *International Journal of Forecasting*, No. 19, PP. 603–622.
- Moon, B., McCluskey, J.B. & McCluskey, C.P. (2010), **General Theory of Crime and Computer Crime: An Empirical Test**, *Journal of Criminal Justice*, No. 38, PP. 767–772.
- Murtagh, F., Ganz, A. & McKie, S. (2009), **The Structure of Narrative: The Case of Film Scripts**, *Pattern Recognition*, No. 42, PP. 302 – 312.
- Oatley, G.C. & Ewart, B.W. (2003), **Crimes Analysis Software: ‘Pins in Maps’, Clustering and Bayes Net Prediction**, *Expert Systems with Applications*, No. 25, PP. 569–588.
- Ozkan, K. (2004), **Managing Data Mining at Digital Crime Investigation**, *Forensic Science International*, No. 146, PP. S37–S38.
- Tan, P.N., Steinbach, M. & Kumar, V. (2006), **Introduction to Data Mining**, Boston, pearson.
- Xue, Y. & Brown, D.E. (2006), **Spatial Analysis with Preference Specification of Latent Decision Makers for Criminal Event Prediction**, *Decision Support Systems*, No. 41, PP. 560–573.