Archive of SID

نشریه علمی - پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره نهم، شماره ۱، شهریور ماه ۱۳۹۸

بررسی ارتباط بین اطلاعات و ویژگی‌های مکانی و جمعیتی با مصرف آب در شهر اصفهان با استفاده از کاوش قوانین انجمنی

زهرا زمانی*[۱]، عباس علی‌محمدی[۲]، مهدی فرنقی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی
zahra.zamani@email.kntu.ac.ir

[۲] دانشیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی
alimoh_abb@yahoo.com

[۳] استادیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی
farnaghi@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت بهمن ۱۳۹۶، تاریخ تصویب اسفند ۱۳۹۷)

چکیده

افزایش سرانه مصرف آب در کنار بروز خشکسالی‌های متوالی در نقاط خشک جهان، مسئله آب را به یک چالش مهم کره زمین تبدیل‌کرده‌است. کشور ایران نیز در سال‌های اخیر به‌طور جدی با مسئله‌ی کم‌آبی و مصرف بی‌رویه آب توسط شهروندان مواجه‌بوده‌است. با توجه به اهمیت این موضوع و نیاز به الگوی مناسب در زمینه‌ی مدیریت بهینه مصرف آب، در این پژوهش از کاوش قوانین انجمنی به‌منظور تحلیل داده‌های موجود در زمینه‌ی مصرف آب شهری اصفهان استفاده‌شده‌است. درواقع هدف این پژوهش، بهره‌گیری از کاوش قوانین انجمنی برای کشف ارتباط میان میزان مصرف آب و برخی از پارامترهای جمعیتی و مکانی مانند تعداد افراد خانواده، تعداد واحد، ویلایی بودن خانه‌ها، ابعاد خانه و فضای سبز، تغییرات مکانی، فاصله از رودخانه زاینده‌رود، فاصله از جاده‌های اصلی، فاصله از مرکز شهر، تراکم جمعیت و درصد جوان بودن جمعیت است. الگوریتم مورداستفاده برای استخراج قوانین، نسخه‌ای از الگوریتم اپریوری است که با حجم محاسباتی کم قادر به پردازش حجم بالایی از داده‌ها است، از این‌رو برای بررسی عوامل مؤثر در میزان مصرف آب در این پژوهش مناسب خواهدبود. این الگوریتم بهبودیافته با جلوگیری از ایجاد قوانین ترکیبی تعداد زیادی از وابستگی‌ها را شامل‌می‌شود. هر یک از قوانین استخراج‌شده که دارای پشتیبان برابر ۳۰ درصد و مقدار اطمینان برابر ۶۰ درصد باشد بیان‌گر رابطه یکی از پارامترهای جمعیتی، مکانی با میزان مصرف آب می‌باشد. سپس به ارزیابی قوانین به کمک الگوی مکانی توزیع مصرف آب خانوار و یافتن نقاط داغ مصرف پرداخته‌شده‌است. براساس نتایج به‌دست‌آمده، مساحت فضای سبز خانگی، ویلایی بودن، فاصله از جاده اصلی و ابعاد خانه‌ها دارای رابطه مستقیم و تعداد واحدهای مسکونی، تراکم جمعیت،تغییرات مکانی در جهت شمال به جنوب و شرق به غرب (مقدار X و Y)، فاصله از رودخانه زاینده‌رود و جوان بودن جمعیت دارای رابطه عکس با میزان مصرف خانوار هستند. همچنین با بررسی میزان مصرف آب خانوار، با دورشدن از مرکز شهر محله‌ها دارای مصارف آب پایین‌تری نسبت به مرکز شهر هستند. در این تحقیق محله‌های دارای بیش‌ترین میزان مصرف که محله‌های ساحلی رودخانه زاینده‌رود هستند، به عنوان نقاط داغ شناسایی شده‌اند. در این محله‌ها خانه‌ها ویلایی و دارای تراکم جمعیت پایین‌تر و مساحت فضای سبز و حیاط بالاتری نسبت به سایر محله‌ها هستند.

واژگان کلیدی: کاوش قوانین انجمنی، داده‌کاوی، مصرف آب، سیستم اطلاعات مکانی

* نویسنده رابط

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

آب مایه حیات و یکی از منابع بسیار مهم محدودکننده در جهان به‌شمارمی‌آید. رشد جمعیت، روند شتابان شهرنشینی، افزایش مصرف و آلودگی منابع به همراه توزیع نابرابر آن در کره زمین مسائل و مشکلات زیادی را برای بشر ایجادنموده‌است. با توجه به موقعیت جغرافیایی اکثر مناطق ایران که از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک است آب از اهمیت دوچندان برخوردارمی‌باشد. میانگین بارش در سال ۱۳۹۰ در ایران حدود ۲۰۵ میلی‌لیتر بوده‌است [۱]. درحالی‌که ایران با وجود منابع کم آب شیرین، جزء پرمصرف‌ترین کشورهای دنیاست و سرانه مصرف آب شهری در آن بیش‌تر از میانگین مصرف جهانی است [۲]. طبق آمارهای رسمی و به اعتقاد کارشناسان، ایران در آستانه بحران آب به‌سرمی‌برد و طی سال‌های آینده تأمین آب به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های کشور تبدیل خواهدشد. اهمیت این مسئله از یک‌سو و فقدان الگو و توصیف مشخص از نحوه و میزان مصرف آب در کشور از سویی دیگر، استفاده از سیستم‌های پردازش اطلاعات را در مدیریت منابع آب ضروری می‌نماید. از طرفی در مطالعات محیطی غالبا با مشاهدات و داده‌هایی سروکار داریم که مستقل از یکدیگر نیستند و وابستگی آن‌ها ناشی از موقعیت و مکان قرارگرفتن مشاهدات در فضای موردمطالعه است. بنابراین به‌منظور مدل‌سازی برخی از رویدادها از جمله عوامل موثر در میزان مصرف آب، لازم است که تحلیل ویژگی‌های مکانی و خودهمبستگی مکانی بین موارد وقوع رویداد موردتوجه قرارگیرد.

داده‌کاوی می‌تواند به عنوان یکی از روش‌های مطلوب برای تحلیل عوامل مؤثر در میزان مصرف آب مورداستفاده قرارگیرد و نقش مؤثری در بهینه‌سازی مصرف آب ایفانماید. داده‌کاوی فرآیند یافتن اطلاعات مهم و ارزشمند از مقادیر عظیم داده‌های ذخیره‌شده در پایگاه داده، انباره داده و یا دیگر مخازن اطلاعات است [۳]. در میان تکنیک‌های متنوع داده‌کاوی، استخراج قوانین انجمنی یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای کشف ارتباط بین آیتم‌ها و استخراج الگوهای تکرارشونده در یک پایگاه داده است [۴]. قوانین انجمنی روابط و وابستگی‌های متقابل بین مجموعه بزرگی از اقلام داده‌ای را نشان‌می‌دهند. پژوهش‌های مختلفی در زمینه‌ی کاربرد کاوش قوانین انجمنی در حوزه پزشکی، روش به‌کارگیری وب توسط کاربران و یا شخصی‌سازی مورد-استفاده قرارگرفته‌است [۵]. استفاده از روش‌های داده‌کاوی و تحلیل‌های مکانی مختلف برای بررسی عوامل مؤثر در میزان مصرف آب با توجه به توانایی بالای این روش‌ها در حل مسائل پیچیده و تحلیل حجم بالای داده‌ها، می‌تواند بسیار مفید و کمک‌کننده باشد.

هدف این پژوهش استخراج قوانین انجمنی مبتنی بر ویژگی‌های مکانی، جمعیتی در داده‌های آماری و میزان مصارف آب شهری، جهت شناسایی مناطق پرمصرف و تعیین رابطه بین مصرف آب و متغیرهای مختلف است. برای استخراج قوانین انجمنی با استفاده از نسخه بهبودیافته الگوریتم اپریوری[۱] توسط لیو[۲]، داده های مصرف آب خانوار مناطق ۳ و ۴ شهر اصفهان و مقادیر مربوط به هر یک از ویژگی‌های جمعیتی، مکانی موردبررسی قرارگرفته‌اند. این الگوریتم با توجه به حجم محاسباتی کم آن و عدم استخراج‌های ترکیبی و پیچیده برای بررسی عوامل مؤثر در میزان مصرف آب مناسب خواهدبود. درنهایت هر یک از قوانین استخراج‌شده بیان‌گر رابطه یکی از این پارامترها با میزان مصرف آب است و در میان قوانین به‌دست‌آمده قوانین با پشتیبان[۳] برابر ۳۰ درصد و مقدار اطمینان[۴] برابر ۶۰ درصد انتخاب شده‌اند. ارزیابی این قوانین به کمک الگوی مکانی توزیع مصرف آب خانوار و یافتن نقاط داغ مصرف صورت‌گرفته‌است.

در ادامه مقاله در بخش ۲ پیشینه تحقیق بیان‌شده‌است. در بخش ۳ کاوش قوانین انجمنی و شاخص‌های خودهمبستگی مکانی معرفی شده‌است. منطقه مورد مطالعه، داده‌های مورد استفاده و روش تحقیق در بخش ۴ توضیح داده شده‌اند. نتایج حاصل و تفسیر آن‌ها در بخش ۵ و در ادامه نیز نتیجه‌گیری ارائه شده‌است.

۲- پیشینه تحقیق

مسئله کاوش مجموعه آیتم‌های[۵] متناوب برای اولین بار توسط آگروال[۶] در سال ۱۹۹۳ به‌صورت کاوش قوانین انجمنی در میان مجموعه آیتم‌ها ارائه شد [۶]. اگرچه ابزارهای کاوش

---

۱ Appriori
۲ Bing Liu
۳ Support
٤ Confidence
۵ Itemset
٦ Agrawal

www.SID.ir

Archive of SID

قوانین انجمنی در ابتدا برای شناسایی الگوهای خرید مشتریان طراحی شده‌اند، امروزه در آنالیز علمی و داده‌های مهندسی، داده‌های نجومی و چندرسانه‌ای نیز استفاده می‌شوند [۷]. در [۸] و [۹] تحلیل سبد خرید با درنظرگرفتن محیط[۱] انجام‌شده‌است، درواقع هم‌زمان با تولید مجموعه آیتم‌های پرتکرار، موقعیت مکانی نیز درنظرگرفته شده‌است. همچنین می‌توان در زمینه سیستم اطلاعات جغرافیایی به استفاده از کاوش قوانین انجمنی در بهبود حمل‌ونقل و دسترسی بهتر اشاره‌کرد؛ همان‌طور که در مقاله ارائه‌شده توسط اپیسه[۲] و همکاران نشان‌می‌دهد برخی از قوانین انجمنی کشف‌شده می‌توانند نمایان‌گر دانش جدید در سطوح شهری باشند و در هدایت منابع برای بهبود امکانات به‌ویژه در نواحی با دسترسی ضعیف به حمل‌ونقل کمک کنند [۱۰]. سنگستوک[۳] و همکارانش نیز برای بهبود استخراج مفاهیم از اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه[۴]، از کاوش قوانین انجمنی استفاده‌نموده‌اند[۱۱] و برای تجزیه و تحلیل و کشف الگوهای معنادار میان نقاط ثبت‌شده در پایگاه داده مکانی مانند OSM[۵] در[۱۲] از قوانین انجمنی استفاده-شده‌است.

همچنین [۱۳] یک مورد مطالعاتی برای تحلیل بازدید از جاذبه‌های توریستی به‌وسیله یافتن قوانین انجمنی مکانی را ارائه‌داده‌است. در این مقاله بیان‌شده‌است که تمرکز روی جاذبه‌های توریستی مختلف با استفاده از قوانین انجمنی می‌تواند تقویت شود و می‌توان به اصلاح توزیع توریست‌ها در جاذبه‌های مختلف به جای تمرکز بر جاذبه‌های محدود پرداخت. [۱۴] یک الگو برای کاوش الگوهای تکراری از اشیای مکانی ارائه‌می‌دهد. این الگو برای یک مکان که موقعیت اشیای مکانی آن نزدیک به یکدیگر باشد مناسب خواهدبود و یووم[۶] و کیم[۷] با استفاده از قوانین انجمنی یک تکنیک فیلترینگ ترکیبی بر اساس الگوی رفتاری مشتریان و الگوهای مکانی در سایت‌های تجاری ارائه‌داده‌اند [۱۵].

همچنین درزمینه‌ی مصرف آب پژوهش‌های مختلفی صورت‌گرفته‌است که مصرف سرانه آب را به عواملی ازجمله: عادات و فرهنگ مردم، وضعیت اقتصادی و سطح زندگی، میزان صنعتی بودن، امکانات مراکز عمومی، شرایط آب و هوایی، نحوه آب‌رسانی (وجود شبکه و نوع آن)، وجود یا عدم وجود کنتور، نحوه دفع فاضلاب وابسته می‌داند و همچنین عواملی مانند فشار آب منطقه، تعداد جمعیت، تعداد خانوار، دین، تابعیت، شاغلان برحسب گروه‌های عمده فعالیت، جمعیت بی‌کار، وضعیت تحصیلی، وضع سواد، تعداد واحدهای مسکونی، امکانات و تسهیلات مورداستفاده، نحوه تصرف خانوار و بهره‌برداری کشاورزی خانوار نیز درنظرگرفته‌شده‌است [۱۶]. عواملی چون حداکثر و حداقل دما، رشد سالیانه جمعیت و بعد خانوار بر مصرف سرانه و اثر تعطیلات و روزهای هفته بر مصرف روزانه شهر تهران بررسی‌شده‌است. نتیجه حاصل این است که تمام عوامل موردبررسی به جز متغیر تعطیلی، در مصرف روزانه مؤثر است. عوامل دما، رشد سالیانه و روزهای هفته به ترتیب دارای تأثیر بیش‌تر بر مصرف آب است [۱۷]. در مقاله ارائه شده توسط شیرازی و همکاران مقادیر مصرف مستقل از شرایط اقلیمی بوده‌است و توسط روزهای تعطیل یا عادی هفته و همچنین شماره روز هفته تأثیرمی‌پذیرد [۱۸]. همچنین پارامترهای مؤثر انتخاب‌شده توسط مسعود تابش و همکاران شامل دمای متوسط روزانه و رطوبت نسبی بوده‌است [۱۹]. در این بین در مطالعه عوامل مرتبط با مصرف آب غالبا با مشاهدات و داده‌هایی سر و کار داریم که تغییرات آن‌ها ناشی از موقعیت و مکان مشاهدات است. بنابراین جهت پرکردن خلاء پژوهش‌های پیشین صورت‌گرفته در زمینه عوامل مرتبط با مصرف آب، با در نظرگرفتن ویژگی‌های مکانی مشاهدات، استفاده از روش‌های مبتنی بر داده‌کاوی که قادر به پردازش حجم بالایی از داده‌های مصرف باشند ضروری به‌نظرمی‌رسد. از این‌رو در این پژوهش جهت شناسایی مناطق پرمصرف و تعیین عوامل مرتبط با مصرف آب، به استخراج قوانین انجمنی بین ویژگی‌های مکانی، جمعیتی و میزان مصارف آب شهری پرداخته‌شده‌است.

۳- مبانی نظری

در این بخش ابتدا مبانی نظری خودهمبستگی مکانی بیان‌می‌شوند و سپس توضیحاتی پیرامون کاوش قوانین انجمنی با استفاده از الگوریتم اپریوری ارائه‌می‌شود.

۳-۱- خودهمبستگی مکانی

تحلیل آماری کلاسیک نقش اساسی در تکنیک‌های داده‌کاوی ایفا می‌کند. درحالی‌که در مطالعات محیطی غالبا

---

۱ Context
۲ Appice
۳ Christian Sengstock
٤ Volunteered Geographic Information (VGI)
٥ Open Street Map
٦ Yum
۷ Kim

www.SID.ir

Archive of SID

با مشاهدات و داده‌هایی سروکار داریم که مستقل از یکدیگر نیستند و وابستگی آن‌ها ناشی از موقعیت و مکان قرار-گرفتن مشاهدات در فضای موردمطالعه است. بنابراین روش‌های آماری معمول نمی‌توانند روشی مناسب برای واکاوی چنین داده‌هایی تلقی‌گردند، زیرا فرض اصلی بیش-تر روش‌های آماری معمول بر اساس استقلال داده‌ها می-باشد. بنابراین به‌منظور مدل‌سازی برخی از رویدادها، لازم است که ابتدا خودهمبستگی مکانی بین موارد وقوع رویداد بررسی‌شود و پیروی الگوی مکانی رویداد موردنظر در منطقه از توزیع تصادفی، یکنواخت یا خوشه‌ای تعیین‌گردد. مدل خودهمبستگی مکانی یکی از مدل‌های جغرافیایی است که به‌وسیله آن امکان تحلیل فضایی پدیده‌های جغرافیایی فراهم‌شده‌است[۲۰]. در مورد خودهمبستگی مکانی دو فرض مطرح‌می‌شود:

۱- فرض صفر: خودهمبستگی مکانی میان موارد وقوع رویداد وجود ندارد و رویداد از الگوی معناداری پیروی نکرده و روندهای مشاهده شده کاملا تصادفی است.

۲- فرض یک: رویداد موردنظر دارای الگوهای مکانی معناداری است.

به منظور بررسی معناداری الگوی مکانی رویداد مورد-نظر و پذیرش و یا رد فرض صفر، از دو آماره امتیاز استاندار Z[۱]و مقدار P[۲] استفاده‌می‌شود. به‌طورکلی، زمانی که مقدار P-value بدست آمده بسیار کوچک و مقدار Z-score محاسبه‌شده (قدر مطلق آن) بسیار بزرگ باشد، آن‌گاه می-توان فرض صفر را رد کرد.

۳-۱-۱- شاخص خودهمبستگی Moran's I

ابزار تحلیل خودهمبستگی مکانی موران[۳] به بررسی خودهمبستگی مکانی ویژگی موردنظر براساس مکان می‌پردازد. این تحلیل با درنظرگرفتن هم‌زمان موقعیت مکانی و فاصله، الگوی توزیع عوارض در فضا را موردارزیابی قرارمی‌دهد. نتایج حاصل از این تحلیل نشان‌می‌دهد که آیا عوارض به‌صورت تصادفی، پراکنده و یا خوشه‌ای در فضا توزیع‌شده‌اند. این ابزار در حقیقت آماره موران و یا شاخص موران را محاسبه‌می‌کند و با استفاده از امتیاز استاندارد Z و مقدار P به ارزیابی و معنادار بودن شاخص محاسبه‌شده می‌پردازد. آماره P-value تقریبی از مساحت زیر منحنی توزیع نرمال است. این مقدار هر چه کوچک‌تر و به صفر نزدیک‌تر باشد احتمال تصادفی بودن نتیجه حاصل از آزمون موردبررسی کم‌تر و معمولا بیان‌گر این حقیقت است که الگوی مشاهده‌شده معنادار می‌باشد. مقدار این آماره با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود[۲۱]:

$$P\text{–value}=P(\bar{Y}>\bar{y}|\mu=\mu 0) \qquad (۱)$$

در این رابطه،$\bar{Y}$ متوسط مقدار موردانتظار، $\bar{y}$ متوسط مقدار محاسبه (مشاهده شده) و μ_0 امید ریاضی می‌باشد.

در نتایج حاصل از این تحلیل اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد مثبت یک (+۱) باشد داده‌ها دارای خودهمبستگی مکانی و دارای الگوی خوشه‌ای بوده و اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد منفی یک (-۱) باشد آن‌گاه داده‌ها ازهم گسسته و پراکنده می‌باشند. هر چه مقدار عددی (قدر مطلق) این ضریب مقدار بالاتری داشته-باشد، بیان‌گر تجمع زیاد و هر چه مقدار پایین‌تری داشته-باشد بیان‌گر پراکندگی می‌باشد. مقدار این شاخص از رابطه (۲) تعیین‌می‌شود [۲۲].

$$I=\left(\frac{N}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}Wij}\right)*\left(\frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}Wij(xi-\bar{x})(xj-\bar{x})}{\sum_{i=1}^{N}(xi-\bar{x})2}\right) \qquad (۲)$$

$$Z_I=\frac{I+\left(\frac{1}{n-1}\right)}{\sqrt{V(I)}}$$

که در رابطه (۲)، xi و xj تعداد i امین و j امین موارد وقوع رویداد، $\bar{x}$ و N تعداد متوسط موارد وقوع رویدادها و تعداد کل بخش‌ها، Wij وزن مکانی میان موارد i و j (نشان‌گر نزدیکی)، Z_I میزان Z-scores و V(I) واریانس داده‌ها است [۲۲].

۳-۱-۲- شاخص عمومی خودهمبستگی Getis-Ord

این شاخص در سال ۱۹۹۲ توسط جتیس[۴] و ارد[۵] به-منظور بررسی تجمع مقادیر خیلی بزرگ یا خیلی کوچک یک رویداد که به ترتیب نشان‌گر نقاط داغ[۶] (مناطق بحرانی و پرمصرف) و نقاط سرد[۷] (مناطق کم مصرف) هستند، توسعه‌یافته‌است. در این شاخص مقادیر مثبت امتیاز Z

۱ Z-score
۲ p-value
۳ Moran

٤ Getis
٥ Ord
٦ Hot Spot
٧ Cold Spot

www.SID.ir

Archive of SID

بیان‌گر نقاط داغ و مقادیر منفی امتیاز Z نقاط سرد را نشان‌می‌دهد. پارامترهای شاخص جتیس و اورد مشابه پارامترهای شاخص موران بوده و مقدار این شاخص از رابطه (۳) محاسبه‌می‌شود [۲۳]:

$$G = \left(\frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} Wij\,xi\,xj}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} xi\;\;xj}\right), \forall j \neq i \qquad (۳)$$

۳-۲- کاوش قوانین انجمنی با استفاده از الگوریتم اپریوری

با گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات، حجم داده‌های ذخیره شده در پایگاه داده‌ها به‌سرعت درحال افزایش است. از طرفی یافتن اطلاعات ارزشمند پنهان و به‌دست‌آوردن دانش[۱] از داده‌های ذخیره‌شده از اهمیت بالایی برخوردار-است. کاوش قوانین انجمنی امکان استخراج الگوها و کشف قوانین و روابط بین آیتم‌ها در یک پایگاه داده را فراهم-می‌سازد [۲۴]. این قوانین وابستگی‌های متقابل بین مجموعه بزرگی از اقلام داده‌ای را نشان‌می‌دهند [۲۵]. مثال متداول در خصوص کشف قوانین انجمنی "تحلیل سبد خرید" است [۲۶]. اجناسی که در یک فروشگاه احتمال خرید آن‌ها در یک تراکنش خرید زیاد است دارای وابستگی هستند و کشف مجموعه عناصر تکرارشونده به کشف وابستگی بین این عناصر در مجموعه داده‌ها منجرمی‌شود. با توجه به اقلام مختلفی که مشتریان در سبد خریدشان قرار-می‌دهند، رفتار خرید آن‌ها مورد تحلیل قرارمی‌گیرد.

مجموعه‌ی $I = I_1, I_2, I_3, \ldots$ به‌عنوان مجموعه اقلام و مجموعه‌ی D به‌عنوان مجموعه تراکنش‌های پایگاه داده درنظرگرفته می‌شوند. هر تراکنش شامل مجموعه‌ای از اقلام است، یعنی هر تراکنش T زیرمجموعه‌ای از I است ($T \subseteq I$). هر تراکنش شناسه‌ای به نام TID دارد. اگر A یک مجموعه از اقلام باشد، تراکنش T شامل A است اگر و فقط اگر $A \subseteq T$ باشد. یک قانون انجمنی گزاره‌ای است به‌صورت $A \Rightarrow B$ که A مقدم و B تالی نامیده می‌شود و این قانون به‌گونه‌ای تعریف می‌شود که $A \subseteq I$ ، $B \subseteq I$ و $A \cap B = \varnothing$ باشد [۲۷].

برای بررسی ارزش و معیار مقبولیت قوانین انجمنی دو پارامتر مهم یعنی پشتیبان و اطمینان قوانین مورداستفاده قرارمی‌گیرند. پشتیبان درصدی از تراکنش‌های D است که شامل $A \cup B$ باشند. این درصد را به صورت احتمال بیان-می‌کنیم و اطمینان، درصدی از تراکنش‌های D است که اگر شامل A هستند شامل B نیز باشند.

$$\begin{aligned}
&\text{Support}\,(A \Rightarrow B) = \mathrm{P}\,(A \cup B)\\
&\text{Support}\,(A \Rightarrow B) = \frac{(\text{تعداد تراکنش‌ها شامل A و B})}{(\text{تراکنش‌ها تعداد کل})}\\
&\text{Confidence}\,(A \Rightarrow B) = \text{Probability (B if A)} = P(B \mid A)\\
&\text{Confidence}\,(A \Rightarrow B) = \frac{(\text{تعداد تراکنش‌ها شامل A و B})}{(\text{تعداد تراکنش‌ها شامل A})}
\end{aligned} \qquad (۴)$$

تاکنون الگوریتم‌های زیادی برای کشف قوانین انجمنی ارائه‌شده‌اند که تفاوت آن‌ها در نحوه کشف آیتم‌های پرتکرار است. معروف‌ترین الگوریتم در کاوش قوانین انجمنی الگوریتم اپریوری است [۲۸]. برتری اصلی این الگوریتم حجم محاسباتی کمتر آن نسبت به روش‌های دیگر است [۲۹]. این الگوریتم از اصل اپریوری تبعیت می‌کند که بر-اساس آن اگر یک مجموعه آیتم پرتکرار باشد همه‌ی زیرمجموعه‌های آن نیز پرتکرار خواهندبود. به عبارت دیگر بر اساس این اصل، پشتیبان هر مجموعه آیتم هرگز بزرگ‌تر از پشتیبان هر یک از زیرمجموعه‌هایش نیست (رابطه ۵). به‌عنوان مثال اگر مجموعه {کره، نان، آجیل} پرتکرار باشد، آن‌گاه مجموعه {نان، کره} نیز پرتکرار است. با استفاده از این اصل می‌توان مجموعه آیتم‌های پرتکرار را هرس نموده و قوانین انجمنی قوی را استخراج‌نمود.

$$\forall X, Y : (X \subseteq Y) \Rightarrow \text{Support}(X) \geq \text{Support}(Y) \qquad (۵)$$

در شکل (۱) مثالی از ایجاد مجموعه آیتم‌های پرتکرار با استفاده از الگوریتم اپریوری قابل‌مشاهده‌است. الگوریتم اپریوری برای ایجاد مجموعه آیتم‌های پرتکرار به‌این‌ترتیب عمل می‌کند: ابتدا با یک دور خواندن پایگاه داده، مجموعه آیتم‌های پرتکرار یک‌عضوی[۲] که تعداد تکرار آن‌ها در پایگاه داده از حد پایین تعیین‌شده یا کم‌ترین پشتیبان[۳] بیش‌تر است را مشخص‌می‌کند، L_1 در شکل (۱) نشان‌دهنده مجموعه آیتم‌های پرتکرار یک‌عضوی است. در L_1 آیتم {۴} از مجموعه آیتم‌های اولیه حذف‌شده‌است، در واقع در این مثال کم‌ترین پشتیبان یک درنظر گرفته‌شده‌است و تعداد تکرار آیتم {۴} در پایگاه داده از حد پایین

۱ Knowledge

۲ 1-itemset
۳ min-sup

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین‌شده کم‌تر است. سپس الگوریتم اپریوری با استفاده از مجموعه آیتم‌های پرتکرار یک‌عضوی، مجموعه آیتم‌های دوعضوی را ایجاد می‌کند. c_2 در شکل (۱) نشان‌دهنده مجموعه آیتم‌های دوعضوی است و با خواندن مجدد کل پایگاه داده، مجموعه آیتم‌های پرتکرار دوعضوی را تعیین می‌کند. L_2 نشان‌دهنده مجموعه آیتم‌های پرتکرار دوعضوی است که تعداد تکرار آن‌ها در پایگاه داده از کم‌ترین پشتیبان بیش‌تر است. به همین ترتیب با استفاده از مجموعه آیتم‌های پرتکرار دوعضوی مجموعه آیتم‌های سه‌عضوی را ایجادکرده و با خواندن دوباره پایگاه داده، مجموعه آیتم‌های پرتکرار سه‌عضوی تولید می‌شوند: L_3 نشان‌دهنده مجموعه آیتم‌های پرتکرار سه‌عضوی است و این کار برای مجموعه‌های چهارعضوی و ... انجام‌می‌گیرد. درواقع این الگوریتم یک روش افزایشی را به‌کارمی‌گیرد به‌طوری‌که از دانش موجود در تولید مجموعه آیتم kتایی، برای به‌دست‌آوردن مجموعه آیتم (k+1)تایی استفاده‌می‌کند.

کارایی الگوریتم‌های کشف قوانین انجمنی، بستگی به یافتن مجموعه آیتم‌های پرتکرار دارد [۳۰] و پس از آن قوانین انجمنی به‌سادگی قابل‌استخراج خواهندبود و قوانین وابستگی قوی از روی آیتم‌های پرتکرار تولیدمی‌شوند. جهت تولید قوانین برای هر مجموعه آیتم پرتکرار مانند l تمام زیرمجموعه‌های ناتهی آن تولیدمی‌شود و برای هر زیر-مجموعه غیرتهی s از l قانونی به صورت زیر تولیدمی‌شود:

$$s => (l-s) \text{ اگر } \frac{\text{فرکانس تکرار}(l)}{\text{فرکانس تکرار}(s)} \geq \text{کم‌ترین اطمینان} \qquad (۶)$$

به عنوان مثال برای الگوی پرتکرار $l=\{۲،۳،۵\}$ قوانین تولیدشده شامل قوانین زیر است:

$\{۲\}=>\{۳،۵\}$ $\quad$ $\{۳\}=>\{۲،۵\}$ $\quad$ $\{۵\}=>\{۲،۳\}$

$\{۲\}=>\{۳،۵\}$ $\quad$ $\{۳\}=>\{۲،۵\}$ $\quad$ $\{۵\}=>\{۲،۳\}$

الگوریتم اپریوری یک الگوریتم پایه‌ای است که نسخه‌های متفاوتی از آن با ویژگی و کارکردهای مختلف توسط محققین ارائه‌شده‌است. به عنوان نمونه می‌توان به [۳۱، ۳۲] اشاره‌کرد که با کاهش دفعات گذر روی پایگاه داده و یا با استفاده از الگوریتم‌های موازی در الگوریتم اپریوری به کشف قوانین انجمنی می‌پردازند.

پایگاه داده

TID	آیتم‌ها
۱۰۰	۱ ۳ ۴
۲۰۰	۲ ۳ ۵
۳۰۰	۱ ۲ ۳ ۵
۴۰۰	۲ ۵

c_1

آیتم‌ها	فرکانس تکرار
{۱}	۲
{۲}	۳
{۳}	۳
{۴}	۱
{۵}	۳

L_1

آیتم‌ها	فرکانس تکرار
{۱}	۲
{۲}	۳
{۳}	۳
{۵}	۳

c_2

آیتم‌ها	فرکانس تکرار
{۱ ۲}	۱
{۱ ۳}	۲
{۱ ۵}	۱
{۲ ۳}	۲
{۲ ۵}	۳
{۳ ۵}	۲

L_2

آیتم‌ها	فرکانس تکرار
{۱ ۳}	۲
{۲ ۳}	۲
{۲ ۵}	۳
{۳ ۵}	۲

c_3

آیتم‌ها	فرکانس تکرار
{۲ ۳ ۵}	۲

L_3

آیتم‌ها	فرکانس تکرار
{۲ ۳ ۵}	۲

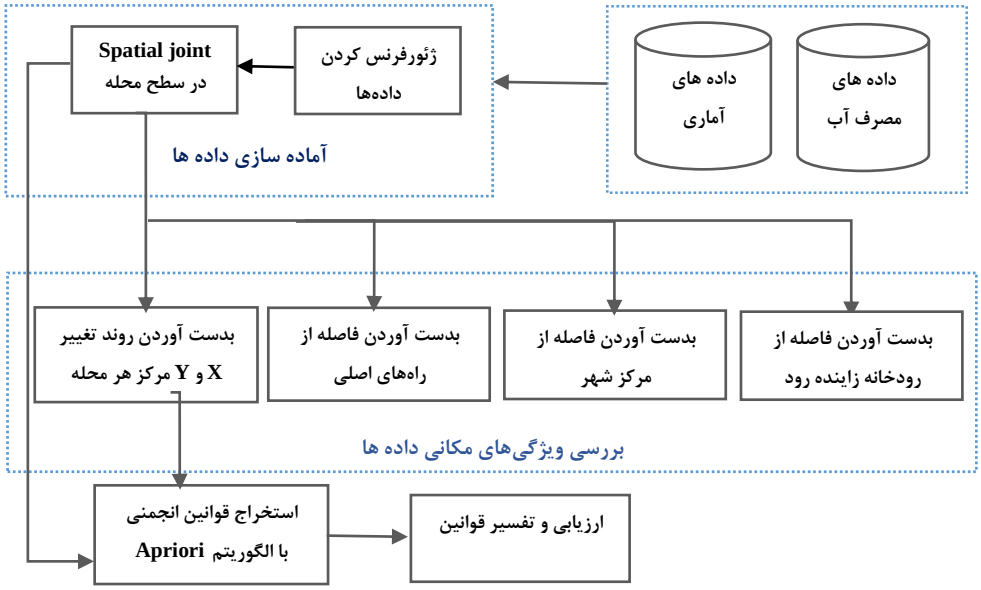
شکل ۱- مراحل ایجاد مجموعه آیتم پرتکرار با استفاده از الگوریتم اپریوری [۲۶]

۴- روش‌های تحقیق

در این پژوهش مطابق شکل (۲)، با استخراج قوانین انجمنی به کشف ارتباط میان فاکتورهای جمعیتی، مکانی و میزان مصرف آب پرداخته‌می‌شود. تأثیر هر یک از پارامترهای مختلف به‌صورت جداگانه موردبررسی قرار-می‌گیرد و هریک از قوانین استخراج‌شده بیان‌گر رابطه یکی از این پارامترها با میزان مصرف آب است. سپس به ارزیابی قوانین به‌دست‌آمده پرداخته‌شده‌است.

www.SID.ir

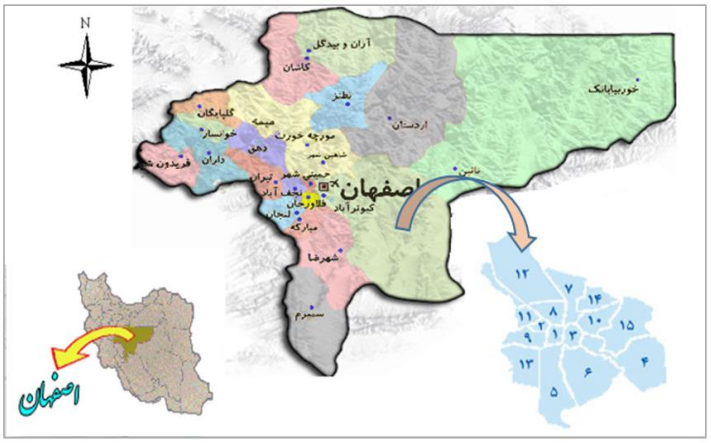
Archive of SID



شکل ۲- مراحل اجرای پژوهش

۴-۱- منطقه موردمطالعه

شهر اصفهان، سومین شهر پهناور و پرجمعیت ایران [۳۳] با مساحت حدود ۳۴۰۰۰ هکتـار است که در مرکز استان اصفهان و در شرق سلـسله جبـال زاگـرس در منطقه‌ای نیمه‌بیابانی قراردارد. ارتفاع این شهر از سطح دریا حدود ۱۵۷۰ متر است. استان اصفهان در قسمت شمالی و شرقی به کویر و در قسمت غربی و جنوبی به رشته کوه‌های زاگرس منتهی‌می‌شود [۳۴]. شهر اصفهان با داشتن میانگین بارندگی سالیانه ۱۲۰ میلی‌متر یکـی از بزرگ‌ترین شهرهای خشک و کم باران دنیا به‌حساب‌می‌آید [۳۵]. شهر اصفهان دارای ۱۵ منطقه‌ی شهرداری است [۳۴] که در این مقاله میزان مصرف آب مناطق ۳ و ۴ موردمطالعه قرار-گرفته‌اند. این مناطق در شمال رودخانه زاینده‌رود واقع‌شده‌اند. مناطق ۳ و ۴ از مناطق پرتراکم شهر اصفهان هستند [۳۳]. شکل (۳) موقعیت جغرافیایی شهر اصفهان در ایران و مناطق پانزده‌گانه آن را نشان‌می‌دهد.



شکل ۳- موقعیت جغرافیایی شهر اصفهان و مناطق پانزده‌گانه شهرداری اصفهان

۴-۲-آماده‌سازی داده‌ها

داده‌های مورداستفاده در این پژوهش شامل پارامترهای مکانی و پارامترهای جمعیتی موجود در داده‌های آماری و اطلاعات میزان مصرف آب است. پارامترهای مکانی مؤثر در میزان مصرف آب مانند فاصله از رودخانه زاینده‌رود، فاصله از مرکز شهر، فاصله منازل از راه‌های اصلی، میزان عرصه و اعیان(حیاط) در ساختمان، مساحت فضای سبز و باغچه خانگی و روند تغییرات مکانی (X و Y محله‌ها) درنظر-گرفته‌شده‌اند و پارامترهای جمعیتی مانند ویلایی یا آپارتمانی بودن، بعد خانوار، تعداد واحدهای مسکونی، متوسط تعداد افراد هر خانواده، تراکم جمعیت و درصد پیر

www.SID.ir

Archive of SID

یا جوان بودن به صورت جدول اکسل با توجه به داده‌های در دسترس از مرکز آمار ایران انتخاب‌شده‌اند. داده‌های مربوط به میزان مصرف آب به‌صورت مجموع مصرف سالانه هر مشترک در سال ۱۳۹۰ از سازمان آب و فاضلاب استان اصفهان دریافت‌گردیده‌است.

داده‌های مصرف با استفاده از شماره ردیف هر مشترک، به محل جغرافیایی مشترکین در نقشه مناطق شهری اصفهان که از شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان در اختیار قرارگرفته، مرتبط[1] شده‌است (توزیع جغرافیایی داده‌های مصرف). داده‌های آماری مربوط به پارامترهای جمعیتی در سطح محله در اختیار بوده‌است. با استفاده از آنالیز ارتباط مکانی[2] در نرم‌افزار ArcGIS، مجموع میزان مصارف آب یک سال هر محله به‌دست آمده‌است.

جهت به‌دست آوردن پارامتر فاصله از جاده‌های اصلی در هر یک از راه‌های اصلی منطقه ۳ و ۴ در نرم افزار ArcGIS بافرهایی به شعاع ۲۰ متر، ۱۰۰ متر و ۲۵۰ متر زده‌شده‌است و مشترکینی که به ترتیب به فاصله هر یک از این شعاع‌ها از جاده‌های اصلی هستند مشخص شده‌اند. همان‌طورکه در شکل (۴) مشاهده می‌شود در پارامتر فاصله از مرکز شهر، میدان نقش‌جهان به عنوان مرکز شهر و سه شعاع به فاصله ۱ و ۲ و ۳ مایل از آن درنظرگرفته‌شده‌است و محله‌هایی با این فاصله از مرکز شهر مشخص شده‌اند.

متوسط مصرف هر خانوار به همراه مقادیر هر یک از پارامترهای موردنظر در هر محله، در جدولی به فرمت اکسل قرارداده‌شده‌است. به‌منظور استخراج قوانین انجمنی، داده‌های جمعیتی، مکانی و همچنین داده‌های مصرف آب در پنج دسته طبقه‌بندی‌شده‌اند. این طبقه‌بندی برمبنای مقدار هر کمیت صورت‌گرفته‌است. تفاضل بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار هر یک از داده‌های جمعیتی، مکانی تقسیم بر پنج شده و عدد به‌دست‌آمده طول هر دسته را تعیین می‌کند. به‌طوری‌که کم‌ترین میزان مصرف آب و کم‌ترین مقدار هر یک از پارامترها در دسته خیلی کم قرارگرفته و به همین ترتیب با اضافه کردن فاصله هر دسته، هر یک از داده‌های جمعیتی، مکانی و مصرف آب در دسته‌های متوسط و زیاد و خیلی زیاد طبقه‌بندی‌شده‌اند. به‌عنوان نمونه در جدول (۱) دسته‌بندی ایجادشده برای داده‌های جمعیتی، مکانی و میزان مصرف آب نشان داده‌شده‌است.

[1] Joint
[2] Spatial Joint

شکل۴- محله‌های مناطق ۳ و ۴ اصفهان به‌تفکیک فاصله از مرکز شهر

جدول ۱- دسته‌بندی داده‌های جمعیتی، مکانی و میزان مصرف آب خانوار

میزان مصرف (مترمکعب در سال)	دسته
۶۹۸ تا ۸۱۱	مصرف خیلی کم
۸۱۱ تا ۹۲۴	مصرف کم
۹۲۴ تا ۱۰۳۷	مصرف متوسط
۱۰۳۷ تا ۱۱۵۰	مصرف زیاد
۱۱۵۰ تا ۱۲۶۳	مصرف خیلی زیاد

فاصله از رودخانه زاینده‌رود	دسته
۴۶ تا ۹۱۸ متر	خیلی کم
۹۱۸ تا ۱۷۸۹متر	کم
۱۷۸۹ تا ۲۶۶۰متر	متوسط
۲۶۶۰ تا ۳۵۳۲ متر	زیاد
۳۵۳۲ تا ۴۴۰۳ متر	خیلی زیاد

تراکم جمعیت	دسته
۱۶ تا ۶۱ نفر در ۱۰۰۰۰مترمربع	خیلی کم
۶۱ تا ۱۰۵ نفر در ۱۰۰۰۰مترمربع	کم
۱۰۵ تا ۱۵۰ نفر در ۱۰۰۰۰مترمربع	متوسط
۱۵۰ تا ۱۹۴ نفر در ۱۰۰۰۰مترمربع	زیاد

تعداد واحد	دسته
۳۹ تا ۹۴۲ واحد	خیلی کم
۹۴۲ تا ۱۸۴۵ واحد	کم
۱۸۴۵ تا ۲۷۴۸ واحد	متوسط
۲۷۴۸ تا ۳۶۵۱ واحد	زیاد

www.SID.ir

Archive of SID

۴-۳- کشف قوانین انجمنی مصرف و پارامترهای جمعیتی-مکانی

الگوریتم مورد استفاده برای استخراج قوانین، الگوریتم اپریوری و با بهبود لیو است [۳۶]. این الگوریتم قوانین تولید شده راکاهش داده و از استخراج قوانین ترکیبی و پیچیده جلوگیری می‌کند. برخلاف یک پایگاه داده که به صورت معمولی از کاوش قوانین انجمنی استفاده‌می‌کند و تعداد زیادی روابط وابستگی ندارد، این الگوریتم بهبود یافته شامل تعداد زیادی از وابستگی‌ها است [۳۰]. در بخش اول مقادیر مربوط به هر یک از ویژگی‌های جمعیتی، مکانی و میزان مصرف آب به‌عنوان ورودی فراخوانی‌گردیده‌است. در جدول ۲ قوانین مرتبط با هر ویژگی جمعیتی، مکانی به تفکیک پارامتر مورد بررسی ارائه‌شده‌اند. در میان قوانین به‌دست‌آمده قوانین با support برابر ۳۰ درصد و مقدار confidence برابر ۶۰ درصد انتخاب‌شده‌اند.

جدول ۲- بخشی از قوانین استخراج‌شده با استفاده از الگوریتم اپریوری به تفکیک پارامتر مورد بررسی

پارامتر مورد بررسی	نوع رابطه با مصرف خانوار	سهم هر پارامتر درغیاب سایر پارامترها (R^2)	قوانین استخراج شده با الگوریتم اپریوری
فضای سبز	مستقیم	۹۹ درصد	فضای سبز خیلی کم <=مصرف خانوار خیلی کم-۱ مصرف خانوار متوسط <= فضای سبز متوسط-۲ فضای سبز زیاد <= مصرف خانوار زیاد-۳
تعداد افراد خانواده	مستقیم	۱۰۰ درصد	تعداد افراد خانواده خیلی کم<= مصرف خانوار خیلی کم-۴ مصرف خانوار خیلی کم <= تعداد افراد خانواده خیلی کم-۵ مصرف خانوار کم <=افراد خانواده زیاد-۶
تعداد واحد	عکس	۵۵ درصد	تعداد واحد خیلی کم <= مصرف خانوار خیلی کم-۷ مصرف خانوار کم <=تعداد واحد زیاد-۸ مصرف خانوار کم <=تعداد واحد کم-۹
تراکم جمعیت	عکس	۸۵ درصد	تراکم خیلی کم <= مصرف خانوار زیاد -۱۰ تراکم خیلی کم <= مصرف خانوار خیلی زیاد-۱۱ مصرف خانوار کم<=تراکم متوسط-۱۲ تراکم زیاد <= مصرف خانوار خیلی کم-۱۳
ابعاد حیاط خانه	مستقیم	۸۴ درصد	ابعاد خانه خیلی زیاد <=مصرف خانوار خیلی زیاد-۱۴ ابعاد خانه زیاد <= مصرف خانوار زیاد-۱۵ ابعاد خانه خیلی کم <= مصرف خانوار کم-۱۶ ابعاد خانه خیلی کم <= مصرف خانوار خیلی کم-۱۷
گروه‌های سنی(درصد جوان بودن)	عکس	۱۹ درصد	درصد جوان کم <=مصرف خانوار زیاد-۱۸ درصد جوان متوسط <=مصرف خانوار خیلی زیاد-۱۹ مصرف خانوار خیلی کم <= درصد جوان زیاد-۲۰ مصرف خانوار زیاد <= درصد جوان خیلی زیاد-۲۱
ویلایی بودن ساختمان	مستقیم	———	مصرف خانوار خیلی کم <= آپارتمانی-۲۲ ویلایی <=مصرف خانوار کم-۲۳ ویلایی <=مصرف خانوار خیلی متوسط-۲۴ آپارتمانی <=مصرف خانوار خیلی کم-۲۵
تغییرات مکانی در جهت شمال به جنوب (مقدار Y)	عکس	———	مصرف خانوار خیلی کم <= مقدار Y زیاد-۲۶ مصرف خانوار خیلی کم <= مقدار Y خیلی زیاد-۲۷ مصرف خانوار متوسط <= مقدار Y کم-۲۸ مصرف خانوار کم <= مقدار Y متوسط-۲۹
تغییرات مکانی در جهت شرق به غرب (مقدارX)	عکس	———	مصرف خانوار کم <= مقدار X متوسط-۳۰ مصرف خانوار خیلی کم <= مقدار X زیاد-۳۱ مصرف خانوار متوسط <= مقدار X کم-۳۲

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۲- بخشی از قوانین استخراج‌شده با استفاده از الگوریتم اپریوری به تفکیک پارامتر مورد بررسی

پارامتر مورد بررسی	نوع رابطه با مصرف خانوار	سهم هر پارامتر در¬غیاب سایر پارامترها(R^2)	قوانین استخراج شده با الگوریتم اپریوری
فاصله از جاده اصلی	مستقیم	۹۷ درصد	مصرف خانوار کم <= فاصله از جاده ۱۰۰ متر-۳۳ فاصله از جاده ۱۰۰ متر <= مصرف خانوار کم-۳۴ فاصله از جاده ۲۰ متر <= مصرف خانوار خیلی کم-۳۵ فاصله از جاده ۲۵۰ متر <= مصرف خانوار متوسط-۳۶ مصرف خانوار متوسط <= فاصله از جاده ۲۵۰ متر-۳۷
فاصله از رودخانه زاینده‌رود	عکس	۹۵ درصد	مصرف خانوار کم<= فاصله تا رودخانه خیلی زیاد-۳۸ مصرف خانوار کم<= فاصله تا رودخانه زیاد-۳۹ مصرف خانوار زیاد<= فاصله تا رودخانه خیلی کم-۴۰ مصرف خانوار متوسط<= فاصله تا رودخانه کم-۴۱ فاصله تا رودخانه متوسط <= مصرف خانوار متوسط-۴۲ فاصله تا رودخانه خیلی زیاد <= مصرف خانوار کم-۴۳

جهت ارزیابی قوانین به‌دست‌آمده به تعیین نقاط داغ مصرف و بررسی الگوی مکانی توزیع مصرف آب خانوار پرداخته‌شده‌است. تعیین نقاط داغ در نرم‌افزار ArcGIS و با تحلیل کانون‌های پرخطر با استفاده از آزمون Getis Ord's Gi و نوار ابزار آنالیز نقاط داغ[۱] صورت‌گرفته‌است که برای نشان دادن کانون‌های پرمصرف کاربرد دارد. واژه نقطه داغ شرایطی است که بیان‌گر نوعی تجمع موارد[۲] در توزیع مکانی است و می‌تواند یک نقطه یا یک ناحیه باشد. بررسی الگوی توزیع مصرف آب خانوار با استفاده از روش تحلیل خودهمبستگی مکانی موران صورت‌گرفته‌است. ابزار تحلیل خودهمبستگی مکانی موران به بررسی خودهمبستگی مکانی ویژگی موردنظر بر اساس مکان می‌پردازد.

۵- نتایج و بحث

یکی از مهم‌ترین مسائل در مدیریت منابع آب مدیریت مصرف آب شهری است. با مشخص نمودن چگونگی توزیع مصرف و کشف ارتباط میان پارامترهای جمعیتی، مکانی و میزان مصرف آب می‌توان به کاهش میزان مصرف کمک‌کرد. در این پژوهش نتایج نشان‌می‌دهند که برخی از پارامترهای جمعیتی، مکانی موردبررسی با کاهش مصرف آب و برخی با افزایش مصرف رابطه نشان‌می‌دهند. از جمله عواملی که با کاهش مصرف ارتباط دارند بالا بودن تعداد واحدهای مسکونی، تراکم جمعیت بالای ۱۰۷ نفر در ۱۰۰۰۰ مترمربع، جوان بودن جمعیت و کوچکی حیاط و خانه است. در نقطه مقابل، بالا بودن مساحت خانه و حیاط، تراکم جمعیت پایین و مسن بودن جمعیت نشان‌گر بالا بودن مصرف آب خانوار است. برخی از پارامترهای مورد-بررسی در این پژوهش مانند آبیاری فضای سبز و باغچه خانگی، مصارف شستشو و نظافت منازل و مصارف شخصی با افزایش آگاهی و دانش مردم درخصوص نحوه مصرف بهینه آب، قابل‌تغییر بوده و از این طریق میزان مصرف نیز قابل‌کنترل است. برخی از این عوامل نیز مانند تراکم جمعیت، تعداد افراد خانواده، تعداد واحدهای آپارتمانی، درصد جوان جمعیت به طور مستقیم غیرقابل‌کنترل و تغییر هستند ولی دانشی که از بررسی آن‌ها به‌دست‌می‌آید، می‌تواند به برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب کمک کند و همچنین در طرح‌های جامع و تفصیلی شهری استفاده‌شود.

۵-۱- توزیع مکانی مصرف آب خانوار

جهت بررسی روند تغییرات مصرف و مکان با حرکت از شمال به جنوب و شرق به غرب در سطح هر یک از محله‌ها، ابتدا مقدار X و Y مرکز هندسی هر محله به‌دست‌آمده‌است. با مقایسه Yهای محله‌ها از شمال به سمت جنوب و با کاهش مقدار Y میزان مصرف افزایش‌یافته‌است. درحالی‌که با افزایش مقدار X و حرکت به سمت شرق و تغییر بافت مناطق میزان مصرف کاهش‌می‌یابد. همچنین با بررسی میزان مصرف آب خانوارها با درنظرگرفتن فاصله آن‌ها از مرکز شهر با دور شدن از مرکز شهر و تغییر در بافت منطقه مسکونی، محله‌ها دارای مصارف آب پایین‌تری نسبت به محله‌های مرکزی شهر هستند. در شکل (۵) میزان مصرف

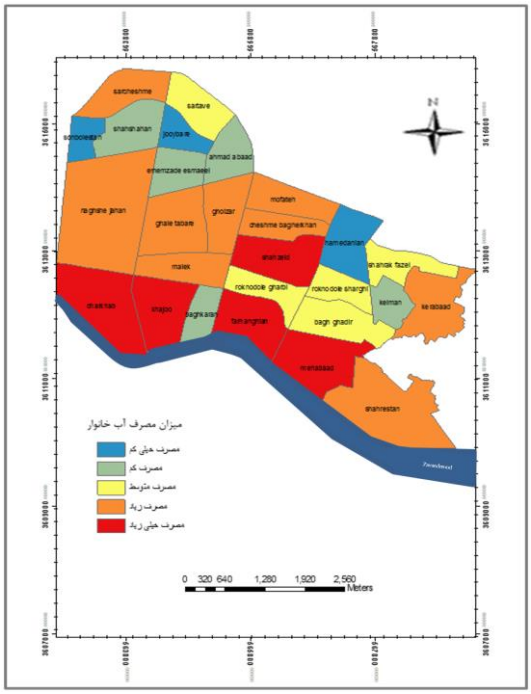
[۱] Hot Spot Analysis
[۲] Clustering

www.SID.ir

Archive of SID

آب منطقه ۳ و ۴ شهر اصفهان برای هر محله در نرم‌افزار ArcGIS نشان‌داده‌شده‌است. همان‌گونه که در این شکل مشاهده می‌شود در اکثر محله‌های جنوبی این مناطق، که در ساحل رودخانه زاینده‌رود هستند، مصرف آب بالاتر بوده و با رنگ قرمز مشخص‌شده‌اند.

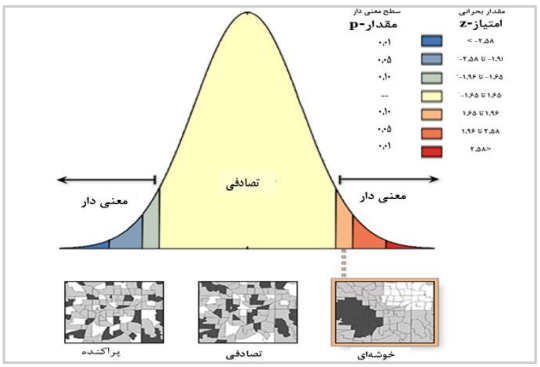
با مقایسه محله‌های ساحلی با سایر محله‌های شهر اصفهان، در این محله‌ها خانه‌ها عموما ویلایی و دارای مساحت حیاط و فضای سبز بالاتر و تراکم جمعیت پایین‌تری نسبت به سایر محله‌ها هستند که این عوامل به نوعی می‌تواند نشان‌دهنده بالاتربودن سطح اقتصادی خانواده‌ها نیز باشد. محله‌هایی که در مرکز مناطق ۳ و ۴ قراردارند دارای مصرف آب کم‌تری نسبت به مناطق ساحلی و جنوبی شهر هستند و با رنگ نارنجی مشخص‌شده‌اند و هرچه در جهت شمال و شرق حرکت‌می‌کنیم میزان مصرف کاهش‌می‌یابد. بخش‌های شمالی و شرقی دارای تراکم بالاتر و خانه‌هایی با مساحت حیاط و فضای سبز خانگی کم‌تر و درنتیجه خانواده‌هایی با سطح اقتصادی پایین‌تر هستند و این محله‌ها مصرف آب خانوار کم‌تری دارند.



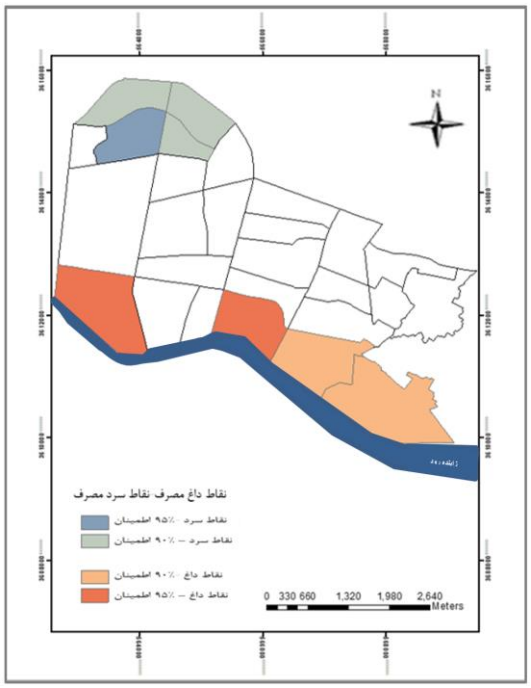
شکل ۵- توزیع مکانی میزان مصرف آب سالانه خانوار در سطح محله‌های مناطق ۳ و ۴

برای بررسی الگوی توزیع مصرف آب در این پژوهش از روش تحلیل خودهمبستگی مکانی موران استفاده‌شده‌است. در اینجا شاخص موران ۰/۱۷۵۰۳۱ و امتیاز Z برابر ۱/۸۵۴۷۷۹ و مقدار p برابر ۰/۰۶۳۶۲۸ شده‌است.

همان‌طورکه در شکل (۶) مشاهده می‌شود این داده‌ها دارای خودهمبستگی مکانی و دارای الگوی خوشه‌ای هستند. شکل (۷) نقاط داغ یا کانون‌های پرمصرف مناطق ۳ و ۴ را نشان‌می‌دهد. مناطق جنوبی و ساحلی و محله‌های چرخاب، فرهنگیان، مهرآباد و شهرستان به‌عنوان کانون‌های پرمصرف و مناطق شمالی شهشهان، جویباره، سرتاوه و سرچشمه به عنوان نقاط سرد و کانون‌های دارای کم‌ترین میزان مصرف هستند.



شکل ۶- بررسی الگوی توزیع مصرف آب خانوار مناطق ۳ و ۴ اصفهان به روش تحلیل خودهمبستگی مکانی موران



شکل ۷- نقاط داغ و سرد مصرف آب سالانه خانوار در سطح محله‌های مناطق ۳ و ۴

۵-۲- بررسی قوانین انجمنی کشف‌شده با الگوریتم اپریوری

در این بخش به بررسی قوانین به‌دست‌آمده از الگوریتم اپریوری به تفکیک ویژگی موردبررسی پرداخته‌می‌شود.

www.SID.ir

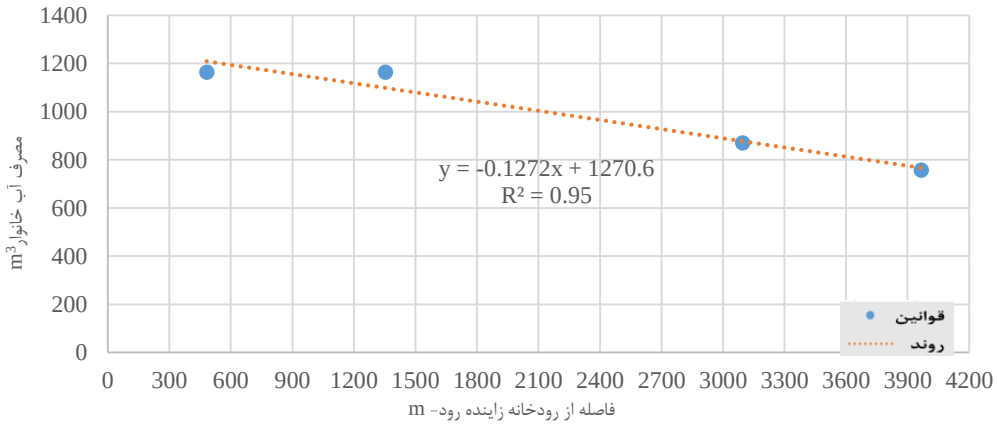
Archive of SID

۵-۲-۱- روند تغییرات مصرف با حرکت از شمال به جنوب و شرق به غرب

مطابق جدول (۲) قوانین ۲۶ تا ۲۹ بیان‌کننده رابطه مصرف آب خانوار و مکان از جنوب به شمال (مقدار Y) هستند. بر اساس قانون ۲۶ و ۲۷ اگر مقدار Y زیاد و خیلی زیاد باشد یعنی منازل در محله‌های شمالی مناطق ۳ و ۴ باشند، مصرف آب خانوار کم و خیلی کم است. بر اساس قانون ۲۸ اگر مقدار Y کم و منازل در جنوب منطقه ۳ و ۴ باشند، میزان مصرف زیاد و بر اساس قانون ۲۹ اگر مقدار Y متوسط باشد یعنی منازل در مرکز قرار-داشته‌باشند، میزان مصرف کم است. این قوانین نشان-دهنده روند عکس تغییرات Y و میزان مصرف هستند و با حرکت به سمت جنوب و تغییر بافت منطقه میزان مصرف خانوار افزایش می‌یابد. قوانین ۳۰ تا ۳۲ بیان‌کننده رابطه مصرف آب خانوار و مکان منازل از شرق به غرب (مقدار X) هستند. در قانون ۳۱ اگر مقدار X زیاد باشد یعنی منازل در محله‌های شرقی باشند، میزان مصرف آب خانوار خیلی کم است. در قانون ۳۰ اگر مقدار X متوسط باشد مصرف خانوار کم و در قانون ۳۲ مقدار X کم با مصرف متوسط همراه است. که این قوانین نشان‌دهنده روند کاهشی میزان مصرف با تغییر بافت منطقه در اثر افزایش مقدار X و حرکت به سمت شرق است.

۵-۲-۲- فاصله از رودخانه زاینده‌رود

در قانون ۳۸ و ۳۹ زمانی که فاصله از رودخانه به ترتیب از ۲۶۶۰ تا ۳۵۳۲ متر و از ۳۵۳۲ تا ۴۴۰۳ متر قرار دارد، میزان مصرف آب خانوار کم خواهدبود. در قانون ۴۲ در جدول (۲) اگر مصرف خانوار متوسط و ۹۲۳ تا ۹۹۹ مترمکعب در سال بر اساس جدول (۱) باشد، فاصله از رودخانه زاینده‌رود نیز متوسط خواهدبود و در قوانین ۴۱ و ۴۰ با کاهش فاصله از رودخانه و قرارگرفتن در دسته‌های کم و خیلی کم به میزان ۴۶ تا ۹۱۸ متر و ۹۱۸ تا ۱۷۸۹ متر میزان مصرف آب خانوار افزایش‌یافته و بر اساس جدول (۱) ۱۰۶۲ تا ۱۲۶۵ مترمکعب در سال خواهدبود. بنابراین با افزایش فاصله از رودخانه زاینده‌رود و تغییر بافت منطقه، میزان مصرف آب خانوار کاهش‌یافته و محله‌هایی با کم‌ترین فاصله از رودخانه که عموما محله‌های ساحلی هستند دارای بالاترین میزان مصرف می‌باشند. در شکل (۸) هر نقطه نمایان‌گر یک قانون است و روند تغییرات این قوانین، رابطه عکس این دو پارامتر را نشان‌داده‌است.



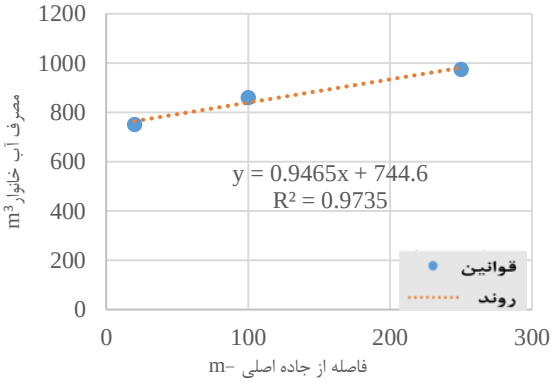
شکل ۸- نمودار قوانین انجمنی کشف‌شده در مصرف آب و فاصله از رودخانه زاینده‌رود با الگوریتم اپریوری

۵-۲-۳- نزدیکی به راه‌های اصلی

قانون ۳۳ و ۳۴ در جدول (۲) نشان‌می‌دهد که اگر فاصله منازل از جاده‌های اصلی ۱۰۰ متر باشد، میزان مصرف آب خانوار در دسته کم قرارمی‌گیرد که مطابق جدول (۱) ۸۱۵ تا ۹۲۳ مترمکعب در سال می‌شود. در قانون ۳۵ اگر مصرف آب خانوار خیلی کم یعنی مطابق جدول (۱) ۶۹۸ تا ۸۱۵ مترمکعب در سال باشد، منازل با فاصله حداکثر ۲۰ متر از جاده‌ها و بزرگراه‌های اصلی قرار می‌گیرند و در قانون ۳۶ و ۳۷ اگر مصرف خانوار افزایش یابد و ۹۵۰ تا ۹۹۹ مترمکعب در سال بر اساس جدول (۱) باشد، فاصله از جاده های اصلی ۲۵۰ متر خواهدبود. با توجه به این قوانین با افزایش فاصله از بزرگراه‌ها و جاده‌های اصلی میزان مصرف آب خانوار نیز افزایش‌می‌یابد. در شکل (۹) روند تغییرات این قوانین، رابطه مستقیم دو پارامتر فاصله از جاده‌های اصلی و میزان مصرف نشان‌داده‌شده‌است.

www.SID.ir

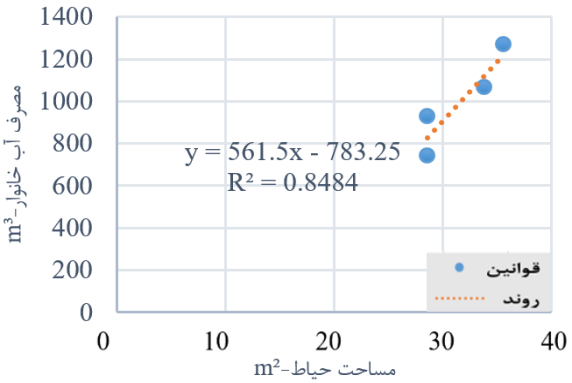
Archive of SID



شکل ۹- نمودار قوانین انجمنی کشف شده در مصرف آب و فاصله از جاده اصلی با الگوریتم اپریوری

۵-۲-۴- مساحت حیاط و ابعاد خانه

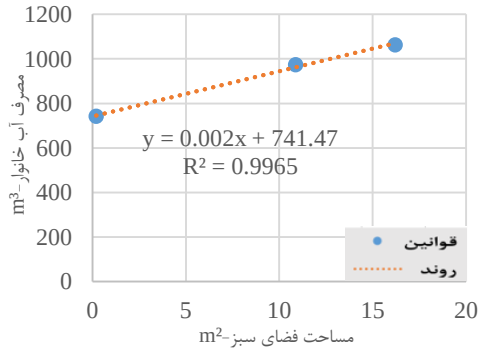
قوانین ۱۷ تا ۲۰ در جدول ۲ بیان‌گر رابطه میان ابعاد حیاط خانه و میزان مصرف خانوار است. قوانین شانزدهم و هفدهم نشان‌می‌دهند که اگر مساحت حیاط خانه‌ها در دسته خیلی کم با مقدار متوسط ۲۹ مترمربع باشد، میزان مصرف آب در دسته خیلی کم و کم به میزان ۶۹۸ تا ۸۱۵ و ۸۱۵ تا ۹۲۳ مترمکعب در سال است. در قانون پانزدهم اگر ابعاد حیاط خانه‌ها در دسته متوسط و ۳۴ مترمربع باشد، آن‌گاه میزان مصرف ۹۹۹ تا ۱۰۶۲ مترمکعب در سال است. در قانون چهاردهم میزان مصرف خانه‌هایی با ابعاد ۳۶ مترمربع، ۱۰۶۲ تا ۱۲۶۵ مترمکعب در سال است. در شکل (۱۰) روند تغییرات این قوانین، رابطه مستقیم دو پارامتر مساحت حیاط خانه و میزان مصرف نشان‌داده‌شده‌است. این روابط می‌توانند مؤید مصرف آب شهری برای نظافت حیاط خانه باشند. لذا به‌منظور کاهش مصرف آب در این زمینه، آموزش و تبلیغ روش‌های مناسب جهت شستشو و نظافت حیاط خانه می‌تواند مؤثر باشد.



شکل ۱۰- نمودار قوانین انجمنی کشف شده در مصرف آب و مساحت حیاط با الگوریتم اپریوری

۵-۲-۵- مساحت فضای سبز

قوانین ۱ تا ۳ در جدول ۲ رابطه مساحت فضای سبز موجود در هر ساختمان با مصرف آب را بیان‌می‌کنند، به‌طوری‌که طبق قانون اول اگر مساحت فضای سبز در دسته خیلی کم و بین صفر تا ۰/۴۱۷۰ مترمربع باشد، مصرف آب خانوار نیز کم‌ترین مقدار و ۶۹۸ تا ۸۱۵ مترمکعب در سال است. طبق قانون دوم و سوم با بالارفتن مساحت فضای سبز و قرارگرفتن در دسته متوسط با مقدار ۱۲/۴ تا ۱۷/۶ مترمربع، مصرف آب نیز در دسته زیاد و ۹۹۹ تا ۱۰۶۲ مترمکعب در سال قرارمی‌گیرد و با قرار-گرفتن مساحت فضای سبز در دسته زیاد، مصرف آب افزایش‌می‌یابد و در دسته خیلی زیاد قرارمی‌گیرد. روند تغییرات در نمودار شکل (۱۱) بیان‌گر رابطه میان مصرف آب و مساحت فضای سبز است. این قوانین مؤید این مطلب است که میزان فضای سبز و باغچه شهروندان با مصرف آب رابطه مستقیم دارد و مقداری از آب مصرفی شهروندان برای آبیاری باغچه خانگی صرف می‌شود. درنتیجه با استفاده از آب مازاد مصرفی و تصفیه فاضلاب، شیوه‌های نوین آبیاری مانند آبیاری قطره‌ای، جمع‌آوری آب‌های سطحی ناشی از باران و استفاده از مواد و مصالح مناسب جهت جلوگیری از تبخیر در آبیاری باغچه‌ها می‌توان به کاهش مصرف آب کمک کرد.



شکل ۱۱- نمودار قوانین انجمنی کشف شده در مصرف آب و مساحت فضای سبز با الگوریتم اپریوری

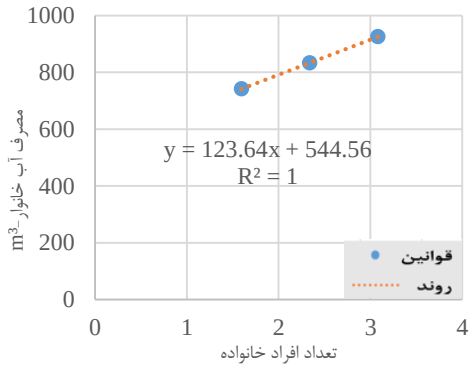
۵-۲-۶- تعداد افراد خانواده

دو قانون چهارم و پنجم به‌دست‌آمده از الگوریتم اپریوری جدول (۲) نشان‌می‌دهد که اگر تعداد افراد خانوار به‌صورت متوسط ۲ نفر باشد، مصرف آب در دسته خیلی کم قرارمی‌گیرد و مطابق جدول (۱) میزان مصرف آب هر

www.SID.ir

Archive of SID

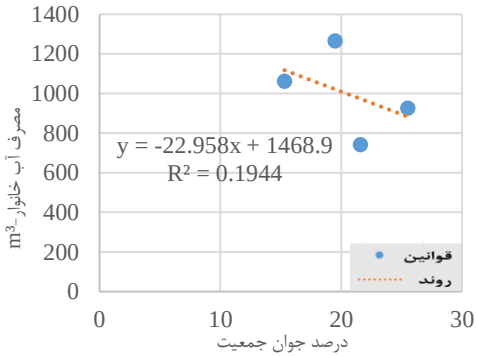
خانوار ۶۹۸ تا ۸۱۵ مترمکعب در سال است. قانون ششم نشان‌می‌دهد اگر تعداد افراد خانواده به طور متوسط ۴ نفر باشد، میزان مصرف خانوار افزایش پیدا کرده و ۸۱۵ تا ۹۲۳ مترمکعب در سال می‌شود. در نمودار شکل (۱۲) روند تغییرات بیان‌گر رابطه مستقیم میان مصرف و تعداد افراد خانواده است ولی نکته قابل‌توجه این است که اگرچه با افزایش تعداد افراد خانواده میزان مصرف خانوار افزایش-می‌یابد ولی سرانه مصرف در خانواده‌های پرجمعیت، کم‌تر از خانواده‌های کم‌جمعیت است. به‌طوری‌که میزان مصرف سرانه در خانواده‌هایی با جمعیت ۴ نفر، ۲۰۴ تا ۲۳۱ مترمکعب و در خانوارهای ۲ نفره ۳۴۹ تا ۳۹۳ مترمکعب در سال می‌باشد. در این راستا اگر خانواده‌ها به مصرف بهینه در زمینه شستشو و نظافت ترغیب شوند، می‌توان در مصرف آب صرفه‌جویی نمود.



شکل ۱۲- نمودار قوانین انجمنی کشف شده در مصرف آب و تعداد افراد خانواده با الگوریتم اپریوری

۵-۲-۷- درصد جوان جمعیت

قوانین استخراجی نوزده و بیست از جدول ۲ رابطه میان سن افراد و میزان مصرف آب در خانواده را نشان‌می‌دهد. اگر درصد جمعیت جوان در دسته خیلی کم، یعنی ۱۳ تا ۱۶ درصد از کل جمعیت جوان باشد، میزان مصرف آب هر خانوار در دسته‌ی مصرف زیاد یعنی ۹۹۹ تا ۱۰۶۲ مترمکعب در سال است. چنانچه درصد جوان جمعیت در دسته زیاد یعنی ۲۱ تا ۲۴ درصد باشد، مصرف آب در دسته‌ی خیلی کم یعنی ۶۹۸ تا ۸۱۵ مترمکعب در سال است. این قوانین بیان‌گر این هستند که حدود ۸ درصد افزایش جمعیت جوان در سطح محله، با کاهش مقدار مصرف خانوار به اندازه ۲۷۶ تا ۳۰۱ مترمکعب در سال همراه است. این قوانین و روند تغییرات آن‌ها در نمودار (۱۳) نشان‌داده‌شده‌است. علت این رابطه را می‌توان تبلیغات انجام‌شده در سال‌های اخیر در مورد نحوه صحیح مصرف دانست. نسل جوان به دلیل آشنایی بیش‌تر با شیوه‌های صحیح مصرف از هدر رفتن آب بهتر جلوگیری‌می‌کنند. این موضوع مؤید این مطلب است که تبلیغات و آموزش‌های مختلف در نحوه مصرف شهروندان مؤثربوده‌است و می‌تواند تأثیر به‌سزایی در کاهش مصرف آب مشترکین داشته‌باشد.



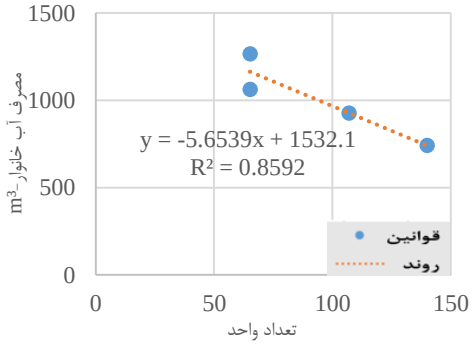
شکل ۱۳- نمودار قوانین انجمنی کشف شده در مصرف آب و درصد جوان جمعیت با الگوریتم اپریوری

۵-۲-۸- تعداد واحد

قوانین هفتم و نهم در جدول ۲ بیان‌گر این است که با افزایش تعداد واحد، میزان مصرف آب سالانه هر خانوار در سطح محله افزایش‌می‌یابد. به‌طوری‌که اگر تعداد واحد ۳۹ تا ۱۰۱۰ واحد باشد، مصرف ۶۹۸ تا ۸۱۵ مترمکعب در سال است و اگر ۱۰۱۰ تا ۱۵۵۲ واحد در محله باشد، مصرف آب ۸۱۵ تا ۹۲۳ مترمکعب در سال است. نکته مهم در این قوانین مربوط به قانون هشتم است که با وجود افزایش تعداد واحد به اندازه ۳۰۹۰ تا ۳۶۵۱ واحد در هر محله، میزان مصرف بدون افزایش نسبت به قانون نهم، ۸۱۵ تا ۹۲۳ مترمکعب در سال می‌شود. در واقع با افزایش متوسط ۲۱۳۶ واحد، میزان مصرف هر خانوار به اندازه قبل باقی‌می‌ماند. شکل (۱۴) روند تغییرات قوانین بین دو پارامتر تعداد واحد و میزان مصرف آب خانوار را نشان‌می‌دهد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت اگر تعداد واحدها از تعداد مشخصی بالاتر باشد میزان مصرف به ازای هر واحد کاهش‌می‌یابد. این کاهش را می‌توان ناشی از وجود حیاط، فضای سبز، پارکینگ و راه‌پله مشترک و در واقع کاهش سرانه این فضاها دانست که میزان آب مصرفی مربوط به آن‌ها بین واحدها سرشکن‌می‌شود.

www.SID.ir

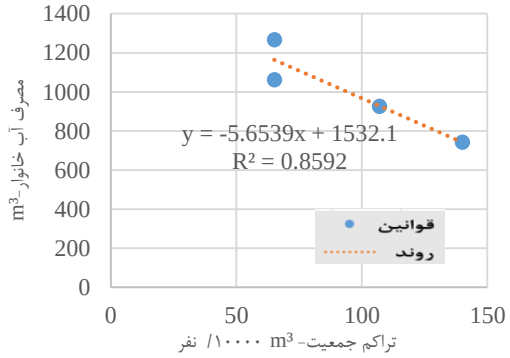
Archive of SID



شکل ۱۴- نمودار قوانین انجمنی کشف شده در مصرف آب و تعداد واحد با الگوریتم اپریوری

۵-۲-۹- تراکم جمعیت

قوانین دهم و یازدهم در جدول ۲ نشان‌می‌دهند که تراکم جمعیت و میزان مصرف آب، با یکدیگر رابطه عکس دارند. کم‌تراکم‌ترین ناحیه با تراکم ۱۶ تا ۹۵ نفر در ۱۰۰۰۰ مترمربع دارای بیش‌ترین میزان مصرف آب به ازای هر خانوار یعنی ۱۰۶۲ تا ۱۲۶۶ مترمکعب در سال است. قانون دوازدهم بیان‌گر این است که مصرف آب نواحی با تراکم ۹۵ تا ۱۲۵ نفر در ۱۰۰۰۰مترمربع، در دسته کم و به میزان ۸۱۵ تا ۹۲۳ مترمکعب در سال است. قانون سیزدهم نشان‌دهنده این است که اگر تراکم در دسته زیاد یعنی۱۵۷ تا ۱۹۴ نفر در ۱۰۰۰۰ مترمربع باشد مصرف در دسته خیلی کم و ۶۹۸ تا ۸۱۵ مترمکعب خواهدبود. در واقع بر اساس این قوانین، با بالا رفتن تراکم جمعیت، میزان مصرف خانوار کاهش‌یافته‌است. شکل (۱۵) نشان‌دهنده این قوانین و روند تغییرات آن است.



شکل ۱۵- نمودار قوانین انجمنی کشف شده در مصرف آب و تراکم جمعیت با الگوریتم اپریوری

۵-۲-۱۰-ویلایی یا آپارتمانی بودن

قوانین ۲۱ تا ۲۴ در جدول (۲) بیان‌کننده رابطه مصرف آب خانوار و ویلایی یا آپارتمانی بودن منازل هستند. با درنظرگرفتن ساختمان‌های بیش از دو واحد به‌عنوان آپارتمان، طبق قوانین ۲۱ و ۲۴ در جدول ۲، اگر واحدها آپارتمانی باشند، میزان مصرف خانوار در دسته خیلی کم یعنی ۶۹۸ تا ۸۱۵ مترمکعب در سال قرارمی‌گیرد. بر اساس قانون ۲۳ میزان مصرف آب منازل ویلایی در دسته متوسط یعنی ۹۵۰ تا ۹۹۹ مترمکعب در سال است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ویلایی و آپارتمانی بودن واحد مسکونی در میزان مصرف آب موثر است و منازل ویلایی دارای مصرف ۱۲۷ تا ۲۳۲ مترمکعب بالاتر نسبت به هر واحد در آپارتمان خواهندبود.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش با استفاده از الگوریتم اپریوری به استخراج قوانین انجمنی جهت کشف ارتباط میان میزان مصرف آب و برخی از پارامترهای جمعیتی، مکانی مانند بعد خانوار، تعداد واحدهای مسکونی، مساحت باغچه خانگی، متوسط تعداد افراد هر خانواده، تراکم جمعیت، جوان بودن جمعیت، فاصله از مرکز شهر، فاصله از رودخانه زاینده‌رود، تغییرات مکانی منازل، نزدیکی به راه‌های اصلی، ویلایی یا آپارتمانی بودن و مساحت حیاط در ساختمان پرداخته‌شده‌است. برخی از پارامترهای موردبررسی مانند فاصله از جاده‌های اصلی، مساحت حیاط و ابعاد خانه و مساحت فضای سبز خانگی با میزان مصرف آب رابطه مستقیم و برخی دیگر مانند تغییرات مقدار X و Y یا مکان منازل، فاصله از رودخانه زاینده‌رود، تعداد واحدهای مسکونی، تراکم جمعیت، جوان بودن جمعیت و آپارتمانی بودن خانه‌ها با میزان مصرف آب رابطه عکس دارند. به‌منظور ارزیابی قوانین به‌دست‌آمده، میزان مصرف آب خانوار در مناطق ۳ و ۴ شهر اصفهان با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS در سطح محله مشخص‌شده‌است. محله‌های جنوبی و ساحلی این مناطق دارای بیش‌ترین میزان مصرف هستند و به عنوان نقاط داغ مصرف شناسایی‌شده‌اند. در این محله‌ها خانه‌ها ویلایی و دارای تراکم جمعیت پایین‌تر و مساحت فضای سبز و حیاط بالاتری نسبت به سایر محله‌ها هستند که بالا بودن میزان مصرف در آن‌ها قابل‌انتظار است. با حرکت به سمت شمال و شرق میزان مصرف هر واحد کاهش‌یافته به‌طوری‌که محله‌های شمالی مناطق مذکور دارای کم‌ترین میزان مصرف هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین با بررسی میزان مصرف آب خانوارها با درنظر-گرفتن فاصله آن‌ها از مرکز شهر، محله‌های با فاصله بیش-تر از مرکز شهر دارای مصارف آب پایین‌تری نسبت به محله‌های مرکزی هستند.

در این پژوهش مصرف آب شهری خانوار درنظرگرفته-شده‌است که می‌توان برای سایر بخش‌ها و حوزه‌ها مانند شهرک‌های صنعتی و مناطق کشاورزی اصفهان نیز استفاده‌شود. به علت عدم دسترسی به اطلاعات در این پژوهش فاکتورهای هزینه و وضعیت تحصیلی افراد خانواده درنظرگرفته‌نشده‌اند که اگر در پژوهش‌های آینده با اطلاعات و داده‌های کامل‌تر، پارامترهای جمعیتی و مکانی بیش‌تری موردبررسی قرارگیرند، می‌توان نتایج بهتر و جامع‌تری به‌دست‌آورد و از این طریق به مدیریت بهینه مصرف آب کمک‌کرد. همچنین مطالعه و پژوهش در سطح استان و یا کشور و مقایسه نتایج هر منطقه با یکدیگر و در نتیجه دست‌یافتن به تاثیر ویژگی‌های جمعیتی و جغرافیایی موثر در میزان مصرف آب هر شهر یا منطقه به-عنوان گام بعدی این پژوهش درنظرگرفته‌شده‌است.

مراجع

[1] Statistical Center of Iran, (2011). “Statistical Pocketbook of the Islamic Republic of Iran.

[2] Shahrestani, H., (2014). "Organize and manage consumption water in agriculture" Journal of Agricultural Engineering and Natural Resources, vol. 45.

[3] Ghafari, F., (2015). "Web mining industry" Department of Computer Science, Chehel Sotoon Institute of Higher Education.

[4] Rahmani, A., and fazli, M., (2011). "association rule mining Using fuzzy logic-based on clustering for petroleum products database" Masters, Computer & Information Technology, Payame Noor Tehran.

[5] Chen, M.S., Park, J.S., and Yu, P. S., (1996). "Data mining for path traversal patterns in a web environment" in Distributed Computing Systems, Proceedings of the 16th International Conference.

[6] Agrawal, R., Imieliński, T., and Swami, A., (1993). "Mining association rules between sets of items in large databases," in ACM SIGMOD Record.

[7] Shekhar S., Zhang, P., Huang, Y. and Vatsavai, R. (2004). Trends in Spatial Data Mining as a book chapter in “Data Mining”. AAAI Press / MIT Press. Menlo Park.

[8] Tang K., Chen Y-L., Hu H., (2008). "Context-based market basket analysis in a multiple-store environment" Decision Support Systems, Vol. 40.

[9] Shaheen M., Shahbaz M. and Guergachi A., (2013). "Context based positive and negative spatio-temporal association rule mining" Knowledge-Based Systems, Vol. 37.

[10] Appice, A., Ceci, M., Lanza, A. Lisi, F.A. and Malerba, D. (2007). "Discovery of spatial association rules in geo-referenced census data: A relational mining approach," Intelligent Data Analysis, vol. 7.

[11] Sengstock, Ch., Gertz, M., (2011). "Exploring Volunteered Geographic Information Using Scale-Dependent Frequent Pattern Mining," Proceedings of GIScience.

[12] Kashian, A., Richter, K., Rajabifard, A. and Chen, Y., (2015). "Mining the Co-existence of POIs in OpenStreetMap for Faulty Entry Detection" 3rd Annual Conference of Research@Locate. Melbourne.

[13] Versichele, M., De Groote, L., Bouuaert, M. C., Neutens, T., Moerman, I., and Van de Weghe, N., (2014). "Pattern mining in tourist attraction visits through association rule learning on Bluetooth tracking data: A case study of Ghent, Belgium," Tourism Management, vol. 44.

[14] Goswami, K., (2014). "Survey on Improving Frequent Pattern mining in Spatial Database" International Journal of Computer Science & Engineering Technology.

[15] Kim, Y-S., and Yum, B-J., (2011). "Recommender system based on click stream data using association rule mining," Expert Systems with Applications, vol. 38, pp. 13320-13327.

[16] Ahmadzade, A., and Zarin, M., (2010). "The water crisis in Iran, the world and sustainable development," Municipalities, vol. 9.

[17] Nabipoor, M., (2000). "The estimated water demand of Isfahan province," Research and Scientific Conference of optimize water consumption.

[18] Shirazi, A., and Akbarpoor, M., (2011). "Daily water demand estimation by using Fourier series A Case Study of Birjand, South Khorasan province," Water and Wastewater International Conference.

[19] Tabesh, M., and Dini, M., (2010). "Daily water demand forecasting by using artificial neural networks " Journal of Water and Wastewater, vol. 85.

www.SID.ir

Archive of SID

[20] Getis, A., (2004). "Spatial analysis and modeling in a GIS environment." A research agenda for geographic information science,.

[21] Karami, J., Delfan, S., and Shamsoddini, A., (2016). "Role of Time in Spatial Analysis of Diseases in Tehran." Journal of Geomatics Science and Technology, 5, 227-238.

[22] Mitchell, A., (2005). "The ESRI guide to GIS analysis", Volume 2: Spatial Measurements and Statistics. CA: Esri Press.

[23] Ord,J., Getis, A., (1992). "The analysis of spatial association by use of distance statistics." Geographical analysis.

[24] Quinlan, J., (1993). "C4. 5: Programming for machine learning," Morgan Kauffmann, p. 38.

[25] Kim, Y.S., and Yum, B., (2011). "Recommender system based on click stream data using association rule mining," Expert Systems with Applications, vol. 38, pp. 13320-13327, 2011.

[26] Agrawal, R., and Srikant, R., (1994). "Fast algorithms for mining association rules" in Proc. 20th int. conf. very large data bases, VLDB, pp. 487-499.

[27] Akhoondzade, E., Aghdasi, M., and Albadavi, A., (2014). "Explore the dynamic customer segmentation in the design of Segmentation by using data mining," IT management.

[28] Tan, P.N., Steinbach, M., Kumar, V., (2006). "Introduction to data mining" Pearson Education. India.

[29] Jiawei, H., and Kamber, M., (2001). "Data mining: concepts and techniques," San Francisco, CA, itd: Morgan Kaufmann, vol. 5.

[30] Park, J., Chen, M., and Yu, P., (1995). "An effective hash-based algorithm for mining association rules " vol. 24: ACM,.

[31] Park, J., Chen, M., and Yu, P., (1995). "Efficient parallel data mining for association rules," in Proceedings of the fourth international conference on Information and knowledge management, pp. 31-36.

[32] Agrawal, R., and Ramakrishnan, S., (1996). "Fast discovery of association rules" presented at the very large data bases.

[33] Municipality of Esfahan, (2012). "Chapter II: Population," Esfahan statistics.

[34] Municipality of Esfahan, (2012). "Chapter One: Land and Climate," Esfahan statistics.

[35] Shafaghi, S., (1381). "Esfahan geography", Esfahan univercity publication,.

[36] Bing Liu, M., (1998). "Integrating classification and association rule mining", Proceedings of the 4th on Knowledge Discovery and Data Mining.

www.SID.ir