پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۹
ص. ۵۳۱-۵۱۵
DOI: 10.22059/jhgr.2018.252555.1007647

بررسی الگوی فضایی مصرف آب خانگی در اصفهان و تحلیل عوامل اجتماعی و فرهنگی مؤثر بر آن

نرگس بختیاری- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه حکیم سبزواری
یعقوب زنگنه*- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه حکیم سبزواری
مسعود تقوایی- استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان
مهدی زنگنه- استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه حکیم سبزواری

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۱۷ تأیید نهایی: ۱۳۹۶/۰۵/۰۴

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی الگوی فضایی مصرف آب خانگی در مناطق مختلف اصفهان و تحلیل عوامل اجتماعی و فرهنگی مؤثر بر آن انجام گرفته است. روش تحقیق در این پژوهش توصیفی- تحلیلی است. داده‌ها به دو روش اسنادی و پیمایشی گردآوری شده و با استفاده از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی از قبیل همبستگی و رگرسیون چندمتغیره و تحلیل مسیر و با به‌کارگیری نرم‌افزار Spss تجزیه و تحلیل شده است. همچنین، برای نشان‌دادن توزیع گروه‌های مختلف مقدار مصرف آب خانواده روی نقشه از مدل تحلیل خوشه‌ای به روش آنالیز مکانی نقاط داغ در نرم‌افزار GIS استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که میانگین مصرف آب خانوارها در منطقهٔ ۲ آبفا به‌طور معناداری بیشتر از سایر مناطق است. نتایج تحلیل حاکی از آن است که پنج متغیر- درآمد ماهیانهٔ خانوار، تعداد واحد مسکونی، عمر ساختمان، تعداد اعضای خانوار، و احساس وظیفه در صرفه‌جویی در مصرف- به‌طور مستقیم در مصرف آب خانوار تأثیر داشته است. علاوه بر این، شش متغیر- نوع مالکیت مسکونی، تحصیلات سرپرست خانوار، سن سرپرست خانوار، نوع واحد مسکونی، مدت سکونت در واحد مسکونی، و مساحت زیربنای واحد مسکونی- به‌طور غیرمستقیم در میزان مصرف آب خانوار تأثیرگذار بوده‌اند. بر همین اساس، برای مدیریت تقاضای مصرف آب خانگی بر توجه به اقدامات فرهنگی در رابطه با ارتقای سطح آگاهی مصرف‌کنندگان درمورد درک اهمیت مسئلهٔ کمبود آب و آموزش و اجرای روش‌های بهینهٔ مصرف آب خانگی توصیه شده است.

کلیدواژه‌ها: اصفهان، مصرف آب خانگی، مصرف آب شهری، مدیریت مصرف آب شهری.

*نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۵۱۴۴۰۱۳۳۰۸ Email: y.zangane@hsu.ac.ir

مقدمه

براساس گزارش سازمان ملل (۲۰۱۴)، تا سال ۲۰۵۰ نزدیک به ۷۰درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی خواهند کرد. با افزایش سریع جمعیت شهرنشین در جهان، دست‌یابی به اهداف توسعهٔ پایدار در موضوع تأمین امنیت آب، غذا، و انرژی یکی از بزرگ‌ترین چالش‌هایی است که بشریت با آن مواجه شده است (سازمان ملل، ۲۰۱۴؛ ون هام و همکاران، ۲۰۱۶: ۲۳۳). افزایش جمعیت، آلودگی آب، توسعه شهری، آبیاری برای کشاورزی، تغییرات اقلیمی و خشکسالی اختلاف چشمگیری بین منابع آب باکیفیت و قابل دسترس و تقاضا برای مصرف آن ایجاد کرده است (جورجنسن و همکاران، ۲۰۰۹: ۲۲۷). ازاین‌رو، شهرهای بزرگ بعنوان متراکم ترین مراکز اسکان جمعیت به‌طور فزاینده‌ای در معرض ابتلا به کمبود آب قرار گرفته‌اند. رقابت سایر مصرف‌کنندگان مثل کشاورزی و چرخه‌های زیست‌محیطی بر سر موجودی آب، توسعهٔ شهرها را با محدودیت مواجه کرده است (OECD, 2015). بنابراین، کمبود آب و توانایی برای مواجهه با تقاضای آن با توجه به هزینه‌های مرتبط با پیداکردن منابع جدید آب در آینده یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌ها برای بسیاری از دولت‌ها و تهیه‌کنندگان خدمات عمومی است. مقامات و برنامه‌ریزان آب شهری در بسیاری از کشورها در حال تلاش برای پاسخ‌گویی به رشد تقاضای آب و فاضلاب شهری‌اند؛ درحالی‌که هم‌زمان به دنبال دست‌یابی به پایداری سیستم آب شهری‌اند (محمد السیّد و همکاران، ۲۰۱۰: ۱۱۰۰). بنابراین، مقامات مسئول تأمین آب مجبور به سرمایه‌گذاری قابل توجهی برای توسعه و اجرای طیف وسیعی از استراتژی‌ها و مدیریت یک‌پارچهٔ آب شهری برای اطمینان از امنیت آب شهری‌اند (بیل و استوارت، ۲۰۰۵: ۶).

خاورمیانه از خشک‌سالی بومی رنج می‌برد و به‌طور سنتی با کمبود آب مواجه است (نف و دیپنا، ۲۰۰۲: ۴۸۹). با توجه به قرارگیری کشور ایران در منطقهٔ خشک و کم‌آب خاورمیانه، از یک سو، و روند نسبتاً سریع افزایش جمعیت شهری، افزایش سرانهٔ مصرف، و توسعهٔ صنایع در اطراف شهرها، از طرف دیگر، مسئلهٔ کمبود آب در کشور ایران هر روز ابعاد جدی‌تری به خود می‌گیرد؛ به‌طوری‌که امروزه شهرهای بزرگ در پاسخ‌گویی به تقاضای آب شهری دچار مشکل شده‌اند (بوستانی و انصاری، ۱۳۹۰: ۲۴–۴۱). درحالی‌که میانگین جهانی بارندگی حدود ۸۵۰ میلی‌متر است، این مقدار در ایران تقریباً ۲۵۰ میلی‌متر یعنی یک‌سوم میانگین جهانی است. این در حالی است که ایران با وجود منابع کم آب شیرین جزو پُرمصرف‌ترین کشورهای دنیا محسوب می‌شود و سرانهٔ مصارف آب شهری در ایران بیش از میانگین مصرف جهانی است (احمدزاده، ۱۳۸۹: ۱۲۴–۱۲۵).

شهر اصفهان با وجود اینکه در کنار زاینده‌رود، یکی از رودهای دائمی و پُرآب ایران مرکزی، قرار گرفته است، موقعیت این شهر از نظر قرارگیری در منطقهٔ خشک، افزایش جمعیت، و مهاجرپذیربودن شهر، توسعهٔ صنایع پُرمصرف آب (فولاد، پتروشیمی، و نظایر آن)، مصرف آب شرب بیش از حد استاندارد، راندمان پایین مصرف آب در بخش کشاورزی، تأثیر بهره‌برداری بیش از حد از منابع زیرزمینی، استفادهٔ بیش از حد از چمن برای فضای سبز شهری، و مشکلات موجود در نحوهٔ مدیریت آب شهر اصفهان را با مشکل کم‌آبی مواجه کرده است. خشکی متوالی زاینده‌رود در طی سال‌های اخیر به یکی از مسائل منطقه‌ای در ایران تبدیل شده و بحران آب در این شهر را تشدید کرده است.

راه‌حل مشکلات آب شهری فقط عرضهٔ آب بیشتر نیست، بلکه بهترین روش اتخاذ سیاست‌ها و تدابیری مبتنی بر مدیریت تقاضاست که الگوی مصرف آب را تغییر دهد. گام نخست برای حل یک مسئله شناخت ابعاد مختلف و عوامل مؤثر بر آن است. بنابراین، مطالعهٔ چگونگی و عوامل مؤثر بر مصرف آب در بخش مسکونی ضروری است. بر این اساس، تحقیق حاضر با هدف بررسی و تحلیل الگوی فضایی مصرف آب خانگی در شهر اصفهان و همچنین شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر بر مصرف آب در این شهر انجام شده است. نتایج این پژوهش می‌تواند زمینهٔ لازم را برای مدیریت تقاضای آب مسکونی در شهر اصفهان فراهم کند.

مبانی نظری

مصرف آب مسکونی به طور مستقیم با سلامت عموم مردم در ارتباط است و بیش از نیمی از کل مصرف آب شهری در بسیاری از کشورها را به خود اختصاص می‌دهد (ژانگ و براون، ۲۰۰۵، ۴۶۹). در شهر اصفهان بیش از ۶۰درصد از مصارف آب در کاربری مسکونی مصرف می‌شود (شهرداری اصفهان، ۱۳۹۲). مصرف آب مستقیم خانواده‌های شهری (یا مصرف آب خانگی) اشاره دارد به آب آشامیدنی مصرف‌شده توسط خانواده‌های یک شهر. مصرف آب شهری مصارف آب خانگی و تجاری (یا آب مصارف خدماتی) را شامل می‌شود. مصرف آب تجاری مصارف آب مشاغل کوچک، هتل‌ها، ادارات، بیمارستان‌ها و مدارس و سایر مؤسسات را دربر می‌گیرد. مصارف آب شهری همچنین نشان‌دهندهٔ آب مصرف‌شده توسط ساکنان غیر دائم شهر (مسافران و گردشگران) نیز می‌شود. سایر مصارف آب یک شهر شامل مصرف صنایع بزرگ می‌شود (ون‌هام و همکاران، ۲۰۱۶: ۲۳۳). تقاضای آب مسکونی نتیجهٔ روابط و تعاملات بین انسان و سیستم‌های طبیعی در مقیاس‌های چندگانه (به‌عنوان مثال، فردی، خانوادگی، منطقه‌ای، و ملی) و مقیاس متقابل (فضایی و زمانی) در طبیعت است (هاوس- پیترز و چانگ، ۲۰۱۱: ۱-۱۵). مصرف آب خانگی یک رابطهٔ قوی مثبت با استانداردهای زندگی را نشان می‌دهد و یکی از نشانگرهای مهم برای توسعهٔ اقتصادی است. ازاین‌رو، مطالعات مربوط به تأمین، توزیع، و مصرف آب خانگی نقش مهمی در اصول برنامه‌ریزی ایفا می‌کند (ژانگ و براون، ۲۰۰۵: ۴۷۴).

مدیریت تقاضای آب در حال حاضر یکی از مسائل اصلی در دستور کار سیاست آب است (فرانسیس و گرلاچ، ۲۰۱۱: ۶۹). مدیریت تقاضای مصرف آب به مجموعه‌ای از روش‌های برنامه‌ریزی و هدایت و ابزارهای اجرایی گفته می‌شود که با اتخاذ آن‌ها فعالیت‌های مصرف‌کنندگان آب باید به صورتی تنظیم شود که فشار به منابع عرضهٔ آب کاهش یابد. مدیریت آب باید در سطح ملی، منطقه‌ای، و محلی به‌طور هم‌زمان اجرا شود (نتو، ۲۰۱۶: ۴۱). راه‌حل اساسی در مدیریت بهینهٔ منابع آب نیازمند توجه به هر دو طرف عرضه و تقاضاست. گزینه‌های طرف تقاضا شامل بهبود بهره‌وری در مصارف آب شهری و کشاورزی است (برامان و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۷).

درک رابطه بین الگوهای کاربری زمین و بودجهٔ آب اولین گام به‌سوی مدیریت تقاضای آب یعنی همان کنترل مصرف نهایی آب است. بدین منظور، باید عواملی که مصرف را تحت تأثیر قرار می‌دهند به‌دقت تعریف و اندازه‌گیری شوند (آنجلا و نیلز، ۲۰۱۴: ۷۰). پارادایم مدیریت یک‌پارچهٔ آب شهری شامل موضوعاتی است، مانند استفادهٔ مجدد از آب و سیستم‌های زهکشی شهری پایدار. این پارادایم را می‌توان به‌عنوان یک رویکرد برنامه‌ریزی بلندمدت برای مدیریت آب شهری توصیف کرد که همهٔ خدمات، منابع، سهام‌داران، و ارتباطات را به‌منظور دست‌یابی به بهترین نتایج ممکن مشارکت درنظر می‌گیرد (فورلانگ، ۲۰۱۶: ۲).

قیمت‌گذاری آب یکی از ابزارهای اقتصادی مختلفی است که می‌تواند از نظر زیست‌محیطی، اجتماعی، و اقتصادی برای استفادهٔ کارآمد از آب مؤثر باشد (دینار و همکاران، ۲۰۱۵: ۴). برای طراحی یک ساختار خوب برای نرخ آب، باید اهداف چندگانه‌ای مدنظر قرار گیرد؛ از جمله ارتقای کارایی اقتصادی، عدالت، پایداری زیست‌محیطی و مالی، قابلیت پذیرش عمومی و سیاسی. بنابراین، سیاست‌گذاران برای تنظیم تعرفهٔ آب با چالش درنظرگرفتن همهٔ این اهداف مواجه می‌شوند (مولینوس- سنانت و سالا- گاریدو، ۲۰۱۵: ۱۶۷). اشکال توسعهٔ شهری، مصرف فصلی آب، برنامه‌ریزی کاربری زمین، چه از طریق فرم فشرده‌تر شهری چه سایر استراتژی‌ها، مدیریت تقاضا را تکمیل می‌کند (هناک و دیویس، ۲۰۰۶: ۱۲).

مطالعات متعدد انجام‌شده نشان داده‌اند که عوامل اجتماعی- جمعیتی می‌تواند در مصرف آب مؤثر باشند. لوح و کوکلان (۲۰۰۳) گزارش دادند رابطه‌ای قوی بین سطح درآمد و استفاده از آب در فضای باز وجود دارد. سطح اشغال و ترکیب واحد مسکونی، بزرگی اندازه و عمر دستگاه‌های مورداستفاده در مصرف آب تأثیر دارد؛ به‌طوری‌که اندازهٔ بزرگ‌تر خانه معمولاً با

مصرف بیشتر آب همراه بوده است (لوح و کوکلان، ۲۰۰۳: ۹۹۹). مکی و همکاران در مطالعه‌ای عوامل غالب بر مصرف نهایی آب را در جنوب شرق کوئینزلند استرالیا با استفاده از بررسی عوامل جمعیت‌شناسی، اجتماعی، و علوم طبیعی بررسی کردند. نتایج نشان داد که زنان، کودکان به‌طور کلی، و نوجوانان به‌طور خاص تأثیر قابل توجهی در مصرف نهایی آب دارند (مکی و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۳۵). راچل و همکاران (۲۰۱۰) دررابطه با مطالعهٔ آب در منطقهٔ مسکونی ساحل گلد در استرالیا تحقیقی انجام دادند؛ در این تحقیق بر طیفی از متغیرهای اجتماعی- جمعیت‌شناسی و کارایی سرمایهٔ در دسترس خانگی بر سطح تقاضای مصرف آب تمرکز شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که عوامل اجتماعی- جمعیتی مثل درآمد و ترکیب خانوار، اندازه و سطح زیربنا، و زمین خانه و مالکیت تانکر آب باران تأثیر آشکاری در مصارف نهایی آب خانگی داشته است (راچل و همکاران، ۲۰۱۰). مصرف آب شهری همچنین ممکن است تحت تأثیر عواملی مثل نرخ رشد جمعیت، الگوهای ساخت‌وساز، و سطح رفاه جمعیت باشد. اگر نرخ رشد جمعیت در مناطق مختلف تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشته باشد، نرخ تغییرات در مصرف آب ممکن است معطوف به عوامل جغرافیایی باشد. در محله‌های ثروتمندنشین، که ساکنان آن کمتر نگران هزینه‌های آب هستند، ممکن است این امر موجب مصرف گستردهٔ آب هم در محیط داخلی هم خارجی شود. به‌ویژه ساکنان ثروتمند شهرها غالباً تمایل به نصب سیستم‌های آبیاری گسترده در باغ‌های شخصی و استخرهای خصوصی داشته باشند که کمتر احتمال دارد در محلات فقیرنشین یافت شود. این موضوع به افزایش واگرایی در مصرف آب منجر می‌شود. افراد تحصیل‌کرده و گروه‌های ثروتمند آگاهی بیشتری از کمبود آب و لزوم حفاظت از آن دارند و درنتیجه به استفادهٔ کارآمدتر از آب تمایل دارند. حداقل از نظر تئوری این آگاهی در نرخ پایین‌تر افزایش در مصرف آب یا حتی کاهش مطلق در مصرف سرانهٔ آن در طول زمان دارند. در نتیجه به تدریج میزان مصرف آب در محلات ثروتمند و فقیرنشین به هم نزدیک می شود (بوریس و میر، ۲۰۰۸: ۳۴۹). راتناکا و همکاران، ۲۰۱۷: ۲). برای پیش‌بینی عوامل شناخته‌شده و ناشناختهٔ مؤثر بر مصرف آب مدل نرم‌افزاری تهیه کردند. در این مدل تأثیر تعداد زیادی از عوامل مهم مؤثر بر تقاضای آب درنظر گرفته شده است؛ عواملی از قبیل اندازهٔ خانوار، نوع واحد مسکونی، بازده وسایل مورداستفاده، دسترسی به وسایل مصرف‌کنندهٔ آب در خانه، حضور بچه و سایر افراد خانوار در خانه، درجهٔ حرارت و الگوهای رفتاری روزانهٔ مؤثر بر مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی. علاوه بر این، رفتار استفاده‌کنندگان- که نمی‌توان به‌وسیلهٔ این عوامل شناخته‌شده توضیح داد- به‌صورت تصادفی در مدل وارد شده است. این مدل با اطلاعات صدور صورت‌حساب آب خانواده‌ها اعتبارسنجی و با ضریبی بین ۰/۷ تا ۰/۹۲ تأیید شده است (راتناکا و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۱).

با بررسی مبانی نظری و پژوهش‌های انجام‌شدهٔ مرتبط با موضوع مصرف آب شهری می‌توان دریافت که در کاهش ابعاد مشکل آب شهری، علاوه بر ملاحظات طرف عرضه، به مدیریت تقاضای مصرف آب نیز باید توجه شود که به مجموعه‌ای از روش‌های برنامه‌ریزی و هدایت و ابزارهای اجرایی گفته می‌شود که با اتخاذ آن‌ها فشار به منابع عرضهٔ آب کاهش می‌یابد. مدیریت آب باید در سطح ملی، منطقه‌ای، و محلی هم‌زمان اجرا شود. در این رابطه الگوهای کاربری زمین، سیاست‌های قیمت‌گذاری، و مدیریت یک‌پارچهٔ آب شهری در دستور کار مدیران و برنامه‌ریزان شهری قرار گرفته است. نتایج مطالعات موردی مرتبط با مصرف آب شهری نیز نشان‌دهندهٔ نقش مهم عوامل اجتماعی و جمعیت‌شناسی در میزان مصرف آب خانواده‌هاست. از مهم‌ترین این عوامل می‌توان به سطح درآمد خانواده‌ها، اندازه و ترکیب خانواده، سطح تحصیلات، نوع واحدهای مسکونی، و تجهیزات و امکانات مورداستفاده در منزل اشاره کرد. بر این مبنا، در این پژوهش بر روی عوامل اجتماعی و فرهنگی مؤثر بر مصرف آب خانگی در شهر موردمطالعه تمرکز شده است.

روش پژوهش

روش و داده‌ها

روش تحقیق در این مقاله توصیفی- تحلیلی است. اطلاعات موردنیاز از طریق اسنادی (دریافت آمار از شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان) و میدانی (پرسش‌نامه) گردآوری شده است. جامعهٔ آماری کلیهٔ مشترکان خانگی (کاربری مسکونی) شهر اصفهان را شامل می‌شود. حجم نمونه از فرمول کوکران و به تعداد ۳۹۸ برآورد شده است. روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده بوده است. به این معنی که تعداد نمونه‌ها از مناطق مختلف شهرداری و براساس تعداد خانوار آن‌ها تصادفی انتخاب شده است. متغیرهای مورداستفاده در چهار گروه دسته‌بندی می‌شود: الف) اطلاعات فردی و اجتماعی خانوار شامل تعداد افراد خانواده، سن، محل تولد، مدت اقامت، تحصیلات، و شغل؛ ب) اطلاعات اقتصادی شامل درآمد، وضعیت مالکیت، هزینهٔ مصرف دوره‌ای آب خانوار؛ ج) اطلاعات مربوط به مشخصات واحد مسکونی شامل نوع واحد ساختمانی، تعداد طبقه، عمر ساختمان، میزان فضای سبز؛ د) اطلاعات مرتبط با مصرف آب خانگی هر یک از اعضای خانوار، از جمله بیشترین مورد مصرف آب در منزل، وسایل مورداستفاده در شست‌وشو، عضو یا اعضایی از خانوار که بیشترین مصرف آب را دارند و نظر پاسخ‌گویان دربارهٔ مسئلهٔ آب در شهر اصفهان و روش‌های صرفه‌جویی در مصرف آب.

روایی سؤالات پرسش‌نامه با نظرخواهی از متخصصان رشتهٔ برنامه‌ریزی شهری و نیز کارشناسان سازمان آب منطقه‌ای اصفهان ارزیابی شد. پایایی پرسش‌نامه با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ سنجیده شد. ضریب یادشده ۰٫۸۱۶ به‌دست آمد که بیانگر پایایی قابل قبول است.

آمار ماهیانهٔ مصرف مشترکان آب شهر اصفهان، که از شرکت آب و فاضلاب اصفهان دریافت شده است، به پنج گروه مصرفی با الگوی مشابه مصرف آب تقسیم شده و محدودهٔ گروه‌های مشترک روی نقشه جانمایی شده است. بر این اساس، نقشهٔ مصرف آب مشترکان براساس مناطق پنجگانهٔ آب و فاضلاب تهیه و با نقشهٔ مناطق پانزده‌گانهٔ شهرداری اصفهان تطبیق داده شده است. اطلاعات به‌دست‌آمده از طریق پرسش‌نامه، که شامل مشترکان خانگی شهر اصفهان است، و نیز داده‌های مصرف مشترکان شرکت آب و فاضلاب اصفهان وارد نرم‌افزار Spss شده و با استفاده از آزمون‌های همبستگی و رگرسیون چندمتغیره (تحلیل مسیر) تجزیه و تحلیل شده است. همچنین، نقشهٔ خروجی برای مشترکان با الگوی مشابه مصرف آب با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به روش آنالیز مکانی نقاط داغ[1] و با به‌کارگیری نرم‌افزار ArcGis تهیه شده است.

روش خودهمبستگی فضایی

مدل خودهمبستگی فضایی یکی از مدل‌های پیشرفتهٔ جغرافیایی است که به‌وسیلهٔ آن امکان تحلیل فضایی پدیده‌های جغرافیایی فراهم و الگوی پراکنش پدیده‌ها در فضا مشخص می‌شود. خودهمبستگی فضایی همبستگی میان متغیرهای یکسان در مکان‌های متفاوت است. در میان شاخص‌های خودهمبستگی مکانی کلی، از شاخص موران (Moran's I) به‌طور گسترده‌ای استفاده شده است. این شاخص دلالت قراردادی از میزان ارتباط خطی بین ارزش‌های مشاهده‌شده و میانگین‌های ارزش‌های مجاور، که به‌طور فضایی وزن داده شده، در اختیار می‌گذارد. شاخص موران نشان می‌دهد که آیا خوشه‌بندی در مجموعهٔ داده‌ها وجود دارد یا خیر؟ این شاخص از رابطهٔ ۱ به‌دست می‌آید (حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۴):

1. Hot Spot Analysis

$$I = \frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\left(x_i - \bar{x}\right)(x_j - \overline{x})}{(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} wij)\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \quad (۱)$$

که در آن n تعداد نواحی، x_i مقدار متغیر در ناحیهٔ i، x_j مقدار متغیر در ناحیهٔ j، $\bar{x}$ میانگین متغیر در کلیهٔ نواحی، و w_{ij} وزن به‌کاررفته برای مقایسهٔ دو ناحیهٔ i و j است.

ارزش I بزرگ‌تر از ارزش موردانتظار (۱−n)/ ۱− =(I) E نشان‌دهندهٔ خودهمبستگی مکانی مثبت و ارزش I کوچک‌تر از ارزش موردانتظار نشان‌دهندهٔ خودهمبستگی مکانی منفی است. دامنهٔ تغییرات ارزش Moran's I از ۱+ (خودهمبستگی مکانی مثبت کامل) تا ۱− (خودهمبستگی مکانی منفی کامل) است (همان: ۳۴).

تحلیل خوشه‌ای به روش آنالیز مکانی نقاط داغ

یکی از روش‌هایی که به تعمیق تحلیل برای تشخیص خوشه‌های مکانی اطراف هر ناحیهٔ i بدون تأثیرپذیری از ارزش متغیر در ناحیهٔ j کمک می‌کند تحلیل خوشه‌ای به روش آنالیز مکانی نقاط داغ است. برای تشخیص الگوهای مکانی خوشه‌ای، به‌عنوان نقاط داغ (تمرکز بالا) و نقاط سرد (تمرکز پایین)، از ضریب عمومی G استفاده می‌شود. ضریب G عمومی با استفاده از مقدار موردانتظار تفسیر می‌شود. اگر آمارهٔ G عمومی بزرگ‌تر از مقدار موردانتظار باشد، یک نقطهٔ داغ و اگر آمارهٔ G عمومی کوچک‌تر از مقدار موردانتظار باشد، یک نقطهٔ سرد به‌دست می‌آید. نقاط داغ (تمرکز بالا) و نقاط سرد (تمرکز پایین) به تمرکزهای مکانی معروف‌اند. یک نقطهٔ داغ ممکن است به‌تنهایی در یک موقعیت معین قرار داشته باشد یا به‌صورت مجموعه‌ای وابسته به یکدیگر باشد. در شهرها نیز یک بخش از یک بلوک یا یک بلوک به‌طور کامل یا دو بلوک یا یک چهارراه می‌توانند نقاط داغ پدیده باشند. چارچوب مفهومی این تحلیل این گونه عمل می‌کند که اگر عارضه‌ای مقدار بالا داشته باشد، مهم است، ولی به این معنی نیست که یک لکه داغ باشد. امتیاز z برای خروجی نهایی زمانی به‌دست خواهد آمد که مجموع محلی عارضه و همسایهٔ آن به‌طور نسبی با جمع کل عارضه‌ها مقایسه شود (علی‌آبادی، ۱۳۹۴: ۹۲). آمارهٔ Getis – Ord Gi از رابطهٔ ۲ محاسبه می‌شود:

$$G_i^* = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_{i.j} - x\sum_{i=1}^{n} W_{i.j}}{S\sqrt{\frac{[n\sum_{j=1}^{n} W_{i.}^2 - (\sum_{j=1}^{n} W_{i.j})^2]}{n-1}}} \quad (۲)$$

که در آن G_i^* برای پلیگون، Getis برای پلیگون nli، و S انحراف معیار مقادیر نواحی است. سایر پارامترها نیز براساس شاخص موران است. ارزش مثبت این آمار برای ناحیهٔ i خوشهٔ مکانی ارزش‌های بالا را نشان می‌دهد. ارزش منفی برای ناحیهٔ i خوشهٔ مکانی از ارزش‌های پایین را نشان می‌دهد.

قلمرو پژوهش

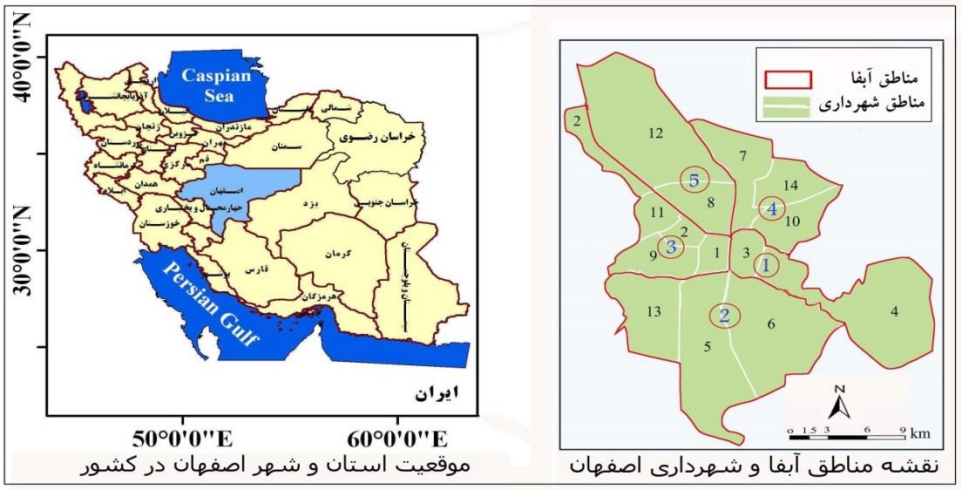
شهر اصفهان، به‌عنوان مرکز استان اصفهان، با جمعیتی بالغ بر ۱۹۰۸۹۶۸ نفر، هم‌اکنون سومین شهر ایران از نظر جمعیت محسوب می‌شود (مرکز آمار ایران). قرارگرفتن این شهر در فلات مرکزی ایران و چهارراه شمالی– جنوبی و شرقی– غربی کشور موقعیت ویژه‌ای برای آن ایجاد کرده است که به‌دلیل همین موقعیت در طول تاریخ محل رفت‌وآمد و برخورد اقوام و فرهنگ‌های مختلف بوده است. پایتخت‌بودن این شهر در دوره‌هایی از تاریخ ایران، به‌ویژه دورهٔ صفویه، نقش مهمی در رونق و آبادانی آن داشته؛ به‌طوری‌که هم‌اکنون آثار باستانی متعدد به‌جامانده از آن دوره سهم قابل توجهی در جاذبه‌های گردشگری این شهر دارد.

شهر اصفهان دارای دو محور طبیعی و فرهنگی است که اساس استخوان‌بندی شهر را تشکیل می‌دهد: زاینده‌رود در جهت غربی- شرقی به‌عنوان محور طبیعی و چهارباغ به‌عنوان محور فرهنگی در جهت شمالی- جنوبی کشیده شده است. این محورها در محل سی‌وسه پل یکدیگر را قطع می‌کنند.

آب‌وهوای اصفهان براساس روش‌های چندمتغیره در طبقهٔ معتدل و خشک قرار می‌گیرد. بارندگی در استان اصفهان تحت‌تأثیر جریان‌های جوی است که غالباً از سمت غرب وارد منطقه می‌شود. این جریانات معمولاً از مهرماه تا اردیبهشت‌ماه منطقه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. براساس میانگین آمار سی‌سالهٔ بارش طی دورهٔ آماری (۱۳۶۳-۱۳۹۳)، میانگین مجموع بارندگی ماهانه در شهر اصفهان ۱۳۰/۱ میلی‌متر است (ادارهٔ کل هواشناسی استان اصفهان).

رودخانهٔ زاینده‌رود، به‌عنوان رگ حیاتی استان اصفهان و بزرگ‌ترین رودخانهٔ مرکزی و از مهم‌ترین منابع آب سطحی فلات مرکزی ایران، از شهر اصفهان می‌گذرد. این رودخانه آب آبیاری، شرب، و صنعت استان را تأمین می‌کند. علاوه بر رودخانهٔ زاینده‌رود، ۲۲۸۴۱ حلقه چاه، ۲۷۸۳ رشته قنات، و ۱۷۵۸ چشمه آب موردنیاز استان اصفهان را تأمین می‌کنند (مهندسین مشاور زاینداب، ۱۳۹۲: ۴).

از نظر تقسیمات کالبدی، شهر اصفهان به پانزده منطقهٔ شهری تقسیم شده است. بالاترین تراکم جمعیت در منطقهٔ ۸ اصفهان مشاهده می‌شود که طبق آمار سال ۱۳۹۰ معادل ۱۱۶/۴۳ نفر در هکتار بوده است. بعد از آن مناطق ۱۰، ۱، ۳، و ۱۴ با تراکم‌هایی به‌ترتیب ۹۸/۹۶، ۹۶/۳۶، ۹۵/۴۶، و ۸۶/۵۴ نفر در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. این مناطق عمدتاً در شمال شرق و شمال شهر و همچنین در حاشیهٔ جنوبی زاینده‌رود واقع شده‌اند. مناطق ۴، ۶، ۱۲، و ۱۵ پایین‌ترین تراکم جمعیت را دارند.



شکل ۱. نقشهٔ موقعیت شهر اصفهان در کشور و استان

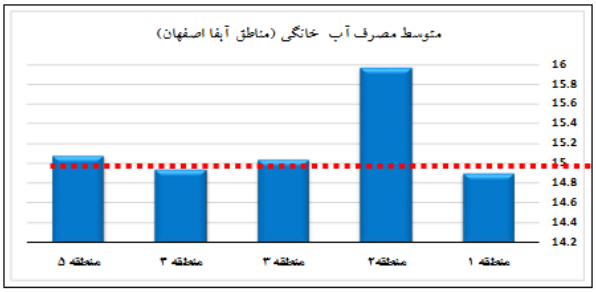
بحث و یافته‌ها

وضعیت مصرف آب خانگی در شهر اصفهان

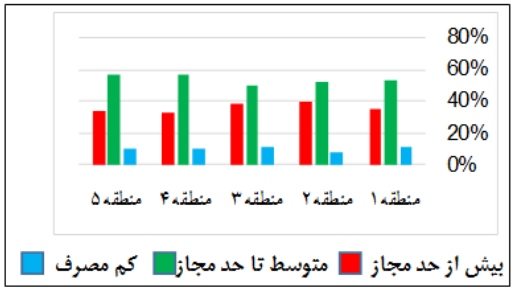
به‌طور متوسط، حدود ۷۷درصد از مجموع مصارف آب مصرفی شهر اصفهان مربوط به بخش خانگی، ۱۰درصد مربوط به بخش عمومی- اداری، ۷درصد مربوط به بخش تجاری و صنعتی، و حدود ۵/۵درصد مربوط به فضای سبز خانگی می‌شود. بنابراین، با درنظرگرفتن مجموع سرانهٔ خانگی با سرانهٔ فضای سبز، می‌توان گفت سرانهٔ خانگی به‌طور متوسط ۸۲/۴درصد مصارف را به خود اختصاص داده است. بین سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۵ میانگین مصرف ماهانهٔ مشترکان خانگی در مناطق آبفای شهر اصفهان برابر با ۱۵/۱ متر مکعب در ماه بوده است. منطقهٔ ۱ با میانگین مصرف ۱۴/۹۰ متر مکعب

و منطقهٔ ۴ با میانگین مصرف ۱۴٫۹۴ متر مکعب پایین‌تر از حد میانگین و منطقهٔ ۳ و ۵ به‌ترتیب با میانگین مصرف ۱۵٫۰۴ و ۱۵٫۰۸ متر مکعب با تفاوت اندکی بیش از حد میانگین مصرف داشته‌اند. منطقهٔ ۲، با اختلاف بیشتر از حد میانگین، برابر با ۱۵٫۹۷ متر مکعب در ماه پُرمصرف‌ترین منطقهٔ آب و فاضلاب است (سازمان آب منطقه‌ای اصفهان).

بر طبق آیین‌نامهٔ وزارت نیرو، مقدار مجاز مصرف آب مشترکان خانگی برابر با ۲۰ متر مکعب در ماه است (سازمان آب و فاضلاب استان اصفهان). سازمان آب و فاضلاب اصفهان تقسیم‌بندیِ گروه‌های مصرفی را پیشنهاد کردند که شامل پنج گروه با میزان مصرف‌های مختلف است. مصرف صفر تا ۵ مترمکعب (کم مصرف)، ۵٫۱ تا ۱۵٫۱ (متوسط مصرف)، ۱۵٫۲ تا ۲۰ (بیشتر از متوسط مصرف تا مقدار حد مجاز)، ۲۰٫۱ تا ۲۶ (بیشتر از ۳۰درصد گروه قبل و ۲۶٫۱ و بالاتر (بیشتر از ۳۰درصد گروه قبل). بر این اساس، مشترکان خانگی براساس میزان متوسط مصرف ماهانه در سه گروه کم‌مصرف (۰–۱۰ متر مکعب)، متوسط مصرف تا حد مجاز (۱۰ تا ۲۰ متر مکعب)، و گروه پُرمصرف (بیشتر از ۲۰ متر مکعب) مشخص شد (شکل‌های ۲ و ۳).



شکل ۲. میانگین مصرف آب خانگی بین مناطق آبفا
منبع: سازمان آبفای استان اصفهان

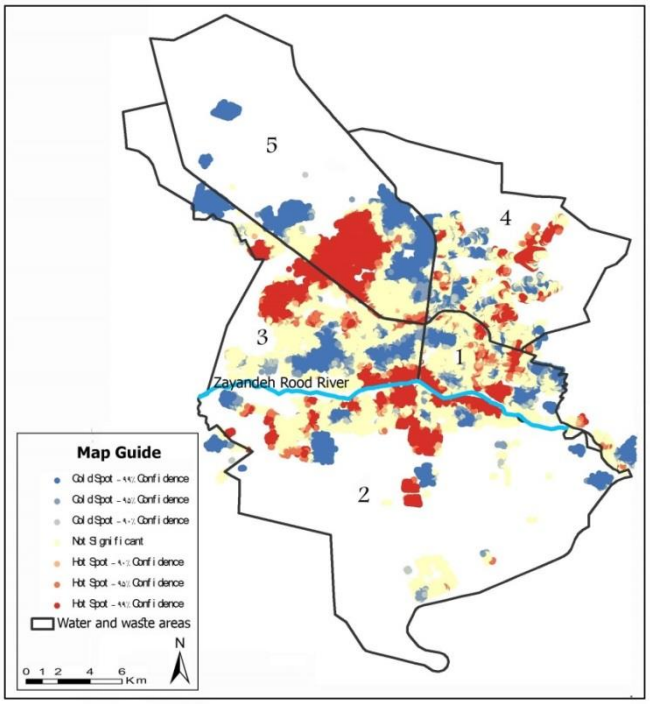


شکل ۳. نمودار میانگین مصرف آب مسکونی مناطق آبفا براساس حد مجاز

الگوی فضایی مصرف آب خانگی در اصفهان

برای نمایش تمرکز مصرف مشترکان در سطح شهر اصفهان و به‌دست‌آوردن الگوی فضایی آن از روش خوشه‌ای آنالیز مکانی نقاط داغ در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. در این روش آمار مربوط به مصرف آب خانگی هر یک از مشترکان به‌صورت میانگین پنج‌ساله بین سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۴ به‌عنوان داده وارد نرم‌افزار شد. درنهایت، با استفاده از روش آنالیز نقاط داغ، میانگین مصرف آب خانگی به‌صورت پراکندگی نقاط از مناطق با مصرف بالا (رنگ قرمز) تا مناطق با مصرف کم (رنگ آبی) بر روی نقشه مشخص شد. نقاط زردرنگ نیز بیانگر مناطق با مصرف متوسط است (شکل ۴).

نقشهٔ خروجی حاصل از خوشه‌بندی نقاط داغ نشان می‌دهد که بزرگ‌ترین و متراکم‌ترین لکه‌ها با تمرکز بالا (نقاط داغ) در منطقهٔ ۸ و ۱۱ شهرداری (منطبق بر مناطق ۵ و ۳ آبفا) قرار گرفته است. این لکه، که بر روی نقشه در جهت شمال‌شرقی– جنوب‌غربی کشیده شده است، در منطقهٔ ۸ شامل ضلع شمالی بزرگراه شهید ردانی‌پور، از خیابان رباط تا چهارراه رزمندگان، محدودهٔ ضلع جنوبی خیابان رزمندگان، خیابان شهید خلیفه سلطانی تا تقاطع آن با بزرگراه امام خمینی، محله‌های کوجان، خانهٔ اصفهان، و دو طرف خیابان شهید کاظمی می‌شود. همچنین، در منطقهٔ ۸ شهرداری خیابان فروغی در محدودهٔ میدان شهدا جزو نقاط با تمرکز بالاست. ادامهٔ لکهٔ ذکرشده در منطقهٔ ۱۱ در محدودهٔ بین ضلع شرقی خیابان امام رضا(ع) و ضلع غربی خیابان شریف غربی و شرقی قرار گرفته است که از سمت جنوب به بلوار آیت‌الله اشرفی اصفهانی منتهی می‌شود.



شکل ۴. مناطق داغ مصرف آب خانگی مناطق پنجگانهٔ آب و فاضلاب اصفهان

لکهٔ نسبتاً بزرگ دیگری در مناطق شمالی و جنوبی زاینده‌رود حد فاصل پل وحید از سمت غرب تا حدود تقاطع بزرگراه شهید همت با زاینده‌رود را شامل می‌شود. این محدوده در شمال زاینده‌رود شامل خیابان‌های چهارباغ، شهید مطهری، اردیبهشت، صائب، ابوذر، کمال‌اسماعیل، مشتاق، منوچهری، عباس‌آباد و ضلع جنوبی خیابان شیخ بهایی می‌شود. در ضلع جنوبی زاینده‌رود، خیابان‌های توحید، نظر شرقی و غربی، چهارباغ بالا، شیخ صدوق، دکتر شریعتی، شهید نیکبخت، شهید قدوسی، ۱۵ خرداد، آبشار، خیابان و محدودهٔ میدان فیض، کوی امیریه و گلزار را شامل می‌شود.

لکهٔ دیگری در منطقهٔ ۴ شهرداری و در جهت شمال- جنوبی کشیده شده و از خیابان سلمان فارسی در جنوب تا خیابان جی در شمال کشیده شده است. این محدوده تقریباً شامل دو ضلع غربی و شرقی بزرگراه شهید صیاد شیرازی، خیابان‌های علامه امینی، هشت بهشت، لاهور، همدانیان، سروش تا چهارراه عسکریه و ولیعصر می‌شود. لکهٔ کوچکی نیز در منطقهٔ ۱۴ شهرداری شامل خیابان عاشق اصفهانی و زینبیه جزو نقاط با تمرکز بالاست.

هرچند تحلیل نقشهٔ خوشه‌بندی میانگین مصرف آب خانوار براساس آنالیز مکانی نقاط داغ به مطالعات میدانی کامل‌تر و دقیق‌تری نیاز دارد که در این مقاله نمی‌گنجد، با یک بررسی کلی می‌توان استنباط کرد که خوشه‌هایی با تمرکز بالای مصرف آب تا حدود زیادی بر مناطقی از شهر اصفهان انطباق دارد که ساکنان آن از سطح درآمد بیشتری نسبت به سایر مناطق برخوردارند. این موضوع با سایر نتایج این مقاله، یعنی نقش درآمد در مصرف بالای آب، سازگاری دارد.

مقایسهٔ میانگین مصرف آب خانگی در مناطق آبفا

برای بررسی پاسخِ این سؤال که آیا از نظر میانگین مصرف آب خانوار بین مناطق پنجگانهٔ اصفهان تفاوت معنی‌داری وجود دارد یا خیر؟ از روش تحلیل واریانس یک‌طرفه (آزمون شفه) استفاده شده است. نتایج این آزمون حاکی از معنی‌داربودن تفاوت میانگین حداقل بین دو منطقه است.[۱]

---

۱. به‌دلیل جدول‌های متعدد در خروجی این آزمون و محدودیت حجم مقاله، به ذکر آخرین جدول یعنی گروه‌های متجانس بسنده شده است و از آوردن جدول‌های توصیفی و مقایسهٔ دو به دوی مناطق خودداری شده است.

جدول ۱. مناطق همگن براساس آزمون شفه

نوع آزمون	مناطق آبفا	تعداد مشترکان	زیرمجموعه‌های آلفا= ۰/۰۵		
			۱	۲	۳
آزمون شفه	۱	۴۸۰۱۸	۱/۴۹۰		
	۴	۱۰۰۹۴۵	۱/۴۹۴		
	۳	۷۳۳۶۹		۱/۵۰۴	
	۵	۶۴۹۲۵		۱/۵۰۸	
	۲	۶۵۹۶۱			۱/۵۹۷
سطح معنی‌داری (sig)			۰/۸۶۸	۰/۰۶۱	۱

براساس جدول بالا، مناطق ۱ و ۴ در یک گروه قرار می‌گیرند. مناطق ۳ و ۵ در یک گروه و منطقهٔ ۲ در یک گروه مجزا قرار می‌گیرند.

رابطهٔ بین ویژگی‌های فردی و اجتماعی- اقتصادی ساکنان و مصرف آب

هدف عمدهٔ این پژوهش بررسی رابطهٔ همبستگی بین ویژگی‌های فرهنگی، اجتماعی، و اقتصادی ساکنان و الگوی مصرف آب آن‌ها بوده است. برای بررسی این رابطه از دو روش ضریب همبستگی و تحلیل رگرسیون چندمتغیره (روش تحلیل مسیر) استفاده شده است. داده‌های مورداستفاده در این رابطه اطلاعات گردآوری‌شده از ۳۹۸ پرسش‌نامه بوده است.

آزمون ضریب همبستگی

آزمون ضریب همبستگی میان گروه‌های مصرف آب خانگی در پنج گروه مصرفی (متغیر وابسته) و ویژگی‌های فرهنگی، اجتماعی، و اقتصادی استخراج‌شده از پرسش‌نامه‌ها (متغیرهای مستقل) محاسبه شده است. متغیر وابسته به‌صورت کمّی و متغیرهای مستقل عمدتاً به‌صورت کیفی بوده که با کُدبندی به حالت کمّی تبدیل شده‌اند. با توجه به تعداد بالای نمونه (۳۹۸)، می‌توان با متغیرهای مستقل رتبه‌بندی‌شده نیز مانند داده‌های کمّی برخورد کرد. بنابراین، در محاسبهٔ ضریب همبستگی، از همبستگی پیرسون استفاده شده که برای متغیرهای کمّی به‌کار می‌رود. نتایج ضریب همبستگی در جدول ۵ آمده است. در میان عوامل مختلف مورد پرسش، عواملی که دارای همبستگی معنادار و غیرمعنادار بودند مشخص شدند.

جدول ۲. نتایج آزمون همبستگی بین ویژگی‌های فردی و اجتماعی- اقتصادی اعضای خانوار و میانگین مصرف آب

متغیر وابسته	متغیرهای مستقل	تعداد	ضریب همبستگی	سطح معناداری (sig)	نتیجهٔ آزمون
میانگین مصرف ماهیانهٔ آب خانوار	سن سرپرست مرد	۳۹۸	۰/۰۳۳ -	۰/۵۳۱	فاقد همبستگی معنی‌دار است.
	سن مادر	۳۹۷	۰/۰۲۷	۰/۶۰۰	فاقد همبستگی معنی‌دار است.
	تحصیلات مادر	۳۹۸	۰/۰۳۹ -	۰/۴۴۱	فاقد همبستگی معنی‌دار است.
	تحصیلات پدر	۳۹۰	۰/۰۰۷	۰/۸۹۹	فاقد همبستگی معنی‌دار است.
	درآمد	۳۴۵	۰/۱۰۲	۰/۰۴۶	دارای همبستگی معنی‌دار است.
	تعداد اعضای خانوار	۳۹۸	۰/۳۱۱	۰	دارای همبستگی معنی‌دار است.
	وضعیت مهاجرت	۳۹۵	۰/۰۲۰	۰/۶۹۵	فاقد همبستگی معنی‌دار است.
	مدت سکونت سرپرست	۳۸۹	۰/۱۵۵	۰/۰۰۳	دارای همبستگی معنی‌دار است.
	مالکیت منزل مسکونی	۳۹۸	۰/۲۴۰	۰	دارای همبستگی معنی‌دار است.
	نوع واحد مسکونی	۳۹۲	۰/۱۰۲	۰/۰۴۶	دارای همبستگی معنی‌دار است.
	مساحت فضای سبز	۳۹۶	۰/۰۳۴	۰/۵۱۴	فاقد همبستگی معنی‌دار است.
	تعداد واحد ساختمانی	۳۹۸	۰/۱۵۱	۰/۰۰۳	دارای همبستگی معنی‌دار است.
	عمر ساختمان	۳۹۵	۰/۲۸۲	۰	دارای همبستگی معنی‌دار است.

داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که از میان ویژگی‌های فردی و اجتماعی- اقتصادی خانوارهای نمونه، تعدادی از آن‌ها با متغیر مستقل یعنی با متوسط مصرف آب خانگی رابطهٔ معنی‌دار دارند و تعدادی فاقد رابطهٔ معنی‌دارند. یکی از متغیرهای مؤثر در مصرف آب، که همبستگی مثبت با میزان مصرف دارد، سطح درآمد خانوار است. به این معنی که میانگین مصرف در خانواده‌های پُردرآمد بیشتر از خانواده‌های کم‌درآمد بوده است؛ دلیل آن این است که معمولاً خانوارهایی با درآمد بیشتر از امکانات و تجهیزاتی استفاده می‌کنند که باعث افزایش میزان مصرف می‌شود. از جملهٔ آن‌ها می‌توان به استخر، وان و جکوزی، ماشین ظرف‌شویی، اتومبیل و شست‌وشوی آن در خانه اشاره کرد.

تعداد اعضای خانوار نیز با میانگین مصرف آب رابطهٔ معنی‌دار و مثبتی دارد که منطقی و توجیه‌پذیر است؛ هرچه تعداد اعضای خانواده بیشتر باشد مصرف آب خانواده بیشتر خواهد بود. همچنین، مدت سکونت سرپرست خانواده در محل همبستگی مثبتی با میزان مصرف آب نشان می‌دهد.

نوع واحد مسکونی، که رابطهٔ معناداری با میانگین مصرف آب خانگی دارد، نشان‌دهندهٔ این است که منازل آپارتمانی دارای بیشترین مصرف آب خانگی هستند. در این منازل اغلب از وسایل آپارتمانی و مدرن استفاده می‌شود و تقریباً به تأسیسات به‌روز مجهزند که به مقدار آب بیشتری نیز نیاز هست. مالکیت منزل مسکونی و تعداد واحد ساختمانی نیز هر یک رابطه‌ای معنادار با مصرف آب خانگی دارند؛ به این صورت که بیشترین مصرف آب مربوط به مشترکانی است که مالک واحد مسکونی خود هستند. همچنین، با افزایش تعداد واحد در یک ساختمان میزان مصرف آب نیز به همان نسبت بیشتر است.

در رابطه با عمر ساختمان نیز هر چه عمر ساختمان مسکونی بیشتر باشد مصرف آب خانگی نیز بیشتر است. این مورد در رابطه با سبک زندگی توجیه‌پذیر است. خانه‌هایی با عمر بالای سی سال اغلب سنتی و دارای باغچه و حیات بزرگ‌ترند که این مسئله موجب افزایش مصرف آب می‌شود.

در رابطه با مساکنی که آپارتمانی و دارای واحدهای آپارتمانی بیشتر و به نوبهٔ خود نیز دارای مصرف بالا می‌باشند این نکته نیز توضیح‌پذیر است که به‌دلیل مشترک‌بودن کنتور آب و صدور صورت‌حساب آب به‌صورت مشترک میزان مصرف هر یک از خانوارهای ساکن به‌طور دقیق مشخص نیست. این امر موجب می‌شود تا برخی مشترکان پُرمصرف، با وجود مصرف بالا، همان مبلغی را پرداخت کنند که سایر واحدها با مصرف پایین پرداخت می‌کنند. این عدم شفافیت باعث می‌شود که خانوارهای کم‌مصرف پاداش واقعی صرفه‌جویی خود را دریافت نکنند و در بعضی موارد موجب برانگیختن رفتار رقابتی در مصرف آب می‌شود که درنهایت مصرف نهایی آب را در ساختمان افزایش می‌دهد.

تحلیل مسیر

تحلیل مسیر، که تعمیم‌یافتهٔ روش رگرسیون چندمتغیره در ارتباط با تدوین مدل‌های علّی است، یک روش پیشرفتهٔ آماری است که به کمک آن می‌توانیم، علاوه بر تأثیرات مستقیم، تأثیرات غیرمستقیم هر یک از متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته را شناسایی کنیم. برای کاربرد روش تحلیل مسیر در این پژوهش، نخست همهٔ متغیرهای مستقلی که گمان می‌رفت بر روی متغیر وابسته، یعنی میانگین مصرف آب خانوار، مؤثر باشند در دستور رگرسیون به روش گام به گام (stepwise) وارد مدل شدند. در مرحلهٔ اول پنج متغیر (میزان درآمد، تعداد اعضای خانوار، عمر ساختمان، تعداد واحدهای مسکونی، و احساس وظیفهٔ خانوار در صرفه‌جویی در مصرف آب)، که به‌طور مستقیم رابطهٔ معنی‌داری با متغیر وابسته داشتند، در مدل وارد شدند که نتایج در جدول‌های ۳ و ۴ آمده است.

جدول۳. ضریب تعیین و ضریب تعیین تعدیل‌شده براساس تحلیل مسیر در رگرسیون چندمتغیره

مدل	R	R Square(ضریب تعیین)	ضریب تعیین تعدیل‌شده	خطای برآورد
۱	۰٫۳۲۱	۰٫۱۰۳	۰٫۱	۰٫۹۵۳
۲	۰٫۳۹۲	۰٫۱۵۴	۰٫۱۴۸	۰٫۹۲۷
۳	۰٫۴۳۲	۰٫۱۸۷	۰٫۱۷۸	۰٫۹۱۱
۴	۰٫۴۸۷	۰٫۲۳۸	۰٫۲۲۷	۰٫۸۸۳
۵	۰٫۵۰۰	۰٫۲۵۰	۰٫۲۳۸	۰٫۸۷۷

مقدار ضریب تعیین (R^2) برابر با ۰٫۲۵۰ است. بدین معنی که ۲۵درصد از مجموع تغییرات مصرف آب به‌وسیلهٔ این پنج عامل تبیین شده و مابقی آن ناشناخته است که کمیت خطا نامیده می‌شود و با مجذورکردن کمیت خطا e به توان دو به‌دست می‌آید. این ضریب نشان‌دهندهٔ مقدار واریانسی است که به‌وسیلهٔ متغیرهای موردبررسی تبیین نشده است. از طریق رابطهٔ ۳ نیز می‌توان کمیت خطا را محاسبه کرد:

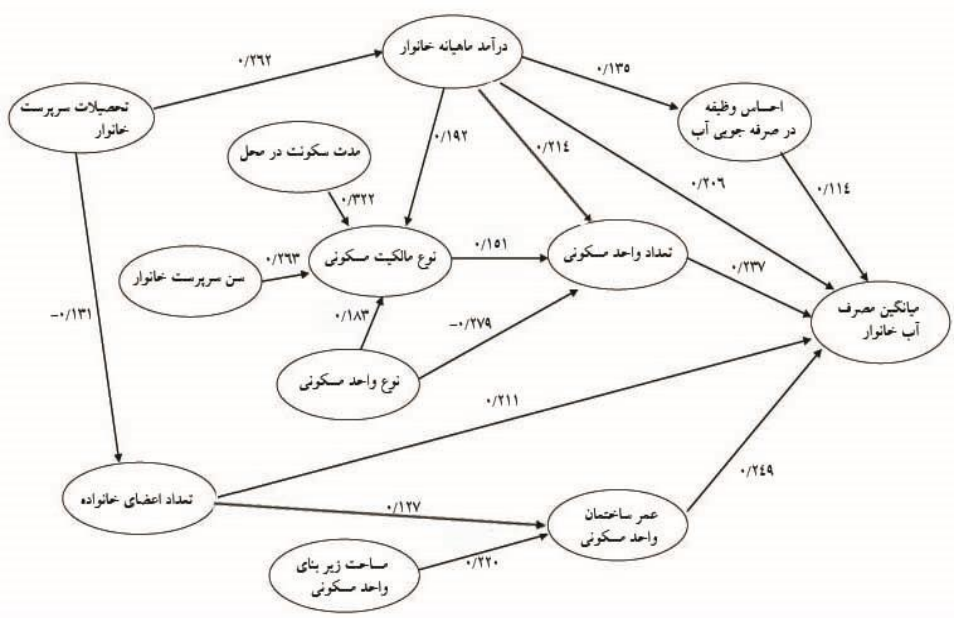
$$R^2 = 1 - e^2 \quad 1 - e^2 = 250\% \quad e^2 = 750\% \qquad (3)$$

جدول ۴. ضرایب ثابت و اثر عامل‌ها بر متغیر وابسته براساس تحلیل مسیر در رگرسیون چندمتغیره

مدل	ضرایب ثابت و عامل‌ها (متغیرهای مستقل)	ضرایب استانداردنشده		ضرایب استانداردشده	سطح معنی‌داری آزمون (Sig)
		ضریب B	خطای استاندارد	ضریب بتا β	
۱	ضریب ثابت	۱٫۹۴۳	۰٫۱۲۶		۰٫۰۰۰
	درآمد	.۰٫۴۱۳	۰٫۰۷۰	۰٫۳۲۱	۰٫۰۰۰
۲	ضریب ثابت	۱٫۳۹۲	۰٫۱۷۹		۰٫۰۰۰
	درآمد	۰٫۳۵۰	۰٫۰۷۰	۰٫۲۷۲	۰٫۰۰۰
	تعداد اعضای خانواده	۰٫۱۹۶	۰٫۰۴۶	۰٫۲۳۱	۰٫۰۰۰
۳	ضریب ثابت	۰٫۹۵۵	۰٫۲۰۹		۰٫۰۰۰
	درآمد	۰٫۳۵۲	۰٫۰۶۹	۰٫۲۷۳	۰٫۰۰۰
	تعداد اعضای خانواده	۰٫۱۶۶	۰٫۰۴۶	۰٫۱۹۶	۰٫۰۰۰
	عمر ساختمان	۰٫۱۴۷	۰٫۰۴۲	۰٫۱۸۵	۰٫۰۰۱
۴	ضریب ثابت	۰٫۷۲۸	۰٫۲۱۲		۰٫۰۰۱
	درآمد	۰٫۲۷۹	۰٫۰۶۹	۰٫۲۱۷	۰٫۰۰۰
	تعداد اعضای خانواده	۰٫۱۷۸	۰٫۰۴۵	۰٫۲۱۰	۰٫۰۰۰
	عمر ساختمان	۰٫۱۹۳	۰٫۰۴۲	۰٫۲۴۴	۰٫۰۰۰
	تعداد واحد مسکونی	۰٫۰۷۷	۰٫۰۱۷	۰٫۲۴۰	۰٫۰۰۰
۵	ضریب ثابت	۰٫۱۸۲	۰٫۳۲۱		۰٫۵۷۱
	درآمد	۰٫۲۶۶	۰٫۰۶۸	۰٫۲۰۶	۰٫۰۰۰
	تعداد اعضای خانواده	۰٫۱۷۹	۰٫۰۴۵	۰٫۲۱۱	۰٫۰۰۰
	عمر ساختمان	۰٫۱۹۸	۰٫۰۴۲	۰٫۲۴۹	۰٫۰۰۰
	تعداد واحد مسکونی	۰٫۰۷۵	۰٫۰۱۷	۰٫۲۳۷	۰٫۰۰۰
	وظیفهٔ خانوار در صرفه‌جویی	۰٫۵۲۷	۰٫۲۳۴	۰٫۱۱۴	۰٫۰۲۵

داده‌های جدول ۴ ضرایب ثابت و اثر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته را براساس روش ورود گام به گام متغیرهایی که رابطهٔ معنی‌دار مستقیمی بر متغیر وابسته، یعنی میانگین مصرفی آب، دارند نشان می‌دهد.

در مرحلهٔ بعد، به‌منظور شناسایی و بررسی میزان تأثیر متغیرهایی که می‌توانند اثر غیرمستقیم در متغیر وابسته داشته باشند، هر یک از متغیرهای مستقل دارای رابطهٔ معنی‌دار مستقیم بر متغیر وابسته به‌عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرهایی که گمان می‌رفت در آن‌ها اثر داشته باشند در مدل رگرسیون یک یا چندمتغیره وارد شده و میزان ضریب بتای (Beta) آن استخراج شده است که به‌دلیل حجم بالای خروجی‌ها از آوردن تک‌تک نتایج خودداری شده و فقط مقدار تأثیر هر یک در شکل ۵ خلاصه شده است.



شکل ۵. نمودار تحلیل مسیر تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته

در نمودار بالا سه دسته متغیر را می‌توان شناسایی کرد:

۱. متغیر وابستهٔ نهایی که همان میانگین مصرف آب خانوار است؛

۲. متغیرهای وابستهٔ میانی که شامل پنج متغیر است: درآمد ماهیانهٔ خانوار، تعداد واحد مسکونی، تعداد اعضای خانوار، عمر ساختمان، و احساس وظیفه در صرفه‌جویی آب. این متغیرها، علاوه بر داشتن تأثیر مستقیم بر متغیر وابسته، به‌طور غیرمستقیم اثر یک یا چند متغیر دیگر را نیز به متغیر وابستهٔ نهایی منتقل می‌کنند. ازاین‌رو، آن‌ها را متغیرهای وابستهٔ میانی می‌نامند؛

۳. متغیرهای مستقل که تأثیر مستقیم در متغیر وابستهٔ نهایی ندارند، ولی با اثرگذاری بر متغیرهای وابستهٔ میانی به‌طور غیرمستقیم در آن تأثیر می‌گذارند. در اینجا براساس نمودار بالا این دسته از متغیرها شامل سطح تحصیلات سرپرست خانوار، مساحت زیربنای واحد مسکونی، نوع مالکیت مسکونی، نوع واحد مسکونی، سن سرپرست خانوار، و مدت سکونت در محل می‌شود.

در مرحلهٔ آخر اثرهای مستقیم و غیرمستقیم براساس ضرایب مسیر (تأثیر رگرسیونی) محاسبه و نتایج آن در یک جدول خلاصه شده است. تأثیر مستقیم درواقع همان ضریب تأثیر رگرسیونی هر متغیر مستقل بر متغیر وابسته است. بنابراین، مقدار این تأثیر را می‌توان از خروجی تحلیل رگرسیون به‌دست آورد. برای به‌دست‌آوردن مقدار تأثیر غیرمستقیم

هر متغیر مستقل بر متغیر وابسته، نخست همهٔ مسیرهای تأثیر غیرمستقیم هر متغیر مستقل بر متغیر وابسته در هم ضرب شده و سپس ماحصل همهٔ این تأثیرات با هم جمع شده است.

جدول ۵. محاسبهٔ تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای مستقل و وابستهٔ میانی بر متغیر وابستهٔ نهایی

متغیرهای مستقل	تأثیر مستقیم	تأثیر غیرمستقیم	تأثیر کل	رتبه از نظر تأثیر کل
درآمد ماهیانهٔ خانوار	۰٫۲۰۶	۰٫۰۷۳	۰٫۲۷۹	۱
تعداد واحد مسکونی	۰٫۲۳۷	–	۰٫۲۳۷	۴
تعداد اعضای خانواده	۰٫۲۱۱	۰٫۰۳۲	۰٫۲۴۳	۳
نوع مالکیت واحد مسکونی	–	۰٫۰۳۶	۰٫۰۳۶	۷
نوع واحد مسکونی		−۰٫۰۱۵	−۰٫۰۱۵	۹
احساس وظیفه در صرفه‌جویی	۰٫۱۱۴	–	۰٫۱۱۴	۵
عمر ساختمان	۰٫۲۴۹	–	۰٫۲۴۹	۲
مدت سکونت در واحد مسکونی	–	۰٫۰۱۱	۰٫۰۱۱	۱۰
سن سرپرست خانوار	–	۰٫۰۰۹	۰٫۰۰۹	۱۱
سطح تحصیلات سرپرست خانوار	–	۰٫۰۳۲	۰٫۰۳۲	۸
مساحت زیربنای واحد مسکونی	–	۰٫۰۵۲	۰٫۰۵۲	۶

داده‌های جدول ۵ نشان می‌دهد که از بین متغیرهایی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در میزان مصرف آب خانوار تأثیرگذار بوده‌اند فقط متغیر نوع واحد مسکونی (آپارتمانی و ویلایی) تأثیر منفی داشته و بقیه دارای تأثیرات مثبت در میزان مصرف آب بوده‌اند.

خلاصه و نتیجه‌گیری

بررسی آمارها و داده‌های مربوط به مصرف آب شهر اصفهان نشان می‌دهد که ۷۷درصد از مجموع مصارف آب این شهر مربوط به بخش خانگی است، ۱۰درصد متعلق به بخش عمومی و اداری، ۷درصد متعلق به بخش تجاری و صنعتی، و ۵٫۵درصد متعلق به فضای سبز. میانگین مصرف ماهانهٔ آب بین خانوارهای اصفهان برابر با ۱۵ متر مکعب در ماه است. اگر میزان مصرف آب خانگی در سه گروه کم‌مصرف (زیر ۱۰ متر مکعب)، متوسط مصرف تا حد مجاز ۱۰ تا ۲۰ متر مکعب، و پُرمصرف (بالای ۲۰ متر مکعب) تقسیم شود، بالای ۵۰درصد مشترکان در مناطق پنجگانهٔ آبفا مصرفی در حد متوسط دارند. حدود ۳۲ تا ۳۹درصد در گروه مصرف بیش از حد مجاز و حدود ۱۰درصد در گروه کم‌مصرف‌ها قرار می‌گیرند.

نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه درمورد مقایسهٔ میانگین مصارف آب خانگی نشان می‌دهد میانگین مصرف آب در مناطق مختلف شهر اصفهان تفاوت معناداری دارد؛ به‌طوری‌که منطقهٔ ۲ آبفا به‌تنهایی در یک گروه قرار می‌گیرد. میانگین مصرف ماهیانه در این منطقه معادل ۱۵٫۹۷ متر مکعب است که به‌طور معناداری بالاتر از سایر مناطق است. مناطق ۳ و ۵ در یک گروه مصرفی قرار می‌گیرند. میانگین مصرف در این دو منطقه به‌ترتیب ۱۵٫۰۸ و ۱۵٫۰۴ متر مکعب بوده که نسبتاً به منطقهٔ ۲ کمتر است. منطقهٔ ۱ و ۴ به‌ترتیب با میانگین ۱۴٫۹۰ و ۱۴٫۹۴ متر مکعب در یک گروه قرار می‌گیرند و مصرفی کمتر از سایر مناطق دارند.

نتایج تحلیل خوشه‌ای به روش آنالیز مکانی نقاط داغ مؤید تفاوت مکانی مصرف آب در مناطق مختلف شهر اصفهان است. در این روش به‌طور جزئی‌تر خیابان‌ها و محله‌های شهر براساس تمرکز بالا و تمرکز پایین از میانگین مصرف آب خانگی بر روی نقشه مشخص شد.

در رابطه با عوامل مؤثر بر میزان مصرف آب خانوارها، نتایج آزمون‌های همبستگی و تحلیل مسیر در رگرسیون چندمتغیره نشان می‌دهد که پنج متغیر به‌طور مستقیم در متغیر وابسته اثر معنی‌داری دارند. این متغیرها عبارت‌اند از: درآمد ماهیانهٔ خانوار، تعداد اعضای خانواده، تعداد واحدهای مسکونی در ساختمان، عمر ساختمان، و احساس وظیفه در صرفه‌جویی آب. علاوه بر این، تعدادی از متغیرها به‌طور غیرمستقیم و با واسطهٔ متغیرهای گروه اول در مصرف آب خانوار تأثیرگذار بوده‌اند. از جملهٔ این متغیرها می‌توان اشاره کرد به سطح تحصیلات سرپرست خانوار، سن سرپرست خانوار، مساحت زیربنای واحد مسکونی، نوع مالکیت مسکونی، مدت سکونت در محل، و نوع واحد مسکونی (ویلایی یا آپارتمانی). از بین متغیرهای یادشده، تحصیلات سرپرست خانوار در متغیر تعداد اعضای خانواده و همچنین نوع واحد مسکونی در تعداد واحدهای مسکونی دارای اثر منفی بوده است. در سایر اثرها متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابستهٔ میانی دارای تأثیر مثبت بوده است.

براساس نتایج حاصل از این تحقیق، از راهکارهای توصیه‌شده برای مدیریت تقاضای مصرف آب خانگی، می‌توان از اقدامات فرهنگی به‌عنوان مهم‌ترین و اساسی‌ترین روش نام برد. در خانواده‌های ایرانی زن نقشی تعیین‌کننده در ساختار و چارچوب اجتماعی و فرهنگی خانواده دارد، زیرا زن، در جایگاه مادر، به لحاظ داشتن بیشترین حضور بین فرزندان و ارتباط با آن‌ها بهتر از هر فرد دیگری می‌تواند در شکل‌گیری فرهنگ، رفتار اجتماعی، و احساسات فرزندان مؤثر باشد. ایفای نقش مثبت و مؤثر مادرِ خانواده مستلزم برخورداری از دانش و آگاهی لازم در زمینه‌های گوناگون فرهنگی، اجتماعی، و اقتصادی است. این امر زمانی میسر خواهد شد که او از طریق تحصیل و با حضور فعال در اجتماع بر آگاهی خود نسبت به مسائل و مشکلات جامعه از جمله کمبود آب بیفزاید و با راهکارهای صرفه‌جویی در مصرف این مادهٔ حیاتی آشنا شود. با توجه به اینکه در این پژوهش ۸۴درصد زنانی که به‌عنوان نمونه موردپرسش قرار گرفته‌اند خانه‌دار بوده و ۴۰درصد پاسخ‌دهندگان در زمینهٔ مصرف آب فرد پُرمصرف خانواده را زنان و به‌ویژه مادر خانواده معرفی کردند، توجه برنامه‌ریزان و مدیران در اطلاع‌رسانی و آگاه‌سازی بانوان دربارهٔ مصرف صحیح آب می‌تواند نقش قابل توجهی در کاهش مصرف خانگی داشته باشد.

از سایر اقدامات مؤثر در صرفه‌جویی و کاهش مصرف آب خانگی می‌توان اشاره کرد به کاهش حد مجاز مصرف آب با تعرفهٔ معمولی، جداکردن کنتورهای آب مشترکان خانگی در آپارتمان‌ها، مشارکت مشترکان با مدیران و متصدیان تأمین و توزیع آب، ساخت برنامه‌های تلویزیونی ویژهٔ بحران آب، و بهینه‌سازی مصرف آب خانگی و همکاری بیشتر سازمان‌های مرتبط با مسئلهٔ آب شهری.

سپاس‌گزاری

این مقاله از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد با نام «تحلیل وضعیت الگوی مصرف آب شهری با تأکید بر مدیریت بحران آب (مطالعهٔ موردی شهر اصفهان)» در رشتهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه حکیم سبزواری، برگرفته شده است. بخشی از منابع مالی و نیز داده‌های مربوط به مصرف آب خانوارها در قالب طرح حمایت از پایان‌نامه‌های دانشجویی توسط شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان تأمین شده است. نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از حمایت‌های مادی و معنوی دو مؤسسهٔ یادشده قدردانی کنند.

منابع

۱. احمدزاده، زرین، ۱۳۸۹، بحران آب در ایران، جهان، و توسعهٔ پایدار، مجلهٔ شهرداری‌ها، س ۹، ش ۹۰، صص ۱۲۴–۱۲۸.

۲. بوستانی، آرمین و انصاری، حسین، ۱۳۹۰، بررسی رویکرد مصرف در مدیریت تقاضای آب شهری، فصل‌نامهٔ *نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی*، س ۹، ش ۴۸، صص ۲۴–۴۱.

۳. حاتمی‌نژاد، حسین؛ پوراحمد، احمد؛ منصوریان، حسین و رجایی، عباس، ۱۳۹۲، تحلیل مکانی شاخص‌های کیفیت زندگی در شهر تهران، *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، دورهٔ ۴۵، ش ۴، صص ۲۹–۵۶.

۴. شهرداری اصفهان، ۱۳۹۲، *آمارنامهٔ شهر اصفهان*، اصفهان: معاونت برنامه‌ریزی و پژوهش و فناوری اطلاعات.

۵. علی‌آبادی، کاظم و داداشی رودباری، عباس‌علی، ۱۳۹۴، بررسی تغییرات الگوهای خودهمبستگی فضایی دمای بیشینهٔ ایران، فصل‌نامهٔ *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، س ۶، ش ۲۱، صص ۸۶–۱۰۴.

۶. مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵، *سرشماری عمومی نفوس و مسکن*، درگاه ملی آمار، https://www.amar.org.ir/

۷. مهندسین مشاور زاینداب، ۱۳۹۲، مطالعات بررسی و شناخت الگوی زمانی تقاضای شبکه و مشترکین و مدیریت بهینهٔ مصرف آب، شرکت مهندسی آب و فاضلاب استان اصفهان، گزارش نهایی، ص ۴.

8. Ahmadzadeh, Zarrin, 2010, Water crisis in Iran, the world and sustainable development, *Journal of municipalities*, Vol. 9, No. 90, PP. 124-138 (I*n Persian*).

9. Ali Abadi, K. and Dadiashi Roudbari, A.A., 2015, Study of changes in spatial self- correlation patterns of maximum temperature in Iran, *Journal of Geographical Studies in Arid Regions*, Vol. 6, No. 21, 86-104 (*in Persian*).

10. Angela, H. and Nils, W., 2014, Estimating potential outdoor water consumption in private urban landscapes by coupling high-resolution image analysis, irrigation water needs and evaporation estimation in Spain, *Landscape and Urban Planning*, Vol. 123, PP. 61-72.

11. Beal C, Stewart, R.A., 2005, South East Queensland residential end use study: final report. Urban Water Security Research Alliance. Technical Report No. 47, PP 1-163, http://www.urbanwateralliance.org.au/publications/UWSRA-tr47.pdf.

12. Brauman, K. A.; Siebert, S. and Foley, J. A., 2013, Improvements in crop water productivity increase water sustainability and food security—a global analysis, *Environ. Res. Lett*, 8, 024030. http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024030.

13. Bustani, A. and Ansari, H., 2011, The study of Approach to consumption in urban water demand management, *Journal of Agriculture and Natural Resources*, Vol. 9, No. 48, PP. 24-41 (*In Persian*).

14. Consultant Engineers Zayandab, 2013, The Studies and understanding of time pattern of network demand and subscriber and optimal management of water use, *Water and Wastewater Engineering Company of Isfahan province*, *Final report*, P. 4 (*In Persian*).

15. Dinar, A.; Pochat, V. and Albiac-Murillo, J., 2015, Introduction. In: Dinar, A., Pochat, V., Albiac-Murillo, J. (Eds.), *Water Pricing Experiences and Innovations*, Springer, Switzerland, PP. 1e12.

16. El-Sayed, M., Van der Steen, N.P., Abu-Zeid, Kh., Vairavamoorthy, K., 2010, Towards sustainability in urban water: a life cycle analysis of the urban water system of Alexandria City, Egypt, Journal of Cleaner Production, No 18, PP 1100–1106, http://doi:10.1016/j.jclepro.2010.02.009.

17. Franceys, R. W. A. and Gerlach, E., 2011, Consumer involvement in water services regulation, *Util. Policy*, Vol. 19, PP. 61-70.

18. Furlong, C.; De Silva, S.; Guthrie, L. and Considine, R., 2016, Developing a water infrastructure planning framework for the complex modern planning environment, *Util. Policy*, Vol. 38, PP. 1-10.

19. Jorgensen, B., Graymore, M. and O'Toole, K., 2009, Household water use behavior: An integrated model, Journal of Environmental Management, No 91, PP 227–236,

20. http://doi:10.1016/j.jenvman.2009.08.009.

21. Hanak, B. E. and Davis, M., 2006, Lawns and water demand in California, *California Economic Policy*, Vol. 2, No. 2, PP. 1-22.<http://www.ppic.org/content/pubs/cep/ep _706ehep.pdf> (retrieved 29.03.2013).

22. Hatami Nejad, H.; Pourahmad, A.; Mansourian, H. and Rajaei, A.,2013, Spatial Analysis of Life Quality Indices in Tehran City, Human Geography Research, Volume 45, Issue 4, p: 29-56(*in Persian*).

23. House-Peters, L. A. and Chang, H., 2011, Urban water demand modeling: review of con-cepts, methods, and organizing principles, *Water Resour Res*, Vol. 47, No. 5, PP. 1-15, http://dx.doi.org/10.1029/2010WR009624, W05401.

24. Isfahan Municipality, 2013, *Statistical yearbooks of Isfahan*, Isfahan: Assistance of Planning and Research and Information Technology(I*n Persian*).

25. Loh, M. and Coghlan, P., 2003, *Domestic water use study: Perth*, Western Australia, Springer, 998-2001.

26. Makki, A.; Stewart, R.; Panuwatwanich, K. and Beal, C., 2013, Revealing the determinants of shower water end use consumption: enabling better targeted urban water conservation strategies, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 60, PP. 129-146.

27. Molinos-Senante, M. and Sala-Garrido, R., 2015, The impact of privatization approaches on the productivity growth of the water industry: a case study of Chile, *Environ.Sci. Policy*, Vol. 50, No. 166-179.

28. Naff, T. and Dellapenna, J., 2002, Can there be confluence? A comparative consideration of Western and Islamic fresh water law, *Water Policy*, Vol. 4, PP. 465-489.

29. Neto, Susana, 2016, Water governance in an urban age, *Utilities Policy*, Vol. 43, PP. 32-41.

30. OECD, 2015, Water Resources Governance in Brazil [Online] Available at: http:// www.oecd-ilibrary.org/governance/water-resources-governance-in-brazil _9789264238121 -en [Accessed 21 09 2015].

31. Por tnov, B.A. Meir**,** I., 2008**,** Urban water consumption in Israel: convergence or divergence? Environmental science & policy, No 11, PP 347–358**.** http://doi:10.1016/j.envsci.2007.10.001.

32. Rachelle, M.; Willis, Rodney A.; Stewart, R.; Panuwatwanich, K.; Jones, S. and Kyriakides, A., 2010, Alarming visual display monitors affecting shower end use water and energy conservation in Australian residential households. *Resources Conservation and Recycling*, https://www.researchgate.net/publication/222891736.

33. Rathnayaka, K.; Malano, H.; Arora, M.; George, B. S.; Maheepala, S. and Nawarathna, B., 2017, Prediction of urban residential end-use water demands by integrating known and unknown water demand drivers at multiple scales II: Model application and validation, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 118, PP. 1-12.

34. Sadalla, E.; Berlin, A.; Neel, R. and Ledlow, S., 2014, Priorities in residential water use: a trade-off analysis, *Environment and Behavior*, Vol. 46, No. 3, PP. 303-328.

35. Vanhama, D.; Makb, T. N. and Gawlika, B. M., 2016, Urban food consumption and associatedwater resources: The example of Dutch cities, *Science of the Total Environment*, Vol. 565, PP. 232-239.

36. Statistics Center of Iran, 2016, *Population and Housing Census*, National Portal of Statistics, https://www.amar.org.ir (*In Persian*).

37. Zhang, H. and Brown, D. F., 2005, Understanding urban residential water use in Beijing and Tianjin, China, *Habitat International*, Vol. 29, PP. 469-491.