Journal of Water and Wastewater Science and Engineering (JWWSE)
DOI: 10.22112/JWWSE.2024.377884.1338

نشریه علمی
علوم و مهندسی آب و فاضلاب

شناسایی و بررسی عوامل موثر بر مصرف آب خانگی با رویکرد ترکیبی Delfi، Dematel و Topsis فازی

حبیب اله داداشی دیوکلایی[1]، علی ثریایی[2]* و سیدعلی نبوی چاشمی[3]

۱. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، گروه مدیریت صنعتی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران.
۲. استادیارگروه مدیریت صنعتی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران.
۳. دانشیار گروه مدیریت مالی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران.
*نویسنده مسئول، ایمیل: a.sorayaei@gmail.Com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۰
تاریخ اصلاح: ۱۴۰۲/۰۸/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۵

چکیده

در حال حاضر کمبود آب زندگی میلیاردها نفر از مردم سراسر جهان را تهدید می‌کند و با توجه به رشد جمعیت، رشد اقتصادی و تغییرات اقلیمی انتظار می‌رود این روند در آینده ادامه داشته و حادتر گردد. از این رو، تمایل به مهار مصرف بی‌رویه آب از طریق شناسایی عوامل اصلی موثر بر رفتار مصرف‌کننده در مدیریت منابع آب آشامیدنی بسیار مهم شده است. با درک این ضرورت، هدف پژوهش حاضر شناسایی و بررسی روابط علی و معلولی و اولویت بندی عوامل موثر بر الگوی مصرف آب در بخش خانگی است. در این راستا با بررسی ادبیات موضوع در حوزه آب و مصاحبه با خبرگان صنعت، عوامل موثر بر مصرف در معیارهای مختلف شناسایی و پایش شدند. از طریق روش دلفی فازی نسبت به بررسی عوامل اقدام و در نهایت ۷ معیار اصلی اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی ، فنی و مهندسی، قانونی و مدیریتی، مکانی و زمانی با ۲۶ زیرمعیار شناسایی شدند. سپس از طریق روش دیمتل فازی به بررسی روابط علی و معلولی و ارزیابی و رتبه بندی این عوامل با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی اقدام شد. نتایج بدست آمده از تحقیق میزان آگاهی خانواده، استفاده از ادوات کاهنده آب، تبلیغات و آموزش، انگیزه مصرف، تعرفه و قیمت‌گذاری آب و استفاده از شیرآلات جدید رتبه اول تا ششم را داشتند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که از میان عوامل مختلف می‌توان با افزایش آگاهی‌های لازم به خانوارها در چگونگی نحوه مصرف آب و تغییر در شیوه الگوی مصرف، تاثیرگذاری بالایی در مدیریت مصرف آب داشت.

واژه‌های کلیدی: دلفی فازی، عوامل موثر بر مصرف آب، دیمتل فازی، تاپسیس فازی، مدیریت مصرف

پذیرفته شده / ویراستاری نشده

Identifying and investigating the factors affecting household water consumption with the Hybrid approach of FDelfi, FDelphi-FTopsis

Habibollah Dadashi Divkolaei [1], Ali Sorayaei [2], Seyed Ali Nabavi Chashmi [3]

1, Ph.D. Candidatein Industrial Management, College of Humanities, Islamic Azad University, Babol Branch, Babol, Iran, ***Email: Habib.Dadashi1396@Gmail.Com***

2, Assistant Professor, Department of Management, College of Humanities, Islamic Azad University, Babol Branch, Babol, Iran,***Email: a.sorayaei@Gmail.Com***

3, Associate Professor, Department of Management, College of Humanities, Islamic Azad University, Babol Branch, Babol, Iran, ***Email: anabavichashmi2003@gmail.com***

For correspondence: ***Email:*** ***a.sorayaei@Gmail.Com***

Received: 31/12/2022
Revised: 17/11/2023
Accepted: 26/12/2023

Abstract

Currently, the lack of water threatens the lives of billions of people around the world, and due to population growth, economic growth, and climate change, this trend is expected to continue and become more acute in the future. Therefore, the desire to curb excessive water consumption through identifying the main factors affecting consumer behavior has become very important in the management of drinking water resources. By understanding this necessity, the aim of the current research is to identify and investigate the causal relationships and prioritize the factors influencing the pattern of water consumption in the domestic sector. In this regard, by reviewing the literature in the field of water and interviewing industry experts, factors affecting consumption were identified and monitored in various criteria. Through the fuzzy Delphi method to investigate the action factors and finally 7 main economic, social, cultural, technical and engineering, legal and managerial, spatial and temporal criteria with 26 sub-criteria were identified. Then, through the fuzzy Dematel method, cause and effect relationships were investigated and these factors were evaluated and ranked using the fuzzy Topsis technique. The results obtained from the research on family awareness, use of water-reducing devices, advertising and education, consumption motivation, water tariff and pricing, and the use of new faucets ranked first to sixth. The findings of the research show that among various factors, it is possible to have a high impact on water consumption management by increasing the awareness of households on how to use water and changing the consumption pattern.

Keywords: Fuzzy Delphi, Factors affecting water consumption, Fuzzy dimethyl, Fuzzy TOPSIS, Consumption management

۱-مقدمه

آب مهم‌ترین منبع طبیعی برای توسعه پایدار و کیفیت زندگی است. اما به طور نامساوی توزیع شده‌است. تقریبا یک پنجم جمعیت جهان در مناطقی زندگی می‌کنند که آب کمیاب است و یک چهارم از کمبود شدید آب رنج می‌برند(United Nations Development Programme, 2012). با پیشرفت در قرن بیست و یکم، مدیریت منابع آب یکی از بزرگترین چالش‌های جهانی خواهد بود، و با پیش بینی کمبود آب در آینده برای اهداف مصرف، نیاز به تجزیه و تحلیل اقتصادی فوری و عمیق در مورد این موضوعات وجود دارد. کسب وکارها، دولت‌ها و سیاست‌گذاران در سرتاسر جهان باید برای فراتر رفتن از یک رویکرد معمول کسب وکار با یکدیگر همکاری کنند تا نه تنها عرضه و بهره‌وری منابع آب فعلی را افزایش دهند، بلکه با تغییر شکل دادن به فعالیت‌های اقتصادی زیربنایی، سطح برداشت را نیز کاهش دهند(Jansen, 2012) . اخیراً این نگرانی‌ها در کشورهای در حال توسعه افزایش یافته است و بحث‌های گسترده ای در مورد طراحی و اجرای سیاست‌های آب وجود داشته است(Katz, 2016). تغییرات آب و هوایی، خشکسالی‌های شدید، رشد جمعیت، افزایش تقاضا و مدیریت ضعیف در دهه‌های اخیر بر منابع کمیاب آب شیرین در سراسر جهان تاکید بیشتری داشته و منجر به کمبود شدید آب در بسیاری از مناطق شده است. (Salehi, 2022). با این حال، کمبود مطالعات در مورد مصرف آب خانگی در زمان برآورده شدن تقاضای آب خانگی یکی از اهداف اصلی مداخلات سیاستی مختلف و دستورالعمل‌ها و برنامه‌هایی در کاهش خشکسالی یا استراتژی‌های مدیریت آب خانگی است(Narmilan et al., 2021). پیش بینی تقاضای آب شرب خانگی و تعیین عوامل مؤثر در مصرف آب، در توسعه برنامه‌ریزی‌های مربوط به خانوارهای کشورهای اروپایی از اهمیت فراوانی برخوردار است (Downward and Taylor, 2007). با این حال، میزان استفاده از آب شهری به عوامل متعددی از جمله الگوها و عادات استفاده از آب توسط جمعیت و غیره بستگی دارد (Siddiqi and Anadon 2011). تهامی‌پور (۱۳۹۶) اما آنچه که امروز روش برخورد با مساله آب را از گذشته جدا می‌کند، عدم امکان افزایش استحصال منابع آبی است. از این رو برای کنترل و تعدیل بازار مصرف، راهی جز توجه به بخش تقاضا و مدیریت تقاضا وجود ندارد. به طور کلی رفتار با آب به عنوان کالایی اقتصادی برای تصمیم گیری درباره تخصیص آب میان بخش‌های مختلف به ویژه در شرایط کمیابی منابع آب، اهمیت اساسی دارد.

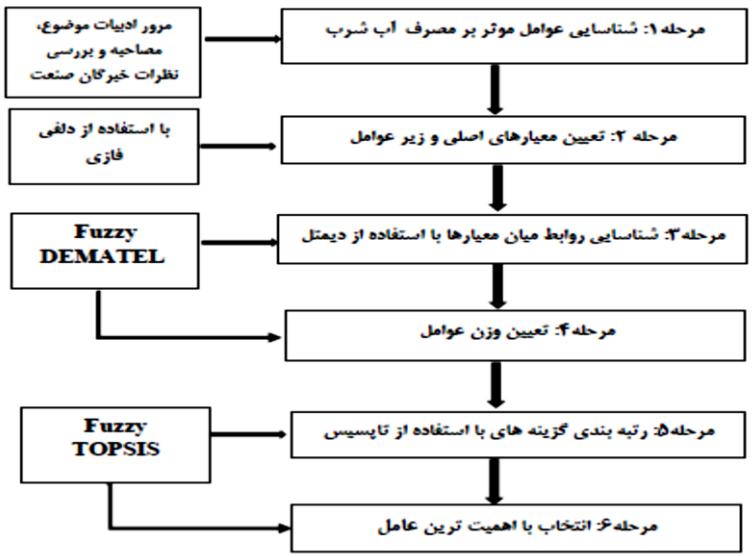
امروزه تاثیر استفاده از ادوات پیشرفته در مصرف آب قابل ملاحظه است. Daminato (2021) در مطالعه تاثیر کنتورهای هوشمند بر مصرف آب مسکونی که توسط انجام شد نتایج نشان داد که کنتور هوشمند می‌تواند با بهبود اطلاعات و ارائه بازخورد در مورد مصرف آب به خانوارها در تغییرات رفتاری و حفاظت از آب را ارتقا دهند. تحلیل آگاهی مصرف کنندگان از مصرف آب پایدار، با مفهوم رد پای آب[1] شاخصی ابرای نشان دادن روابط پنهان مصرف آب است. در تحقیق Gómez (2020) and Barros به تجزیه و تحلیل آگاهی اجتماعی در مورد مصرف آب، که به عنوان ابزاری اساسی برای بهره وری آب و روش‌های تصمیم گیری متناسب با چالش‌های ناشی از کمبود آن انجام شد. آنها به این نتیجه رسیدند که بالابردن آگاهی عمومی پیرامون استفاده مسئولانه از آب لازم و ضروری است و دانش اجتماعی امکان تنظیم مدیریت پایدار آب را فراهم می‌کند و مصرف آب با فعالیت‌های روزانه مرتبط است. Dimkić (2020) در مطالعه خود تأثیر دما بر مصرف آب را از طریق بررسی عوامل اقلیمی، اقتصادی، اجتماعی، جمعیتی، در دسترس بودن منابع آب، درآمد، قیمت‌گذاری آب، سیاست‌گذاری، زمان و عادات مردم انجام داد. این مطالعه نشان داد که همبستگی قوی بین دما، منابع در دسترس، سیاست‌گذاری، شرایط سیستم آبرسانی و عادات مردم بر مصرف آب نقش دارد. Rondine and Sarmiento (2020) با بررسی مصرف آب بر روی الگوی مصرف و زیرساخت‌ها به این نتیجه رسیدند که مصرف آب به شدت تحت تأثیر ویژگی‌های مسکونی قرار دارد. در این تحقیق الگوی مصرف شامل جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی و زیرساخت‌ها شامل نوع محل سکونت، فناوری وسایل موجود و مصرف مربوط به

اتاق‌های(آشپزخانه ، خشکشویی و سرویس بهداشتی) است. همچنین عوامل خارجی شامل قیمت، آب و هوا و سیاست‌ها هم تاثیرگذار می‌باشند. Wardak and Yousef Abe (2019) تحلیل عوامل موثر بر مصرف آب در شهر جده را انجام دادند که شامل عوامل جمعیت، دما، رطوبت، نرخ تورم و تولید ناخالص داخلی سالانه بود. Van Vliet (2005) نتایج مطالعات مختلف حاکی از آن است که طیف وسیعی از متغیرهای اقتصادی اجتماعی و جمعیتی وجود دارند که بر میزان تقاضای آب تأثیرگذارند که ازجمله مهم ترین آنها می‌توان به بعد خانوار، سن افراد، تحصیلات، شغل و درآمد افراد اشاره کرد. برخی دیگر از محققان از جمله وجود امور زیربنایی یا خدمات آبرسانی عام المنفعه را عواملی مؤثر در تقاضای آب دانسته اند. Garcia (2013) متغیرهای جمعیت شناختی موثر در مصرف آب شامل بعد خانوار، میزان درآمد و تحصیلات، محل تولد و محل سکونت را مورد بررسی قرارداد. تابش و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از روش‌های تصمیم گیری چندشاخصه، الگویی برای انتخاب مناسب ترین راهبرد مدیریت مصرف آب در شبکه‌های توزیع آب شهری ارائه دادند. آنها با بهره گیری از نظرهای کارشناسان و متخصصین صنعت آب و فاضلاب، راهبردهای مختلف مدیریت مصرف آب را رتبه بندی نمودند. راهبردهای انتخاب شده در این تحقیق عبارتند از فرهنگ سازی در بین مصرف کنندگان، اجرای برنامه‌های آموزشی و تبلیغاتی، کاهش آب بدون درآمد، افزایش آب بها و استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف همچنین معیارهایی مانند هزینه، زمان، رضایت مشترکین، میزان آب به حساب نیامده و تأثیر اجرای طرح در کاهش مصرف آب برای وزن دهی و تعیین امتیاز راهبردها استفاده شدند. در نهایت راهبرد کاهش آب بدون درآمد به عنوان مناسب ترین راهبرد از دیدگاه تصمیم گیرندگان شناخته شد. این در حالی است که با توجه به بررسی تحقیقات گذشته بررسی جامعی جهت شناسایی عوامل تاثیرگذار مشاهده نشده و عملا محققان تنها عوامل کلی را مورد بررسی قرار دادند. Garcia (2013) متغیرهای جمعیت شناختی، Daminato (2021) به تاثیر کنتورهای هوشمند بر آب مصرفی، (Gómez and Barros (2020 به تجزیه و تحلیل آگاهی اجتماعی مردم و دانش اجتماعی در مصرف آب، Wardak and Yousef (2019) Abe عوامل جمعیت، دما، رطوبت، نرخ تورم و تولید ناخالص داخلی سالانه، Rondine and Sarmiento (2020) به بررسی مصرف آب بر روی الگوی مصرف و زیرساخت‌ها را انجام دادند.

شرکت‌های آب و فاضلاب بر مبنای رسالت اصلی خود مسئول تامین آب سالم و دفع بهداشتی فاضلاب هستند. از این رو این شرکت‌ها همیشه با چالش‌های زیادی در مورد مدیریت و برنامه ریزی مناسب برای استفاده صحیح از آب شرب موجود به ویژه مصرف آب خانگی روبرو هستند. تعدادی از عوامل وجود دارند که بر رفتار استفاده از آب تاثیر می‌گذارند و همچنین عوامل مهمی هم هستند که به طور کامل بررسی نشده اند که ممکن است در توسعه استراتژی موثر تقاضا آب مفید باشند و می‌تواند گام هایی برای کاهش مصرف آب خانگی را افزایش دهد(Jorgensen et al., 2009). با توجه به بررسی پیشینه پژوهش و اهمیت موضوع مصرف آب، پژوهش قابل ملاحظه ای که به صورت جامع عوامل تاثیرگذار بر مصرف آب را مورد شناسایی و بررسی قرار دهد مشاهده نشده است. بر این اساس، با توجه به شرایط اقلیمی و اجتماعی در هر منطقه ضروری است تا عوامل موثر بر مصرف شناسایی و ارتباط میان آنها بررسی گردد. از این رو در این پژوهش با درک آنچه که در یک سطح از منطقه رخ می دهد نسبت به شناسایی و دسته بندی عوامل اصلی و تعیین زیرعامل‌ها اقدام شده و سپس از منطق فازی برای عدم قطعیت موجود در ارزیابی کیفی عوامل استفاده شده است که در تحقیقات قبلی مشاهده نشده است و همچنین برای رتبه بندی عوامل شناسایی شده، از روش تکنیک تاپسیس[۲] فازی با عدم قطعیت عناصر تصمیم استفاده شد. تا عواملی که تاثیر مهمی در مصرف آب دارند مشخص شوند و با بهره گیری از آن برای مدیریت بهتر منابع آب اقدام شود.

۲- روش شناسی پژوهش

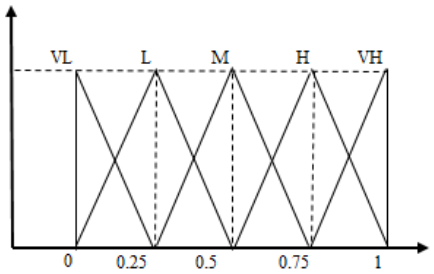
روش تحقیق در این پژوهش، از نوع روش‌های پیمایشی است که از انواع تحقیقات توصیفی به شمار می رود و از نظر نوع هدف، کاربردی است، زیرا در صدد به کارگیری یک روش تصمیم گیری چند شاخصه فازی برای رتبه بندی عوامل موثر بر مصرف آب می‌باشد. از سوی دیگر این تحقیق دارای اهمیت میدانی است، زیرا بخش اصلی اطلاعات آن از طریق مصاحبه و تکمیل پرسشنامه توسط متخصصان و خبرگان حوزه مورد مطالعه شرکت آب و فاضلاب استان مازندران گردآوری شده است. خبرگان شامل معاونین، مدیران و کارشناسان خبره در حوزه مدیریت مصرف می‌باشند که دارای دانش لازم در حوزه بهره برداری و مشترکین بوده، سابقه بالای پانزده سال و همچنین انگیزه لازم درجهت انجام تحقیق را داشته انتخاب شدند. شکل (۱)، مراحل اجرای تحقیق حاضر را به تصویر کشیده است. خبرگان شامل ۲۰ نفر از مدیران و کارشناسان باسابقه و سطح تحصیلات بالا و صاحب نظران محسوب می‌شوند که از طریق نمونه‌گیری گلوله برفی انتخاب شده اند. بدین صورت، ابتدا محقق با استفاده از روش نمونه‌گیری قضاوتی افراد نخبه و صاحب نظر را انتخاب کرده و در ادامه برای یافتن سایر افراد متخصص در آن یک شرکت کننده در پژوهش، ما را به شرکت کنندگان دیگر هدایت می کند. بعد از جمع آوری اطلاعات لازم و پایش و تحلیل محتوای کیفی ۳۹ عوامل موثر شناسایی شدند. سپس با تشکیل پانل دلفی و تهیه پرسشنامه و توزیع آن به بررسی عوامل اقدام شد تا عواملی که از جامعیت بیشتری برخوردار هستند شناسایی گردند. روش دلفی با مشارکت افرادی انجام می‌گیرد که در موضوع پژوهش دارای دانش و تخصص باشند. این افراد با عنوان پانل دلفی شناخته می‌شوند. گزینش اعضای واجد شرایط برای پانل دلفی از مهم ترین مراحل این روش به حساب می‌آید؛ زیرا اعتبار نتایج کار بستگی به شایستگی و دانش این افراد دارد. این روش در عمل، یک سری از پرسشنامه‌ها یا دوره متوالی به همراه بازخوران کنترل شده ای است که تلاش دارد به اتفاق نظر میان یک گروه از افراد متخصص درباره یک موضوع خاص دست پیدا کند(Powell, 2003).



شکل۱- مراحل اجرای تحقیق

کاربرد این روش، ساخت دادن به فرایند ارتباطات گروهی است، به نحوی که چنین فرایندی در فراهم کردن زمینه درگیری مجموعه ای از افراد به عنوان یک کل مساله یا موضوعی پیچیده موثر باشد (Turoff and Linston, 2002). در روش دلفی کلاسیک، نظرات خبرگان در قالب اعداد قطعی بیان می‌شود، در حالی که افراد خبره از شایستگی‌های ذهنی خود برای بیان نظر استفاده می‌کنند و این نشان دهنده احتمالی بودن عدم قطعیت حاکم بر این شرایط است. آذر و فرجی (۱۳۹۰) احتمالی

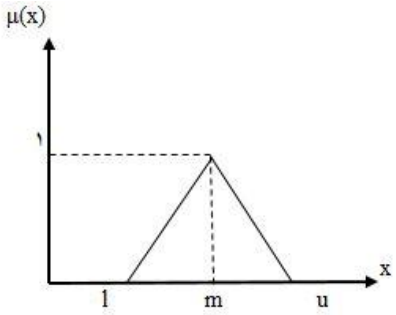
بودن عدم قطعیت، با مجموعه‌های فازی سازگاری دارد. بنابراین، بهتر است داده‌ها در قالب زبان طبیعی از خبرگان اخذ و با استفاده از مجموعه‌های فازی مورد تحلیل قرار گیرند. کاربرد این روش به منظور تصمیم گیری و اجماع بر مسائلی که اهداف و پارامترها به صراحت مشخص نیستند، به نتایج ارزنده ای منجر می شود. اسماعیل زاده و همکاران (۱۴۰۱) ویژگی مهم این روش، ارائهٔ چارچوبی انعطاف پذیر است که بسیاری از موانع مربوط به عدم دقت و صراحت را تحت پوشش قرار می دهد. بسیاری از مشکلات در تصمیم گیری‌ها مربوط به اطلاعات ناقص و نادقیق است. همچنین تصمیم‌های اتخاذ شدهٔ خبرگان، بر اساس صلاحیت فردی و به شدت ذهنی آنان است. بنابراین بهتر است داده‌ها به جای اعداد قطعی با عدد فازی نمایش داده شوند. در این مطالعه از عدد فازی مثلثی استفاده شده است. یک عدد فازی مثلثی به صورت شکل (۲) نمایش داده می‌شود.



شکل۲- نمایش اعداد فازی مثلثی

عدد فازی مثلثی با سه عدد حقیقی به صورت M=(l, m, u) نمایش داده می‌شود. کران بالا (u) بیشینه مقادیر عدد فازی (m) محتمل ترین مقدار یک عدد فازی و (l) کران پایین کمینه مقادیرعدد فازی است. تابع عضویت یک عدد فازی مثلثی به صورت رابطه (۱) است. در شکل (۳) تابع عضویت ارزش کلامی اعداد فازی نشان داده شده است.

$$um(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & l \le x \le m \\ \frac{u-l}{u-m} & m \le x \le u \\ 0 & otherwise \end{cases} \qquad (۱)$$



شکل۳- ارزش‌های کلامی و اعداد فازی

در مرحله اول دلفی، پرسشنامه ای طراحی و از خبرگان که دارای تجربه بالا و دانش لازم و کافی در زمینه موضوع مورد بررسی و همچنین علاقمند و زمان کافی برای مشارکت در تحقیق را داشته درخواست شد تا با استفاده از متغیرهای کلامی خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد میزان اهمیت هر یک از عوامل شناسایی شده را مشخص نمایند. یک راهکار ساده

برای فازی‌سازی داده‌ها استفاده از طیف‌های استاندارد است. در این پژوهش برای تبدیل متغیرهای کلامی خبرگان از اعداد فازی مثلثی از طیف لیکرت ۵ درجه استفاده شده است(حبیبی و همکاران،۱۳۹۳). بعد از جمع آوری نظرهای تصمیم گیرندگان با تخصیص عدد فازی مثلثی مطابق جدول (۱) به نظر هر خبره، نسبت به محاسبه میانگین نظرات اقدام شد. تایید و غربالگری شاخص‌ها با مقدار آستانه S صورت می‌پذیرد. هیچ راه ساده و قانونی برای تعیین مقدار آستانه وجود ندارد و اصولا از نظر خبرگان استخراج می‌شود (Cheng and Lin, 2002).

جدول۱- متغیرهای کلامی و اعداد دلفی فازی (Martinez and Canal, 2011)

عبارات زبانی	اعداد فازی مثلثی
خیلی کم	(۰ ,۰ ,۰/۲۵)
کم	(۰ ,۰/۲۵ ,۰/۵)
متوسط	(۰/۲۵ ,۰/۵ ,۰/۷۵)
زیاد	(۰/۵ ,۰/۷۵ ,۱)
خیلی زیاد	(۰/۷۵ ,۱ ,۱)

جهت ارزیابی رد یا قبول عوامل، بر اساس رابطه(۲) دیفازی شدند.

$$Crisp = \frac{l+m+u}{3} \qquad (۲)$$

در این پژوهش جهت تصمیم‌گیری درباره توقف یا ادامه دورهای دلفی اتفاق نظر قوی میان اعضای پانل است. حبیبی و همکاران (۱۳۹۳) مرز قابل قبول بودن عامل آستانه مقدار (۰/۷) است. اگر مقدار دیفازی شده عدد فازی مثلثی نزدیک به (۰/۷) یا بالاتر از آن باشد، به عنوان عامل قابل قبول، پذیرش شده و در غیر این صورت مورد قبول واقع نمی‌شود.

بعد از شناسایی عوامل موثر از طریق تکنیک دیمتل[۳] فازی نسبت به بررسی ساختار تاثیرات درونی میان شاخص‌ها اقدام شد. این تکنیک روشی مؤثر است که با تجمیع دانش گروهی، به تجزیه و تحلیل روابط بین عوامل سیستم می پردازد. مهم ترین مشخصه این روش، در تصمیم گیری چند شاخصه و عملکرد آن در ایجاد رابطه و ساختار بین عوامل است(Lee et al., 2011).

بعد از شناسایی ارتباطات و ساختار درونی عوامل از طریق تکنیک تاپسیس نسبت به رتبه بندی عوامل از با اهمیت ترین آن اقدام شد. واژه تاپسیس به معنی روش‌های ترجیح بر اساس مشابهت به راه حل ایده آل است. این مدل در سال ۱۹۸۱ توسط هونگ یون پیشنهاد شد. منطق اصولی این مدل راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی است. گزینه بهینه گزینه‌ی است که کمترین فاصله از راه حل ایده آل مثبت و در عین حال دورترین فاصله با راه حل ایده آل منفی دارد (Chen, 2000).

مراحل تکنیک دیمتل فازی به شرح ذیل می‌باشد:

در گام نخست محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم (D) از پاسخ دهندگان خواسته شد تا میزان تأثیرگذاری عامل i بر عامل j را با استفاده از جدول (۲)، نشان دهند. برای بررسی عوامل از نظر ۲۰ خبره استفاده شد. سپس برای ادغام نظرات خبرگان از رابطه (۳) از آنها میانگین حسابی گرفته شد.

$$\tilde{z} = \frac{(\tilde{x}1+\tilde{x}2+\tilde{x}3+\cdots+\tilde{x}p)}{p} \qquad (۳)$$

در این فرمول P تعداد خبرگان و $\tilde{x}p$ ،... ،$\tilde{x}3$ ،$\tilde{x}2$ ،$\tilde{x}1$ به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی خبره ۱، خبره ۲ و خبره P می‌باشد و $\tilde{z}$ عدد فازی مثلثی به صورت $\tilde{z} = (l_{ij}m_{ij}، lu_{ij}،)$ است.

جدول ۲- طیف پنج درجه‌ای تکنیک دنپ و معادل قطعی برای عبارات کلامی

متغیر	معادل قطعی	معادل فازی
بدون تأثیر	۰	(۰ ,۰ ,۰/۲۵)
تأثیر کم	۱	(۰ ,۰/۲۵ ,۰/۵)
تأثیر متوسط	۲	(۰/۲۵ ,۰/۵ ,۰/۷۵)
تأثیر زیاد	۳	(۰/۵ ,۰/۷۵ ,۱)
تأثیر خیلی زیاد	۴	(۰/۷۵ ,۱ ,۱)

در گام دوم، نرمال سازی ماتریس ارتباط مستقیم است. مطابق با رابطه (۴) و (۵) ماتریس میانگین ارتباطات مستقیم را نرمال کرده و آن را ماتریس H می‌نامیم.

$$H_{ij=}\left(\frac{z_{ij}}{r}\right)=\left(\frac{l_{ij}}{\mathrm{r}}.\frac{m_{ij}}{r}.\frac{u_{ij}}{r}\right) \quad (۴)$$

$$\mathrm{r}=\max_{1\le i\le n}\left(\sum_{j=1}^{n}u'_{ij},\sum_{i=1}^{n}u'_{ij}\right) \quad (۵)$$

به عبارت دیگر مقدار r برابر با بیشترین مقدار جمع سطری حد بالای ماتریس ادغام شده نظرات است. سپس تک تک درایه‌های جدول ماتریس ارتباط مستقیم بر این عدد تقسیم می‌شوند و ماتریس نرمال ارتباطات مستقیم بدست می‌آید.

در گام سوم، محاسبه ماتریس ارتباط کامل عوامل TC است. بعد از محاسبه ماتریس‌های نرمال، ماتریس روابط کل فازی با توجه به روابط (۶) تا (۹) بدست می‌آید. در این روابط I ماتریس یکه و H_l، H_m و H_u هر کدام ماتریس $n_{\times}n$ هستند که n درایه‌های آن را به ترتیب عدد پایین، عدد میانی و عدد بالایی اعداد فازی مثلثی ماتریس H را تشکیل می‌دهد و ماتریس ارتباطات کامل TC بدست می‌آید.

$$T=\lim_{k\to\infty}(\tilde{H}^1\oplus\tilde{H}^2\oplus\ldots\oplus\tilde{H}^k \quad (۶)$$

$$\left[\tilde{l}_{ij}\right]=H1\times\left(I-\tilde{H}_l\right)^{-1} \quad (۷)$$

$$\left[\tilde{m}_{ij}\right]=H1\times\left(I-\tilde{H}_m\right)^{-1} \quad (۸)$$

$$\left[\tilde{u}_{ij}\right]=H1\times\left(I-\tilde{H}_u\right)^{-1} \quad (۹)$$

در گام چهارم، محاسبه ماتریس ارتباط کامل ابعاد نخست باید ماتریس TD را از ماتریس ارتباط کامل عوامل TC استخراج نمود. بدین جهت هر درایه ماتریس TD از میانگین درایه‌های زیرعوامل در ماتریس TC حاصل می‌شود. هر درایه ماتریس TD را اگر t_{ij} بدانیم، هر t''_{ij} از میانگین هر T_C^{ij} حاصل می‌گردد.

در گام پنجم، محاسبه شدت و جهت تأثیر که مطابق با رابطه (۱۰) و (۱۱) میزان شاخص $\tilde{D}$ و$\tilde{R}$ را محاسبه می‌شود. شاخص ri بیانگر مجموع سطر i ام و شاخص dj بیانگر مجموع ستون j ام از ماتریس TC با توجه به بعد مربوطه می‌باشد. به همین صورت میزان شاخص $\tilde{R}$ و $\tilde{D}$ محاسبه می‌شود.

$$\left(\tilde{D}\right)=\left(\tilde{D}_i\right)_{n\times1}=\left[\Sigma_{j=1}^{n}=\tilde{T}_{ij}\right]_{n\times1} \quad (۱۰)$$

$$\left(\tilde{R}\right)=\left(\tilde{R}_i\right)_{n\times1}=\left[\Sigma_{j=1}^{n}=\tilde{T}_{ij}\right]_{n\times1} \quad (۱۱)$$

مرحله بعدی میزان اهمیت شاخص‌ها($\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$) و رابطه بین معیارها ($\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$) مشخص می‌شود. اگر $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i > 0$ باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i < 0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است. به عبارت دیگر هرچه مقدار $\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$، عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد.

برای بدست آوردن متغیر R و D با استفاده از فرمول رابطه (۱۲) فازی زدایی شدند.

$$\text{Defuzzy} = \frac{((u-l)+(m-l))}{3} + l \qquad (۱۲)$$

مراحل تاپسیس فازی به شرح ذیل می‌باشد.

درگام اول تشکیل ماتریس تصمیم بر اساس رابطه (۱۳) است. از این رو با طرح پرسشنامه از خبرگان خواسته شد میزان اهمیت هر یک از زیرمعیارها را با متغیرهای کلامی(خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) نشان دهند. سپس بر پایه اعداد فازی مثلثی، برابر جدول (۳) تبدیل می‌شود.

جدول ۳- متغیرهای کلامی و اعداد تاپسیس فازی (Liu and Tsai, 2000)

عبارات زبانی	اعداد فازی مثلثی
خیلی کم(VL)	(۰ ,۰ ,۱)
کم(V)	(۱ ,۳ ,۵)
متوسط(M)	(۳ ,۵ ,۷)
زیاد(H)	(۵ ,۷ ,۹)
خیلی زیاد(VH)	(۸ ,۱۰ ,۱۰)

$$xij = \frac{1}{K}[x^1ij + x^2ij + \cdots + x^kij] \qquad (۱۳)$$

$$wij = \frac{1}{k}[w^1ij + w^2ij + \cdots + w^kij]$$

$$\widetilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} \cdots \tilde{x}_{1j} \cdots \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} \cdots \tilde{x}_{2j} \cdots \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots \\ \tilde{x}_{i1} & \tilde{x}_{i2} \cdots \tilde{x}_{ij} \cdots \tilde{x}_{in} \\ \vdots & \vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} \cdots \tilde{x}_{mj} \cdots \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$wj = (wj1, wj2, wj3)$$

xij نظر فرد jام درباره زیرمعیار iام به صورت اعداد فازی است.

$$xij = (lij, mij, uij)$$

با توجه به معیارهای رتبه بندی فازی ترکیبی، گزینه‌ها را می‌توان بر اساس روابط (۱۴) در نظرگرفت.

$$uij = Max(uijk) \qquad mij = \frac{\sum_{k=1}^{k} mijk}{\mathrm{k}} \qquad lij = Min(lijk) \qquad (۱۴)$$

در گام دوم، نرمال نمودن ماتریس تصمیم‌گیری است و هر سلول ماتریس تصمیم‌گیری بصورت عدد فازی مثلثی$xij = (lij, mij, uij)$ نشان داده شد. برای حذف اثر مقیاس هر معیار باید عملیات نرمال سازی را انجام داد. در این

مرحله ماتریس تصـمیم‌گیری فازی نظرات افراد، به یک ماتریس بی‌مقیاس شـده فازی $\widetilde{\mathrm{R}}$ به صـورت فرمول رابطه (۱۵) تبدیل شده است.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]m \times n \qquad (۱۵)$$

$$\tilde{r}_{ij} = (\frac{lij}{u_j^*}, \frac{mij}{u_j^*}, \frac{uij}{u_j^*}) \qquad (۱۶)$$

$$u_j^* = Max(uij) \qquad (۱۷)$$

در گام سـوم ماتریس بی‌مقیاس وزین فازی$\tilde{v}$ بر اسـاس رابطه (۱۸)، با فرض بردار $\widetilde{w}_j$ به عنوان ورودی ایجاد شـد. وزن اهمیت هر یک از معیارها با تعیین مسـتقیم یا غیر مسـتقیم با اسـتفاده از مقایسـه‌های دوتایی بدسـت آمده اسـت. در این مقاله اهمیت اوزان معیارهای مختلف و رتبه‌بندی معیارهای با متغیرهای کلامی اعداد مثلثی به صورت جدول (۴) در نظر گرفته شده‌است.

جدول ۴- متغیرهای کلامی و اعداد تاپسیس فازی (Chen, 2000)

عبارات زبانی	اعداد فازی مثلثی
خیلی کم(VL)	(۰ ,۰ ,۰/۱)
کم(V)	(۰ ,۰/۱ ,۰/۳)
زیرمتوسط (ML)	(۰/۱ ,۰/۳ ,۰/۵)
متوسط(M)	(۰/۳ ,۰۵/ ,۰۷/)
بالای متوسط(MH)	(۰/۵ ,۰/۷ ,۰/۹)
زیاد(H)	(۰/۷,۰/۹ ,۱)
خیلی زیاد(VH)	(۰/۹ ,۱ ,۱)

برای معیارها با جنبه مثبت با اعداد فازی مثلثی به صورت زیر می‌باشد:

$$\tilde{v} = [\tilde{v}_{ij}]m \times n \qquad i = 1,2, \dots, m \qquad j = 1,2 \dots . n \qquad (۱۸)$$

$$\tilde{v}_{ij=}\tilde{r}_{ij} \cdot \widetilde{w}_j = (\frac{l_{ij}}{u_j^*} . \frac{m_{ij}}{u_j^*} . \frac{u_{ij}}{u_j^*}) \cdot (w_{j1} . w_{j2} . w_{j3})$$

در گام چهارم ایده آل‌های مثبت و منفی را مشـخص می‌شـود. ایده آل مثبت و ایده‌آل منفی بر اسـاس رابطه (۱۹) بدسـت می‌آید.

$$A^+ = \{\tilde{v}^*_1, \tilde{v}^*_2, \dots, \tilde{v}^*_n\} \qquad (۱۹)$$

$$A^- = \{\tilde{v}^-_1, \tilde{v}^-_2, \dots, \tilde{v}^-_n\}$$

که $\tilde{v}^*_i$ بهترین مقدار معیار i از بین تمام گزینه‌ها و $\tilde{v}^-_i$ بدترین مقدار معیار i از بین تمام گزینه‌ها می‌باشـد. این مقادیر از رابطه (۲۰) بدست می‌آید.

$$v_j^* = Max\{v_{ij3}\} \; i = 1.2. \dots . m \quad j = 1.2. \dots . n \qquad (۲۰)$$

$$v_j^- = Max\{v_{ij1}\} \; i = 1.2. \dots . m \quad j = 1.2. \dots . n$$

در گام بعدی محاسبه وزن شاخص‌هاست. ابتدا فاصله هر شاخص از ایده آل مثبت و ایده آل منفی محاسبه می‌شود. برای این کار از رابطه(۲۱) استفاده شده است.

$$D(A.B) = \sqrt{\frac{1}{3}[(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2]} \qquad (۲۱)$$

بعد از محاسبه فواصل وزن هر شاخص از رابطه (۲۲) به دست می‌آید.

$$cc_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \qquad i = 1.2 \ldots . n \qquad (۲۲)$$

۳- یافته‌های پژوهش

در این پژوهش دلفی فازی در دو بخش صورت گرفته است. درگام اول پرسشنامه ای شامل ۳۹ عامل شناسایی شده از طریق ادبیات موضوع و مصاحبه با خبرگان صنعت در اختیار اعضای گروه پانل قرار گرفت و از آنها درخواست شد نظرشان را دربارهٔ هر یک از عوامل موثر بر مصرف آب را در قالب متغیرهای کلامی بیان کنند. سپس برای یافتن درک مشترک از نظرات خبرگان نسبت به هر یک از عوامل، به محاسبه میانگین هندسی پرداخته شد.

با توجه به یافته‌های مرحله اول از بین ۳۹ عامل موثر تنها ۲۶ عامل بالاتر از (۰/۷) قرار گرفتند. در مرحله بعد میزان اختلاف نظر هر خبره با میانگین نظرات اعضا پانل خبرگان محاسبه شد. Cheng and Lin (2002) سپس به منظور اطمینان از تعیین عوامل موثر پرسشنامه دیگری به همراه نظر قبلی هر خبره و میزان اختلاف نظر وی با میانیگن نظرات اعضا پانل در اختیار آنها قرار گرفت. چنانچه اختلاف بین دو مرحلهٔ نظرسنجی کمتر از حد آستانه خیلی کم (۰/۱) باشد، فرایند نظرسنجی متوقف می‌شود و خبرگان به اجماع رسیدند. در این پژوهش با توجه به این که میزان اختلاف نظر خبرگان بین دو مرحله اول و دوم کمتر از حد آستانه (۰/۱) خیلی کم بدست آمد، نظرسنجی در مرحله دوم متوقف شد. میانگین نتایج مرحله اول و دوم دلفی فازی برابر جدول (۵) می‌باشد. با توجه به نظرات ارایه شده در مرحله دوم و مقایسه آن با نتایج مرحله اول تمامی ۲۶ عامل بالاتر از (۰/۷) و اختلاف نظر خبرگان در دو مرحله از حد آستانه (۰/۱) کمتر بوده و مرحله نظر سنجی متوقف و تمام ۲۶ عامل تایید می‌شود.

جدول۵- نتایج حاصل از مرحله اول و دوم دلفی فازی

معیار اصلی	زیرمعیار	U	M	l	S1	U	M	l	S2	|S1-S2|
اقتصادی	سطح درآمد خانوار	۰/۹۵	۰/۷۸	۰/۵۳	۰/۷۵	۰/۹۶	۰/۸۰	۰/۵۵	۰/۷۷	۰/۰۲
	تعرفه و قیمت‌گذاری آب	۰/۹۵	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۸۲	۰/۹۸	۰/۸۵	۰/۶۰	۰/۸۱	۰/۰۱
	تورم	۰/۹۰	۰/۶۶	۰/۴۱	۰/۶۶	۰/۹۰	۰/۶۹	۰/۴۴	۰/۶۸	۰/۰۲
	درآمد سرانه	۰/۹۹	۰/۷۸	۰/۵۳	۰/۷۵	۰/۹۶	۰/۸۰	۰/۵۵	۰/۷۷	۰/۰۲
.....	.....	...	...	...	...	...	...	...	...	...
زمانی	درجه حرارات هوا	۰/۹۴	۰/۸۱	۰/۵۶	۰/۷۷	۰/۹۴	۰/۸۴	۰/۵۹	۰/۷۹	۰/۰۲
	ماه‌های گرم سال	۰/۹۳	۰/۷۴	۰/۴۹	۰/۷۲	۰/۹۱	۰/۷۳	۰/۴۸	۰/۷۰	۰/۰۱
	مدت حضور در منزل	۰/۹۵	۰/۷۴	۰/۴۹	۰/۷۳	۰/۹۵	۰/۷۶	۰/۵۱	۰/۷۴	۰/۰۲
	ساعات مصرف روزانه	۰/۹۶	۰/۷۴	۰/۴۹	۰/۷۳	۰/۹۴	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۷۰	۰/۰۳

نکته: به علت حجم بالا، نتایج جدول مرحله اول به صورت خلاصه آورده شد.

جهت بررسی و تاثیر ارتباط ساختاری بین عوامل شناسایی شده از طریق تکنیک دیمتل و برای رتبه بندی عوامل شناسایی شده، از تکنیک تاپسیس فازی استفاده شده است. جدول(۶) کدبندی زیرعوامل را نشان می‌دهد و خبره‌ها با نماد Dj نشان داده می‌شود.

جدول۶- کدبندی زیرعوامل موثر بر مصرف آب

زیرعوامل و کدها
سطح درآمد خانوارC11 ، تعرفه و قیمت‌گذاری آب C12، تعداد خانوار C13، درآمد سرانهC14
جمعیت C21، تحصیلات C22، شاغل بودن زنانC23 ، میزان آگاهی زنانC24
استفاده از ادوات کاهنده آب C31، استفاده از کنتور مغناطیسی C32 ، استفاده از شیرآلات جدید C33 ، فشار شبکه C34، تنوع بخشی در عرضه آب تنوع بخشی در عرضه آب C35
تبلیغات و آموزش C41، رفتار مصرف کننده C42، علایق مصرف کننده C43، انگیزه مصرف C44
مصوبات و برنامه‌های اصلاح الگوی مصرف C51، وضع قوانین جهت تشویق وتنبیه مشترکین کم مصرف و پرمصرف C52
بافت شهری و روستایی C61، سطح زیربنا C62 ، باغچه در منزل C63
درجه حرارات هوا C71، ماه‌های گرم سال C72، مدت حضور در منزل C73، ساعات مصرف روزانه C74

بعد از کدبندی زیرعوامل‌ها، برای بررسی عوامل از نظر ۲۰ خبره استفاده شد. سپس برای ادغام نظرات خبرگان از آنها میانگین حسابی گرفته می‌شود. جدول(۷) مقایسات زوجی ماتریس ارتباط مستقیم بین زیرعوامل اصلی می‌باشد.

جدول۷- ماتریس روابط مستقیم فازی بین زیرعوامل

	C11			C12			....	C73			C74		
	L	m	U	L	m	U	....	L	m	U	L	m	U
C11	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۹۸۸	.....	۰/۶۵۰	۰/۹۰۰	۱/۰۰۰	۰/۶۷۳	۰/۹۳۳	۱/۰۰۰
C12	۰/۰۶۳	۰/۳۱۳	۰/۵۶۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۵۰	.....	۰/۶۰۰	۰/۸۵۰	۰/۹۶۳	۰/۵۳۸	۰/۷۸۸	۱/۰۰۰
C13	۰/۰۷۵	۰/۳۲۵	۰/۵۶۳	۰/۵۷۵	۰/۸۲۵	۱/۰۰۰	.....	۰/۰۰۰	۰/۰۱۳	۰/۲۶۲	۰/۰۶۳	۰/۳۱۳	۰/۵۵۰
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C72	۰/۵۸۸	۰/۸۳۸	۱/۰۰۰	۰/۳۶۳	۰/۶۱۳	۰/۸۱۳	.....	۰/۴۳۸	۰/۶۸۸	۰/۹۰۰	۰/۲۲۵	۰/۴۶۳	۰/۷۱۳
C73	۰/۴۲۵	۰/۶۷۵	۰/۸۸۸	۰/۲۵۰	۰/۴۸۸	۰/۷۳۸	.....	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۵۰	۰/۵۶۳	۰/۸۱۳	۱/۰۰۰
C74	۰/۵۸۸	۰/۸۳۸	۱/۰۰۰	۰/۴۸۸	۰/۷۳۸	۰/۹۸۸	.....	۰/۵۸۸	۰/۸۳۸	۰/۹۸۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۵۰

نکته: به علت حجم بالا، نتایج جداول به صورت خلاصه آورده شد.

در گام بعدی با بدست آوردن r که برابر با بیشترین مقدار جمع سطری حد بالای ماتریس ادغام شده نظرات است. بیشترین مقدار در این پژوهش برابر با ۲۴/۰۰۴ است. سپس تک تک درایه‌های جدول ماتریس ارتباط مستقیم بر این عدد تقسیم می‌شوند و ماتریس نرمال ارتباطات مستقیم بدست می‌آید. جدول (۸) ماتریس نرمال ارتباطات مستقیم فازی بین زیرعوامل را نشان می‌دهد.

جدول ۸-ماتریس نرمال روابط مستقیم فازی بین زیرعوامل

	C11			C12			....	C73			C74	
	L	m	U	L	m	U	....	L	m	U	L	m	U
C11	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰	۰/۰۲۱	۰/۰۳۱	۰/۰۴۱	.....	۰/۰۲۷	۰/۰۳۷	۰/۰۴۲	۰/۰۲۸	۰/۰۳۹	۰/۰۴۲
C12	۰/۰۰۳	۰/۰۱۳	۰/۰۲۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰	.....	۰/۰۲۵	۰/۰۳۵	۰/۰۴۰	۰/۰۲۲	۰/۰۳۳	۰/۰۴۲
C13	۰/۰۰۳	۰/۰۱۴	۰/۰۲۳	۰/۰۲۴	۰/۰۳۴	۰/۰۴۲		۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱۳	۰/۰۲۳
.....	...	....	....	....	....	....	.....	...	...	...	...	...	...
C72	۰/۰۲۴	۰/۰۳۵	۰/۰۴۲	۰/۰۱۵	۰/۰۲۶	۰/۰۳۴	.....	۰/۰۱۸	۰/۰۲۹	۰/۰۳۷	۰/۰۰۹	۰/۰۱۹	۰/۰۳۰
C73	۰/۰۱۸	۰/۰۲۸	۰/۰۳۷	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰	۰/۰۳۱	.....	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰	۰/۰۲۳	۰/۰۳۴	۰/۰۴۲
C74	۰/۰۲۴	۰/۰۳۵	۰/۰۴۲	۰/۰۲۰	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	.....	۰/۰۲۴	۰/۰۳۵	۰/۰۴۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰

در مرحله بعد ماتریس ارتباط کامل عوامل را بر اساس رابطه‌های (۷)، (۸) و (۹) بدست می‌آید. نتایج در جدول (۹) ماتریس ارتباط کامل عوامل TC نشان داده می‌شود.

جدول ۹- ماتریس ارتباطات کامل (TC) فازی بین زیرعوامل

	C11			C12			....	C73			C74	
	L	m	U	L	m	U	....	L	m	U	L	m	U
C11	۰/۰۱۵	۰/۰۸۰	۰/۰۶۸۸	۰/۰۳۴	۰/۱۱۱	۰/۷۲۰	.....	۰/۰۴۲	۰/۱۱۶	۰/۷۲۶	۰/۰۴۴	۰/۱۲۲	۰/۷۴۵
C12	۰/۰۲۴	۰/۱۱۳	۰/۸۱۸	۰/۰۲۰	۰/۱۰۱	۰/۸۰۸	.....	۰/۰۴۷	۰/۱۳۵	۰/۸۴۲	۰/۰۴۵	۰/۱۳۷	۰/۸۶۷
C13	۰/۰۲۲	۰/۱۰۴	۰/۷۸۹	۰/۰۴۱	۰/۱۲۵	۰/۸۰۹	.....	۰/۰۲۰	۰/۰۹۲	۰/۷۸۵	۰/۰۲۳	۰/۱۰۸	۰/۸۱۸
.....	....	....	.....	....	...	....	.....	....	....	....	....	....	....
C72	۰/۰۴۵	۰/۱۳۵	۰/۸۴۸	۰/۰۳۴	۰/۱۲۷	۰/۸۴۳	.....	۰/۰۴۰	۰/۱۲۹	۰/۸۵۳	۰/۰۳۳	۰/۱۲۵	۰/۸۶۸
C73	۰/۰۳۹	۰/۱۲۸	۰/۸۴۱	۰/۰۳۰	۰/۱۲۱	۰/۸۳۸	.....	۰/۰۲۲	۰/۱۰۱	۰/۸۲۴	۰/۰۴۶	۰/۱۳۸	۰/۸۷۷
C74	۰/۰۴۶	۰/۱۳۲	۰/۸۳۵	۰/۰۴۱	۰/۱۳۰	۰/۸۳۸	.....	۰/۰۴۷	۰/۱۳۳	۰/۸۴۴	۰/۰۲۴	۰/۱۰۳	۰/۸۳۶

در مرحله بعدی محاسبه شدت و جهت تأثیر است جدول شماره (۱۰) که مطابق با رابطه (۱۰) و (۱۱)، میزان شاخص R و D محاسبه شده است . زیرعواملی که شاخص (R-D) آنان بزرگتر از صفر باشد عامل اثرگذار و کوچکتر از صفر عوامل اثرپذیر می‌باشند.

جدول ۱۰- میزان شاخص R و D

	C11	C12	C13	C14	C21	C22	C23	C24	C31	C32	C33	C34	C35
D	۲/۹۷۳	۳/۴۷۰	۳/۳۴۲	۳/۵۴۹	۳/۵۱۱	۳/۴۶۲	۳/۵۶۱	۳/۳۵۶	۴/۲۹۱	۴/۳۶۸	۴/۵۱۶	۴/۴۷۱	۴/۵۲۸
R	۳/۲۴۹	۳/۳۰۳	۳/۴۸۲	۳/۳۰۱	۳/۲۹۹	۳/۵۴۲	۳/۴۷۸	۳/۵۷۰	۴/۴۹۶	۴/۴۹۶	۴/۵۵۰	۴/۴۲۱	۴/۴۱۲
R+D	۶/۲۲۲	۶/۷۷۳	۶/۸۲۴	۶/۸۱۰	۷/۰۰۴	۷/۰۳۸	۶/۹۲۶	۸/۷۸۷	۸/۸۶۵	۹/۰۶۶	۸/۸۹۲	۸/۷۳۹	۸/۷۳۹
R-D	-۰/۲۷۵	۰/۱۶۷	-۰/۱۴۰	۰/۲۴۸	۰/۲۱۲	-۰/۰۸۰	۰/۰۸۳	-۰/۲۱۵	-۰/۲۰۵	-۰/۱۲۸	-۰/۰۳۴	۰/۰۵۰	۰/۳۱۶
	C41	C42	C43	C44	C51	C52	C61	C62	C63	C71	C72	C73	C74

D	۳/۳۲۹	۳/۶۴۳	۳/۵۹۷	۳/۵۶۲	۱/۶۵۷	۱/۶۲۸	۲/۶۲۵	۲/۵۱۱	۲/۵۸۳	۳/۴۶۵	۳/۵۸۶	۳/۵۸۳	۳/۵۴۳
R	۳/۵۵۳	۳/۷۰۷	۳/۴۳۷	۳/۴۴۳	۱/۶۳۹	۱/۶۴۶	۲/۶۹۵	۲/۴۰۲	۲/۶۲۲	۳/۵۰۹	۳/۶۶۲	۳/۴۵۶	۳/۵۴۶
R+D	۶/۸۸۲	۷/۳۵۰	۷/۰۲۴	۷/۰۰۵	۳/۲۹۷	۳/۲۷۵	۵/۳۲۱	۴/۹۱۳	۵/۲۰۵	۶/۹۷۴	۷/۲۴۸	۷/۰۴۲	۷/۰۸۹
R-D	-۰/۲۲۴	-۰/۰۶۴	۰/۱۶۹	۰/۱۱۹	۰/۰۱۸	-۰/۰۱۸	-۰/۰۷۰	۰/۱۰۹	-۰/۰۳۹	-۰/۰۴۴	-۰/۰۷۶	۰/۱۲۴	-۰/۰۰۴

برای اولویت بندی عوامل با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی اقدام شد. ماتریس اولیه تصمیم با طرح پرسشنامه از خبرگان میزان اهمیت هر یک از زیرعوامل را با متغیرهای کلامی(خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) تشکیل شد. جدول (۱۱) ماتریس تصمیم اولیه خبرگان است.

جدول ۱۱-تشکیل ماتریس تصمیم اولیه فازی نظر خبرگان

خبره / گزینه	D1			D2			....	D19			D20		
	L	m	U	L	m	U	....	L	m	U	L	m	U
C11	۳	۵	۷	۵	۷	۹	.....	۵	۷	۹	۳	۵	۷
C12	۵	۷	۹	۸	۱۰	۱۰	.....	۵	۷	۹	۵	۷	۹
C13	۵	۷	۹	۳	۵	۷	.....	۸	۱۰	۱۰	۳	۵	۷
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C73	۵	۷	۹	۵	۷	۹	.....	۵	۷	۹	۵	۷	۹
C74	۳	۵	۷	۵	۷	۹	.....	۳	۵	۷	۵	۷	۹

مرحله نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم، برای نرمالیزه کردن تمامی عدد جدول (۱۱) را بر بزرگترین عدد ستون u تقسیم می‌شود. جدول (۱۲) ماتریس نرمال شده را نشان می‌دهد.

جدول ۱۲- ماتریس تصمیم فازی نرمال شده

خبره / گزینه	D1			D2			....	D19			D20			Fuzzy weight		
	L	m	U	L	m	U	....	L	m	U	L	m	U	L	m	U
C11	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۵	۰/۷	۰/۹	.....	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۳۴	۰/۵۱	۰/۶۹
C12	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۸	۱	۱	.....	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۵۷	۰/۷۳	۰/۸۵
C13	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۳	۰/۵	۰/۷	.....	۰/۸	۱	۱	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۳۲	۰/۴۹	۰/۶۶
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C73	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۵	۰/۷	۰/۹	.....	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۳۷	۰/۵۴	۰/۷۰
C74	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۵	۰/۷	۰/۹	.....	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۳۶	۰/۵۶	۰/۷۳

بعد از نرمالیزه کردن ماتریس در این مرحله ماتریس بی‌مقیاس موزون تشکیل شده است. ماتریس بی‌مقیاس مرحله قبل در وزن معیارها ضرب می‌شود. وزن هر عامل با نظر هر خبره در مورد عامل‌ها مطابق با جدول (۴) به صورت اعداد فازی مثلثی در نظر گرفته شده است. سپس میانگین حسابی اعداد فازی درایه‌های اول، دوم و سوم ۲۰ خبره را به صورت جداگانه محاسبه می‌شود. جدول (۱۳) ماتریس تصمیم بی‌مقیاس وزن دار است.

جدول ۱۳- تشکیل ماتریس تصمیم بی‌مقیاس وزن دار

خبره / گزینه	D1			D2			....	D19			D20		
	L	m	U	L	m	U	....	L	m	U	L	m	U
C11	۰/۱۰۱	۰/۲۵۵	۰/۴۸۰	۰/۱۶۸	۰/۳۵۷	۰/۶۱۷	.....	۰/۱۶۸	۰/۳۵۷	۰۰/۶۱۷	۰/۱۰۱	۰/۲۵۵	۰/۴۸۰
C12	۰/۲۸۳	۰/۵۰۸	۰/۷۶۱	۰/۴۲۵	۰/۷۲۵	۰/۸۴۵	.....	۰/۲۸۳	۰/۵۰۸	۰/۷۶۱	۰/۱۱۴	۰/۲۸۸	۰/۵۲۹
C13	۰/۱۶۰	۰/۳۴۳	۰/۵۹۴	۰/۰۹۶	۰/۲۴۵	۰/۴۶۲	.....	۰/۲۵۶	۰/۴۹۰	۰/۶۶۰	۰/۰۹۶	۰/۲۴۵	۰/۴۶۲
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C73	۰/۱۸۳	۰/۳۷۵	۰/۶۳۰	۰/۱۸۳	۰/۳۷۵	۰/۶۳۰	.....	۰/۱۱۰	۰/۲۶۸	۰/۴۹۰	۰/۲۹۲	۰/۵۳۵	۰/۷۰۰
C74	۰/۱۱۴	۰/۲۷۸	۰/۵۰۴	۰/۱۹۰	۰/۳۸۹	۰/۶۴۸	.....	۰/۱۹۰	۰/۳۸۹	۰/۶۴۸	۰/۳۰۴	۰/۵۵۵	۰/۷۲۰

سپس ایده آل مثبت و منفی را مطابق رابطه (۸) مشخص می‌شود. ایده آل‌های مثبت برابراست با بزرگ ترین مقدار درایه‌های هر ستون و ایده آل‌های منفی برابر است با کوچکترین مقدار درایه‌های هر ستون است.

بعد از تعیین ایده آل‌های مثبت و منفی فاصله هر شاخص از ایده آل مثبت و ایده آل منفی محاسبه می‌شود و بعد از آن وزن هر شاخص تعیین می‌شود. جدول(۱۴) نتایج وزن زیرعوامل‌ها و رتبه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول۱۴- نتایج وزن زیرعوامل و رتبه‌ها

گزینه	نام زیرمعیار	*di+*	*di-*	*cci*	رتبه
C11	سطح درآمد خانوار	۱۰/۶۶۳	۴/۶۲۶	۰/۳۰۳	۱۴
C12	تعرفه و قیمت‌گذاری آب	۷/۵۲۷	۷/۷۶۵	۰/۵۰۸	۵
C13	تعداد خانوار	۱۰/۹۳۰	۴/۳۲۸	۰/۲۸۴	۱۵
C14	درآمد سرانه	۱۰/۱۳۲	۵/۲۱۱	۰/۳۴۰	۱۰
C21	جمعیت	۹/۷۴۰	۵/۵۰۴	۰/۳۶۱	۸
C22	تحصیلات	۱۱/۶۶۴	۳/۵۹۵	۰/۲۳۶	۱۹
C23	شاغل بودن زنان	۱۱/۹۰۱	۳/۳۶۱	۰/۲۲۰	۲۱
C24	میزان آگاهی خانواده	۳/۷۶۷	۱۱/۵۱۵	۰/۷۵۴	۱
C31	استفاده از کنتور مغناطیسی	۱۱/۸۷۱	۳/۳۹۲	۰/۲۲۲	۲۰
C32	استفاده از شیرآلات جدید	۸/۸۰۰	۶/۴۴۱	۰/۴۲۳	۶
C33	استفاده از ادوات کاهنده آب	۵/۰۵۰	۱۰/۲۳۴	۰/۶۷۰	۲
C34	فشار شبکه	۱۱/۹۰۴	۳/۳۴۸	۰/۲۱۹	۲۲
C35	تنوع بخشی در عرضه آب	۱۲/۵۸۷	۲/۶۵۵	۰/۱۷۴	۲۶
C41	تبلیغات و آموزش	۶/۰۵۹	۹/۲۱۵	۰/۶۰۳	۳
C42	رفتار مصرف کننده	۹/۳۰۸	۵/۹۳۷	۰/۳۸۹	۷
C43	علایق مصرف کننده	۱۰/۵۵۶	۴/۷۲۵	۰/۳۰۹	۱۳
C44	انگیزه مصرف	۶/۹۵۶	۸/۳۲۶	۰/۵۴۵	۴

C51	مصوبات و برنامه‌های اصلاح الگوی مصرف	۱۱/۰۱۵	۴/۲۸۱	۰/۲۸۰	۱۷
C52	وضع قوانین جهت تشویق وتنبیه مشترکین کم مصرف و پرمصرف	۱۰/۹۵۴	۴/۳۳۵	۰/۲۸۴	۱۶
C61	بافت شهری و روستایی	۱۱/۰۸۱	۴/۱۹۳	۰/۲۷۵	۱۸
C62	سطح زیربنا	۱۲/۱۵۴	۳/۰۷۹	۰/۲۰۲	۲۵
C63	باغچه در منزل	۱۲/۰۷۰	۳/۱۸۲	۰/۲۰۹	۲۴
C71	درجه حرارات هوا	۱۰/۲۴۰	۶۷۱۰۳۵۵	۰/۳۳۰	۱۱
C72	ماه‌های گرم سال	۱۲/۰۴۲	۳/۲۲۲	۰/۲۱۱	۲۳
C73	مدت حضور در منزل	۱۰/۲۵۱	۵/۰۳۴	۰/۳۲۹	۱۲
C74	ساعات مصرف روزانه	۹/۷۸۰	۵/۵۲۱	۰/۳۶۱	۹

بر اساس نتایج جدول شماره ۱۴ مشاهده می‌شود زیرعامل میزان آگاهی خانواده بالاترین رتبه و زیرعامل‌های استفاده از ادوات کاهنده آب، تبلیغات و آموزش، انگیزه مصرف و استفاده از شیرآلات جدید رتبه‌های بعدی را داشته است.

۴- نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر شناسایی و بررسی روابط علی و معلولی و اولویت بندی عوامل موثر بر الگوی مصرف آب در بخش خانگی است. برای شناسایی عوامل موثر بر مصرف آب، با بررسی موضوع و مصاحبه با خبرگان و پایش اطلاعات عوامل موثر به دو دسته اصلی و زیرمعیارها تفکیک شدند. در این پژوهش در ابتدا با بررسی موضوع در ابعاد مختلف و پایش اطلاعات، هفت عامل اصلی شامل اقتصادی، اجتماعی، فنی و مهندسی، فرهنگی، قانونی و مدیریتی، مکانی و زمانی و ۳۹ زیرعوامل شناسایی شد. در نهایت جهت شناسایی عواملی که در مصرف آب از جامعیت بیشتری برخوردارند با استفاده از تکنیک دلفی و بهره گیری از منطق فازی و توزیع پرسشنامه بین خبرگان و غربالگیری آن، هفت عامل اصلی با ۲۶ زیرعوامل موثر مورد توافق نظر خبرگان قرار گرفت. همچنین از منطق فازی در این پژوهش برای عدم قطعیت موجود در ارزیابی کیفی عوامل استفاده شده که در تحقیقات قبلی جهت بررسی عوامل مشاهده نشده است.

با توجه به نتایج به دست آمده از روابط علی و معلولی زیرعامل‌های تنوع بخشی در عرضه به عنوان موثرترین زیرعامل در مصرف آب است و همچنین زیرعامل‌های اثرگذار دیگر درآمد سرانه، جمعیت، علایق مصرف کننده، تعرفه و قیمت‌گذاری، مدت حضور در منزل، انگیزه مصرف، سطح زیر بنا، شاغل بودن زنان، فشار شبکه، مصوبات و برنامه‌های اصلاح الگوی مصرف نقش مهم در مصرف آب دارند. اما زیرعامل ساعت مصرف روزانه به عنوان تاثیرپذیرترین زیرعامل در مصرف آب است. در حقیقت مدیران با درک بهتر روابط این عوامل، می توانند برای مقابله با مصرف نادرست، تصمیم‌گیری دقیق تری داشته باشند.

در نهایت جهت میزان اهمیت و رتبه بندی هر یک از این عوامل شناسایی شده از تکنیک تاپسیس فازی استفاده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین وزن و اهمیت به زیرعامل میزان آگاهی خانواده داده شد. و دومین رتبه به استفاده از ادوات کاهنده و رتبه سوم تبلیغات و آموزش اختصاص یافت.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، شرکت آب و فاضلاب می‌بایست با ایجاد برنامه ریزی دقیق نسبت به روشن سازی و افزایش میزان آگاهی خانوارها در میزان مصرف آب استاندارد اقدام نماید. و همچنین شرکت با افزایش اطلاع رسانی و دادن آگاهی به مشترکین می‌تواند نقش مهمی در کنترل مصرف آب داشته باشد. از این رو مدیران و سیاست‌گذاران می‌بایست با توجه به

محدودیت‌های مالی، با برنامه ریزی دقیق نسبت به شناسایی عوامل موثر و تهیه رویه‌های استاندارد و بهینه‌سازی در مصرف آب فعالیت‌های عملیاتی را انجام دهند و مشترکین را به استفاده از ادوات کاهنده در مصرف آب و شیرآلات جدید تشویق نمایند.

۵- پی نوشت‌ها

1. Water Footprint
2. Topsis
3. Dematel

۶- مراجع

آذر، ا.، و فرجی،ح.، (۱۳۹۰)، "علوم مدیریت فازی (ویرایش چهارم)"، تهران،موسسه مهربان ، ۴۳.

اسماعیل زاده، م.، کاظمی، ع.، و صفری، ح.، (۱۴۰۱)، "شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های پیاده‌سازی سیستم‌های خدمات محصول هوشمند به‌روش بهترین بدترین راف فازی" ، مدیریت صنعتی، ۱۴(۴)، ۵۳۹-۵۶۴، https://doi:10.22059/IMJ.2022.336855.1007910.

تابش،م.، علی باریانی، ا.، متولیان، س.، روزبهانی، ع.، و بیگی، س.، (۱۳۹۶)، "رتبه بندی راهبردهای مدیریت مصرف آب در شبکه‌های توزیع آب شهری با استفاده از روش چند شاخصه تحلیل سلسله مراتبی (FAHP) مورد مطالعه شهر تهران" ، مهندسی عمران امیرکبیر، ۴۹(۱)، ۴۷-۵۵، https://doi: 10.22060/ceej.2015.379.

تهامی‌پور، م.، (۱۳۹۶)، "ارزش اقتصادی، رویکردی به مدیریت تقاضای آب در مصارف صنعتی"، آب و فاضلاب، ۲۸(۱)، ۸۳-۷۴، https://doi.org/10.22093/wwj.2017.39476.

حبیبی، ا.، ایزدیار، س.، و سرافراز، ا.، (۱۳۹۳)، "تصمیم گیری چند معیاره فازی"، پارس مدیر، ۳۲.

Cheng, C.H., and Lin, Y., (2002), “Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation”, *European journal of operational research*, 142(1),174-186, https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00280-6

Chen, T., (2000), “Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment”, *Fuzzy Sets and Systems*. 114(1), 1–9, https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1.

Daminato, C., Diaz-Farina, E., Filippini, M., and Padrón-Fumero, N., (2021), “The impact of smart meters on residential water consumption: Evidence from a natural experiment in the Canary Islands”, *Resource and Energy Economics*, 64(3), 68-84, https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2021.101221.

Dimkić, D., (2020), “Temperature Impact on Drinking Water Consumption Jaroslav Černi Water Institute”, *Presented at the 4th EWAS International Conference: Valuing the Water*, Carbon, Ecological Footprints of Human Activities, 2(1), 24–37, https://doi.org/10.3390/environsciproc2020002031.

Downward, S.R., and Taylor, R., (2007), “An assessment of Spain’s programa AGUA and its implications for sustainable water management in the province of Almería”, *Environ Manage*, 82(2), 277-289, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.12.015.

Garcia, X., Ribas, A., Llausàs, A., and Saurí, D., (2013), “Socio-demographic profiles in suburban developments”, *Implicationsfor water-related attitudes and behaviors along the Mediterranean coast Applied Geography*, 41(5) 46-54, https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.03.00.

Gómez, E., Durán, P., and Robina, R., (2020), "Analysis of consumer awareness of sustainable water consumption by the water footprint concept", *Science of the total environment*, 721(3), 1-43, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137743.

Jansen, A. I., (2012), "Aspects of the economics of water management in urban settings in South Africa with a focus on Cape Town", Dissertation presented for the degree of Doctor of Economics in the Faculty of Economics and Management Sciences, Stellenbosch University. http://hdl.handle.net/10019.1/19974.

Jorgensen, B., Graymore M., and O' Toole, K., (2009), "Household water use behavior: An integrated model", *J Environment Manage*ment, 91(1), 227-236, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.08.009.

Katz, D., (2016), "Undermining demand management with supply management: Moral hazard in Israeli water policies, *WATER*, 8(4), 1-13, https://doi.org/10.3390/w8040159.

Lee, M., Han, H., and Willson, G., (2011), "The role of expected outcomes in the formation of behavioral intentions in the green-hotel industry", *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 28(8), 840-855, https://doi.org/10.1080/10548408.2011.623049.

Liu, H.T., and Tsai, Y.L., (2012), "A fuzzy risk assessment approach for occupational hazards in the construction industry", *Safety science*, 50(4), 67-78, https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.11.021.

Martinez, N. A., & Canal, E, (2011), "Technological capabilities and the decision to outsource/outsource offshore R&D services", *International Business Review*, 20(3), 264-277, https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2011.01.008

Narmilan, A., Puvanitha, N., Niroash, G., Sugirtharan, M., and Vassanthini, R., (2021), "Domestic water consumption pattern by urban households", *Capital Urban Manage*, 6(3), 225-236 https://doi.10.22034/IJHCUM.2021.03.02.

Powell, C., (2003), "The Delphi technique: myths and realities", *Journal of advanced nursing*, *41*(4), 376-382, https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2003.02537.

Rondine, D., and Sarmiento, J., (2020), "Water: consumption, usage patterns, and residential infrastructure A comparative analysis of three regions in the Lima metropolitan area", *Water International*, 45(7), 1-7, https:// doi:10.1080/02508060.2020.1830360.

Salehi, M., (2022), "Global water shortage and potable water safety; Today's concern and tomorrow's crisis ", *Environment International*, 158(1), 106936, https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106936.

Siddiqi, A., and Anadon, L.D., (2011), "The water–energy nexus in Middle East and North Africa", *Energy Policy*, 39(8), 4529–4540, https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.04.023.

Turoff, M., and Linstone, H.A., (2002), "The Delphi method: Techniques and applications", *New Jersey: Portland State University, Institute of Technology*, 145-170.

UNDP, (2012), "The Millennium Development Goals Report". *United Nations Development Programme*, New York, USA.

Van Vliet, B., Chappells, H. and Shove, E., (2005), "Infrastructures of consumption", environmental innovation in the utility industries", Earthscan London, *Department of Philsophy and Religion*, 1, 130-178,

Wardak, H.A., and Abed, S. Y., (2019). "Analysis of Factors Affecting Water Consumption in Jeddah City". In *2019 Industrial & Systems Engineering Conference (ISEC)*, 1-6, https://doi: 10.1109/IASEC.2019.8686495.