



## طراحی مدل علی مدیریت مصرف آب با استفاده از رویکرد ترکیبی FDelphi-FDANP (مورد مطالعه شرکت آب و فاضلاب مازندران)

حبیب اله داداشی دیوکلائی

دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده علوم انسانی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

علی ثریایی (نویسنده مسؤول)

استادیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

Email: a.sorayaei@gmail.com

سید علی نبوی چاشمی

دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۸/۳۰ \* تاریخ پذیرش ۹۹/۱۲/۱۶

### چکیده

محدودیت های منابع آب آشامیدنی، خشک و کم آب بودن کشور، افزایش جمعیت و تقاضا، مصرف نادرست آب طی دهه های اخیر و توزیع نامتوازن زمانی و مکانی منابع آب موضوع بسیار حائز اهمیت است. نیاز به تغییر در شیوه های مدیریت تقاضای آب شرب و پیش بینی تقاضاهای جدید از طریق تحلیل عوامل موثر بر مصرف آب را بیشتر کرده است. هدف مقاله حاضر ارایه الگو جهت اولویت بندی راهبردهای مدیریت مصرف آب در بخش خانگی می باشد. اطلاعات از طریق مطالعه و بررسی کتابخانه ای در این حوزه و مصاحبه با خبرگان صنعت آب گردآوری شد. سپس با نمونه گیری گلوله برفی به تشکیل پانل دلفی با رویکردی فازی، عواملی که از جامعیت بیشتری برخوردار بودند شناسایی شد که در نهایت خبرگان بر ۷ معیار اصلی اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، فنی و مهندسی، قانونی و مدیریتی، مکانی و زمانی با ۲۶ زیر معیار تاثیرگذار اتفاق نظر داشتند. برای بررسی درجه اهمیت و ارتباط بین عوامل و اولویت بندی زیرمعیارها با استفاده از تکنیک DANP فازی اقدام شد. نتایج نشان داد که عوامل اصلی فنی و مهندسی با درجه اهمیت (۰/۱۳۴)، زمان (۰/۷۹۰) و فرهنگی (۰/۰۴۰) به عنوان عامل اثرگذار تاثیر مهمی در مصرف آب داشته است و همچنین زیرمعیارهای اثرگذار شامل تنوع بخشی در عرضه، درآمد سرانه، جمعیت، علایق مصرف کننده، تعرفه و قیمت گذاری، مدت حضور در منزل، انگیزه مصرف، سطح زیر بنا، شاغل بودن زنان، فشار شبکه و برنامه های اصلاح الگوی مصرف می باشند.

**کلمات کلیدی:** دلفی فازی، DANP فازی، مصرف آب، مدیریت تقاضا.

## ۱- مقدمه

ریسک مرتبط با آب یکی از بزرگترین تهدیداتی است که تمام جوامع و همچنین سازمان های فعال در بخش تجاری با آن مواجه هستند (World Economic Forum, 2017). آب گران بهاترین ثروتی است که در اختیار بشر قرار گرفته است به خصوص در مناطق خشک که سطح عظیمی از کشور ما را در بر گرفته است. با توجه به اقیلم خشک و شکننده ی کشور و با در نظر گرفتن خشکسالی های اخیر، اهمیت آب به عنوان یک نهاده حیاتی بیش از پیش مشخص گردیده است. در آینده نزدیک، آب به عنوان یک نهاده ی محدودکننده توسعه ی اقتصادی- اجتماعی کشور خواهد شد (Mirzaei Khalilabadi, 2015). در طول قرن بیستم، جمعیت جهان سه برابر و میزان استفاده از آب شش برابر شده است. میزان آب قابل دسترس جهان تنها برای جمعیت کنونی با حداقل دسترسی به آب سالم کافی است. توزیع نامناسب از لحاظ مکانی و زمانی و افزایش جمعیت سرانه مصرف آب این مساله را تشدید نموده است (Yousefi, Khalilian & Balali, 2011). برنامه ریزی برای مدیریت مصرف با تکیه بر روش های تأمین پایدار آب شهری از سوی دانشمندان، محققان و کارشناسان بین المللی به عنوان چالش استراتژیک مهمی در قرن بیست و یکم محسوب می گردد. مشکل کمبود آب در ایران در سال های اخیر به خوبی قابل مشاهده است قبل از اینکه مساله از کنترل خارج شود، باید در این مورد اقدام اساسی صورت گیرد. با توجه به محدودیت منابع آب قابل دسترس در کشور و افزایش روز افزون تقاضا برای مصارف مختلف آب در کلیه جنبه های آن و در نتیجه رسیدن به مرز بحرانی استفاده از منابع آب تجدیدپذیر ایجاب می کند که مدیریت تقاضا، مبنای کنترل مصرف و مدیریت منابع آب قرار گیرد. از این رو، درک کامل عوامل اصلی موثر بر مصرف آب برای توسعه یک سیستم مدیریت پایدار آب، حیاتی است. تقاضا برای آب با توجه به کاربردهای وسیع و گوناگون آن، به دسته های تقاضای آب کشاورزی، صنعتی، شهری، تفریحی و زیست محیطی تقسیم می شود، که در هر کدام از این گروه ها آب کاربردهای متفاوتی دارد. تقاضای آب در بخش شهری، شامل تقاضای خانگی، تجاری و عمومی می شود (Bell & Griffin, 2011).

ترویج فرهنگ درست مصرف کردن در زندگی روزمره با هدف صرفه جویی در مصارف انرژی، ایجاد یک ظرفیت بزرگ انرژی قابل دسترس برای جامعه خواهد کرد که این ظرفیت بدون هیچ گونه سرمایه گذاری و در هر زمان قابل استفاده می باشد (Ansari, bustani, Tabatabai & Forouzeh, 2017). اما آنچه که امروز روش برخورد با مساله آب را از گذشته جدا می کند، 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 بخش های مختلف به ویژه در شرایط کمیابی منابع آب، اهمیت اساسی دارد (Tahamipour, 2016). مدیریت تقاضا (مصرف) به عنوان حلقه مکمل مدیریت تأمین و توسعه منابع جدید آب عمدتاً شیوه های صحیح مصرف، ابزارهای لازم برای استفاده بهتر و الگو های منطقی مصرف آب را مطرح می کند. به طوری که در دهه گذشته توجه به مدیریت مصرف (تقاضا) از مسئله فرعی به موضوعی محوری و پر اهمیت تبدیل شده است. این امر ناشی از تحول، آگاهی و باور محافل ملی و بین المللی به واقعیت های زمان است. واقعیت این است که منابع طبیعی همچون آب، انرژی، خاک و گونه های زیستی واقعاً محدود هستند. تولید دوباره و احیاء این منابع بسیار پرهزینه تر از حفاظت آنهاست. با روندی که تقاضای آب در دنیا می پیماید دیری نمی باید که تأمین آب شیرین قابل شرب به یک معضل بین المللی بدل شده و در آینده ای نزدیک مبنای اختلافات و جنگ بین اقوام و ملل مختلف قرارگیرد مگر اینکه مدیریت صحیح بر نحوه استحصال و مصرف آن اعمال گردد (Younesloo, 2013). یکی از پارامترهای مهم برای تعیین دستورالعمل هایی درباره ی مصرف آب خانگی، مقدار مصرف آب است (WHO, 2011). چالشهای زیادی در مورد مدیریت و برنامه ریزی مناسب برای استفاده صحیح از منابع آبی موجود به ویژه مصرف آب خانگی در سراسر دنیا وجود دارد. دانوارد و تیولور (۲۰۰۷) در مقاله خود به این مطلب اشاره دارند که پیش بینی تقاضای آب شرب خانگی و تعیین عوامل مؤثر در مصرف آب، در توسعه برنامه ریزی های مربوط به خانوارهای کشورهای اروپایی از اهمیت

<sup>1</sup> World Health Organization

فراوانی برخوردار است (Downward & Taylor, 2007:282). 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 از جمله مهم ترین آنها می توان 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 عوامل مؤثر در تقاضای آب دانسته اند (Van Vliet, 2005:25). در این قسمت به بررسی پیشینه تحقیق می پردازیم.

گومز و بارسو (۲۰۲۰)، به تحلیل آگاهی مصرف کنندگان از مصرف آب پایدار با مفهوم رد پای آب<sup>۲</sup> را انجام دادند. ردپای آب شاخصی است برای نشان دادن روابط پنهان مصرف انسان از آب است. در این تحقیق به تجزیه و تحلیل آگاهی اجتماعی در مورد مصرف آب، که به عنوان ابزاری اساسی برای بهره وری آب و روش های تصمیم گیری متناسب با چالش های ناشی از کمبود آب است. و به این نتیجه رسیدند که بالا بردن آگاهی عمومی پیرامون استفاده مسئولانه از آب لازم و ضروری است و دانش اجتماعی امکان تنظیم مدیریت پایدار آب را فراهم می کند و مصرف آب با فعالیت های روزانه مرتبط است (Gómez & Barroso, 2020). راسل و کنیری (۲۰۲۰)، با بررسی عوامل متغیرهای روانشناختی، رفتاری، اجتماعی-جمعیتی، اندازه و درآمد خانوار را با استفاده از یک نظرسنجی از ۱۱۹۶ خانوار، در سراسر انگلستان متوجه شدند که نگرش ها، هنجارها و عادات نقش مهمی در مصرف آب دارند و این عادات مهم ترین پیش بینی کننده نیت صرفه جویی در مصرف آب است (Russell & Knoeri, 2020). دیمکیچ (۲۰۲۰)، در مقاله ای تحت عنوان تأثیر دما بر نوشیدن مصرف آب انجام داد. عوامل مورد بررسی شامل عوامل اقلیمی، اقتصادی، جمعیتی، در دسترس بودن منابع آب، درآمد، قیمت گذاری آب، سیاست گذاری، زمان و عادات مردم بود. او با بررسی عوامل اقلیمی شامل دما (حداکثر، متوسط و حداقل روزانه)، ته نشینی (مقدار، فرکانس و مدت زمان) و رطوبت خاک باد (شدت سرعت، فرکانس و مدت زمان) در مناطق مختلف ایالات متحده، کانادا، کره جنوبی و بحرین نشان داد که همبستگی قوی بین دما، منابع در دسترس، سیاست گذاری، شرایط سیستم آبرسانی و عادات مردم بر مصرف آب دارد (iii i, 0000). رونیندل و ساریمنتو (۲۰۲۰)، به بررسی مصرف آب بر روی الگوی مصرف و زیرساخت ها انجام دادند. در این تحقیق الگوی استفاده، به جنبه های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی و زیرساخت ها شامل نوع محل سکونت، فناوری وسایل موجود و مصرف مربوط به اتاق های (آشپزخانه، خشکشویی و سرویس بهداشتی) است. عوامل خارجی شامل قیمت، آب و هوا و سیاست ها می باشند. آنها به این نتیجه رسیدند که مصرف آب به شدت تحت تأثیر ویژگی های مسکونی قرار دارد (Rondine & Sarmiento, 2020). وردک و یوسف عابد (۲۰۱۹)، به تحلیل عوامل مؤثر بر مصرف آب در شهر جده را انجام دادند که شامل عوامل جمعیت، دما، رطوبت، نرخ تورم و تولید ناخالص داخلی سالانه بود. تجزیه و تحلیل همبستگی نشان داد که جمعیت و تولید ناخالص داخلی در اولویت قرار دارند (Wardak & Yousef Abed, 2019). راجیوان و کومار (۲۰۱۹)، با بررسی الگوی مصرف آب خانگی و شیوه های مدیریتی به این نتیجه رسیدند که اثربخشی اقدامات مختلف مدیریت جز عوامل مهم در مدیریت مصرف آب است (Rajiwani & Kumar, 2019). قسمی (۱۳۹۶)، عوامل مؤثر بر مصرف آب شامل سطح بهداشت فردی و خانوادگی، تعداد خانوار، تعداد وسایل و تجهیزات آشپزخانه، کاهش دوره صدور قبض، آموزش مشترکین درباره نحوه اطلاع رسانی خرابی شبکه توزیع آب، کاهش مدت زمان رفع حوادث و سطح رفاهی بود (Ghasami, 2017). دهقان و پوررضا کریم سرا (۱۳۹۵)، نتایج تحقیقی در بین شهروندان شهر تهران (مناطق ۲ و ۵) در خصوص سرانه مصرف آب در بین خانواده ها نشان می دهد که بین متغیرهای اعتماد به شرکت آب و فاضلاب، آگاهی و دانش نسبت به مصرف آب، تبلیغات شرکت آبفا با سرانه مصرف رابطه معناداری وجود ندارد (Dehghan & Pourreza Karimsara, 2016). خلفی (۱۳۹۴)، تحلیل یافته ها نشان می دهد ویژگی های فیزیکی مسکن تأثیر بسزایی در الگوی مصرف دارد. نتایج حاکی از آن است که هرگاه مردم از وضعیت اقتصادی خود اطمینان بیشتری داشته باشند حساسیت کمتری برای صرفه جویی آب دارند. همچنین وسایل زندگی افراد الگوی مصرف را تحت تأثیر قرار می دهد برای نمونه کسانی که از ماشین لباسشویی کم مصرف استفاده می کنند الگوی مصرفی بهینه تری دارند (Khalfi, 2015). خداداد و نخعی (۱۳۹۴)، در پژوهشی جهت شناخت عوامل مؤثر بر

<sup>2</sup>Water Footprint

الگوی موثر مصرف آب در بین شهروندان شهر گنبدکاووس انجام دادند و نتایج حاکی از این است که از میان متغیرهای مورد بررسی، متغیر دانش زیست محیطی بیشترین تاثیر را بر روی متغیر رفتار مصرف آب شهروندان داشته است (Khodadad & Nankhaei, 2015). رجبی نهوجی، قجاوند و فرتوک زاده (۱۳۹۲)، سیاست های کنترل جمعیت و فناوری با سیاست هایی همچون اعمال مالیات و تعرفه ها همراه شوند موثرتر عمل می نمایند (Rajabi Nahoji, Qajavand & Fartoukzadeh, 2013). شفیع (۱۳۹۱)، عوامل فرهنگ و میزان آگاهی خانواده، بالاترین اهمیت و اولویت در مدیریت مصرف آب را دارد (Shafiei, 2012). بر این اساس، در جدول شماره (۱) مهم ترین عوامل موثر بر مصرف آب به همراه منابع ارایه شده است.

جدول شماره (۱): پیشینه تحقیقات در زمینه عوامل موثر بر مصرف آب

پژوهشگران	سال	عوامل موثر بر مصرف آب
Largo & Cristina	1998	به کیفیت آب از قبیل طعم، بو و رنگ، وجود آب در زمان های مختلف، سطح درآمد خانوار، قیمت آب، خصوصیات خانوار، فناوری های آبرسانی و نوع مالکیت
Martinez Espineira	2000	وجود تورسیم، تعداد روزهای بارانی، تعداد افراد خانوار، متوسط درجه ماهانه، تعداد صورحساب های آبی، متوسط قیمت و متوسط درجه حرارت ماهانه
Renzetti	2002	بعد خانوار، مساحت خانه، تعداد وسایل و تجهیزات استفاده از آب و درآمد خانوار
Day and Howe	2003	تغییرات فناوری، اقتصادی- اجتماعی، وجود باغچه، چگونگی استفاده از آب، خصوصیات جمعیتی و کاربری اراضی
De Lourdes Fernandes, Naghettini, Von Sperling & Libanio	2005	قیمت آب، درجه حرارت و بارندگی
Koo, Kim, Shim & Koizumi	2005	اشتغال و جمعیت
Whitcomb	2006	ارزش بنا، عمر بنا، مساحت بنا، درجه حرارت، بارندگی، قیمت آب و فاضلاب
Kostas & Chrysostomos	2006	به قیمت آب، درآمد خانوار و متغیرهای اقلیمی به عنوان متغیرهای مستقلی یاد کرده اند که بر تقاضای آب تاثیر می گذارند.
Brounen Kok & Quigley	2012	ویژگی ها و مشخصات ساختمان نظیر عمر ساختمان، نوع ساختمان، درآمد، ساختار سنی اعضا خانواده
Willis	2013	ویژگی های جمعیت شناختی و روانشناسی اجتماعی و لیست موجود از دارایی ها، متغیرهای سن، درآمد، اندازه و ترکیب خانوار و همچنین تمایلات و نگرش ها، میزان درک و آگاهی خانواده ها از مقدار مصرف آب
Garcia	2013	متغیرهای جمعیت شناختی موثر در مصرف آب شامل بعد خانوار، میزان درآمد و تحصیلات، محل تولد و محل سکونت
SuoYang & Solvang	2014	جمعیت، تعداد خانوار
Rajiwani & Kumar	2019	شیوه های مدیریتی و اقدامات اثربخش
Gómez & Barroso	2020	آگاهی اجتماعی مردم، دانش اجتماعی
Russell & Knoeri	2020	متغیرهای روانشناختی، رفتاری، اجتماعی- جمعیتی، اندازه و درآمد خانوار
Rondine & Sarmiento	2020	جنبه های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی، زیرساخت ها، محل سکونت، فناوری وسایل موجود، قیمت، آب و هوا و سیاست ها
Yazdan Dad, & Mazloun	2009	عوامل اجتماعی، اقتصادی و میزان آگاهی مردم
Salehi, Hashemi & Esfandiarpour	2011	متغیرهای عرصه و اعیان، وسایل و تجهیزات کم و پرمصرف، پارامترهای اقلیمی، خصوصیات سیستم توزیع، مشخصات مشترکان، پارامترهای اقتصادی و شرایط مصرف در دوره های قبل
Shafiei	2012	فرهنگ و میزان آگاهی خانواده بالاترین اهمیت و اولویت را در مدیریت مصرف آب دارد
Rajabi Nahoji,	2013	سیاست های کنترل جمعیت، فناوری با سیاست های همچون مالیات و تعرفه ها

		Qajavand & Fartoukzadeh
ویژگی های فیزیکی مسکن، وضعیت اقتصادی و وسایل زندگی افراد	2015	Khalfi
نگرش، مسولیت پذیری، اعتماد به شرکت آب و فاضلاب، آگاهی و دانش نسبت به مصرف آب، تبلیغات شرکت آبفا	2016	Dehghan & Pourreza Karimsara
عامل سطح بهداشت فردی و خانوادگی، تعداد خانوار، تعداد وسایل و تجهیزات آشپزخانه، کاهش دوره صدور قبض، آموزش مشترکین درباره نحوه اطلاع رسانی خرابی شبکه توزیع آب، کاهش مدت زمان رفع حوادث، سطح رفاهی	2017	Ghasami
بررسی نقش تبلیغات در مصرف آب	2020	Salimi, Noori, Bonakdari & Sharifi

## ۲- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر در دو مرحله اجرا شده و در آن از داده های کیفی و کمی به صورت متوالی استفاده شده است. همچنین این پژوهش از نظر هدف کاربردی / توسعه ای به شمار می رود. چرا که با برنامه ریزی این امکان را به شرکت های آب و فاضلاب می دهد که فعالیت های مدیریتی خود را حول آن متمرکز سازند و سرمایه گذاری های لازم برای طرح های مدیریت مصرف را انتخاب، و آنها را در فعالیت های عملیاتی خود به کار گیرند. 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 گردآوری شده است. شکل (۱)، مراحل پژوهش حاضر را به تصویر کشیده است. در این پژوهش، برای جمع آوری اطلاعات از مطالعات کتابخانه ای و مصاحبه با خبرگان صنعت که شامل ۲۰ نفر از افراد که شامل معاونین، مدیران و کارشناسان خبره در حوزه مدیریت مصرف می باشند از طریق نمونه گیری گلوله برفی انتخاب نموده است. 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 انتخاب خبرگان نسبت به بررسی عوامل اقدام شد تا عواملی که از جامعیت بیشتری برخوردار هستند شناسایی گردند. روش دلفی فرایندی قوی مبتنی بر ساختار ارتباط گروهی است و در مواردی استفاده می شود که دانش ناکافی و نامطمئن در دسترس است و قضاوت به متخصصان آن سپرده می شود (Ahmadi, Nasiriani & Abazari, 2008). نوردرها بن در سال ۱۹۹۵ نشان داد کاربرد روش دلفی فازی ابهام های موجود در نظرهای خبرگان را برطرف می کند (Noorderhoben, 1995). در این مطالعه، برای تبدیل واژگان زبانی خبرگان به اعداد فازی از اعداد فازی مثلثی استفاده شد. تبدیل واژه های زبانی به اعداد مثلثی فازی در روش دلفی فازی در جدول (۲) مشاهده می شود.



شکل شماره (۱): مراحل پژوهش

در این روش، ابتدا جمع آوری نظرهای گروه تصمیم گیرنده و تخصیص عدد فازی مثلثی به نظر خبره، با توجه به واژه زبانی انتخاب شده توسط خبره به معیار مورد نظر انجام می گیرد. سپس برای محاسبه میانگین نظرات  $n$  پاسخ دهنده، میانگین فازی آن ها محاسبه شود. تایید و غربالگری شاخص ها که این کار از طریق مقایسه مقدار ارزش اکتسابی هر شاخص با مقدار آستانه  $S$  صورت می پذیرد. مقدار آستانه با استنباط ذهنی تصمیم گیرنده معین می شود و مستقیم بر روی تعداد عواملی که غربال می شوند تاثیر خواهد داشت. هیچ راه ساده و قانونی برای تعیین مقدار آستانه وجود ندارد و اصولاً از نظر خبرگان استخراج می شود (Cheng & Lin, 2002).

جدول شماره (۲): متغیرهای کلامی و اعداد دلفی فازی مارتینز و کانل<sup>۳</sup> (۲۰۱۱)

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)

در این پژوهش با توجه به قانون ۳۰-۷۰، مرز قابل قبول بودن عامل در حدود (۰/۷) است. اگر مقدار دیفازی شده عدد فازی مثلثی با توجه به نظر خبرگان نزدیک به (۰/۷) یا بالاتر از آن باشد، به عنوان عامل قابل قبول، پذیرش شده و در غیر این صورت مورد قبول واقع نمی شود (Habibi, Izdiar & Sarafrazi, 2015). در پژوهش حاضر دلفی فازی در دو راند 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 خبره قرار گرفت و از آنها درخواست شد نظرشان را درباره هر یک از عوامل تاثیرگذار بر مصرف آب در قالب متغیرهای کلامی بیان کنند. سپس برای یافتن درک مشترک از تصمیم گیری و نظرات خبرگان نسبت به هر یک از عوامل، به

<sup>3</sup> Martínez & Canal

محاسبه میانگین هندسی پرداخته شد. در نهایت جهت ارزیابی رد یا قبول عوامل، بر اساس رابطه (۱) ارزش ها ارزیابی به دست آمده دیفازی شده و بر مبنای مرز قابل قبول (۰/۷) می باشد.

$$Crisp = \frac{a + b + c}{3} \quad \text{رابطه (۱)}$$

جدول (۳) میانگین نظرات خبرگان در مرحله اول دلفی فازی برای ۳۹ عامل شناسایی شده موثر بر مصرف آب می باشد.

جدول شماره (۳): نتایج حاصل از مرحله اول فازی

معیار اصلی	زیرمعیار	u	m	l	S1
اقتصادی	سطح درآمد خانوار	۰/۹۵	۰/۸	۰/۵۵	۰/۷۷
	تعرفه و قیمت گذاری آب	۰/۹۷	۰/۸۳	۰/۶۸	۰/۸۳
	تورم	۰/۸۸	۰/۷	۰/۴۷	۰/۶۸
	درآمد سرانه	۰/۹۲	۰/۷۸	۰/۵۸	۰/۷۶
	تعداد خانوار	۰/۹۴	۰/۷۳	۰/۵۰	۰/۷۲
.....	.....	√	.....	.....	..
زمانی	درجه حرارت هوا	۰/۹۵	۰/۸۸	۰/۶۳	۰/۸۲
	ماه های گرم سال	۰/۹۵	۰/۸۸	۰/۶۳	۰/۸۲
	مدت حضور در منزل	۰/۹۵	۰/۸۰	۰/۵۵	۰/۷۷
	ساعات مصرف روزانه	۰/۹۱	۰/۷۳	۰/۴۸	۰/۷۱

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

با توجه به یافته های مرحله اول دلفی فازی از بین ۳۹ متغیر تاثیر گذار بر مصرف آب تنها ۲۶ متغیر بالاتر از (۰/۷) قرار گرفتند. بر اساس نتایج به دست آمده عامل تعرفه و قیمت گذاری آب و استفاده از ادوات کاهنده با مقدار آستانه (۰/۸۳) بیشترین تاثیر را بر مصرف آب از دیدگاه خبرگان را داشته است و عامل های سیاست های حمایتی، تعداد مشترکین و عمر ساختمان با مقدار (۰/۶۶) کمترین میزان توافق خبرگان بر روی عامل تاثیر بر مصرف آب را داشته است. در مرحله بعد میزان اختلاف نظر هر خبره با میانگین نظرات اعضا پانل خبرگان محاسبه شد. سپس به منظور اطمینان از تعیین عوامل تاثیر گذار پرسشنامه دیگری به همراه نظر قبلی هر خبره و میزان اختلاف نظر وی با میانگین نظرات اعضا پانل در اختیار آنها قرار گرفت. براساس نظر چنگ و لین (۲۰۰۲)، چنانچه اختلاف بین دو مرحله نظرسنجی کمتر از حد آستانه خیلی کم (۰/۱) باشد، فرایند نظرسنجی متوقف می شود یعنی به اجماع رسیده ایم. در این پژوهش با توجه به این که میزان اختلاف نظر خبرگان بین دو مرحله اول و دوم اجرای دلفی کمتر از حد آستانه (۰/۱) خیلی کم بدست آمد، نظرسنجی در مرحله دوم متوقف شد. میانگین نتایج مرحله دوم دلفی فازی بر اساس نظر خبرگان صنعت در جدول (۴) می باشد. با توجه به نظرات ارایه شده در مرحله دوم و مقایسه آن با نتایج مرحله اول تمامی ۲۶ عامل بالاتر از (۰/۷) اختلاف نظر خبرگان در دو مرحله از حد آستانه (۰/۱) کمتر بوده و مرحله نظرسنجی متوقف و تمام ۲۶ عامل تایید می شود.

جدول شماره (۴): نتایج حاصل از مرحله دوم فازی

معیارها	زیر معیارها	u	m	l	S2	S1-S2
اقتصادی	سطح درآمد خانوار	۰/۹۶	۰/۸۰	۰/۵۷	۰/۷۸	۰/۰۱
	تعرفه و قیمت گذاری آب	۰/۹۷	۰/۸۰	۰/۶۹	۰/۸۴	۰/۰۱
	تورم	۰/۸۶	۰/۶۰	۰/۴۶	۰/۶۷	۰/۰۱
	درآمد سرانه	۰/۹۴	۰/۸۰	۰/۶۱	۰/۷۸	۰/۰۲
	تعداد خانوار	۰/۹۵	۰/۷۰	۰/۵۲	۰/۷۴	۰/۰۱
اجتماعی	جمعیت	۰/۹۱	۰/۷۰	۰/۵۲	۰/۷۴	۰/۰۱
	سطح طبقه اجتماعی	۰/۸۹	۰/۶۰	۰/۴۴	۰/۶۷	۰/۰۱
	تحصیلات	۰/۹۳	۰/۷۰	۰/۵۲	۰/۷۴	۰/۰۱
	تراکم جمعیت شهری	۰/۹۰	۰/۶۰	۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۰۱
	تعداد مشترکین	۰/۸۵	۰/۶۰	۰/۴۶	۰/۶۶	۰/۰۰

۰/۰۱	۰/۷۳	۰/۵۲	۰/۷۰	۰/۹۲	شاغل بودن زنان	
۰/۰۱	۰/۶۸	۰/۴۴	۰/۷۰	۰/۹۰	تعداد افراد خردسال	
۰/۰۱	۰/۶۸	۰/۴۷	۰/۶۰	۰/۸۷	برخورداری از باورها و اعتقادات مذهبی	
۰/۰۱	۰/۸۱	۰/۶۰	۰/۸۰	۰/۹۸	میزان آگاهی خانواده	
۰/۰۱	۰/۶۸	۰/۴۶	۰/۶۰	۰/۸۹	قطر انشعاب	
۰/۰۱	۰/۸۴	۰/۶۹	۰/۸۰	۰/۹۷	استفاده از ادوات کاهنده آب	
۰/۰۱	۰/۷۹	۰/۵۷	۰/۸۰	۰/۹۷	استفاده از شیرآلات جدید	
۰/۰۱	۰/۷۵	۰/۵۴	۰/۷۰	۰/۹۴	استفاده از کنتور مغناطیسی	فنی و مهندسی
۰/۰۱	۰/۷۸	۰/۵۷	۰/۸۰	۰/۹۵	فشار شبکه	
۰/۰۳	۰/۶۶	۰/۴۶	۰/۶۰	۰/۸۶	تعداد انشعاب	
۰/۰۲	۰/۶۴	۰/۴۴	۰/۶۰	۰/۸۴	عمر ساختمان	
۰/۰۱	۰/۷۵	۰/۵۴	۰/۷۰	۰/۹۳	تنوع بخشی در عرضه آب	
۰/۰۱	۰/۷۳	۰/۵۱	۰/۷۰	۰/۹۲	تبلیغات و آموزش	
۰/۰۱	۰/۷۶	۰/۵۳	۰/۷۰	۰/۹۵	رفتار مصرف کننده	فرهنگی
۰/۰۲	۰/۸۲	۰/۶۴	۰/۸۰	۰/۹۶	علائق مصرف کننده	
۰/۰۱	۰/۸۳	۰/۶۴	۰/۸۰	۰/۹۷	انگیزه مصرف	
۰/۰۱	۰/۷۲	۰/۵۲	۰/۷۰	۰/۹۰	مصوبات و برنامه های اصلاح الگوی مصرف	
۰/۰۲	۰/۶۳	۰/۴۲	۰/۶۰	۰/۸۲	سیاست حمایتی	قانونی و مدیریتی
۰/۰۱	۰/۶۸	۰/۴۷	۰/۶۰	۰/۸۷	ارایه سیاست کلی در خصوص منابع آب	
۰/۰۱	۰/۷۰	۰/۵۰	۰/۶۰	۰/۹۱	وضع قوانین جهت تشویق و تنبیه مشترکین کم مصرف و پرمصرف	
۰/۰۱	۰/۷۳	۰/۴۹	۰/۷۰	۰/۹۷	بافت شهری و روستایی	
۰/۰۱	۰/۷۳	۰/۴۸	۰/۷۰	۰/۹۳	سطح زیر بنا	مکانی
۰/۰۰	۰/۶۷	۰/۴۴	۰/۶۰	۰/۸۹	بافت مناطق فرسوده	
۰/۰۱	۰/۷۴	۰/۵۲	۰/۷۰	۰/۹۴	باغچه در منزل	
۰/۰۱	۰/۶۸	۰/۴۷	۰/۷۰	۰/۸۸	استخر و جکوزی	
۰/۰۲	۰/۸۰	۰/۶۱	۰/۸۰	۰/۹۴	درجه حرارات هوا	
۰/۰۱	۰/۸۱	۰/۶۲	۰/۸۰	۰/۹۴	ماه های گرم سال	زمانی
۰/۰۲	۰/۷۵	۰/۵۳	۰/۷۰	۰/۹۴	مدت حضور در منزل	
۰/۰۱	۰/۷۰	۰/۴۷	۰/۷۰	۰/۹۰	ساعات مصرف روزانه	

روش DANP<sup>۴</sup> یکی از روشهای تصمیم گیری چند شاخصه است که ماتریس ارتباطات دیمتل و سوپر ماتریس ANP را تشکیل داده و وزن معیارها و زیرمعیارها را محاسبه می کند. روش دیمتل یکی از ابزارهای تصمیم گیری چندمعیاره بر مبنای گراف است که ما را قادر می سازد تا مسائل را برنامه ریزی و حل کنیم؛ به نحوی که ممکن است برای درک بهتر روابط علی نقشه شبکه ای چند معیاره را در گروه علت-معلول ترسیم کنیم (Alavi Tabari & Yahya Zadeh Far, 2020). همچنین فیضی و همکاران (۲۰۱۹)، تکنیک های تصمیم گیری وزن دهی نظیر: AHP, ANP, FAHP, FANP را نیز به عنوان وزن دهی به عوامل پیشنهاد می کنند (Faizi, Sadeh, Amini Sabgh & Ehtesham Arsi, 2020). در واقع روش دنپ ترکیبی از روش دیمتل و ANP است. جدول (۵) کدبندی معیارهای اصلی و زیرمعیارها را نشان می دهد.

جدول شماره (۵): معیار تاثیرگذار بر مصرف آب

معیار اصلی	کد	زیرمعیار و کدها
اقتصادی	C1	سطح درآمد خانوار C11، تعرفه و قیمت گذاری آب C12، تعداد خانوار C13، درآمد سرانه C14
اجتماعی	C2	جمعیت C21، تحصیلات C22، شاغل بودن زنان C23، میزان آگاهی زنان C24
فنی و مهندسی	C3	استفاده از ادوات کاهنده آب C31، استفاده از کنتور مغناطیسی C32، استفاده از شیرآلات

<sup>4</sup> Fuzzy DANP (DEMATEL Based ANP)



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	C4	فرهنگی
مصوبات و برنامه های اصلاح الگوی مصرف C51، وضع قوانین جهت تشویق و تنبیه مشترکین کم مصرف و پرمصرف C52	C5	قانونی و مدیریتی
بافت شهری و روستایی C61، سطح زیر بنا C62، باغچه در منزل C63	C6	مکانی
درجه حرارت هوا C71، ماه های گرم سال C72، مدت حضور در منزل C73، ساعات مصرف روزانه C74	C7	زمانی

الگوریتم روش دنپ فازی (Lu, Lin & Tzeng, 2013) در این پژوهش شامل مراحل زیر می باشد. در گام نخست محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم (D) از پاسخ دهندگان خواسته شد تا میزان تأثیرگذاری معیار  $i$  بر معیار  $j$  را با استفاده از جدول (۶)، نشان دهند. برای بررسی معیارها از نظر ۲۰ خبره استفاده شد. سپس برای ادغام نظرات خبرگان از رابطه (۲) از آن ها میانگین حسابی گرفته می شود. جدول (۷) مقایسات زوجی ماتریس ارتباط مستقیم بین زیرمعیارهای اصلی می باشد.

$$\bar{z} = \frac{\bar{x}^1 \oplus \bar{x}^2 \oplus \bar{x}^3 \oplus \dots \oplus \bar{x}^p}{p} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این فرمول  $p$  تعداد خبرگان و  $\bar{x}^1, \bar{x}^2, \dots, \bar{x}^p$  به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی خبره ۱، خبره ۲ و خبره  $p$  می باشد و  $\bar{z}$  عدد فازی مثلثی به صورت  $\tilde{z}_{ij} = (l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij})$  است.

جدول شماره (۶): طیف پنج درجه ای 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)

جدول شماره (۷): ماتریس روابط مستقیم فازی بین زیرمعیارها

	C11			C12			....	C73			C74		
	L	m	U	L	m	L		....	U	L	m	L	m
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
C14	۰/۳۷۵	۰/۶۲۵	۰/۸۵۰	۰/۵۸۸	۰/۸۳۸	۱/۰۰۰	.....	۰/۲۲۵	۰/۴۷۵	۰/۷۲۵	۰/۶۲۵	۰/۸۷۵	۱/۰۰۰
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
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: با توجه به بزرگی ماتریس فازی (۲۶×۲۶) و حجم کم صفحه ماتریس های این مقاله به صورت فشرده ارائه می شود.

در گام دوم، نرمال سازی ماتریس ارتباط مستقیم است. مطابق با رابطه (۳) و (۴) ماتریس میانگین ارتباطات مستقیم را نرمال کرده و آن را ماتریس H می نامیم.

$$= \left( \frac{l'_{ij}}{r}, \frac{m'_{ij}}{r}, \frac{u'_{ij}}{r} \right) = (l''_{ij}, m''_{ij}, u''_{ij}) \tilde{H}_{ij} = \frac{\tilde{z}_{ij}}{r} \tag{۳}$$

که r از رابطه زیر به دست می آید:

$$r = \max_{1 \leq i \leq n} \left( \sum_{j=1}^n u'_{ij}, \sum_{i=1}^n u'_{ij} \right) \tag{۴}$$

به عبارت دیگر مقدار r برابر با بیشترین مقدار جمع سطری حد بالای ماتریس ادغام شده نظرات است. که بیشترین مقدار در این پژوهش برابر با ۰.۴/۰.۲۴ است. پس تک تک درایه های جدول ماتریس ارتباط مستقیم بر این عدد تقسیم می شوند و ماتریس نرمال ارتباطات مستقیم بدست می آید. جدول (۸) ماتریس نرمال ارتباطات مستقیم فازی بین زیرمعیارهای را نشان می دهد.

جدول شماره (۸): ماتریس نرمال روابط مستقیم فازی بین زیرمعیارها

	C11			C12			....	C73			C74		
	L	m	U	L	m	L	....	U	L	m	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
C14	۰/۰۱۶	۰/۰۲۶	۰/۰۳۵	۰/۰۲۴	۰/۰۳۵	۰/۰۴۲	....	۰/۰۰۹	۰/۰۲۰	۰/۰۳۰	۰/۰۲۶	۰/۰۳۶	۰/۰۴۲
....	..	..	..	..	..	..	....	..	..	..	..	..	..
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 گام سوم، محاسبه ماتریس ارتباط کامل معیارها TC است. بعد از محاسبه ماتریس های نرمال، ماتریس روابط کل فازی با توجه به روابط (۵) تا (۸) بدست می آید. در این روابط I ماتریس یکه و  $H_l, H_m, H_u$  هر کدام ماتریس  $n \times n$  هستند که درایه های آن را به ترتیب عدد پایین، عدد میانی و عدد بالایی اعداد فازی مثلثی ماتریس H را تشکیل می دهد و ماتریس ارتباطات کامل TC بدست می آید. نتایج در جدول (۹) ماتریس ارتباط کامل معیارها TC نشان داده می شود.

$$T = \lim_{k \rightarrow +\infty} (\tilde{H}^1 \oplus \tilde{H}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{H}^k) \tag{۵}$$

که هر درایه آن عدد فازی به صورت  $\tilde{t}_{ij} = (l_{ij}^t, m_{ij}^t, u_{ij}^t)$  است و به صورت زیر محاسبه می شود:

$$[l_{ij}^t] = H_l \times (I - H_l)^{-1} \tag{۶}$$

$$[m_{ij}^t] = H_m \times (I - H_m)^{-1} \tag{۷}$$

$$[u_{ij}^t] = H_u \times (I - H_u)^{-1} \tag{۸}$$

جدول شماره (۹): ماتریس ارتباطات کامل (TC) فازی بین زیرمعیارها

	C11			C12			....	C73			"C74		
	L	m	U	L	m	L	....	U	L	m	L	m	U
C11	۰/۰۱۵	۰/۰۸۰	۰/۰۶۸۸	۰/۰۲۴	۰/۰۱۱۱	۰/۰۷۲۰	....	۰/۰۴۲	۰/۰۱۱۶	۰/۰۷۲۶	۰/۰۴۴	۰/۰۱۲۲	۰/۰۷۴۵
C12	۰/۰۲۴	۰/۰۱۱۳	۰/۰۸۱۸	۰/۰۲۰	۰/۰۱۰	۰/۰۸۰۸	....	۰/۰۴۷	۰/۰۱۳۵	۰/۰۸۴۲	۰/۰۴۵	۰/۰۱۳۷	۰/۰۸۶۷
C13	۰/۰۲۲	۰/۰۱۰۴	۰/۰۷۸۹	۰/۰۴۱	۰/۰۱۲۵	۰/۰۸۰۹	...	۰/۰۲۰	۰/۰۹۲	۰/۰۷۸۵	۰/۰۲۳	۰/۰۱۰۸	۰/۰۸۱۸
C14	۰/۰۳۶	۰/۰۱۲۴	۰/۰۸۴۶	۰/۰۴۴	۰/۰۱۳۴	۰/۰۸۵۵	....	۰/۰۳۱	۰/۰۱۱۹	۰/۰۸۵۰	۰/۰۴۸	۰/۰۱۳۹	۰/۰۸۸۴
....	..	..	..	..	..	..	....	..	..	..	..	..	SS
C72	۰/۰۴۵	۰/۰۱۳۵	۰/۰۸۴۸	۰/۰۳۴	۰/۰۱۲۷	۰/۰۸۴۳	....	۰/۰۴۰	۰/۰۱۲۹	۰/۰۸۵۳	۰/۰۳۳	۰/۰۱۲۵	۰/۰۸۶۸
C73	۰/۰۳۹	۰/۰۱۲۸	۰/۰۸۴۱	۰/۰۳۰	۰/۰۱۲۱	۰/۰۸۳۸	....	۰/۰۲۲	۰/۰۱۰۱	۰/۰۸۲۴	۰/۰۴۶	۰/۰۱۳۸	۰/۰۸۷۷

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 گام چهارم، محاسبه ماتریس ارتباط کامل ابعاد نخست باید ماتریس TD را از ماتریس ارتباط کامل معیارها TC استخراج نمود. بدین جهت هر درایه ماتریس TD از میانگین درایه‌های زیرمعیارش 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. نتایج در جدول (۱۰) ماتریس ارتباط کامل معیارها TD نشان داده می‌شود.

در گام پنجم، محاسبه شدت و جهت تأثیر که مطابق با رابطه (۹) و (۱۰) میزان شاخص  $ri$  و  $cj$  را محاسبه می‌نماییم. شاخص  $ri$  بیانگر مجموع سطر  $i$  ام و شاخص  $cj$  بیانگر مجموع ستون  $j$  ام از ماتریس TC با توجه به بعد مربوطه می‌باشد. به همین صورت میزان شاخص  $\tilde{D}$  و  $\tilde{R}$  را محاسبه می‌نماییم. شاخص  $Ri$  بیانگر مجموع سطر  $i$  ام و شاخص  $Cj$  بیانگر مجموع ستون  $j$  ام از ماتریس TD می‌باشد. جهت ترسیم و تحلیل نمودار نیاز به دو شاخص شدت اثرگذاری و اثرپذیری و جهت تأثیر می‌باشیم که با استفاده از  $ri$  و  $cj$  به دست می‌آیند. برای هر  $i=j$  خواهیم داشت:

$$\tilde{D} = (\tilde{D}_i)_{n \times 1} = [\sum_{j=1}^n \tilde{T}_{ij}]_{n \times 1} \quad \text{رابطه (۹)}$$

$$\tilde{R} = (\tilde{R}_i)_{1 \times n} = [\sum_{j=1}^n \tilde{T}_{ij}]_{1 \times n} \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

جدول شماره (۱۰): ماتریس ارتباطات کامل (TD) فازی بین عوامل اصلی

	C1			C2			....	C6			C7		
	L	m	U	L	m	L	...	U	L	m	L	m	yU
C1	۰/۰۳۲	۰/۱۱۵	۰/۸۰۶	۰/۰۳۹	۰/۱۲۷	۰/۸۳۰	.....	۰/۰۴۳	۰/۱۲۷	۰/۸۲۵	۰/۰۴۱	۰/۱۲۶	۰/۸۲۷
C2	۰/۰۴۰	۰/۱۲۶	۰/۸۲۴	۰/۰۴۰	۰/۱۲۶	۰/۸۳۹	.....	۰/۰۳۸	۰/۱۲۳	۰/۸۳۰	۰/۰۴۱	۰/۱۲۸	۰/۸۳۸
AC3	۰/۰۴۱	۰/۱۳۱	۰/۸۵۲	۰/۰۴۶	۰/۱۳۶	۰/۸۷۳	.....	۰/۰۴۴	۰/۱۳۳	۰/۸۶۴	۰/۰۴۶	۰/۱۳۵	۰/۸۶۹
C4	۰/۰۴۰	۰/۱۳۱	۰/۸۴۴	۰/۰۴۷	۰/۱۳۹	۰/۸۶۶	.....	۰/۰۳۹	۰/۱۲۷	۰/۸۵۱	۰/۰۴۱	۰/۱۳۰	۰/۸۵۷
C5	۰/۰۳۶	۰/۱۲۲	۰/۸۱۰	۰/۰۳۶	۰/۱۲۲	۰/۸۲۷	.....	۰/۰۳۸	۰/۱۲۲	۰/۸۲۱	۰/۰۴۳	۰/۱۲۸	۰/۸۲۹
C6	۰/۰۴۱	۰/۱۳۱	۰/۸۳۱	۰/۰۴۲	۰/۱۳۱	۰/۸۵۱	.....	۰/۰۳۲	۰/۱۱۵	۰/۸۳۰	۰/۰۴۱	۰/۱۲۹	۰/۸۴۶
C7	۰/۰۴۲	۰/۱۳۲	۰/۸۴۷	۰/۰۴۵	۰/۱۳۷	۰/۸۶۸	.....	۰/۰۴۵	۰/۱۳۵	۰/۸۵۸	۰/۰۴۰	۰/۱۲۷	۰/۸۵۷

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

$ri - dj =$  جهت تأثیر گذاری یا تأثیر پذیری، بدین صورت که اگر  $ri - dj > 0$  باشد معیار مربوطه علت و اگر  $ri - dj < 0$  باشد معیار مربوطه معلول است.

با توجه به مقادیر محاسبه شده در فوق، مقدار شاخص  $ri + dj$  و  $ri - dj$  را برای معیارها و همچنین شاخص  $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$  و  $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$  را برای ابعاد بدست می‌آوریم و سپس با استفاده از فرمول رابطه (۱۱) زیر فازی زدایی می‌کنیم:

$$\text{defuzzy} = \frac{((u-l) + (m-l))}{3} + l \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

نتایج این مرحله در جدول های (۱۱) و (۱۲) آمده است.

جدول شماره (۱۱): الگوی روابط علی ماتریس (TD)

	$D_i$			$R_i$			$(D_i)^{\text{defuzzy}}$	$(R_i)^{\text{defuzzy}}$	$D_i+R_i$	$D_i-R_i$	علت/معلول
	l	m	u	l	m	u					
C1	۰/۲۷۲	۰/۸۶۴	۵/۷۴۵	۰/۲۷۲	۰/۸۸۹	۵/۸۱۴	۵/۹۴۲	۶/۰۱۹	۱۱/۹۶۲	-۰/۰۷۷	معلول

C2	۰/۲۸۳	۰/۸۸۵	۵/۸۲۶	۰/۲۹۵	۰/۹۱۸	۵/۹۵۵	۶/۰۲۷	۶/۱۶۳	۱۲/۱۸۹	-۰/۱۳۶	معلول
C3	۰/۳۰۲	۰/۹۲۱	۶/۰۳۴	۰/۲۸۳	۰/۸۸۸	۵/۸۹۵	۶/۲۴۰	۶/۰۹۶	۱۲/۳۳۷	۰/۱۴۴	علت
C4	۰/۲۸۶	۰/۹۱۰	۵/۹۶۴	۰/۲۹۲	۰/۹۰۷	۵/۹۲۷	۶/۱۷۲	۶/۱۳۲	۱۲/۳۰۴	-۰/۰۴۰	علت
C5	۰/۲۷۲	۰/۸۵۱	۵/۷۳۹	۰/۲۷۲	۰/۸۵۸	۵/۷۸۱	۵/۹۳۲	۵/۹۷۵	۱۱/۹۰۷	-۰/۰۴۳	معلول
C6	۰/۲۷۱	۰/۸۸۶	۵/۸۶۹	۰/۲۷۸	۰/۸۸۲	۵/۸۸۰	۶/۰۷۵	۶/۰۸۱	۱۲/۱۵۶	-۰/۰۰۶	معلول
C7	۰/۳۰۲	۰/۹۲۷	۵/۹۹۶	۰/۲۹۳	۰/۹۰۳	۵/۹۲۲	۶/۲۰۵	۶/۱۲۵	۱۲/۳۳۰	-۰/۰۷۹	علت

	$D_i$			$R_i$			$(D_i)^{defuzzy}$	$(R_i)^{defuzzy}$	$D_i+R_i$	$D_i-R_i$	علت/معلول
	l	m	u	l	m	u					
C11	۰/۱۰۴	۰/۴۰۲	۲/۸۷۴	۰/۰۹۸	۰/۴۲۲	۲/۱۴۰	۲/۹۷۳	۳/۲۴۹	۶/۲۲۲	-۰/۲۷۵	معلول
C12	۰/۱۳۲	۰/۴۸۶	۳/۳۵۲	۰/۱۳۸	۰/۴۷۲	۳/۱۹۲	۳/۴۷۰	۳/۳۰۳	۶/۷۷۳	۰/۱۶۷	علت
C13	۰/۱۲۷	۰/۴۵۴	۳/۲۳۳	۰/۱۴۹	۰/۴۹۵	۳/۲۶۷	۳/۳۴۲	۳/۴۸۲	۶/۸۲۴	-۰/۱۴۰	معلول
C14	۰/۱۴۸	۰/۴۹۹	۳/۴۳۲	۰/۱۲۵	۰/۴۵۳	۳/۱۹۲	۳/۵۴۹	۳/۳۰۱	۶/۸۴۹	-۰/۲۴۸	علت
C21	۰/۱۶۲	۰/۴۹۲	۳/۴۰۱	۰/۱۵۲	۰/۴۷۱	۳/۱۹۳	۳/۵۱۱	۳/۲۹۹	۶/۸۱۰	-۰/۲۱۲	علت
C22	۰/۱۵۷	۰/۵۰۳	۳/۳۴۷	۰/۱۶۰	۰/۴۹۴	۳/۴۳۱	۳/۴۶۲	۳/۵۴۲	۷/۰۰۴	-۰/۰۸۰	معلول
C23	۰/۱۶۱	۰/۵۱۷	۳/۴۴۲	۰/۱۶۱	۰/۵۲۶	۳/۳۵۶	۳/۵۶۱	۳/۴۷۸	۷/۰۲۸	-۰/۰۸۳	علت
C24	۰/۱۶۳	۰/۵۰۵	۳/۲۴۲	۰/۱۷۰	۰/۵۲۷	۳/۴۵۱	۳/۳۵۶	۳/۵۷۰	۶/۹۲۶	-۰/۲۱۵	معلول
C31	۰/۱۴۷	۰/۵۵۶	۴/۱۵۵	۰/۱۹۳	۰/۶۳۷	۴/۳۴۸	۴/۲۹۱	۴/۴۹۶	۸/۷۸۷	-۰/۲۰۵	معلول
C32	۰/۱۸۷	۰/۶۰۶	۴/۲۲۹	۰/۱۹۷	۰/۶۴۰	۴/۳۴۹	۴/۳۶۸	۴/۴۹۶	۸/۸۶۵	-۰/۱۲۸	معلول
C33	۰/۲۰۵	۰/۶۵۶	۴/۳۶۶	۰/۱۸۷	۰/۶۳۱	۴/۴۰۲	۴/۵۱۶	۴/۵۵۰	۹/۰۶۶	-۰/۰۳۴	معلول
C34	۰/۱۸۹	۰/۶۳۱	۴/۳۲۴	۰/۱۹۴	۰/۶۲۷	۴/۲۷۷	۴/۴۷۱	۴/۴۲۱	۸/۸۹۲	-۰/۰۵۰	علت
C35	۰/۲۰۵	۰/۶۵۲	۴/۳۷۸	۰/۱۶۲	۰/۵۶۶	۴/۰۷۷	۴/۵۲۸	۴/۲۱۲	۸/۷۳۹	-۰/۳۱۶	علت
C41	۰/۱۴۰	۰/۴۶۶	۳/۲۲۰	۰/۱۷۶	۰/۵۲۹	۴/۴۳۵	۳/۳۲۹	۳/۵۵۳	۶/۸۸۲	-۰/۲۲۴	معلول
C42	۰/۱۶۲	۰/۵۳۵	۳/۵۱۹	۰/۱۷۸	۰/۵۶۲	۳/۵۷۹	۳/۶۴۳	۳/۷۰۷	۷/۳۵۰	-۰/۰۶۴	معلول
C43	۰/۱۶۴	۰/۵۱۸	۳/۴۷۹	۰/۱۴۱	۰/۴۷۶	۳/۳۱۶	۳/۵۹۷	۳/۴۲۷	۷/۰۲۴	-۰/۱۶۹	علت
C44	۰/۱۶۹	۰/۵۱۹	۳/۴۴۵	۰/۱۳۹	۰/۴۷۱	۳/۳۳۲	۳/۵۶۲	۳/۴۴۳	۷/۰۰۵	-۰/۱۱۹	علت
C51	۰/۰۶۱	۰/۲۱۹	۱/۶۰۵	۰/۰۶۱	۰/۲۱۴	۱/۵۸۸	۱/۶۵۷	۱/۶۳۹	۳/۲۹۷	-۰/۰۱۸	علت
C52	۰/۰۸۹	۰/۲۱۴	۱/۵۸۷	۰/۰۸۹	۰/۲۱۹	۱/۶۰۳	۱/۶۲۸	۱/۶۴۶	۳/۲۷۵	-۰/۰۱۸	معلول
C61	۰/۱۰۹	۰/۳۶۲	۲/۵۴۱	۰/۱۰۷	۰/۳۷۱	۲/۶۰۷	۲/۶۲۵	۲/۶۹۵	۵/۳۲۱	-۰/۰۷۰	معلول
C62	۰/۰۸۳	۰/۳۲۱	۲/۴۳۲	۰/۰۸۹	۰/۳۱۸	۲/۳۲۶	۲/۵۱۱	۲/۴۰۲	۴/۹۱۳	-۰/۱۰۹	علت
C63	۰/۰۹۳	۰/۳۵۵	۲/۴۹۵	۰/۰۸۸	۰/۳۴۹	۲/۵۳۵	۲/۵۸۳	۲/۶۲۲	۵/۲۰۵	-۰/۰۳۹	معلول
C71	۰/۱۶۶	۰/۵۱۳	۳/۳۵۰	۰/۱۶۴	۰/۵۰۵	۳/۳۹۵	۳/۴۶۵	۳/۵۰۹	۶/۹۷۴	-۰/۰۴۴	معلول
C72	۰/۱۴۲	۰/۵۰۰	۳/۴۶۷	۰/۱۶۵	۰/۵۳۱	۳/۵۴۰	۳/۵۸۶	۳/۶۶۲	۷/۲۴۸	-۰/۰۷۶	معلول
C73	۰/۱۶۳	۰/۵۱۶	۳/۴۶۵	۰/۱۵۹	۰/۴۹۹	۳/۳۴۶	۳/۵۸۳	۳/۴۵۶	۷/۰۴۲	-۰/۱۲۴	علت
C74	۰/۱۶۵	۰/۵۱۰	۳/۴۲۸	۰/۱۴۹	۰/۵۰۴	۳/۴۲۸	۳/۵۴۳	۳/۵۴۶	۷/۰۸۹	-۰/۰۰۴	معلول

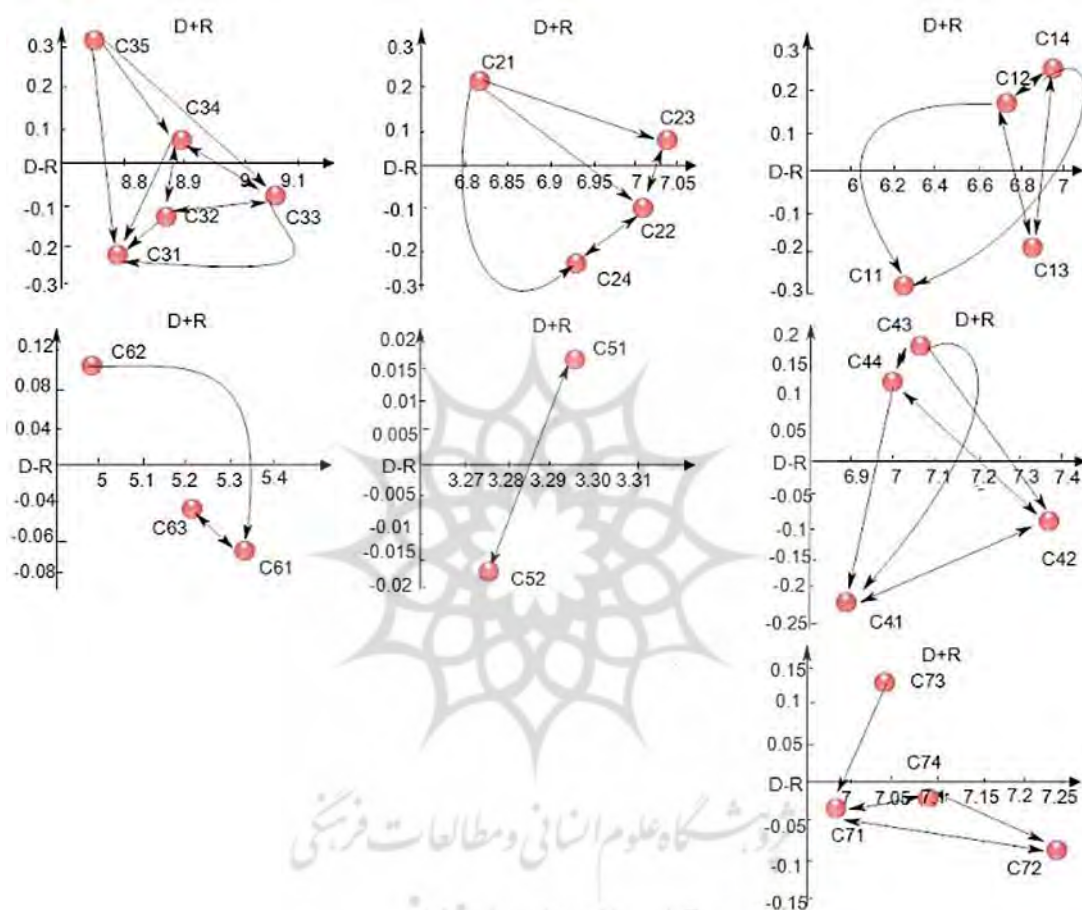
جدول شماره (۱۲): الگوی روابط علی ماتریس (TC)

جهت تعیین نقشه روابط شبکه<sup>۵</sup> (NRM) باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزئی صرف نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس TC و TD از مقدار آستانه بزرگتر باشد در

<sup>5</sup> Network Relation Map

(NRM) نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط، کافی است تا با استفاده از نظر خبرگان و یا میانگین مقادیر، برای هر  $T_c^{ij}$  در ماتریس TC و همچنین میانگین مقادیر ماتریس TD (برای ترسیم نقشه روابط ابعاد) محاسبه شود. بعد از آنکه شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیری که کوچکتر از آستانه باشد صفر شده یعنی آن رابطه علی، در نظر گرفته نمی شود و فقط مقادیری که بزرگتر از ارزش آستانه هستند متغیر علی می باشند. نمودارهای علت و معلولی زیرمعیارهای به صورت شکل (۲) است.

شکل شماره (۲): نمودارهای علی زیرمعیارهای



در گام ششم نرمال سازی ماتریس ارتباط کامل ابعاد TD، در این مرحله ماتریس جدول ماتریس ارتباطات کامل ابعاد را نرمال می‌کنیم. جهت نرمال سازی ابتدا هر کران این ماتریس را تفکیک نموده که سه جدول کران پایین، میانی و بالا حاصل می‌شود. سپس در هر کران هر درایه را بر مجموع سطری که آن درایه قرار دارد تقسیم می‌کنیم و سپس ماتریس حاصله را ترنسپوز می‌کنیم یعنی جای سطر و ستون را عوض می‌کنیم. نتایج در جدول (۱۳) آورده شده است.

جدول شماره (۱۳): ماتریس نرمال ارتباط کامل ابعاد

	C1			C2			....	C6			C7		
	l	m	u	l	m	u	...	l	m	u	l	m	u
C1	۰/۱۱۷	۰/۱۳۳	۰/۱۴۰	۰/۱۴۰	۰/۱۴۳	۰/۱۴۱	.....	۰/۱۵۰	۰/۱۴۷	۰/۱۴۲	۰/۱۳۸	۰/۱۴۳	۰/۱۴۱
C2	۰/۱۴۴	۰/۱۴۷	۰/۱۴۴	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۰/۱۴۴	.....	۰/۱۵۴	۰/۱۴۸	۰/۱۴۵	۰/۱۴۸	۰/۱۴۷	۰/۱۴۵
C3	۰/۱۳۹	۰/۱۴۱	۰/۱۴۳	۰/۱۵۰	۰/۱۴۵	۰/۱۴۴	.....	۰/۱۵۳	۰/۱۴۵	۰/۱۴۳	۰/۱۳۹	۰/۱۴۱	۰/۱۴۳
C4	۰/۱۵۱	۰/۱۴۷	۰/۱۴۴	۰/۱۴۹	۰/۱۴۶	۰/۱۴۴	.....	۰/۱۳۳	۰/۱۳۹	۰/۱۴۳	۰/۱۵۲	۰/۱۴۸	۰/۱۴۴
C5	۰/۱۴۳	۰/۱۳۹	۰/۱۴۱	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۱۴۱	.....	۰/۱۴۳	۰/۱۴۵	۰/۱۴۱	۰/۱۴۱	۰/۱۳۸	۰/۱۴۰
C6	۰/۱۵۶	۰/۱۴۷	۰/۱۴۴	۰/۱۳۴	۰/۱۳۹	۰/۱۴۲	.....	۰/۱۱۷	۰/۱۳۰	۰/۱۴۱	۰/۱۵۰	۰/۱۴۵	۰/۱۴۳



گام دهم استخراج اوزان و اولویت بندی عوامل که در این مرحله با استفاده از رابطه (۱۱) اوزانی که از سوپر ماتریس حددار استخراج شده است را تبدیل به عدد قطعی می‌کنیم، وزن معیار اصلی نیز از جمع اوزان زیرمعیارهایش حاصل می‌شود. نتایج در جدول (۱۷) آورده شده است. در بین معیارهای اصلی، معیار اجتماعی با وزن (۰/۱۴۵۸) رتبه اول، معیار زمانی با وزن (۰/۱۴۴۵) رتبه دوم، معیار فرهنگی (۰/۱۴۳۱) رتبه سوم، معیار فنی و مهندسی با وزن (۰/۱۴۱۹) رتبه چهارم، معیار مکانی با وزن (۰/۱۴۰۵) رتبه پنجم، معیار اقتصادی با وزن (۰/۱۳۹۴) رتبه ششم و معیار قانونی و مدیریتی با وزن (۰/۱۳۸۱) رتبه هفتم را کسب کرده است.

جدول شماره (۱۷): اوزان نسبی و رتبه بندی زیرمعیارها

رتبه بندی	وزن	نام زیرمعیار	کد زیرمعیار
۱	۰/۰۶۹۸	وضع قوانین جهت تشویق و تنبیه مشترکین کم مصرف و پرمصرف	C52
۲	۰/۰۶۸۲	مصوبات و برنامه های اصلاح الگوی مصرف	C51
۳	۰/۰۴۹۸	بافت شهری و روستایی	C61
۴	۰/۰۴۸۱	باغچه در منزل	C63
۵	۰/۰۴۲۶	سطح زیر بنا	C62
۶	۰/۰۳۹۶	رفتار مصرف کننده	C42
۷	۰/۰۳۸۳	ماه های گرم سال	C72
۸	۰/۰۳۷۷	میزان آگاهی خانواده	C24
۹	۰/۰۳۷۱	تحصیلات	C22
۱۰	۰/۰۳۶۹	تبلیغات و آموزش	C41
۱۱	۰/۰۳۶۸	شاغل بودن زنان	C23
۱۲	۰/۰۳۶۶	تعداد خانوار	C13
۱۳	۰/۰۳۶۲	ساعات مصرف روزانه	C74
۱۴	۰/۰۳۵۱	مدت حضور در منزل	C73
۱۵	۰/۰۳۵۰	درجه حرارات هوا	C71
۱۶	۰/۰۳۴۸	درآمد سرانه	C14
۱۷	۰/۰۳۴۴	سطح درآمد خانوار	C11
۱۸	۰/۰۳۴۲	جمعیت	C21
۱۹	۰/۰۳۳۶	تعرفه و قیمت گذاری آب	C12
۲۰	۰/۰۳۳۳	علائق مصرف کننده	C43
۲۱	۰/۰۳۳۲	انگیزه مصرف	C44
۲۲	۰/۰۲۹۵	استفاده از کنتور مغناطیسی	C31
۲۳	۰/۰۲۹۲	استفاده از ادوات کاهنده آب	C33
۲۴	۰/۰۲۸۷	استفاده از شیرآلات جدید	C32
۲۵	۰/۰۲۸۳	اصلاح و توسعه شبکه	C34
۲۶	۰/۰۲۶۱	تنوع بخشی در عرضه آب	C35

### ۳- نتایج و بحث

براساس نتایج به دست آمده، از بین ۳۹ زیرمعیار شناسایی شده از طریق بررسی ادبیات موضوع و مصاحبه با خبرگان صنعت با استفاده از رویکرد دلفی فازی و توزیع پرسشنامه بین خبرگان و غربالگری، ۲۶ متغیر تاثیرگذار شناسایی شد. عوامل تعرفه و قیمت گذاری آب و استفاده از ادوات کاهنده با مقدار آستانه (۰/۸۴) یکی از مهم ترین عوامل مصرف آب شناسایی شد که باید مورد توجه سیاستگذاران و برنامه ریزان این حوزه قرار گیرد. عامل انگیزه مصرف با مقدار (۰/۸۲) و عوامل میزان آگاهی خانواده و ماه های گرم سال با مقدار (۰/۸۱) یکی دیگر از عواملی است که مورد توافق خبرگان بوده است. عوامل دیگر به ترتیب درجه

حرارت هوا با مقدار (۰/۸۰)، استفاده از شیرآلات جدید (۰/۷۹)، درآمد سرانه، سطح درآمد خانوار، فشار شبکه (۰/۷۸)، رفتار مصرف کننده (۰/۷۶)، تنوع بخشی در عرضه آب، استفاده از کنتور مغناطیسی و مدت حضور در منزل (۰/۷۵)، جمعیت، تحصیلات، باغچه در منزل و تعداد خانوار (۰/۷۴)، شاغل بودن زنان، تبلیغات، بافت شهری و روستایی و سطح زیربنا (۰/۷۳)، مصوبات و برنامه های اصلاح الگوی مصرف (۰/۷۲)، وضع قوانین جهت تشویق و تنبیه مشترکین کم مصرف و پرمصرف و ساعات مصرف روزانه (۰/۷۰) جز ۲۶ زیر عوامل بوده که بیشترین توافق، با نظرات خبرگان قرار گرفت.

بر اساس تکنیک DANP و نتایج به دست آمده معیار فنی و مهندسی با (D+R) درجه اهمیت (۱۲/۳۳۷) بیشترین تعامل را با سایر معیارهای دیگر اصلی دارد و معیار قانونی و مدیریتی با (۱۱/۹۰۷) کمترین تعامل را با سایر معیارهای اصلی دارد. همچنین زیر معیارهایی که بیشترین تعامل را داشته اند، استفاده از ادوات کاهنده آب (۹/۰۶۶)، فشار شبکه (۸/۸۹۲)، استفاده از شیرآلات جدید (۸/۸۶۵)، استفاده از کنتور مغناطیسی (۸/۷۸۷)، رفتار مصرف کننده (۷/۳۵۰)، ماه های گرم سال (۷/۲۴۸)، ساعت مصرف روزانه (۷/۰۸۹)، مدت حضور در منزل (۷/۰۴۲)، شاغل بودن زنان (۷/۰۳۸) و زیرمعیارهای مصوبات و برنامه های اصلاح الگوی مصرف و وضع قوانین جهت تشویق و تنبیه مشترکین کم مصرف و پر مصرف (۳/۲۷۵) کمترین تعامل با سایر زیرمعیارها داشته اند.

در تعیین جهت تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری معیارهای اصلی معیار فنی و مهندسی (۰/۱۴۴) بیشترین تأثیرگذاری و معیار اجتماعی (۰/۱۳۶) بیشترین تأثیرپذیری را دارد. همچنین معیار فنی و مهندسی با درجه اهمیت (۱۲/۳۳۷) بیشترین تعامل را با سایر معیارهای اصلی و معیار قانونی و مدیریتی با درجه اهمیت (۱۱/۹۰۷) کمترین تعامل را با سایر عوامل داشته است. همچنین معیارهای زمان و فرهنگی تأثیرگذار می باشند و معیارهای اقتصادی، قانونی و مدیریتی و مکانی هم معیارهای تأثیرپذیر هستند. همچنین زیرمعیارهای اثرگذار طبق جدول (۵) عبارت هستند از: زیرمعیار C35 تنوع بخشی در عرضه (۰/۳۱۶) به عنوان تأثیرگذارترین زیرمعیار است و C14 درآمد سرانه (۰/۲۴۸)، C21 جمعیت (۰/۲۱۲)، C43 علایق مصرف کننده (۰/۱۶۹)، C12 تعرفه و قیمت گذاری (۰/۱۶۷)، C73 مدت حضور در منزل (۰/۱۲۴)، C44 انگیزه مصرف (۰/۱۱۹)، C62 سطح زیر بنا (۰/۱۰۹)، C24 شاغل بودن زنان (۰/۰۸۳)، C34 فشار شبکه (۰/۰۵۰)، C51 مصوبات و برنامه های اصلاح الگوی مصرف (۰/۰۱۸) به عنوان زیرمعیارهای اثرگذار می باشند. و زیرمعیارهای ساعت مصرف روزانه، وضع قوانین جهت تشویق و تنبیه مشترکین پرمصرف و کم مصرف، استفاده از شیرآلات جدید، باغچه در منزل، درجه حرارت هوا، رفتار مصرف کننده، بافت شهری و روستایی، ماه های گرم سال، تراکم جمعیت شهری، استفاده از شیرآلات جدید، تعداد خانوار، استفاده از کنتور مغناطیسی، میزان آگاهی خانواده، تبلیغات و آموزش، درآمد سطح خانوار به عنوان زیرمعیارهای اثرپذیر تعیین شدند.

جهت اولویت بندی معیارهای اصلی، بر اساس نتایج بدست آمده معیار اجتماعی با وزن نهایی (۰/۱۴۵۸) دارای بیشترین وزن می باشد که از اهمیت بالایی در مدیریت مصرف برخوردار است و می بایست در برنامه ریزی به آن توجه شود و معیار سیاست گذاری با وزن نهایی (۰/۱۳۸۱) دارای کمترین وزن را در بین معیارهای اصلی داشته است. معیار زمانی با وزن (۰/۱۴۴۵)، فرهنگی با وزن (۰/۱۴۳۱)، معیار فنی و مهندسی با وزن (۰/۱۴۱۹)، معیار مکانی با وزن (۰/۱۴۰۵)، معیار اقتصادی با وزن (۰/۱۳۹۴) دارای اولویت های بعدی می باشند. در اولویت بندی زیرمعیارها، وضع قوانین تشویق و تنبیه برای مشترکین کم مصرف و پر مصرف با وزن (۰/۰۶۹۸) دارای بیشترین وزن که از اولویت بالاتری نسبت به سایر زیرمعیارها برخوردار است و تنوع بخشی در عرضه آب با وزن (۰/۰۲۶۱) دارای کمترین وزن و اولویت نسبت به سایر زیرمعیارهای موجود می باشد. همچنین زیرمعیارهای مصوبات و برنامه های اصلاح الگوی مصرف با وزن (۰/۰۶۸۲) دارای اولویت دوم، بافت شهری و روستایی با وزن (۰/۰۴۹۸) دارای اولویت سوم، وجود باغچه در منزل با وزن (۰/۰۴۸۱) اولویت چهارم، سطح زیر بنا با وزن (۰/۰۴۲۶) اولویت پنجم تعیین شده اند. اولویت های بعدی زیرمعیارها، رفتار مصرف کننده با وزن (۰/۰۳۹۶)، ماه های گرم سال با وزن (۰/۰۳۸۳)، میزان آگاهی خانواده با وزن (۰/۰۳۷۷)، تحصیلات با وزن (۰/۰۳۷۱)، تبلیغات و آموزش با وزن (۰/۰۳۶۹)، شاغل بودن زنان با وزن (۰/۰۳۶۸)، تعداد خانوار با وزن (۰/۰۳۶۶)، ساعات مصرف روزانه با وزن (۰/۰۳۶۲)، مدت حضور در منزل با وزن (۰/۰۳۵۱)،



درجه حرارات هوا با وزن (۰/۰۳۵۰)، درآمد سرانه با وزن (۰/۰۳۴۸)، سطح درآمد خانوار با وزن (۰/۰۳۴۴)، جمعیت با وزن (۰/۰۳۴۲)، تعرفه و قیمت گذاری آب با وزن (۰/۰۳۳۶)، علایق مصرف کننده با وزن (۰/۰۳۳۳)، استفاده از ادوات کاهنده با وزن (۰/۰۲۹۲)، استفاده از شیرآلات جدید با وزن (۰/۰۲۹۲)، استفاده از کنتور مغناطیسی با وزن (۰/۰۲۸۷)، فشار شبکه با وزن (۰/۰۲۸۳) و تنوع بخشی در عرضه آب با وزن (۰/۰۲۶۱) با کمترین وزن تعیین شده اند.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر و عوامل مهم و تاثیر گذار شناسایی شده، مدیران و سیاست گذاران می بایست با برنامه ریزی دقیق نسبت به تهیه استاندارد در بخش آب و مصرف و بهینه سازی آن فعالیت های عملیاتی را انجام دهند. مواردی پیشنهاد می شود که پژوهش حاضر را می توان از جنبه های بسیاری ادامه داد. با توجه به گستردگی و تنوع شاخص های مورد مطالعه در پیشینه تحقیقات این پژوهش، می توان با انجام این پژوهش توسط متخصصان دیگر در استان های مختلف کشور تأثیر و اهمیت آنها را بر مصرف آب بررسی کرد و تعمیم پذیری آن را به محک آزمون گذاشت؛ ضمن آن که می توان از متدولوژی های کمی، کیفی یا آمیخته دیگری نیز، به منظور شناسایی عوامل مؤثر بر مصرف آب و حتی تبیین روابط میان این عوامل استفاده کرد. همچنین با انجام پژوهش بوسیله تکنیک های ریاضی و تحلیل خوشه ای جهت شناسایی مشترکین پرمصرف استفاده کرد و هر یک از عوامل مورد بررسی در این پژوهش، به طور مستقل و با عمق و وسعت بیشتری مورد ارزیابی قرار گیرند تا بتوان با اطلاعات دقیق تری جهت تدوین سنایورهای مدیریتی برای تخصیص منابع آب کشور و مدیریت مصرف آن انجام داد.

#### ۴-منابع

1. Ahmadi, F., Nasiriani, K. & Abazari, P. (2008). Delphi technique as a tool in research. Iranian Journal of Medical Education, 175-185. (In Persian).
2. Agthe, D., & Billings, B. (2002). Water price inQuence on apartment complex water use. Water Resour Pla, Manag, 128, 366-369.
3. Alavi Tabari, S.J. & Yahya Zadehfir, M. (2020). Identification and Ranking of Critical Success Factors for the Implementation of Sustainable Supply Chain Management Using Dematel-ANP Hybrid Approach in the Automobile Industry of Iran. Quarterly Journal of Industrial Management, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Sanandaj Branch, Year Fifteenth. (In Persian).
4. Ansari, H., Bustani, A., Tabatabai, A. & Forouzeh, M. (2017). Survey of Mashhad drinking water demand in the horizon of 1420. Journal of Water and Sustainable Development, Fourth Year, No. 1, 125-132. (In Persian).
5. Ansari, H. & Salehnia, N. (2014). Evaluation of effective parameters on urban drinking water consumption using gamma testing technique. Journal of Water and Wastewater, (1) 2- 13. (In Persian).
6. Bell, R. David & Griffin, C. Ronald. (2011). Urban Water Demand with Periodic Error Correction. Land Economics, Vol. 87, issue 3, 528-544.
7. Brounen, D., Kok, N., & Quigley, J. M. (2012). Residential energy use and conservation: Economics and demographics. European Economic Review, 56(5), 931-945.
8. Cheng, C.H. & 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.

9. Day, D., & Howe, C. (2003). Forecasting peak demand: What do we need to knowe. *Water Sci, Technol.*,3, 177-184.
10. Dehghan, H. & Pourreza Karimsara, N. (2016 (. Factors affecting the per capita water consumption of Tehran families. *Social and Cultural Strategy Quarterly*, Fifth Year, No. 19, 245-268. (In Persian).
11. De Lourdes Fernandes Neto, M., Naghettini, M., Von Sperling, M., & Libanio, M. (2005). Assessing the relevance of intervening parameters on the per capita water consumption rates in Brazilian urban communities. *Water Sci, Technol.*,5,8-15.
12. Dimki, D. (2016). Factors affecting the per capita water consumption of Tehran families. Institute. presented at the 4th EWaS International Conference: Valuing the Water, Carbon, Ecological Footprints of Human Activities, Online, 24–27.
13. Durr, R., & Tyllr, R. (2019). An assessment of the implications for sustainable water management in the province of Almería. *Environ Manag*, 82, 277-289.
14. Durga Rao, K. (2005). Multicriteria spatial decision analysis for forecasting urban water requirements: A case study of Dehradun city India. *Land sc Urban Plan*,71, 163-174.
15. Faizi, A., Sadeh, E., Amini Sabgh, Z. & Ehtesham Arsi, R. (2019). Identifying the components of a resilient economy in the supply chain of Iranian automotive industry. *Quarterly Journal of Industrial Management*, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Sasandaj Branch, Year 14, Number 49. (In Persian).
16. Garcia, X., Ribas, A., Llausàs, A. & Saurí, D. (2013). Socio-demographic profiles in suburban developments. Implications for water-related attitudes and behaviors along the Mediterranean coast *Applied Geography*,41(5) 46-54.
17. Ghasami, S. (2017). Identification and ranking of factors affecting water consumption in Bandar Abbas. M.Sc. Thesis, Islamic Branch of Bandar Abbas University. (In Persian).
18. Gómez-Llanos, E., Durán-Barroso, P., & Robina-Ramírez, R. (2020). Analysis of consumer awareness of sustainable water consumption by the water footprint concept. *Volume 721*, 137743, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137743>.
19. Habibi, A., Izdiar, S. & Sarafrazi, A. (2015). Fuzzy multi-criteria decision making. Written and edited by: Pars Manager, p 32. (In Persian)
20. Khalfi, A. (2015). A Study of the Pattern of Household Water Consumer Behavior with Consumer Segmentation Approach. M.Sc. Thesis in Business Management, Ilam Universit. (In Persian).
21. Khodadad, M. & Nankhaei, M. (2015). Investigating the effective factors of water consumption pattern by the citizens of Gonbad Kavous. the first national conference on geography and planning, architecture and modern urban planning. (In Persian).

22. Koo, J., Yu, M., Kim, S., Shim, S., & Koizumi, A. (2005). Estimating regional water demand in seoul south Korea. using principal component and cluster analysis. *Water Sci. Technol.*, 5, 1-7.
23. Kostas, B., & Chrysostomos, S. (2006). Estimating urban residential water demand determinants and forecasting water demand for athens metropolitan area 2000-2010. *Panteion University, South-Eastern Europe Journal of Economics*, 1, 47-59.
24. Largo, F.M., Arlene B. I., & Cristina C. D. (1998). Understanding household water demand for metro cebu. *Philippine Institute for Development Studies*.
25. Lee, M., Han, H. & Willson, G. (2011). The role of expected outcomes in the formation of behavioral intentions in the green-hotel industry. *Journal of Travel&Tourism Marketing*, 28(8), 840-855.
26. Lu, M.-T., Lin, S.-W., & Tzeng, G.-H. (2013). *Improving RFID adoption in Taiwan's healthcare industry based on a DEMATEL technique with a hybrid MCDM model*. *Decision Support Systems*, 56, 259-269.
27. Martinez Espineira, R. (2000). *Residential water demand in the Northwest of Spain*, Environment Department. University of York, Heslington, York YO10 5DD, UK.
28. Martínez-Noya, A. and García-Canal, E. (2011). *Technological capabilities and the decision to outsource/offshore R&D services*. *International Business Review*, 20(3), pp.264-277.
29. Mirzaei Khalilabadi, H. (2012). The position of the water sector in the economy of Kerman province. *Agricultural Economics Research*, Volume 4, Number 2, 82-69. (In Persian).
30. Noorderhagen, N. (1995). *Strategic decision making*, Addison-Wesley, UK. Overby, E., Bharadwaj, A. & Sambamurthy, V. (2006). Enterprise agility and the enabling role of information technology, *European Journal of Information Systems*, 15(2): 120- 131.
31. Rajabi Nahoji, M, Qajavand, S & Fartoukzadeh, H. (2013). *Modeling the dynamics of the water system in Tehran with the aim of effective management*, 2015, Volume 26, Number 2, from pages 26 to 32. (In Persian).
32. Rathnayaka, K., Maheepala, S., Nawarathna, B., George, B., Malano, H. & Arora, M. (2014). "Factors affecting the variability of household water use in Melbourne, Australia, Resources", *Conservation and Recycling*, 92(14) 85-94.
33. Renzetti, Steven. (2002). *The economics of water demands*, Kluwer Academic Publishers, Boston, doi: 10.1007/978-1-4615-0865-6.
34. Rondinel-Oviedo, Daniel R, Sarmiento-Pastor, Jaime M. (2020). *Water: consumption, usage patterns, and residential infrastructure A comparative analysis of three regions in the Lima metropolitan area*, *Water International*, 45:7-8, 824-846, DOI: 10.1080/02508060.2020.1830360
35. . Russell, Sally V, Knoeri, Christof. (2020). Exploring the psychosocial and behavioural determinants of household water conservation and intention, *International Journal of Water Resources Development*, 36:6, 940-955, DOI: 10.1080/07900627.2019.1638230.

36. Salehi, M, Hashemi, H, Esfandiarpour Borujeni, Motaghan, H.R, (2011), *Refining Soil Organic Matter Determination by Loss-on-Ignition*, 21(4): 473–482, 2011.
37. Salimi, A., Noori, A., Bonakdari, H. & Sharifi, E. (2020). Exploring the Role of Advertising Types on Improving the Water Consumption Behavior: An Application of Integrated Fuzzy AHP and Fuzzy VIKOR Method. *Sustainability* 2020, 12, 1232; <https://doi:10.3390/su12031232>. (in persian).
38. Shafiei, M. (2012). Identification and ranking of factors affecting water consumption using Dematel technique and fuzzy topsis. Master Thesis, Yazd University Jihad Higher Education Institute. (In Persian)
39. Suo, C., Yang, Y., Solvang, W. (2014). *Analysis of influence factors of rural residence transformation on residential energy consumption*. *Modern Management*, 4, 493–515.
40. Tabli, H. Khajavi, H. (2009). The Relationship between Home Water Consumption and Income and Education Variables, *Journal of Applied Sociology*, Vol. 24, No. 2, pp. 200-185. (in Persian)
41. Tahamipour, M. (2016). Economic value, an approach to managing water demand in industrial use. *Journal of Water and Wastewater*, Volume 28, pp. 83-74. (In Persian).
42. Van Vliet, B. Chappells, H. & E, Shove. (2005). *Infrastructures of consumption, environmental innovation in the utility industries*, Earthscan, London, Department of Philsophy and Religion, pp1- 130.
43. Wardak, H., & Abed, S. (2019). Analysis of Factors Affecting Water Consumption in Jeddah City. *Conference: 2019 Industrial & Systems Engineering Conference (ISEC)*, DOI: 10.1109/IASec.2019.8686495. 19-20 Jan. 2019.
44. Whitcomb, J.B. (2005). *Florida water rates evaluation of single-family homes, prepared for and Funded by Southwest Florida Water Management District*, St. Johns River Water Management District.
45. Willis Rachele M. Stewart Rodney A. & P. Giurco Damien. (2013). End use water consumption in households: impact of socio-demographic factors and efficient devices, *Journal of Cleaner Production*, 60 PP107-115, 2013.
46. World Economic Forum. (2017). *was held between 17th and 20th January*, in Davos, Switzerland.
47. WHO (World Health Organization). (2011). *Guidelines for drinking-water quality. 4th ed. Geneva: World Health Organization*; PP 164–8.
48. Yazdan Dad, Hossein and Bibi Zahra Mazloum. (2009). *A Study of Factors Affecting Water Consumption Pattern and Its Optimization in the Home Sector (Case Study: Mashhad)*, Third National Conference on Water and Wastewater with Exploitation Approach, Tehran, Water Industry University and Electricity. (In Persian)

49. Younesloo, Sadegh. (2013). *Water Consumption Optimization*, Tehran, Pajhwok Publishing. (In Persian)
50. Yousefi, Ali, Khalilian, Sadegh, Balali, Hamid. (2011). The importance of water resources strategies in the Iranian economy using the model of general equilibrium, *Journal of Economics and Agricultural Development (Agricultural Science)*, Volume 25, Number 1, pp. 120-109. (In Persian)



## Designing a Causal Model of Water Consumption Management Using the FDelphi-FDANP Hybrid Approach (Case Study of Mazandaran Water & Wastewater company)

**Habibollah Dadashi Divkolaei**

Ph.D. Candidate in Industrial Management, College of Humanities, Islamic Azad University, Babol Branch, Babol, Iran

**Ali Sorayaei** (Corresponding Author)

Assistant Professor, Department of Management, College of Humanities, Islamic Azad University, Babol Branch, Babol, Iran

Email: a.sorayaei@Gmail.Com

**Seyed Ali Nabavi Chashmi**

Associate Professor, Department of Management, College of Humanities, Islamic Azad University, Babol Branch, Babol, Iran,

### Abstract

Limitations of drinking water resources, the countries dry and water shortage, population growth and demand, improper water consumption in recent decades and unbalanced temporal and spatial distribution of water resources are very important. The need to change the methods of managing drinking water demand and anticipate new demands has increased by analyzing the Effective factors water consumption. The purpose of this article is to provide a model for prioritizing water consumption management strategies in the home sector. Information was collected through library research in this field and interviews with water industry experts. Then, by sampling snowballs to form a Delphi panel with a fuzzy approach, the factors that were more comprehensive were identified that finally they agreed 7 main factors economic, social, cultural, technical and engineering, legal and managerial, Place and Time with 26 effective sub-criteria. The results showed that the main factor technical and engineering factors with the degree of importance (0.144), time (0.790) and cultural (0.040) as an effective have a significant impact on water consumption and the effective sub-criteria are diversification in supply, per capita income, population, consumer interests, tariffs and pricing, length of stay at home, consumption motivation, infrastructure level, female employment, network pressure and modify consumption patterns programs.

**Keywords:** Demand Management,, water consumption, Fuzzy DANP, Fuzzy Delphi.