ارائه یک رویکرد در تعیین عوامل مؤثر در مدیریت بحران با تأکید بر رواناب‌ها

حسین افشاری، رضا قضاوی* و سیامک دخانی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۵)

چکیده

کمبود و محدودیت تأمین منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شناسایی منابع جایگزین و بهره‌برداری مجدد از آن با رعایت ملاحظات زیست‌محیطی را ضروری ساخته است. ایده استفاده از رواناب‌ها یک فلسفه و رویکرد مدیریتی تطبیقی به‌منظور متعادل کردن اقدامات برای ارائه پایدار خدمات آب و مدیریت خطرات مربوط به شرایط بحرانی است. تحقیق حاضر به‌منظور طراحی مدل مناسب مدیریت منابع آبی با رویکرد مدیریت بحران انجام پذیرفته است. در این مطالعه برای تعیین شاخص‌ها و ابعاد مدل مدیریت منابع آبی با رویکرد مدیریت بحران از روش دلفی بر اساس مراحل سه گانه اشمیت و همکاران استفاده شد. برای انجام این پژوهش، پس از تعیین تخصص‌های مورد نیاز، اعضای پانل دلفی در سه مرحله و با استفاده از روش‌های نمونه‌گیری تصادفی، شناسایی و انتخاب شدند. جامعه آماری تحقیق را در مرحله دلفی اساتید دانشگاه با تخصص منابع آب و آبخیزداری و کارشناسان پدافند غیرعامل سازمان آب تشکیل دادند. در ابتدا اعضای پانل بر اساس استنباط خود از مدل، گویه‌هایی را مشخص کردند و بعد از حذف موارد تکراری تعداد ۴۳ نوع گویه باقی ماند. از بین ۴۳ گویه باقی مانده، گویه‌های با ضریب اهمیت ضعیف و متوسط حذف شدند و درنهایت ۳۶ گویه در تحلیل ماندند. مدل نهایی مدیریت منابع آبی با رویکرد مدیریت بحران بر اساس نظر خبرگان با گویه مورد تأیید قرار گرفت. بر اساس یافته‌های تحقیق، گویه "طراحی سیستم‌های جمع‌آوری آب باران و تعبیه مخازن در بخش‌های مختلف شهر و مخازن منتهی به پشت بام هر خانه برای استفاده در شرایط بحرانی و اخلال در سیستم آبرسانی سراسری" با میانگین ۴/۹۴ در رتبه اول، و گویه "وجود حسگرها در قسمت‌های مختلف تونل‌های تأسیساتی عبور لوله‌های آب" با میانگین ۲/۱۰ در رتبه سی و سوم قرار گرفتند. درنهایت گویه‌های مشخص شده توسط پنل اعضای دلفی در زمینه مدیریت منابع آب در شرایط بحرانی، در چهار شاخص کلی مقاوم‌سازی، ایمنی، فرهنگ‌سازی و برنامه‌ریزی طبقه‌بندی شد. به‌طور کلی لازم است تا مسئولین منابع آب شهری و همچنین مدیریت بحران در جهت آمادگی برای شرایط بحران و همچنین استفاده صحیح، اصولی و علمی از منابع آبی موجود استحصال و ذخیره آب باران و رواناب‌ها را به‌منظور استفاده در شرایط بحرانی و اخلال در سیستم آبرسانی سراسری را مدنظر قرار دهند.

واژه‌های کلیدی: آب جایگزین، آبخیزداری شهری، مدیریت استراتژیک، بازیافت آب، روش دلفی

۱. گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه کاشان
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: h22afshari@gmail.com

مقدمه

تأمین آب شهرها با استقرار تصفیه خانه‌ها و مخازن آب در داخل سیستم زیرساختی تأمین آب صورت می گیرد. این تأسیسات معمولاً در مقابل حملات نظامی و تهدیدهای محیطی، فناورانه، تروریستی، زیستی، شیمیایی و پرتوی بسیار آسیب‌پذیر هستند (۱۵). مهم‌ترین زیرساخت‌های تأمین آب شهری عبارت‌اند از: سدها، مخازن آب شهری، تأسیسات نگهداری و تصفیه‌خانه‌ها، سامانه‌ها انتقال و لوله‌کشی آب شهری و خانگی، سامانه‌های خنک کننده، زیرساخت‌های حمل و نقل و ارتباطات که از مهم‌ترین زیرساخت‌های در خطر در شرایط بحرانی هستند (۱۱ و ۲۸).

از سوی دیگر نقش و وظیفه زیرساخت‌های آبی، تأمین آب مورد نیاز مردم، تأمین آب سیستم‌های بهداشتی، تأمین آب کارخانه‌های کوچک و بزرگ، تأمین آب آتش‌نشانی و سایر مراکز است. یک شبکه آبرسانی شهری باید قادر باشد وظایف و نیازهای نامبرده و نظایر آنها را از نظر کیفی و کمی برابر با استانداردهای موجود و در بدترین شرایط زمانی و مکانی و شرایط اضطراری به‌خوبی انجام دهد (۱۴). در برآورد تهدیداتی که بخش‌های مختلف زیرساخت آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد، عوامل و فاکتورهای مهمی بایستی مدنظر قرار گیرد. نوع و ماهیت تهدید، شدت و گستره تهدید، منشأ طبیعی یا انسانی بودن آن، منشأ جغرافیایی داخلی یا خارجی آن، دامنه تهدیدات، تأثیر تهدید روی عملکرد اجزای مختلف یک زیرساخت و ... مواردی از این دست جزء عواملی است که در ارزیابی و برآورد تهدید زیرساخت آب بایستی مورد توجه قرار گیرد (۱ و ۲۱). از این‌رو مدیریت بحران، فرایند برنامه‌ریزی مقامات دولتی، دستگاه های اجرایی، و بخش عمومی است که با مشاهده و تجزیه و تحلیل بحران‌ها، تلاش می‌کنند به‌صورت یکپارچه، جامع و هماهنگ با استفاده از ابزارهای موجود از بحران‌ها پیشگیری کرده و یا در صورت بروز آنها آمادگی لازم را در جهت کاهش آثار، امدادرسانی سریع و بهبود اوضاع تا سطح وضعیت عادی داشته باشند (۱۳ و ۲۷).

لذا مجموعه مراکز، تأسیسات و تجهیزات زیرساخت‌های ملی یک کشور می‌تواند به‌دلیل اقدامات عمدی، طبیعی و تصادفی و با منشأ طبیعی و انسانی مورد تهدید قرار گیرد. از این‌رو، خطاهای اجرایی- مدیریتی، حملات نظامی و یا اقدام تروریستی در بخش انسانی و حوادث طبیعی چون زلزله، سیل، فرونشست زمین و ... در بخش طبیعی می‌تواند به بخش‌های مختلف این زیرساخت‌ها آسیب برساند و مانع از اجرای صحیح عملکرد آنها شود (۲ و ۹) و دولت و جامعه را دچار چالش‌های اساسی کند. یکی از روش‌هایی که به‌طور مستقیم می‌تواند باعث کاهش اتکاء به منابع آب متعارف نظیر چاه ها و رودخانه‌ها شده و امنیت تأمین آب را نیز بهبود بخشد؛ استحصال آب باران و رواناب از کلیه سطوح نفوذناپذیر شهرها و روستاها است که می‌تواند برای مصارف مختلف مورد استفاده قرار گرفته و به‌عنوان راه حلی عملی در کاهش خطرات تأمین آب در شرایط بحرانی مورد توجه قرار گیرد.

رویکردهای مختلفی برای مدیریت منابع آبی در شرایط بحرانی توسط پژوهشگران پیشنهاد شده است. مثلاً فقیهی و میرباقری (۷) پیشنهاد می‌کنند که استفاده از چندین مخزن آب در نقاط مختلف یک شهر با استتار و حفاظت کافی می‌تواند به‌عنوان یک راه حل مدیریت منابع آبی در شرایط بحرانی مورد توجه قرار گیرد. پاندی و همکاران (۱۸)، استحصال رواناب را به‌عنوان راهکاری مناسب برای مدیریت بحران منابع آب در شرایط کم‌آبی و سازگاری با تغییر اقلیم پیشنهاد می‌کنند. بلئینی و همکاران (۵)، به بررسی استحصال رواناب و استفاده از آن برای مصارف صنعتی در تاسمانیای استرالیا پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان داد که اجرای پروژه سبب جایگزینی تا ۱۵۰۰ مگالیتر در سال آب آشامیدنی برای استفاده‌های معمول صنعتی و تجاری شده است. سادیا و همکاران (۲۲)، پایداری سیستم استحصال آب از نظر کیفی را در بنگلادش بررسی کرده‌اند. آنها استحصال آب باران را به‌عنوان روشی پایدار و سنتی برای تأمین آب آشامیدنی و غیرآشامیدنی در شرایط بحرانی به‌منظور کاهش فشار تأمین

آب معرفی می‌کنند. پتر و همکاران (۱۹) نیز، استحصال رواناب در سطح محلی و استفاده از آن را یک راه حل عملی برای مقابله با چالش‌های امنیت آب در مناطق شهری بیان کرده‌اند. آشانتا و همکاران (۳)، با بررسی رشد جمعیتی جهان و نیاز غذایی آنها تا سال ۲۰۵۰ و اثر تغییر اقلیم بر منابع آبی، جمع‌آوری رواناب‌ها را یک برنامه و نمونه‌ای برای توسعه پایدار می‌دانند که سبب حفظ محیط زیست طبیعی شده و باعث تعدیل تقاضای روزافزون تأمین آب و تقویت مقاومت در برابر تغییر اقلیم و سایر بحران‌های طبیعی می‌شود. تاران و مهتابی (۵)، پتانسیل شهر بناب را برای استفاده از سیستم های استحصال آب باران بررسی کردند. نتایج نشان داد که در صورت جمع آوری رواناب کل سطوح شهر در هر ماه، صد در صد نیاز آبی مراکز عمومی، تجاری و صنعتی در ماه های فروردین و اردیبهشت تأمین می شود. همچنین مقداری از رواناب در این دو ماه قابل ذخیره است که می توان از آن برای جبران کمبود ماه‌های خرداد تا مهر استفاده کرد. در مورد شرایط ذخیره و جمع‌آوری نیز پژوهشگران دیدگاه‌های مختلفی را بیان کرده‌اند، از جمله اینکه استفاده از چندین مخزن آب در نقاط مختلف بهتر از استفاده از یک مخزن بزرگ است. چون با آسیب دیدن مخزن بزرگ مشکل اصلی خیلی زود بروز می کند درحالی که وقتی چندین مخزن در نقاط مختلف در دسترس باشد می‌توان مخازن سالم را جایگزین و خدمات آبرسانی را ادامه داد (۱۲ و ۱۶). استقرار مخازن آب در شهرهای کوچک می‌تواند در محوطه‌های اداری یا پشت بام ساختمان‌های مهم انجام شود به‌نحوی که از دسترسی دیگران محفوظ باشد (۲). تحقیق حاضر به‌عنوان یک مطالعه پایلوت برای بررسی کارایی سیستم‌های جمع‌آوری آب باران به‌عنوان مدل مناسب مدیریت منابع آبی با رویکرد مدیریت بحران در شهر زنجان انجام شده است. بنابراین تحقیق تلاش خواهد کرد تا ضمن بررسی نقاط قوت و ضعف مدیریت منابع آبی مهم‌ترین گویه‌ها و اولویت‌های مدیریتی را برای مدیریت منابع آبی در شرایط بحران طبق نظر متخصصان مربوطه مشخص کند.

روش تحقیق

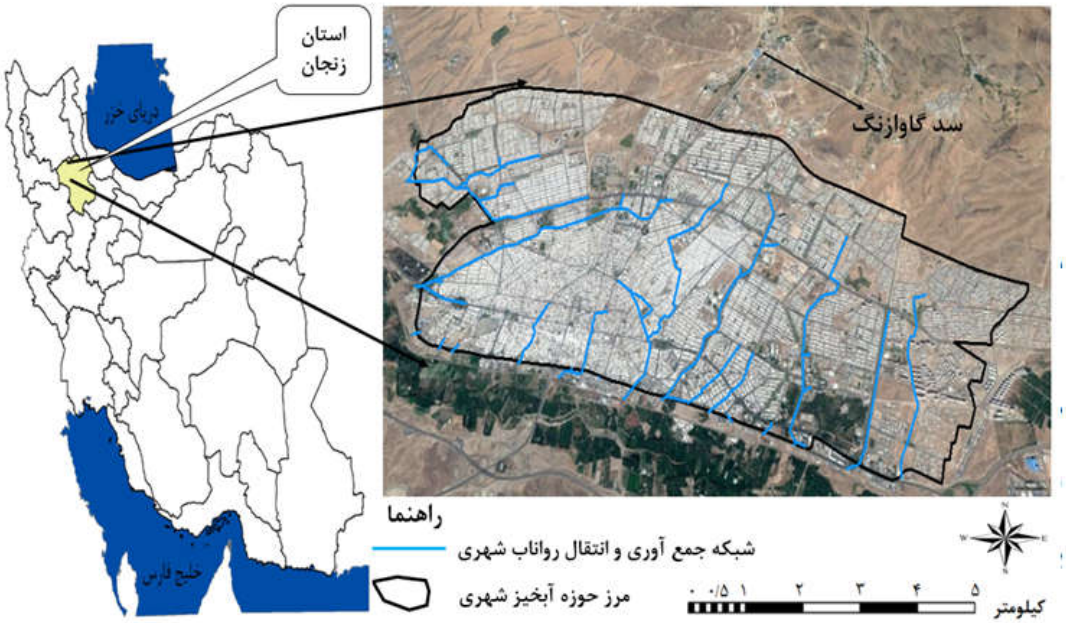
حوزه آبخیز شهری زنجان با مساحت تقریبی ۳۹ کیلومتر مربع، در مختصات جغرافیایی بین "۲۶′۳۸°۳۶ تا "۲۰′۴۲°۳۶ عرض شمالی و″۰۲ ′۳۵°۴۸ تا "۲۹ ′۲۶°۴۸ طول شرقی در مرکز استان زنجان و در شمال غرب ایران واقع شده است (شکل ۱). محدوده ارتفاعی ۱۵۹۰ متر از سطح دریا در بخش جنوبی و ۱۷۷۳ متر در بخش شمالی شهر مشاهده می‌شود. میانگین بارش شهر زنجان ۲۹۰ میلی‌متر و بخش اصلی بارش در فصل بهار و پاییز اتفاق می‌افتد.

روش اجرای تحقیق

در این مطالعه برای تعیین شاخص‌ها و ابعاد مدل مدیریت منابع آبی با رویکرد مدیریت بحران از روش دلفی بر اساس مراحل سه‌گانه اشمیت و همکاران (۲۴) استفاده شد. روش دلفی یکی از روش‌های معتبر در کسب دانش گروهی است.

جامعه آماری تحقیق حاضر را در مرحله دلفی اساتید دانشگاهی رشته‌های علوم مهندسی آب و مهندسی آبخیزداری دانشگاه‌ها و مسئولین شورای پدافند غیرعامل سازمان‌های مختلف شهر زنجان تشکیل دادند. حجم جامعه مورد استفاده در این تحقیق ۲۵ نفر بود. به منظور عملیاتی نمودن فرآیند انتخاب متخصصین، دستورالعمل کمیسیون سازمان ملل متحد در امور توسعه پایدار در خصوص نحوه توسعه شاخص‌ها، استفاده شد. درنهایت بر اساس تخصص و تجربه کار در موضوع پدافند غیرعامل و مدیریت بحران ۲۵ نفر به‌عنوان گروه خبرگان انتخاب شدند و اعضای پانل دلفی را تشکیل دادند (۱۰ و ۱۸).

دلفی فنی است که برای ایجاد ساختار یک فرایند ارتباطی ساختارمند برای حل یک مشکل پیچیده به‌کار برده می‌شود. در این روش، بدون اینکه به حضور فیزیکی و ملاقات شرکت کنندگان با یکدیگر نیازی باشد، یک گروه متخصصان را دربارهٔ مجموعه‌ای از فرضیه‌ها در مورد موضوع تحت بررسی، فرمول‌بندی می‌کنند. مجموعهٔ فرضیه‌ها بین شرکت کنندگان



شکل ۱. شکل نمادین منطقه مورد مطالعه

توزیع می‌شود و ناشناس بودن آنها برای سایر شرکت کنندگان باعث می‌شود تا آنها به جرح و تعدیل مجموعهٔ فرضیه‌های طرح شده بپردازند و این فرایند تکراری تا رسیدن به اجماع دربارهٔ فرضیه‌ها ادامه می‌یابد (۱۰).

بر اساس فرایند روش دلفی، پرسشنامه‌های تخصصی در سه مرحله متمایز در اختیار اعضای کارگروه تخصصی قرار گرفت.

۱- دور اول: تولید ایده: در این مرحله شرکت کنندگان از بین اساتید دانشگاهی و مسئولین پدافند غیرعامل انتخاب شدند و از آنها خواسته شد تا شاخص‌ها و ابعاد مدل مطلوب مدیریت منابع آبی با رویکرد پدافند غیرعامل را مشخص کنند. تعداد ۲۵ پرسشنامه باز پخش شد و درنهایت تعداد ۲۳ مورد آنها برگشت داده شد. در این قسمت افراد بر اساس استنباط خود از مدل شاخص‌هایی را مشخص کردند.

۲- دور دوم: کاهش اقلام: در این مرحله همه ایده‌های اعضای جمع‌بندی و طبقه‌بندی شد و درنهایت ۴۳ گویه قابل بررسی به‌دست آمد. ۴۳ شاخص به‌دست آمده به‌صورت جمع‌بندی شده در اختیار تمامی اعضا قرار گرفت و نظر اعضای درباره میزان اهمیت عوامل دریافت شد. در این مرحله گویه‌های با اهمیت متوسط و پایین‌تر بر اساس جدول ضریب هماهنگی کندال حذف شدند. جدول (۱) تفسیر مقادیر گوناگون ضریب هماهنگی کندال را نشان می‌دهد.

۳- دور سوم: تعیین ترکیب عوامل: در ادامه پس از حذف گویه‌های با اتفاق نظر متوسط و ضعیف، تعداد ۳۶ گویه به اندازه قابل قبول برای ادامه کار مشخص شدند و سپس مجموعه گویه‌های انتخابی مجدداً برای دریافت ترتیب (رتبه‌بندی) میزان اهمیت عوامل به اعضا ارائه و دریافت شد. اتفاق نظر در مورد تناسب مدل حاصل شد.

- مقیاس اتفاق نظر

برای تعیین میزان اتفاق نظر میان اعضای پانل، از ضریب هماهنگی کندال استفاده شد. ضریب هماهنگی کندال مقیاسی است برای تعیین درجه هماهنگی و موافقت میان چندین دسته رتبه مربوط به N شیئی یا فرد. در حقیقت با کاربرد این مقیاس می‌توان همبستگی رتبه‌ای میان K مجموعه رتبه را یافت. چنین مقیاسی به‌ویژه در مطالعات مربوط به «روایی میان داوران» مفید

جدول ۱. تفسیر مقادیر گوناگون ضریب هماهنگی کندال (۲۳)

مقدار W	تفسیر	اطمینان نسبت به‌ترتیب عوامل
۰/۱	اتفاق نظر بسیار ضعیف	وجود ندارد
۰/۳	اتفاق نظر ضعیف	کم
۰/۵	اتفاق نظر متوسط	متوسط
۰/۷	اتفاق نظر قوی	زیاد
۰/۹	اتفاق نظر بسیار قوی	بسیار زیاد

است. ضریب هماهنگی کندال نشان می‌دهد که افرادی که چند مقوله را بر اساس اهمیت آنها مرتب کرده‌اند، به‌طور اساسی معیارهای مشابهی را برای قضاوت درباره اهمیت هر یک از مقوله‌ها به‌کار برده‌اند و از این لحاظ با یکدیگر اتفاق نظر دارند (۲۶). این مقیاس با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$w = \frac{s}{\frac{1}{12}k^2\left(N^3 - N\right)} \qquad (۱)$$

که در این رابطه مقدار پارامتر s از رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$s = \sum (R_j - \frac{\sum R_j}{N})^2 \qquad (۲)$$

که در آن: Rj مجموع رتبه‌های مربوط به یک عامل است و k تعداد مجموعه‌های رتبه‌ها (تعداد داوران) را شامل می‌شود. در این رابطه N تعداد عوامل رتبه‌بندی شده بوده و $\frac{1}{12}k^2\left(N^3 - N\right)$ = برابر با حداکثر حاصل جمع مربعات انحراف‌ها از میانگین Rj ها است.

مقدار این مقیاس هنگام هماهنگی یا موافقت کامل برابر با یک و در زمان نبود کامل هماهنگی برابر با صفر است.

«اشمیت (Schmidt)» برای تصمیم‌گیری درباره توقف یا ادامه دورهای دلفی دو معیار آماری ارائه می‌کند. اولین معیار، اتفاقِ نظری قوی میان اعضای پانل است که بر اساس مقدار ضریب هماهنگی کندال به‌کمک نرم‌افزار آماری R تعیین شد. در صورت نبود چنین اتفاق نظری، ثابت ماندن این ضریب یا رشد ناچیز آن در دو دور متوالی نشان می دهد که افزایشی در توافق اعضا صورت نگرفته است و فرایند نظرخواهی باید متوقف شود. گفتنی است که معناداری آماری ضریب W برای متوقف کردن فرایند دلفی کفایت نمی‌کند. برای پانل های با تعداد بیشتر از ۱۰ عضو حتی مقادیر بسیار کوچک نیز معنادار به‌حساب می‌آیند (۲۵).

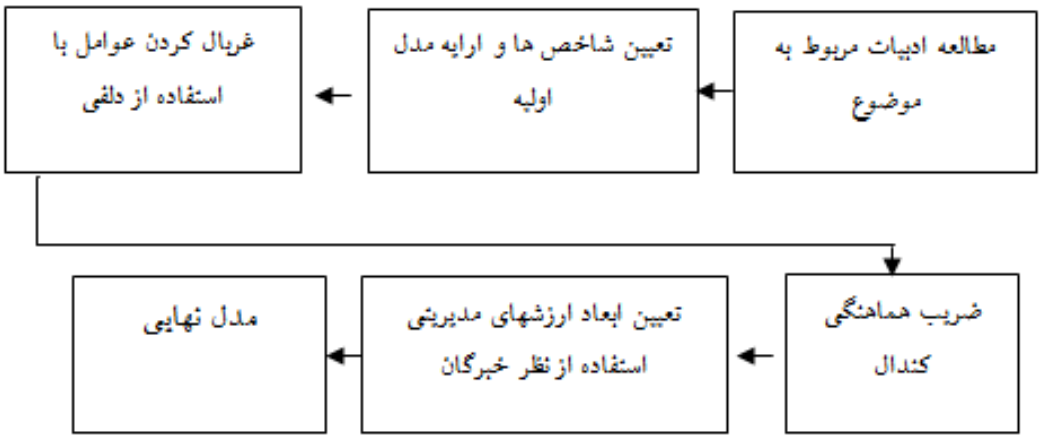
- تعیین شاخص‌های نهایی و دسته‌بندی گویه‌ها:

درنهایت بر اساس یافته های تحقیق از بخش کیفی و تأیید نهایی تمامی‌گویه‌های مورد نظر اعضای پنل از طریق روش دلفی، مدل نهایی برای مشخص کردن شاخص‌های اصلی (در این تحقیق بر اساس نظر اعضای پنل ۴ شاخص مقاوم‌سازی، ایمنی، فرهنگ‌سازی و برنامه‌ریزی مشخص شد) و دسته‌بندی گویه‌ها بر اساس شاخص ها طبق نظر اعضای پنل دلفی انجام پذیرفت و مدل نهایی تحقیق طراحی و ارائه شد (شکل ۲).

روایی و پایایی:

برای تعیین اعتبار محتوایی، پرسشنامه به تعدادی از صاحب‌نظران و اساتید آبخیزداری و مدیریت منابع آب داده شد و از آنها در مورد سوالات نظرخواهی شد تا روایی پرسشنامه را تایید کنند. برای تعیین روایی محتوایی، پرسشنامه‌ها به پنج نفر از اساتید مجرب در زمینه مدیریت منابع آب و روش تحقیق برای بررسی محتوایی ارائه شد که با بررسی و تغییرات انجام شده کلیه آنها سؤالات تنظیم شده را مورد تأیید قرار دادند و از این طریق روایی محتوایی پرسشنامه‌ها تأیید شد (۶ و ۸).

به‌منظور سنجش پایایی در این تحقیق از روش آلفای کرونباخ استفاده شد. آلفای کرونباخ برحسب میانگین



شکل ۲. نمودار جریانی مراحل اجرای تحقیق

همبستگی داخلی میان پرسش‌هایی که یک مفهوم را می‌سنجد، محاسبه می‌شود. هر قدر آلفای کرونباخ به عدد یک نزدیک‌تر باشد اعتبار سازگاری درونی بیشتر است. اعتبار یا قابلیت اعتماد یک پرسشنامه بایستی حداقل ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷ را دارا باشد آلفای کرونباخ برای پرسشنامه تحقیق حاضر ۰/۷۸ به‌دست آمد.

نتایج

در این تحقیق به‌منظور تعیین پایایی یک نمونه اولیه شامل ۱۵ پرسشنامه پیش آزمون شد و سپس با استفاده از داده‌های به‌دست آمده از این پرسشنامه‌ها و به‌کمک نرم‌افزار آماری ۲۰ spss میزان ضریب اعتماد با روش آلفای کرونباخ محاسبه شد که ضریب آلفای کرونباخ کل سئوالات پرسشنامه ۰/۸۸۴ به‌دست آمد و این عدد نشان‌دهندهٔ آن است که پرسشنامه مورد استفاده، از قابلیت اعتماد و یا به‌عبارت دیگر از پایایی لازم برخوردار است.

پرسشنامه های هر دور به صورت حضوری و غیرحضوری توزیع و گردآوری شدند. جدول (۲) تاریخ توزیع و گردآوری پرسشنامه‌های هر دور را به‌همراه تعداد آنها نشان می‌دهد.

در بخش ابتدایی (مرحله تولید ایده) اعضای پانل دلفی برای تعیین گویه‌ها و ابعاد مدل مطلوب مدیریت منابع آبی با رویکرد پدافند غیرعامل، بر اساس استنباط خود از مدل، گویه‌هایی را مشخص کردند و بعد از حذف موارد تکراری تعداد ۴۳ نوع گویه باقی ماند. جدول (۳) لیست گویه‌ها را نشان می‌دهد.

در مرحله بعد (مرحله کاهش اقلام) گویه‌های با اهمیت متوسط و پایین‌تر بر اساس جدول ضریب هماهنگی کندال حذف شدند. شکل (۳) نتایج به‌دست آمده از تحقیق با استفاده از ضریب هماهنگی کندال را نشان می‌دهد.

لذا با توجه به نتایج جدول فوق؛ عوامل با اهمیت متوسط و پایین‌تر بر اساس جدول ضریب هماهنگی کندال حذف شدند و ۷ گویه از بین ۴۳ گویه، با ضریب اهمیت ضعیف و متوسط حذف شدند و درنهایت ۳۶ شاخص در تحلیل ماندند.

پس از حذف گویه‌های با اتفاق نظر ضعیف و متوسط توسط اعضای پنل، ۳۶ شاخص به اندازه قابل قبول برای ادامه کار (تعیین ترکیب عوامل) مشخص شدند و سپس مجموعه گویه‌های انتخابی مجدد برای دریافت ترتیب (رتبه‌بندی) میزان اهمیت عوامل به اعضا ارائه شد شکل (۴) رتبه‌بندی نهایی شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

بر اساس یافته‌های تحقیق، گویه "طراحی سیستم‌های جمع‌آوری آب باران و تعبیه مخازن در بخش‌های مختلف شهر و مخازن منتهی به پشت بام هر خانه برای استفاده در شرایط بحرانی و اخلال در سیستم آبرسانی سراسری" با میانگین ۴/۹۴ در رتبه اول، و گویه "وجود حسگرها در قسمت‌های مختلف

جدول ۲. تاریخ توزیع و گردآوری پرسشنامه‌ها

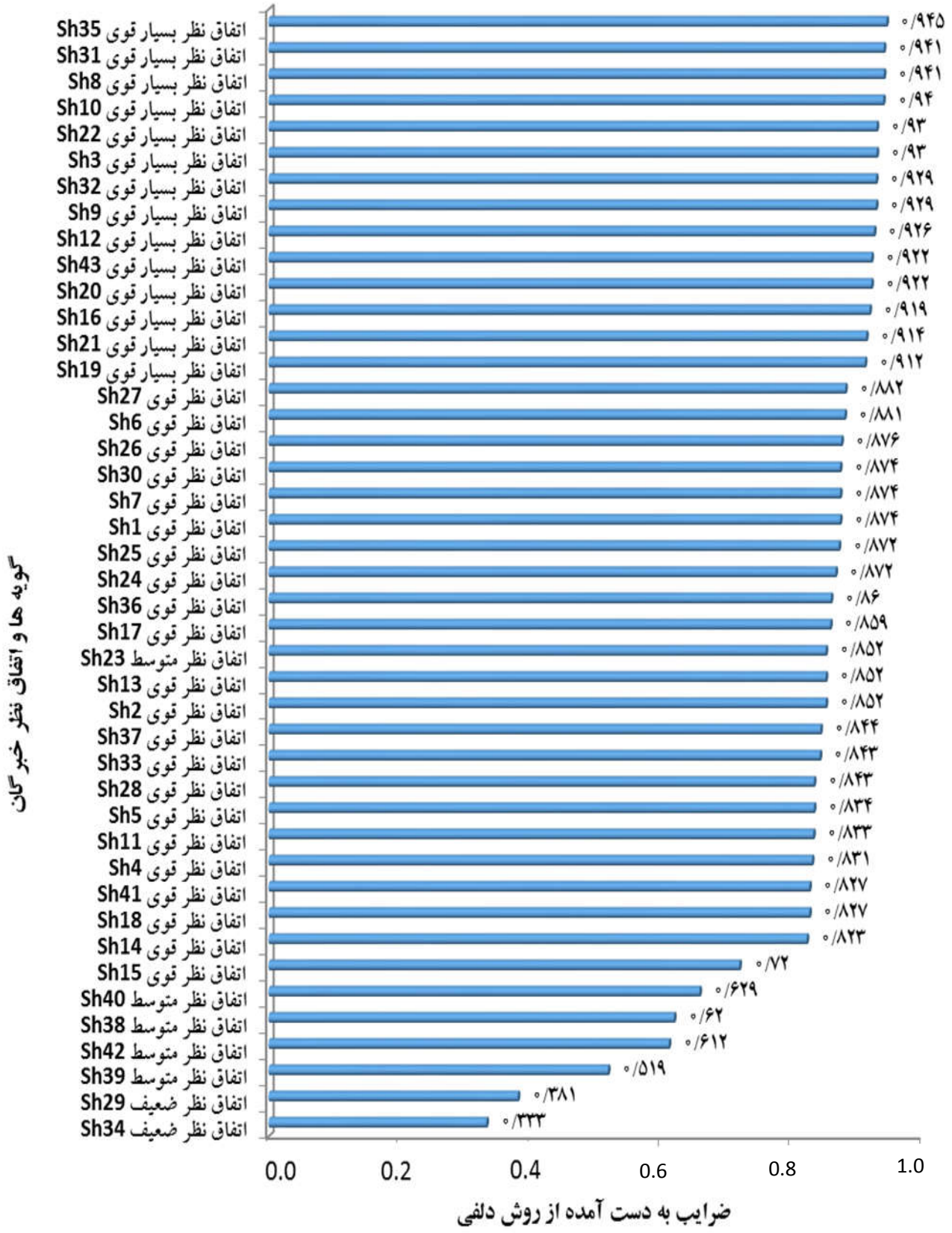
دور	توزیع پرسشنامه		گردآوری پرسشنامه	
	تاریخ توزیع	تعداد	آخرین تاریخ	تعداد
اول	۹۸/۰۹/۲۰	۲۵	۹۸/۰۹/۲۸	۲۵
دوم	۹۸/۱۰/۰۳	۲۵	۹۸/۱۰/۰۹	۲۳
سوم	۹۸/۱۰/۱۵	۲۳	۹۸/۱۰/۲۰	۲۳

جدول ۳. لیست گویه‌ها از نظر اعضای پانل دلفی (مدل مطلوب مدیریت منابع آبی با رویکرد پدافند غیرعامل)

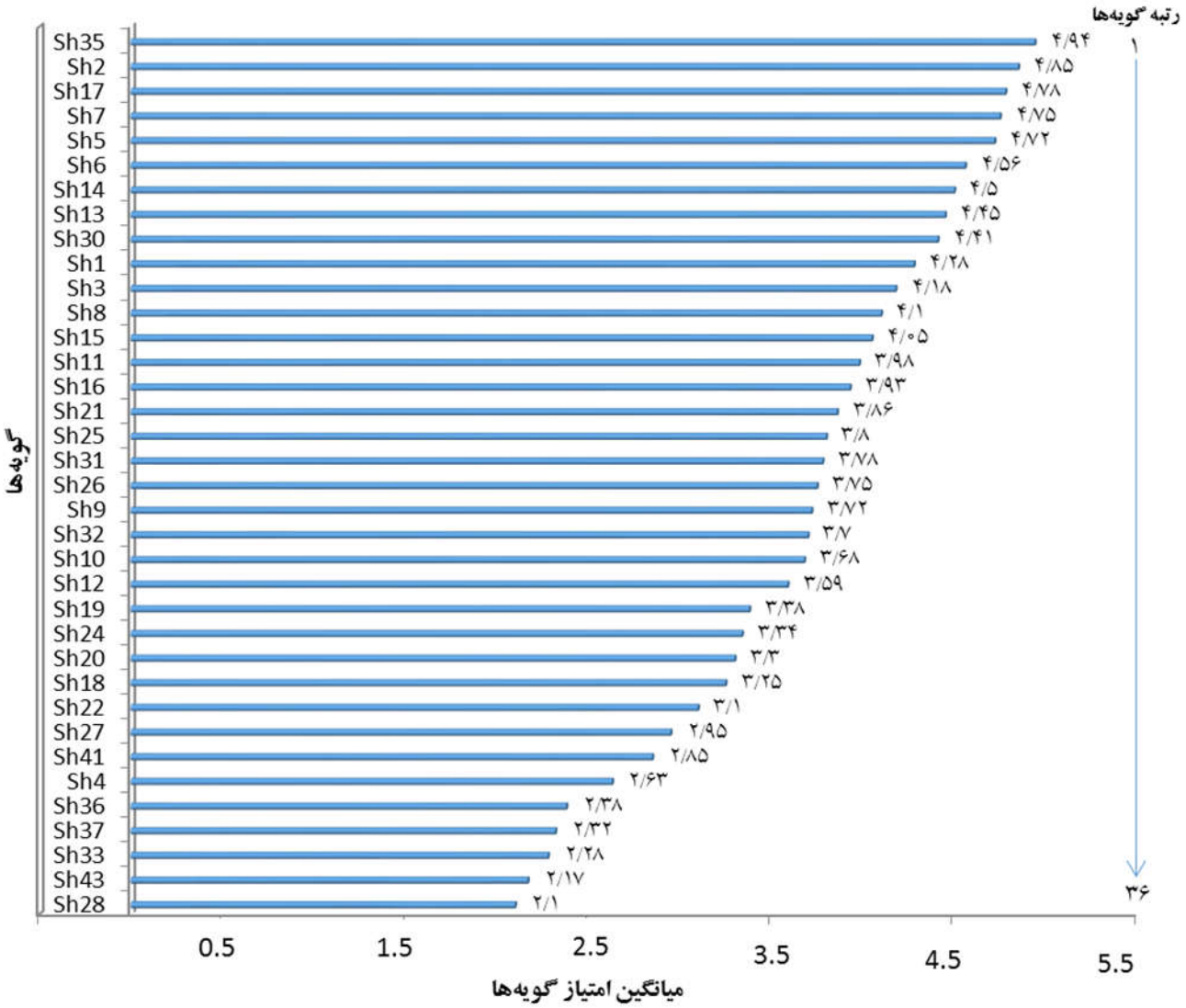
ردیف	شاخص	کد شاخص
۱	برنامه‌ریزی = جهت مقابله با اثرات و پیامدهای بحران های طبیعی و انسانی بر منابع آبی	Sh1
۲	داشتن برنامه برای تسهیل مدیریت بحران، کاهش اثرات بحران و آمادگی در برابر آنها	Sh2
۳	استخراج نقاط آسیب‌پذیری منابع آبی موجود و ریسک‌ها و مشخص کردن راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری‌ها و ریسک‌های منابع آبی به سطح قابل قبول	Sh3
۴	جلوگیری از انطباق تهدیدات بر آسیب‌پذیری‌های منابع آبی با رویکرد پدافند غیرعامل	Sh4
۵	طراحی مناسب در جهت عدم سهولت شناخت امکانات و شناسایی و تشخیص تأسیسات آبی برای دشمن	Sh5
۶	فراهم نبودن امکان سهولت شناسایی آسیب‌پذیری‌ها و ضعف‌های منابع تأمین آبی برای دشمن	Sh6
۷	ارزیابی ریسک منابع آبی در شرایط بحران به روش‌هایی مانند سامانه جوشن، SVA و Ramcap	Sh7
۸	امکان‌سنجی رخداد حوادث (تهدیدشناسی) برای منابع تأمین آب شهر	Sh8
۹	تدوین ضوابط فنی و عملیاتی و استانداردهای ایمنی منابع آبی در شرایط بحران	Sh9
۱۰	تدوین طرح جامع مدیریت منابع آبی در شرایط بحرانی و برای حوادث	Sh10
۱۱	تعیین پهنه‌های آسیب‌پذیر منابع آبی و نقاط مستعد بحران و ارائه راهکار برای شرایط ویژه	Sh11
۱۲	تهیه بانک اطلاعات مکانی منابع آبی در شرایط بحران	Sh12
۱۳	رعایت اصل پیشگیری مبتنی بر تهدیدشناسی منابع آبی	Sh13
۱۴	رعایت اصل پیشگیری مبتنی بر مکان‌یابی ایمن مخازن آبی	Sh14
۱۵	رعایت اصل کاهش آسیب‌پذیری منابع آبی با تکیه بر راهکارهای مدیریتی	Sh15
۱۶	بالابردن آستانه مقاومت ساختارهای مختلف (فیزیکی و غیرفیزیکی) منابع آبی که بنا به شرایط مکانی و زمانی می‌توانند خطرپذیر و یا خطرزا باشند.	Sh16
۱۷	تمرکززدایی از منابع تأمین آب شهری	Sh17
۱۸	درنظر گرفتن مخازن عظیم زیرزمینی آب برای تأمین آب؛	Sh18
۱۹	درنظر گرفتن تونل‌هایی به‌منظور آبرسانی و جمع‌آوری فاضلاب‌ها	Sh19

ادامه جدول ۳:

ردیف	شاخص	کد شاخص
۲۰	مکان‌یابی صحیح و بهره‌گیری از شرایط توپوگرافی زمین و ترانشه‌های طبیعی، و درنظر گرفتن حوزه‌ای بدین منظور با دید کمتر توسط دشمن برای تسویه خانه‌ها و مخازن آبی	Sh20
۲۱	استفاده از فن‌های استتار و نیز ساخت مخازن انحرافی برای فریب دشمن	Sh21
۲۲	پوشاندن مخازن و منابع با سازه‌های مستحکم به لحاظ مصالح و نوع ساخت و فروبردن بخشی از حجم مخازن در جهت اختفا	Sh22
۲۳	استتار در بافت پیرامونی حوزه قرارگیری به‌منظور در امان نگه‌داشتن تأسیسات آبی از آسیب دشمن	Sh23
۲۴	استفاده از مصالح مقاوم در برابر حرارت برای جلوگیری از آتش‌سوزی و یا انفجار در مسیرهای آب و فاضلاب	Sh24
۲۵	عایق کردن لوله‌های فولادی به‌منظور جلوگیری از خوردگی و درنتیجه عدم ایجاد مقطع بحرانی	Sh25
۲۶	استفاده از طول لوله کوتاه‌تر در هنگام طراحی مسیرها و دفن لوله‌ها در عمق مناسب، به‌منظور جلوگیری از شکست، نشت یا مسدود شدن خط و انتقال آب	Sh26
۲۷	درنظر گرفتن قابلیت کنترل خسارت و مرمت‌پذیری شبکه آبرسانی و فاضلاب در طراحی‌ها	Sh27
۲۸	وجود حسگرها در قسمت‌های مختلف تونل‌های تأسیساتی عبور لوله‌های آب	Sh28
۲۹	وجود شیرهای خودکار و متصل حسگرهای آبی به‌منظور کاهش خطر آسیب‌پذیری و تبعات حادثه	Sh29
۳۰	احداث تأسیسات آبی در حد امکان کوچک و در تعداد بیشتر و پراکنده به‌گونه‌ای که مجموعهٔ آنها هدف واحدی را تشکیل نداده و حمله به یکی، خسارت به کل مجموعه وارد نکند و باعث هم‌افزایی خسارات نشود	Sh30
۳۱	طول شبکه‌های زیرساختی منابع آبی کم باشد تا آسیب‌پذیری وارده به آنها کمتر شود	Sh31
۳۲	تحت نظارت و کنترل بودن ورودی اصلی و سایر ورودی‌های فرعی به شبکه زیرساخت‌های منابع آبی و و استفاده از سامانه های امنیتی و اضطراری	Sh32
۳۳	درنظر گرفتن سامانه‌های پشتیبان برای منابع آبی در شرایط بحران	Sh33
۳۴	اصلاح و آموزش الگوی مصرف صحیح آب	Sh34
۳۵	طراحی سیستم های جمع‌آوری آب باران و تعبیه مخازن در بخش‌های مختلف شهر برای استفاده در شرایط بحرانی و اخلال در سیتم آبرسانی سراسری	Sh35
۳۶	برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچه منابع آب	Sh36
۳۷	حراست از منابع آب زیرزمینی و جلوگیری از برداشت ناپایدار آنها به‌منظور استفاده در شرایط بحران	Sh37
۳۸	جمع‌آوری اطلاعات کامل از سهم موارد مختلف در سیستم تولید، توزیع و مصرف آب و برنامه‌ریزی بر اساس اطلاعات آنها	Sh38
۳۸	راه‌اندازی سامانه آنلاین یکپارچه و دقیق برای کنترل کامل اطلاعات در شبکه تولید، توزیع و مصرف	Sh39
۴۰	تهیه برنامه بلندمدت و کوتاه‌مدت برای کنترل سهم بخش‌های مختلف در مصرف آب، تکمیل اطلاعات آبخوان‌ها	Sh40
۴۱	قیمت‌گذاری واقعی آب و منطقی کردن تعرفه‌های آب و فاضلاب برای مدیریت و کاهش مصرف	Sh41
۴۲	ارتقای راندمان عملکرد سیستم تولید و انتقال آب و کاهش اتلاف	Sh42
۴۳	تقویت آبخوان‌ها به‌وسیله مدیریت سیلاب‌ها در راستای استفاده از این منابع در شرایط بحران	Sh43



شکل ۳. نتایج به‌دست آمده از ضریب هماهنگی کندال



شکل ۴. رتبه‌بندی نهایی شاخص‌ها

تونل‌های تأسیساتی عبور لوله‌های آب" با میانگین ۲/۱۰ در رتبه سی و ششم قرار گرفتند. این نتیجه با یافته‌های میرباقری، (۱۷). پاندی و همکاران (۱۸)، پتر و همکاران (۱۹)، سادیا و همکاران (۲۲) وآشانتا و همکاران (۳) در زمینه امکان استحصال و بهره‌مندی از رواناب‌های شهری برای انواع استفاده‌ها و به‌خصوص در شرایط بحرانی مطابقت دارد.

درنهایت بر اساس یافته های تحقیق از بخش کیفی و تأیید نهایی آن از طریق دلفی مدل نهایی برای مشخص کردن شاخص‌های اصلی و دسته‌بندی گویه‌ها بر اساس شاخص‌ها طبق نظر اعضای پنل دلفی انجام پذیرفت و مدل زیر به‌عنوان مدل نهایی تحقیق طراحی و ارائه شد (شکل ۳). بر اساس نتایج به‌دست آمده چهار شاخص مقاوم‌سازی، ایمنی، فرهنگ‌سازی و برنامه‌ریزی با توجه به نظرات به‌دست آمده از پنل دلفی تفکیک و مشخص شد که به‌ترتیب شامل ۹؛ ۱۷؛ ۳ و ۱۳ گویه هستند. در شاخص مقاوم‌سازی گویه «بردن آستانه مقاومت ساختارهای مختلف (فیزیکی و غیرفیزیکی) منابع آبی که بنا به شرایط مکانی و زمانی می‌توانند خطرپذیر و یا خطرزا باشند» با بیشترین امتیاز (۳/۹۳)؛ در شاخص ایمنی گویه «تمرکز زدایی از منابع تأمین آب شهری» نسبت به سایر گویه‌ها دارای اهمیت بیشتری است (۴/۷۸) که با تحقیقات سرداری و براتی (۲۳) و

سادیا و همکاران (۲۲) همسو است. در شاخص فرهنگ‌سازی گویه «قیمت‌گذاری واقعی آب و منطقی کردن تعرفه‌های آب و فاضلاب برای مدیریت و کاهش مصرف» بیشترین امتیاز را داشته و مؤثرترین گویه است (۲/۸۵) که در مطالعات فقیهی و میرباقری (۷) و معصوم بیگی و جلیلی (۱۴) نیز مورد تأکید پژوهشگران بوده است. و درنهایت در شاخص برنامه‌ریزی نیز با توجه به نتایج به‌دست آمده و دیدگاه پنل دلفی، گویه «داشتن برنامه برای تسهیل مدیریت بحران، کاهش اثرات بحران و آمادگی در برابر آنها» به‌عنوان برترین گزینه داری امتیاز بیشتری نسبت به سایر گویه‌ها در این شاخص است (۴/۸۵) که با مطالعات سرداری و براتی (۲۳) و پیری و همکاران (۲۰) همسو است.

بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق به‌منظور بررسی جایگاه سیستم‌های جمع‌آوری آب باران در طراحی یک مدل مناسب مدیریت منابع آبی با رویکرد مدیریت بحران انجام پذیرفت. بر اساس یافته‌های تحقیق، گویه طراحی سیستم‌های جمع‌آوری آب باران و تعبیه مخازن در بخش های مختلف شهر و مخازن منتهی به پشت بام هر خانه برای استفاده در شرایط بحرانی و اخلال در سیستم آبرسانی سراسری با میانگین ۴/۹۴ در رتبه اول، و به‌عنوان مناسب‌ترین گویه از سوی اعضای پنل دلفی انتخاب شد که لازم است از سوی مسئولین مرتبط و دست‌اندرکاران مدیریت بحران مدنظر قرار گیرد.

پس از مشخص شدن گویه‌های مربوط به مدیریت منابع آب در شرایط بحرانی توسط پنل اعضای دلفی، این گویه‌ها طبق نظر اعضای پنل دلفی به‌منظور دسته‌بندی و مدیریت صحیح برنامه‌ریزی و مدیریت آسان منابع آب در چهار شاخص کلی مقاوم‌سازی، ایمنی، فرهنگ‌سازی و برنامه‌ریزی تفکیک شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده بیشترین گویه‌ها در شاخص ایمنی قرار گرفته و این شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است. همچنین مهم‌ترین گویه‌ها در هر شاخص به‌ترتیب در شاخص مقاوم‌سازی گویه «بردن آستانه مقاومت ساختارهای مختلف (فیزیکی و غیرفیزیکی) منابع آبی که بنا به شرایط مکانی و زمانی می توانند خطرپذیر و یا خطرزا باشند» در شاخص ایمنی گویه «تمرکززدایی از منابع تأمین آب شهری» به‌عنوان گویه با امتیاز بالا بود و در شاخص فرهنگ‌سازی گویه «قیمت‌گذاری واقعی آب و منطقی کردن تعرفه های آب و فاضلاب برای مدیریت و کاهش مصرف» دارای بیشترین امتیاز بود. در شاخص برنامه‌ریزی نیز گویه «داشتن برنامه برای تسهیل مدیریت بحران، کاهش اثرات بحران و آمادگی در برابر آنها» به‌عنوان مهم‌ترین گویه‌ها نسبت به سایر عوامل از دیدگاه پنل دلفی معین شد. بنابر نتیجه به‌دست آمده پیشنهاد می‌شود تا دست‌اندرکاران و مسئولین منابع آب شهری و همچنین مدیریت بحران در جهت آمادگی برای شرایط بحران و همچنین استفاده صحیح، اصولی و علمی از منابع آبی موجود نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و به‌خصوص گویه‌های با اتفاق نظر خیلی قوی که توسط پنل دلفی تعیین شده است را مد نظر قرار دهند.

منابع مورد استفاده

1. Andrew, B., F. Christopher, M. Maggie, C. James and R. Smart. 2020. Revealing the dominant discourses of stakeholders towards natural resource management in Port Resolution, Vanuatu, using Q-method. *Ecological Economics* 177: 106781.
2. Anouk, Z. V. D. and A. Marco. 2019. Designing Product-Service Systems to Close Resource Loops: Circular Design Guidelines. *Procedia CIRP* 802019: 631-636.
3. Ashantha, G., A. Liu and T. Gardner. 2016. Briefs for GSDR - Urban stormwater reuse: An agenda for sustainable development. UN Global Sustainable Development Report.
4. Babran, P. and N. Honarbakhsh. 2009. The water crisis in Iran and the world. *Journal of Rahbord* 48: 193-205. (In Farsi).

5. Bleane, A., Ch. Hickey, M. Stewart, M. Scammell and R. Senjen. 2016. Preliminary investigations of toxicity in the Georges Bay catchment, Tasmania, Australia. *The International Journal of Environmental Studies* 2: 72(1): 1-23.
6. Drost, E. A. 2011. Validity and reliability in social science research. *Education Research & Perspectives* 38(1): 105-123
7. Faghihi, M. and A. Mirbagheri. 2012. Introducing different crisis management patterns in water and wastewater networks and non-agent defense position. Third Conference on Crisis Management in Building Industry, Mashhad. Recovery from: Civicica. (In Farsi).
8. Fathi Ashtiani, A. S. 2011. Psychological Tests, Volume One: Assessing Personality and Mental Health. Besat Publications. (In Farsi).
9. Golie, A. and H. Mahkouee. 2014. Water crisis in the countries of the Persian Gulf geopolitical region. The Second Seminar on Water Crisis in the Country. (In Farsi).
10. Jamali, A, M. Habibi and R. Baghi Yazdel. 2014. Application of the Delphi method in behavioral and medical sciences research: A review of benefits, bottlenecks, and methodology. Higher Education Letter, New Course, Seventh Year, No. 26, Summer 2014. (In Farsi).
11. Keshavarzi, M. and A. Rusta. 2014. Water crisis, underground dams A solution to protect groundwater aquifers. Second National Conference on Water Crisis.
12. Manager, M. 2010. Urban facility location requirements (with Emphasis on Water Facilities) presenting an appropriate model from a passive defense perspective. Doctoral Thesis, University of Tehran. (In Farsi).
13. Mashayekhi, A., A. A. Farhangi, M. Momeni and S. Alidousti. 2006. Investigating the key factors affecting the application of information technology in Iranian governmental organizations: Application of the Delphi method. *Quarterly Journal of Humanities, Journal of Management* 191-23. (In Farsi).
14. Masoum Beigi, H. and M. R. Jalili Ghazizadeh. 2009. Non-operating defense engineering in downstream dams, 2nd National Conference on Hydro Power Plants, Tehran, Iran Water and Power Resources Development Company. (In Farsi).
15. Mohammadbeigi, A., N. Mohammad Salehi and M. Ali Gol. 2015. Validity and reliability of different measurement tools and methods in applied research. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences* 13: 1170-1153. (In Farsi).
16. Mohammadi, Sh. And A. Karimian. 2019. Estimation of the amount of urban runoff to meet the water needs of green space (Case study: Sarpol-e-Zahab city. *Journal of Water and Soil Sciences* 23(4): 359-345.
17. Movahedi Nia, C. 2013. Principles of Passive Defense. Malek Ashtar University of Technology Publications, Tehran. (In Farsi).
18. Pandey, D. N., K. Anil, G. Anderson and D. Anderson. 2003. Rainwater harvesting as an adaptation to climate change. *Current Science* 85(1): 143-156.
19. Peter, W. B., N. Lucke and T. Lucke. 2015. Local Level Stormwater Harvesting and Reuse: A Practical Solution to the Water Security Challenges Faced by Urban Trees. *Sustainability* 7: 8635-8648.
20. Piri Hour, H, Gh. Jalali Farhani and M. A. S. Nekouei. 1979. Development of non-operating defense in Yazd drinking water supply with improvement of existing weaknesses in current situation. *Journal of Water and Wastewater Science and Engineering* 3(3): 39-51. (In Farsi).
21. Rouhani, N. and S. Amin Sichani. 2009. Assessing the exchange of food products and virtual water with regard to water resources in Iran. *Agricultural Science and Techniques* 12(46): 132-142.
22. Sadia, R., M. T. R. Khan, S. Akib, N. B. Che Din, S. K. Biswas and S. M. Shirazi. 2014. Sustainability of Rainwater Harvesting System in terms of Water Quality. *The Scientific World Journal* 1-10.
23. Sardari, M. R. and N. Barati. 2010. Strategic Urban Development Plan of Qazvin City from 1410 (from theory to practice), Publishers: Arta Baba, Innovators of Parseh University. (In Farsi).
24. Schmidt, R., K. Lyytinen, M. Keil and P. Culc. 2001. Identifying software project risks: An international delphi study. *Journal of Management Information Systems* 17(4): 62-81.
25. Schmidt, R. C. 1997. Managing Delphi Surveys Using Nonparametric Statistical Techniques. *Journal of Decislon Sciences* 28(3): 763-774.
26. Siegel, S. and N. J. Castellan. 1998. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. New York: McDraw Hill.
27. United Nations (UNISDR). 2009. Dictionary of the United Nations International Strategy for Crisis Reduction, ISDR, Edited by B. Yawar and M. Hosseini, Switzerland. (In Farsi).
28. Xingqi, Z., H. Maochuan, Ch. Gang and X. Youpeng. 2012. Urban rainwater utilization and its role in mitigating urban waterlogging problems: A case study in Nanjing, China. *Water Resour Manage* 26: 3757-3766. DOI 10.1007/s11269-012-0101-6.

Journal of Water and Soil Science
Vol. 25, No. 2, Summer 2021, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Provide an Approach in Determining the Effective Factors in Crisis Management with Emphasis on Runoff

H. Afshari, R. Ghazavi* and S. Dokhani[1]

(Received: February 9-2020; Accepted: November 25-2020)

Abstract

Due to the limitation and scarcity of water supplies, it is essential to identify and reuse alternative water sources, particularly in the arid and semi-arid regions according to environmental conditions. Reuse of runoff is an adaptive management philosophy and approach to balance efforts and provide sustainable water services and manage hazards. The present study is aimed to design a suitable model of water resource management with an emphasis on crisis management. In this study, indices and dimensions of the water resources management model were determined via the Delphi method (based on Schmidt, et al.). Delphi panel members were identified and selected in three stages using random sampling. The faculty members of water resources and watershed management university specializing and passive defense experts of water organization were selected as the Delphy panel members. Initially, panel members identified the most important effective items on water resources security, based on their inference of the model. Based on the first evaluation and after eliminating duplicates, 43 items remained. Finally, 36 items remained in the analyses, when the items with low and medium significance coefficients were eliminated. The final model of water resources management was approved by the expert opinion based on the crisis management approach. According to the results, designing rainwater collection and storage systems in different parts of the city and installing tanks for roof rainwater collection in each home were selected as the best approach in the critical condition (with an average grade of 4.94), whereas the installation of the sensors in different parts of water pipe with an average grade of 2.10 was ranked in the 33rd selection. Finally, the items identified by the Delphi panel were classified into four general indices: retrofit, safety, culture, and planning. In general, it is necessary for the officials of urban water resources, as well as crisis management, must prepare for crisis conditions as well as the correct, principled, and scientific use of available water resources to extract and store rainwater and runoff to use it in crises and disrupt the general water supply system.

Keywords: Alternative water, Urban watershed management, Strategic mManagement, Water recycling, Delphi method

1. Department of Watershed Management Sciences and Engineering, Faculty of Natural and Environmental Sciences, Kashan University, Isfahan, Iran.
Corresponding author, Email: h22afshari@gmail.com