بررسی فنی، اجتماعی و تحلیل سلسله مراتبی طرح جداسازی آب شرب از بهداشتی شهر مشهد

منصوره آتشی[1*]، شادی ربانی[2]، سیاوش کلاهدوزیان [3]

۱- سرگروه مرکز پژوهشی مدیریت منابع محیط زیست ارم –نماینده معاونت مطالعات و طراحی تهران شرکت مهندسی مشاور طوس آب، دکتری سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه فردوسی مشهد (at.mansoureh@gmail.com)

۲- پژوهشگر مرکز پژوهشی مدیریت منابع محیط زیست ارم، مدیر پروژه شرکت مهندسی مشاور طوس آب، کارشناسی ارشد مکانیک دانشگاه فردوسی مشهد(shadi.Rabbani276@gmail.com)

۳- پژوهشگر مرکز پژوهشی مدیریت منابع محیط زیست ارم –مدیرپروژه شرکت مهندسی مشاور طوس آب، کارشناسی ارشد مکانیک دانشگاه آزاد مشهد (siavash.kolahdoozian28@gmail.com)

چکیده

در این مطالعات جداسازی آب شرب از بهداشتی یکی از راه‌حل‌های کوتاه مدت تامین آب مورد بررسی قرارگرفته‌است. مطالعات نشانگر امکان جداسازی آب شرب از بهداشتی مشهد در دو پهنه فشاری؛ K و ثامن می‌باشد. مطابق نتایج طرح نظرسنجی صورت گرفته و با توجه به وضعیت اقتصادی و اجتماعی مشترکین، منطقه ثامن با قرارگیری ۶۱ درصد زائر به عنوان اولویت اول طرح انتخاب گردیده است. با توجه به وضعیت اجتماعی و اقتصادی در پهنه K اجرای این طرح به عنوان اولویت دوم با چالش‌های فراوانی روبرو خواهد بود. لذا بایستی زیر ساخت‌های لازم فراهم شود که تامین آب شرب با حداقل مشارکت مردمی و با کمک‌های دولتی صورت گیرد. جهت بررسی دقیق‌تر ماتریس‌های AHP[1] براساس معیارهای اجتماعی، بهداشتی، فنی و اجرایی، اقتصادی، زیست محیطی و پدافند غیرعامل تنظیم شده و با بهره جستن از نرم‌افزار Expert Choice به اولویت‌بندی راهکارها پرداخته شده‌است. نتایج نشان می‌دهد راهکارهای آب بسته‌بندی، شبکه مستقل، ایستگاه برداشت و تصفیه زیرسینکی به ترتیب دارای امتیاز ۲۳/۸٪، ۲۰/۴٪، ۱۷/۴٪ و ۱۵/۷٪ می‌باشند. با توجه به مشکلات اجرایی در گزینه شبکه مستقل شرب و عدم استفاده کنونی مشترکین از دستگاه‌های زیرسینکی و ایجاد چهره‌ی نامناسب برای شهر در منطقه‌ی حرم مطهر در روش ایستگاه‌های برداشت، تامین کل آب شرب از طریق آب بسته‌بندی و ۲۰ درصد تامین نیز از طریق ایستگاه برداشت عمومی برای ضریب اطمینان بالاتر در منطقه ثامن پیشنهاد گردیده‌است. در پهنه K تامین ۸۰ درصد آب شرب از طریق آب بسته‌بندی و ۴۰ درصد نیز از طریق ایستگاه برداشت عمومی پیشنهاد گردیده‌است.

واژه‌های کلیدی فارسی: جداسازی آب، ماتریس AHP، نرم افزار Expert Choice، شهر مشهد، روش‌های مختلف توزیع آب شرب

۱– مقدمه

همزمان با رشد جمعیت در جهان و توسعه در صنایع مختلف، آلودگی آب آشامیدنی به یکی از اساسی‌ترین مشکلات جهان تبدیل شده‌است. مسئله تامین آب شرب سالم، در آینده‌ای نه چندان دور یکی از اصلی‌ترین چالش‌های جهانیان خواهد شد. لذا در سال‌های اخیر تفکر به کارگیری گزینه‌های غیر معمول برای تأمین آب شرب کلان شهرها قوت گرفته‌است.

با توجه به بحران کمبود آب به ویژه در مناطقی با شرایط آب و هوایی نظیر کشور ایران و تشدید آن در اثر محدودیت‌های کیفی و آلودگی آب‌ها توجه به تامین بخش قابل توجهی از نیازهای آب خانگی از طریق منابع آب با کیفیت پایین‌تر بسیار اهمیت دارد. این نگرش می‌تواند ضمن رفع نیازهای آب شهری، اثرات مثبتی از جنبه‌های اقتصادی نیز در پی داشته باشد. بر این اساس امروزه تفکر جداسازی سیستم تأمین آب آشامیدنی از سایر نیازهای روزمره آبی، جایگاه ویژه‌ای در صنعت آب یافته است.

شهر مشهد با توجه به موقعیت ویژه و افزایش جمعیت ساکن و زائر بیش از گذشته نیازمند تامین آب شرب است. با توجه به منابع موجود، تامین آب شرب آینده با مشکلات فزاینده‌تری روبروست به طوری‌که تامین آب شرب بیشتر نیازمند تامین هزینه‌های بسیار بالاتر است. لذا جداسازی آب شرب از بهداشتی یکی از راه‌حل‌هایی است که می‌تواند گره‌گشای معضل تامین آب باشد.

با توجه به بحث تامین آب به صورت کیفی به بررسی منابع آب غیر شرب (وجود چاه‌ها) در ۲۲ پهنه فشاری شهر مشهد پرداخته شده و امکان جداسازی آب شرب از بهداشتی با توجه به وجود منابع کیفی مورد بررسی قرار گرفته‌است. سپس براساس نتایج طرح نظرسنجی به بررسی وضعیت فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی افراد پرداخته شده‌است. مدلسازی و اولویت‌بندی گزینه‌های توزیع آب شرب در پهنه‌های منتخب انجام شده‌است. جهت حصول نتیجه بهتر براساس میانگین نظرات مشترکین، کارشناسان مشاور طوس آب و دفتر فنی آب و فاضلاب مشهد ماتریس های AHP طبق معیارهای اجتماعی، بهداشتی، فنی و اجرایی، اقتصادی، زیست محیطی و پدافند غیر عامل تنظیم شده و با بهره‌جستن از نرم افزار Expert Choice به اولویت بندی راهکارها پرداخته شده‌است.

نتایج نشان می‌دهد که راهکارهای آب بسته‌بندی، شبکه مستقل، ایستگاه برداشت و تصفیه زیرسینکی به ترتیب اولویت دارای امتیاز ۲۳/۸٪، ۲۰/۴٪، ۱۷/۴٪ و ۱۵/۷٪ می‌باشند. با توجه به مشکلات اجرایی و کیفی قابل توجه در دو گزینه شبکه مستقل شرب و برداشت نوبتی، عدم استفاده کنونی مشترکین از دستگاه‌های زیرسینکی و تصفیه غشایی، هزینه‌های بالای تعویض فیلترها و پرت بسیار زیاد این دستگاه‌ها و ایجاد چهره‌ی نامناسب برای شهر آن هم در منطقه‌ی حرم مطهر در روش ایستگاه‌های برداشت، تامین کل آب شرب از طریق آب بسته‌بندی و ۲۰ درصد تامین نیز از طریق ایستگاه برداشت عمومی برای ضریب اطمینان بالاتر در منطقه‌ی ثامن پیشنهاد گردیده‌است. همچنین در پهنه K تامین ۸۰ درصد آب شرب از طریق آب بسته بندی و ۴۰ درصد تامین نیز از طریق ایستگاه برداشت عمومی پیشنهاد گردیده‌است.

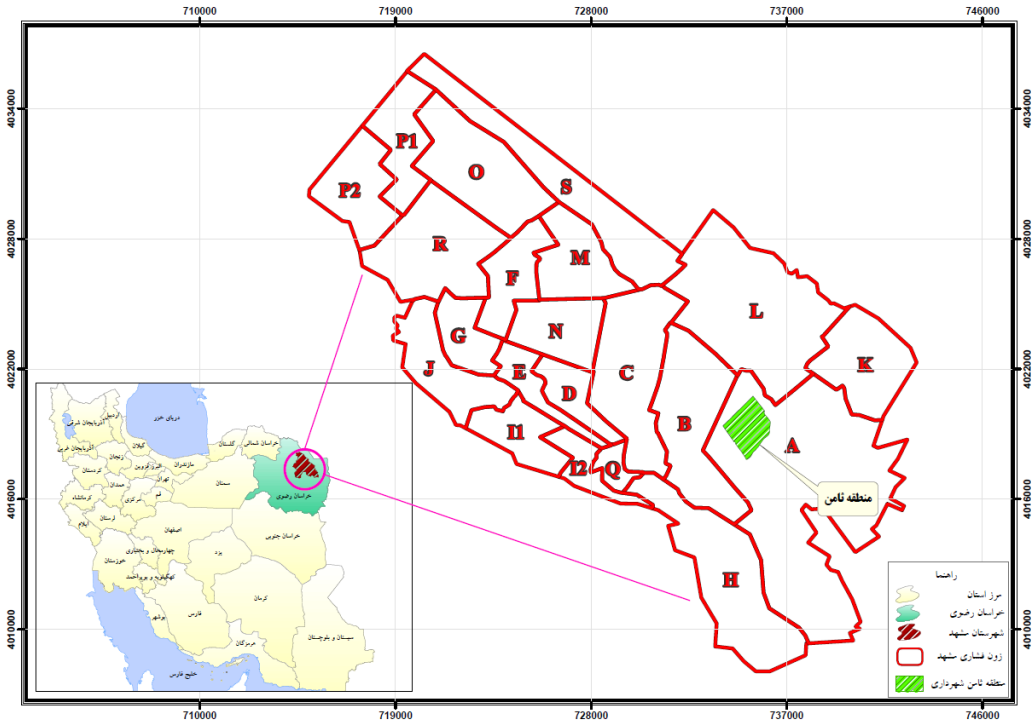
۲– مشخصات منطقه ی مطالعاتی

۲–۱– جمعیت و نیاز آبی محدوده‌ی مطالعاتی

شهر مشهد مرکز استان خراسان رضوی، پرجمعیت‌ترین شهر کشور بعد از پایتخت است. این شهر هم اکنون ۳/۲ میلیون نفر جمعیت ساکن داشته و پذیرای بیش از ۴۰ میلیون نفر زائر در سال می‌باشد. در سال ۱۴۲۰جمعیت ساکن این شهر

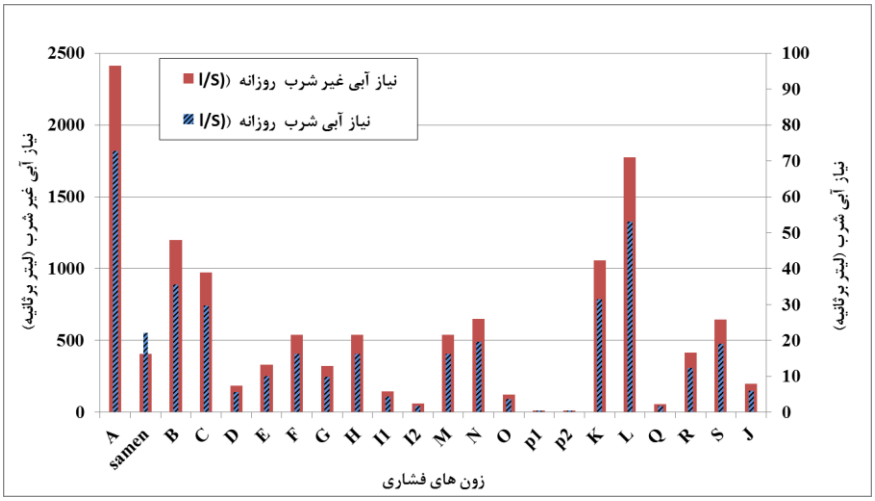
به ۴/۹ میلیون نفر خواهد رسید و پذیرای بیش از ۸۰ میلیون نفر زائر در سال خواهد بود. عمده تامین آب شرب این شهر در سال‌های گذشته از سد دوستی و منابع آب زیرزمینی دشت مشهد بوده است. در حالی که با توجه به موقعیت سد و توسعه بالادست آن (رودخانه هریرود) توسط کشور افغانستان و کاهش نزولات جوی، در آینده‌ای نه چندان دور آبدهی این سد کاهش چشمگیری خواهد داشت. همچنین دشت مشهد یکی از بحرانی‌ترین دشت‌های کشور از لحاظ کمی و کیفی است لذا در آینده نزدیک تامین آب شرب شهر مشهد با مشکل جدی مواجه خواهد بود. براساس مطالعات انجام شده از سوی دفتر فنی آب و فاضلاب مشهد و مطالعات طرح جامع، شهر مشهد تا سال ۱۴۲۰ به ۲۲ پهنه تقسیم شده که هر کدام از این پهنه‌ها دارای مخزن مستقل بوده و محدوده خود را توسط یک شبکه مجزا (با در نظر گرفتن نیاز آبی آن) تحت پوشش قرار می‌دهند (آتشی،م.،۱۳۹۵).

موقعیت شهر و محدوده‌ی کلی پهنه‌های فشاری در شکل ۱ نشان داده شده‌است. براساس جمعیت ساکن و زوار شهر مشهد در فصل پیک و آمار مصارف آب مشترکین شهر مشهد به تفکیک نوع مصرف ارائه شده در نشریه ۳-۱۱۷ و با توجه به مقدار متوسط کل مصرف سرانه و اعمال ضریب پیک روزانه (۱/۵۵)، نیاز شهر مشهد محاسبه شده‌است. طبق استاندارد صنعت آب، مقدار مصرف سرانه خانگی به ازای هر نفر ۷۵ تا ۱۵۰ لیتر در روز می‌باشد(نشریه شماره ۳-۱۱۷، ۱۳۷۱). مقدار مصرف سرانه زائر معادل حداقل مصرف سرانه خانگی هر نفر با توجه به نشریه ۳-۱۱۷ بازنگری اول (۷۵ لیتر به ازای هر نفر در شبانه روز) مورد استفاده قرار گرفته‌است(نشریه شماره ۳-۱۱۷ بازنگری اول، ۱۳۹۲).



شکل ۱: موقعیت شهر و محدوده‌ی کلی پهنه‌های فشاری

با توجه به پیشنهاد استاندارد صنعت آب جهت میزان سرانه مصارف خانگی؛ میزان مصارف آشامیدن ۵-۳ لیتر به ازای هرنفر در روز می‌باشد لذا میزان نیاز آب شرب و غیرشرب پهنه‌های مختلف مشهد بر اساس سرانه شرب جمعیت زائر و جمعیت ساکن LPCD ۵ مطابق شکل ۲ خواهد بود.



شکل ۲: نیاز آب شرب و غیرشرب پهنه‌های فشاری شهر مشهد

۳- بررسی وضعیت فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی بر اساس نتایج نظر سنجی

به منظور بررسی فرهنگی و اجتماعی شهر مشهد اقدام به طرح پرس‌نامه و اخذ و بررسی اطلاعات آماری در سطح شهر شده‌است. اولین نظرسنجی در خصوص طرح جداسازی در سال ۱۳۸۹ انجام گرفته‌است. با توجه به تامین آب مشهد از سد دوستی و عدم کمبود آب طرح پرسشنامه و پاسخگویی به سوالات در شرایط عدم آگاهی به بحران آب بوده‌است. در سال ۱۳۹۳ با توجه به رویارویی با کمبود آب و تبلیغات گسترده رسانه‌ها در این مورد، مردم با مسئله‌ی کمبود آب بیش از پیش روبرو بوده لذا پرسشنامه‌ها با توجه به شرایط پیش رو اصلاح شده و نظر سنجی مجدد به‌عمل آمده‌است (شرکت آمار صنعت، سال ۱۳۹۳و ۱۳۸۹). از عمده اهداف مورد نظر از طرح پرسشنامه‌ها می‌توان به موراد زیر اشاره نمود:

۱- بررسی وضعیت مشترکین به لحاظ تعداد، وضع فعالیت، سطح سواد، سطح زیر بنای واحد مسکونی و... در محدوده شهر مشهد

۲- تعیین متوسط مصرف آب مشترکین، کمیت و کیفیت آب مصرفی

۳- بررسی الگوی مصرف آب و استفاده از وسایل کاهنده مصرف

۴- بررسی امکانات و تسهیلات مرتبط با آب در اختیار خانوار

۵- بررسی راهکارها و نظرات مشترکین در خصوص جداسازی آب و بررسی میزان مقبولیت اجتماعی و فرهنگی در زمینه مصرف و صرفه‌جویی آب

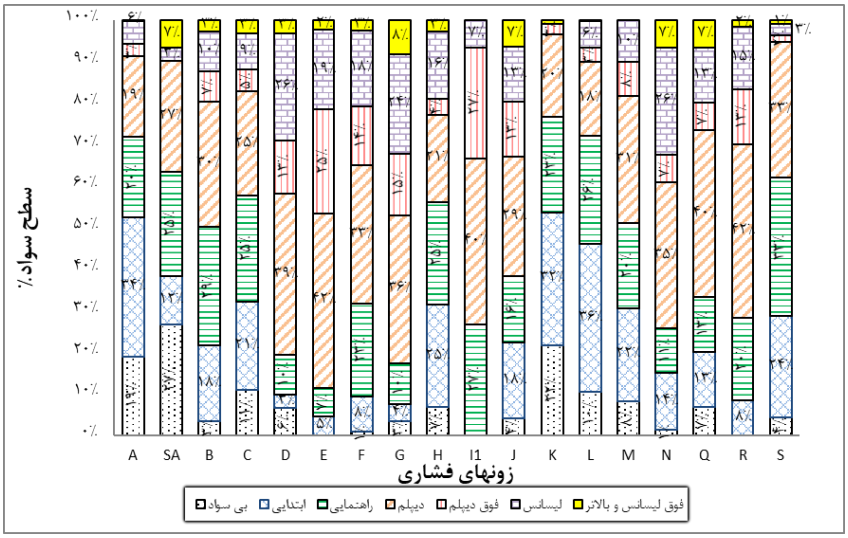
۶- بررسی تاثیرات قیمت آب بر مصرف

شایان ذکر است که حجم نمونه در هر منطقه بر مبنای جمعیت آن منطقه تعیین شده‌است. به منظور تفسیر نظر مردم، سهم (درصد) گزینه مورد نظر در هر منطقه محاسبه شده، سپس سهم گزینه بین دوازده منطقه شهرداری به‌صورت

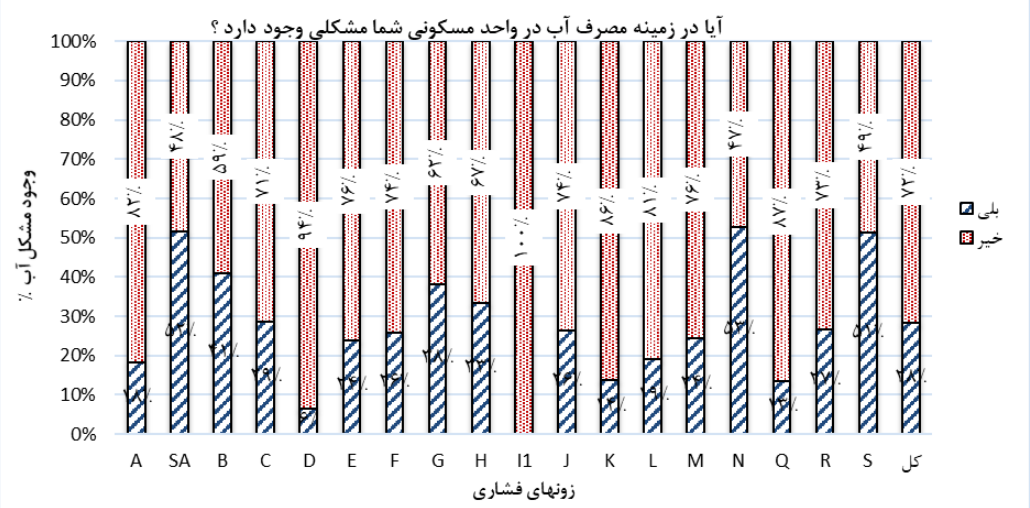
نموداری مقایسه شده‌است. درصد فراوانی بر مبنای تعداد نمونه کلی (۷۰۰۸ خانوار) بیان شده‌است. در ادامه خروجی‌های مهم طرح نظرسنجی و تحلیل‌های آن‌ها آورده شده‌است.

شکل ۳ وضعیت تحصیل سرپرست خانوار را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود به لحاظ سطح سواد پهنه‌های K , A, L و منطقه ثامن به نسبت سایر پهنه‌ها در وضعیت پایین‌تر تحصیلات و پهنه‌های N ,G و D نسبت سایر در وضعیت بهتری قرار دارند. بررسی وضعیت سواد سرپرست خانوار نشانگر پایین بودن وضع سواد در منطقه ثامن و پهنه K که به ترتیب ۴۰ و ۵۵ درصد بی‌سواد و تحصیلات ابتدایی است. همچنین پهنه های N و B به ترتیب با ۱۵ و ۲۰ درصد بیسواد و تحصیلات ابتدایی وضعیت تحصیلات بالاتری دارند.

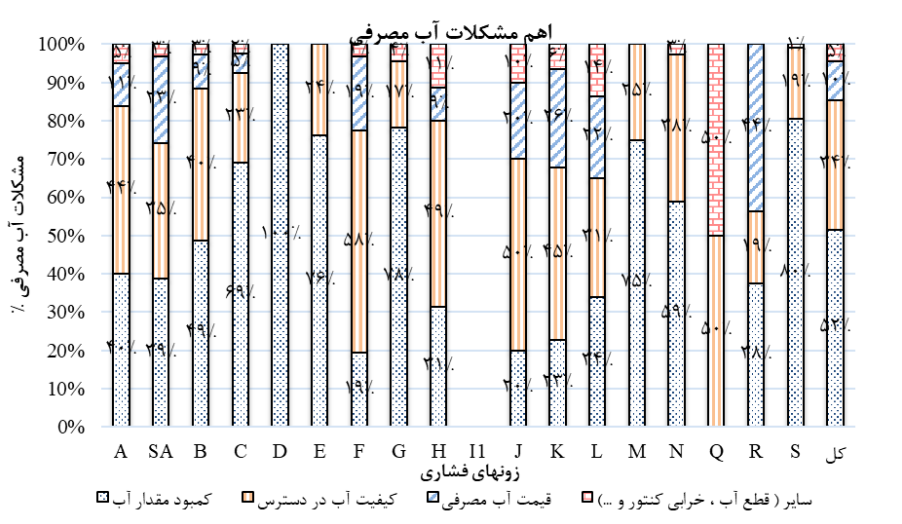
شکل ۴ و ۵ نتایج نظرسنجی در خصوص مشکلات آب مصرفی می‌باشد. همانگونه که مشاهده می‌شود۵۰٪ از مشترکین پهنه N و S ومنطقه ثامن با مشکلات در زمینه آب مصرفی روبرو بوده‌اند و شایان ذکر است که در پهنه‌های ثامن، K و R به ترتیب ۲۳٪ ، ۲۶٪ و ۴۶٪ از مشترکین قیمت کنونی آب را به عنوان مشکل اساسی در زمینه آب عنوان کرده‌اند. حال آنکه قیمت کنونی آب بسیار پایین‌تر از قیمت واقعی بوده و مسلما در تمامی راهکارهای جداسازی هزینه آب برای مشترکین بیشتر از وضعیت کنونی خواهد بود. لذا وضعیت اقتصادی این مناطق را جهت اجرای طرح‌های جداسازی باید در نظر گرفته و در مناطق با وضعیت پایین اقتصادی در صورت حداقل مشارکت مردمی راهکار جداسازی قابل پیاده سازی می‌باشد.



شکل۳: وضعیت تحصیل سرپرست خانوار در پهنه‌های فشاری شهر مشهد

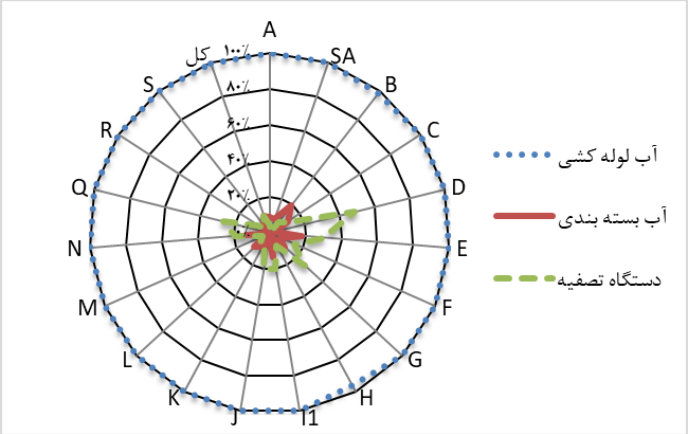


شکل۴: بررسی وجود مشکل در زمینه آب در پهنه‌های فشاری شهر مشهد



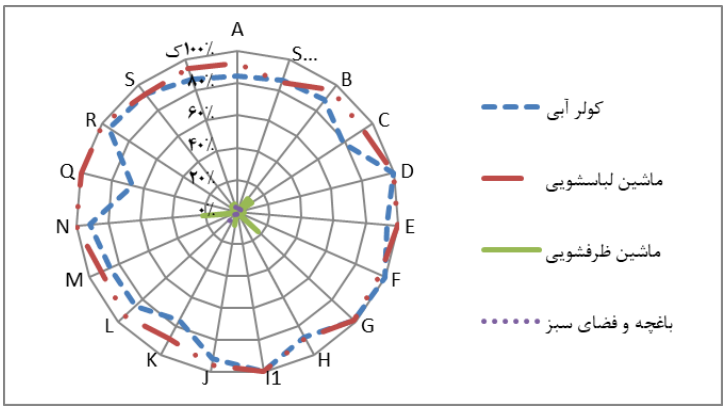
شکل۵: مشکلات آب مصرفی در پهنه‌های فشاری شهر مشهد

شکل ۶ درصد منابع مصرفی مشترکین را نشان می‌دهد. مشترکین پهنه های A, M, S و ثامن کمترین میزان استفاده را از دستگاه‌های تصفیه آب دارند. بر اساس سوال تکمیلی مشترکین منطقه ثامن و پهنه k با ۰٪ و ۱۴٪ استفاده از دستگاه‌های زیرسینکی در رده پایین قرار دارند. این در حالی است که پهنه‌های H و R به ترتیب ۶۳٪ و ۶۰٪ مشترکین از دستگاه زیرسینکی استفاده می‌کنند. به طور میانگین ۲۹٪ مشترکین در حال حاضر از دستگاه‌های زیرسینکی استفاده می‌کنند.



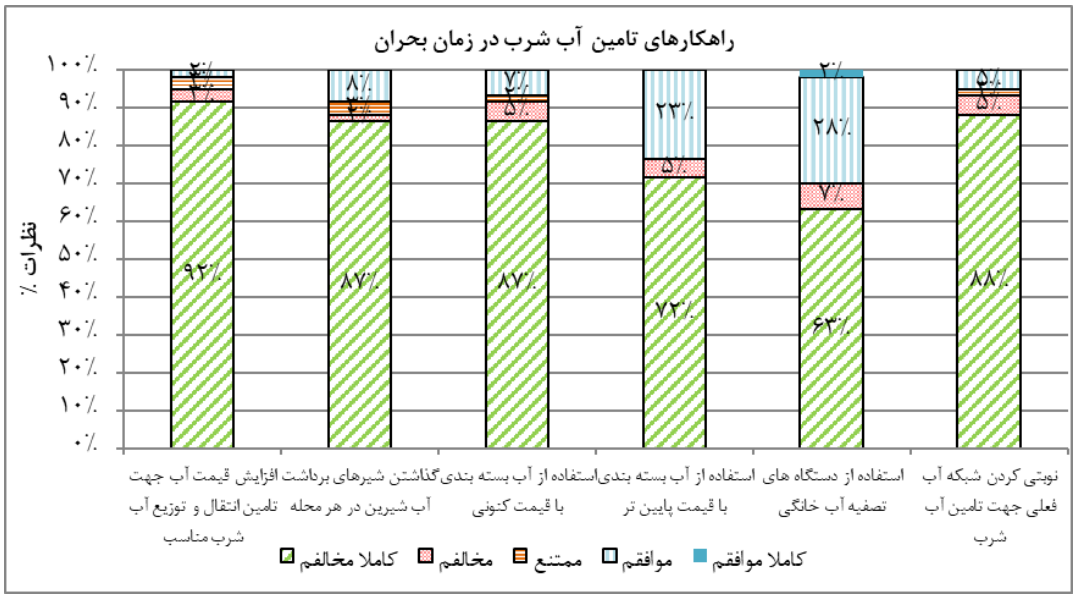
شکل ۶: درصد منابع مصرف آب در اختیار مشترکین

شکل ۷ نتایج نظرسنجی در خصوص لوازم مصرف‌کننده آب مورد استفاده مشترکین را نشان می‌دهد. در پهنه‌های ثامن ، K ,M کمترین موارد استفاده از ماشین ظرفشویی و لباسشویی را داشته و شستشوی لباس و ظروف به صورت دستی انجام می‌شود که مصرف آب بیشتری دارد. از طرف دیگر بیشترین میزان آبیاری باغچه و فضای سبز را به خود اختصاص داده‌اند که این مهم خود گویای مصرف بالای آب غیر شرب دراین مناطق می‌باشد.



شکل ۷: لوازم مصرف‌کننده آب مورد استفاده مشترکین

در خصوص درک بحران آب تقریبا تمام مناطق به بحران جدی آب در شهر مشهد واقف هستند. و در مورد راهکارهای مختلف توزیع آب شرب که شامل پنج مورد : ۱. افزایش قیمت آب جهت تامین انتقال و توزیع آب شرب مناسب، ۲. گذاشتن شیرهای برداشت آب در هر محله ، ۳. استفاده از آب بسته بندی با قیمت کنونی ، ۴. استفاده از آب بسته بندی با قیمت پایین‌تر (یارانه دولتی)، ۵. استفاده از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی و ۶. نوبتی کردن شبکه آب فعلی جهت تامین آب شرب می‌باشد، مشترکین هر کدام از پهنه‌ها برای هر راهکار گزینه‌های کاملا مخالف، مخالف، ممتنع، موافق و کاملا موافق را انتخاب کرده‌اند. که در ادامه مدل‌سازی از نظرات مردم جهت انتخاب راهکارها استفاده شده‌است. شکل ۸ نظرات مشترکین محدوه ثامن را نشان می‌دهد.



شکل ۸: نظرات مشترکین در خصوص راهکارهای تامین آب در مواقع بحران در منطقه ثامن(Triantaphyllou. E. 2000)

نتایج طرح نظر سنجی نشانگر پایین بودن وضع سواد سرپرست خانوار در منطقه ثامن و پهنه K می‌باشد. همچنین از طرفی منطقه ثامن و پهنه K کمترین میزان دسترسی به ماشین ظرفشویی و لباسشویی را داشته و از طرف دیگر بیشترین میزان آبیاری باغچه و فضای سبز را به خود اختصاص داده‌اند که این مهم خود می‌تواند گویای مصرف بالای آب غیر شرب دراین مناطق باشد. جهت صحت سنجی این نتایج به بررسی مصارف مشترکین خانگی مورد پرسش در طرح نظر سنجی، پرداخته شده است. نتایج نشانگر میانگین مصرف بالاتر درمنطقه ثامن نسبت به سایر پهنه‌ها می باشد. ولی بر خلاف تحلیل نتایج طرح نظر سنجی آمار فوق نشان دهنده مصرف خانگی متوسط و پایین در پهنه K می‌باشد. با توجه به وضعیت پایین فرهنگی مشترکین در پهنه K، میزان پایین‌تر بودن مصرف آب مشترکین از حد انتظار در این پهنه را می‌توان به مصرف پایین آب در موارد بهداشتی مرتبط دانست ولی در هر صورت میزان بالای آب مصرفی در موارد آبیاری باغچه و شستشوی لباس و ظرف با دست در این پهنه گویای مصرف آب غیر شرب بالاست لذا علی‌رغم پایین بودن مصرف کل مشترکین خانگی، جداسازی آب شرب از غیر شرب در اولویت دوم قرار دارد.

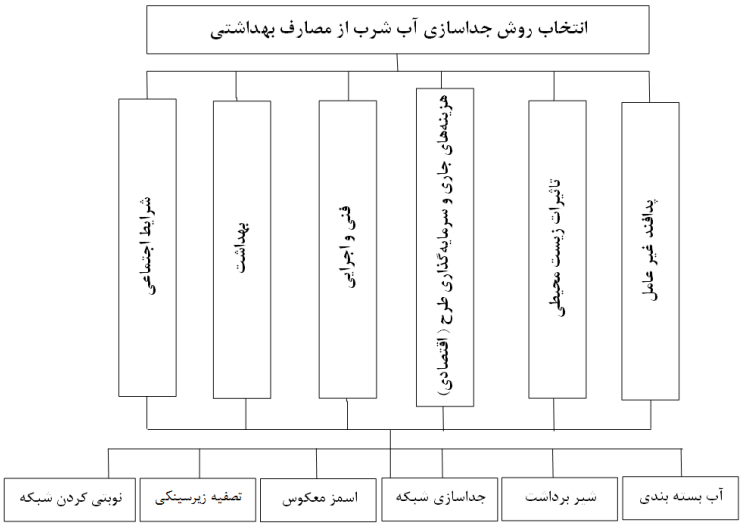
۴– تحلیل سلسله مراتبی راهکارهای مختلف توزیع آب شرب

به منظور تصمیم‌گیری جهت استفاده از راهکارهای مختلف توزیع آب شرب باید به اولویت‌بندی گزینه‌های مختلف توزیع آب شرب پرداخته شود. در این راستا روش تصمیم گیری چند معیاره (MCDM[۲]) و استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP در دستور کار ارزیابی گزینه ها قرار گرفته است (Triantaphyllou. E. 200).

پس از بررسی روش مقایسات زوجی (AHP) مهمترین معیارها و گزینه‌ها در انتخاب گزینه مناسب توزیع آب شرب بررسی شده‌است. از طریق بکارگیری روش تصمیم‌گیری گروهی بر اساس الگوی مقایسات زوجی (AHP) درجه ضرورت وجودی هر یک از معیارها و گزینه‌ها مشخص گردیده و با هم مقایسه شده‌اند.

۴-۱- درخت سلسله مراتب

درخت سلسله مراتب نمایشگر گرافیکی از مسئله بوده و نشان‌دهنده ارتباط میان هدف، معیارها و گزینه‌های انتخاب است (اصغرپور، م.، ۱۳۸۳). نمودار سلسله مراتبی تصمیم‌گیری (شامل هدف، معیارها و گزینه‌ها) به صورت گرافیکی مطابق شکل ۹ قابل ارائه می‌باشد. مطابق گراف مذکور، شش معیار اصلی برای انتخاب گزینه برتر عبارتند از اثرات اجتماعی، بهداشتی، فنی و اجرایی، اقتصادی، زیست محیطی و پدافند غیر عامل می‌باشد.



شکل ۹ : درخت سلسه مراتب طرح

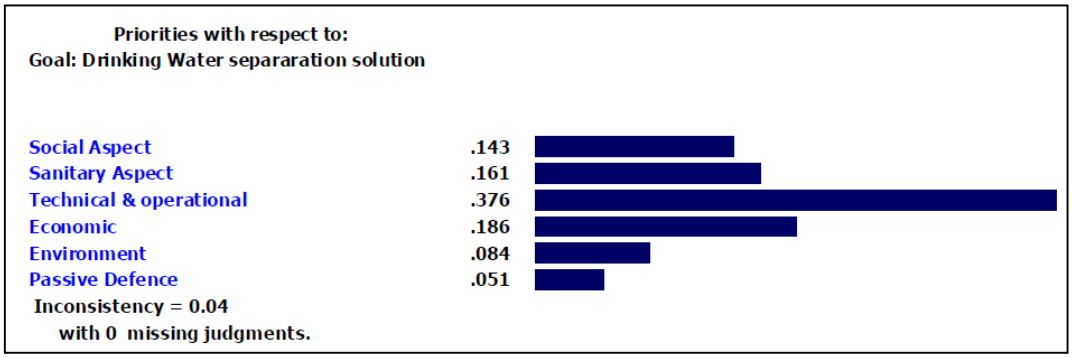
۴-۲- ماتریس مقایسه‌ی دوبه‌دویی معیارها نسبت به هم

به منظور انتخاب گزینه بهینه، از فرآیند تحلیل سلسله مراتبیAHP استفاده شده‌است. پس از تعیین هدف و معیارها، شش معیار اصلی برای انتخاب گزینه‌های جداسازی ارائه گردیده‌است. به منظور پالایش سلسله مراتب مذکور، ابتدا ماتریس مقایسه زوجی معیارها تشکیل گردیده و پس از ورود میانگین نظرات مردم که از نظر سنجی انجام شده بدست آمده و نظرات کارشناسی مشاور و دفتر فنی آب و فاضلاب ماتریس‌های فوق تنظیم شده و در نرم افزار Expert Choice، اثر وزنی هر یک از معیارها تعیین می‌گردد. جدول ۵ و شکل ۱۰ به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی معیارها و وزن نهایی تعلق گرفته به هر معیار را ارائه می‌نماید. ضریب ناسازگاری در ماتریس‌های مقایسه زوجی ۰/۰۴ می‌باشد.

جدول ۵ : ماتریس داوری مقایسه‌ای جفتی معیارهای تاثیرگذار بر انتخاب بهترین روش جداسازی آب شرب از بهداشتی

Compare the relative importance with respect to: Goal: Drinking Water separaration solution

	Social Aspe	Sanitary As	Technical &	Economic	Environmer	Passive De
Social Aspect		1.26	(3.0)	(2.0)	2.03	3.17
Sanitary Aspect			(4.0)	1.51	2.33	3.33
Technical & operational				2.0	3.85	4.22
Economic					2.69	3.5
Environment						2.67
Passive Defence	Incon: 0.04					



شکل ۱۰: اثر وزنی معیارها در انتخاب بهترین روش جداسازی آب شرب

۴-۳-ماتریس مقایسه‌ای دوبه‌دویی معیارها نسبت به هدف مسئله

جداول ۶ تا ۱۱ ماتریس مقایسه زوجی معیارها و وزن نهایی تعلق گرفته به هر معیار را ارائه می‌نماید. شایان ذکر است ضریب ناسازگاری در هیچ یک از ماتریس‌های مقایسه زوجی نمی‌تواند از ۰/۱ تجاوز نماید. این ضریب در کلیه جداول خروجی ارائه گردیده‌است. لازم به توضیح می‌باشد در جداول مذکور، ترجیحات عددی بین گزینه‌ها بصورت کسر کامل نمایش داده شده‌است و اعدا داخل پرانتز مبین ترجیحات عددی معکوس می‌باشد.

جدول۶ : ماتریس دودویی مقایسه‌ای با توجه معیار اجتماعی

Compare the relative importance with respect to: Social Aspect

	Bott Led W	Local Tap V	Daul Water	Reverse Os	Reverse Os	Intermittent
Bott Led Water		4.0	(4.0)	(2.0)	(2.0)	4.5
Local Tap Water point			(4.0)	(2.0)	(2.0)	2.83
Daul Water Supply Ssyste				5.33	3.5	8.0
Reverse Osmosis Drinkin					1.0	4.0
Reverse Osmosis Water p						5.0
Intermittent Distribution S	Incon: 0.06					

جدول ۷ : ماتریس دودویی مقایسه‌ای با توجه معیار بهداشتی

Compare the relative importance with respect to: Sanitary Aspect

	Bott Led W	Local Tap V	Daul Water	Reverse Os	Reverse Os	Intermittent
Bott Led Water		4.25	(3.0)	(2.0)	1.83	4.25
Local Tap Water point			(4.0)	(3.0)	(3.0)	2.58
Daul Water Supply Ssyste				1.75	3.25	6.5
Reverse Osmosis Drinkin					2.38	5.75
Reverse Osmosis Water p						4.75
Intermittent Distribution S	Incon: 0.04					

جدول ۸ : ماتریس دودویی با توجه معیار فنی اجرایی

Compare the relative importance with respect to: Technical && operational

	Bott Led W	Local Tap V	Daul Water	Reverse Os	Reverse Os	Intermittent
Bott Led Water		3.0	6.29	3.3	1.8	1.58
Local Tap Water point			4.8	1.92	(2.0)	1.59
Daul Water Supply Ssyste				1.01	(2.0)	1.89
Reverse Osmosis Drinkin					(2.0)	1.84
Reverse Osmosis Water p						1.88
Intermittent Distribution S	Incon: 0.09					

جدول ۹ :ماتریس دودویی معیار هزینه‌های جاری و سرمایه گذاری

Compare the relative importance with respect to: Economic

	Bott Led W	Local Tap V	Daul Water	Reverse Os	Reverse Os	Intermittent
Bott Led Water		(3.0)	6.0	4.75	3.75	1.0
Local Tap Water point			7.0	5.25	4.75	1.5
Daul Water Supply Ssyste				1.0	1.0	(6.0)
Reverse Osmosis Drinkin					(2.0)	(4.0)
Reverse Osmosis Water p						(5.0)
Intermittent Distribution S	Incon: 0.03					

جدول ۱۰ :ماتریس دودویی مقایسه‌ای با توجه معیار زیست محیطی

Compare the relative importance with respect to: Environment

	Bott Led W	Local Tap V	Daul Water	Reverse Os	Reverse Os	Intermittent
Bott Led Water		(3.0)	(4.0)	1.0	1.0	1.56
Local Tap Water point			(4.0)	1.4	1.5	2.62
Daul Water Supply Ssyste				2.67	4.0	4.5
Reverse Osmosis Drinkin					3.0	3.5
Reverse Osmosis Water p						2.17
Intermittent Distribution S	Incon: 0.04					

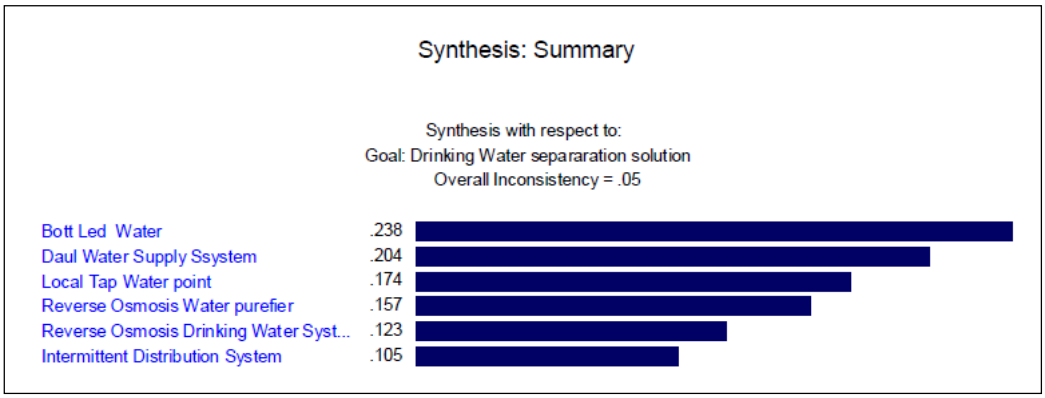
جدول ۱۱ :ماتریس دودویی مقایسه‌ای با توجه معیار پدافند غیرعامل

Compare the relative importance with respect to: Passive Defence

	Bott Led W	Local Tap V	Daul Water	Reverse Os	Reverse Os	Intermittent
Bott Led Water		4.0	(4.0)	4.33	(4.0)	1.0
Local Tap Water point			(6.0)	2.29	(6.0)	(4.0)
Daul Water Supply Ssyste				5.0	1.0	2.5
Reverse Osmosis Drinkin					(3.0)	1.0
Reverse Osmosis Water p						3.5
Intermittent Distribution S	Incon: 0.09					

۴-۴-وزن نهایی گزینه ها و تحلیل حساسیت

وزن نهایی هر یک از زیر گزینه‌ها با محاسبه مجموع حاصل‌ضرب وزن هر معیار (منتج ازماتریس زوجی معیارها) در وزن گزینه نسبت به آن معیار (منتج از ماتریس زوجی هر معیار) محاسبه می‌شود. امتیاز نهایی در شکل ۱۱ ارائه گردیده‌است.



شکل ۱۱ : وزن نهایی

همانطور که ملاحظه می‌شود آب بسته‌بندی بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده و پس از آن شبکه مجزا و ایستگاه های برداشت آب در اولویت های دوم و سوم قرار گرفته‌اند.

۵- جمع بندی

جهت سامانه‌ی توزیع آب غیر شرب از شبکه‌ی موجود شهری استفاده شده‌است. با توجه به امتیاز بسیار نزدیک راهکارهای مختلف، پراکندگی بافت‌های مختلف اجتماعی، مشکلات مختلف راهکارها از قبیل مشکلات ترافیکی، مشکلات حمل آب برای مردم و احتمال آلوده شدن آب در حین حمل، ایجاد چهره نامناسب برای شهر به خصوص منطقه ثامن که در مجاورت حرم مطهر بوده استفاده از یک گزینه به عنوان گزینه برتر جهت توزیع آب شرب منطقی به نظر نمی‌رسد لذا استفاده تلفیقی از گزینه ها در ادامه مورد توجه قرار گرفته‌است.

براساس نتایج AHP راهکارهای آب بسته‌بندی، شبکه مستقل، ایستگاه برداشت و تصفیه زیرسینکی به ترتیب اولویت دارای امتیاز ۲۳/۸٪، ۲۰/۴٪، ۱۷/۴٪ و ۱۵/۷٪ می باشند. با توجه به مشکلات اجرایی و کیفی قابل توجه در دو گزینه شبکه مستقل شرب و برداشت نوبتی، این دو گزینه از اولویت راهکارهای توزیع آب شرب خارج می‌گردند. همچنین با توجه به عدم استفاده کنونی مشترکین از دستگاه‌های زیرسینکی و تصفیه غشایی، هزینه‌های بالای تعویض فیلترها و پرت بسیار زیاد این دستگاه‌ها و با توجه به مساله کمبود آب استفاده از این دستگاه‌ها در سال ابتدای طرح پیشنهاد نمی‌شود. همچنین گزینه ایستگاه برداشت علاوه بر مشکلات اجرای شبکه مستقل سبب ایجاد چهره‌ی نامناسب برای شهر آن هم در منطقه‌ی حرم مطهر که توریستی، زیارتی است می‌شود. لذا تامین کل آب شرب از طریق آب بسته بندی و ۲۰ درصد تامین نیز از طریق ایستگاه برداشت عمومی برای ضریب اطمینان بالاتر پیشنهاد می‌گردد. در پهنه K تامین ۸۰ درصد آب شرب از طریق آب بسته‌بندی و ۴۰ درصد نیز از طریق ایستگاه برداشت عمومی پیشنهاد گردیده‌است. بر این اساس شرایط برای سال ابتدای طرح مطابق جدول شماره ۱۲ بررسی شده‌است (آتشی،م.،۱۳۹۵).

جدول ۱۲: راهکارهای تلفیقی توزیع آب شرب سال ۱۴۰۰

راهکار توزیع آب شرب	منطقه ی ثامن		پهنه K	
	متر مکعب در روز	لیتر در ثانیه	متر مکعب در روز	لیتر در ثانیه
شیر برداشت عمومی	۳۸۲/۴	۴/۴۲	۱۴۶۸/۰۴	۱۶/۸۵
آب بسته بندی	۱۲۳۳/۷۵	۱۴/۲۸	۱۴۰۶/۹۲	۱۶/۲۸

با فرض اینکه ظرفیت هر ایستگاه ۵۰ متر مکعب در روز باشد مطابق جدول ۱۳ تعداد ایستگاه برداشت در سال ۱۴۰۰ ارائه شده‌است.

جدول شماره ۱۳ : راهکارهای تلفیقی توزیع آب شرب (شیر برداشت عمومی)

راهکار توزیع آب شرب	تعداد شیر براشت عمومی در منطقه ی ثامن	تعداد شیر براشت عمومی در پهنه K
توزیع آب شرب توسط شیر برداشت عمومی (سال ۱۴۰۰)	۸	۳۰

با توجه به اینکه این راهکار برای قشر ضعیف جامعه می‌باشد لذا قیمت تمام شده آب برابر مجموع هزینه متر مکعب آب در شبکه توزیع و هزینه‌های اجرا و بهره برداری شبکه فوق خواهد بود. هزینه‌های اجرای طرح شامل هزینه‌های اجرای خطوط انتقال به ایستگاه‌های برداشت، هزینه خرید ایستگاه‌های برداشت آب، هزینه کارت‌های قابل شارژ و هزینه نگهداری اطلاعات در سرور اصلی می‌باشد. هزینه‌های اجرای طرح در سال مبنا ۳۱۷۷ میلیون ریال می باشد.

۶- پی‌نوشت‌ها

1- Analytic hierarchy process
2- Multi criteria decision analysis

۷- مراجع

اصغرپور، .م.، ۱۳۸۳، " تصمیم گیری چند معیاره"، *انتشارات دانشگاه تهران*، چاپ سوم

بازنگری اول نشریه شماره ۳-۱۱۷، ۱۳۹۲، "ضوابط طراحی سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی"، *سازمان برنامه و بودجه و وزارت نیرو.*

شرکت آمار صنعت، ۱۳۹۳و ۱۳۸۹،"طرح نظرسنجی".

آتشی، م. ۱۳۹۵"گزارش مدلسازی منطقه ثامن مشهد و اولویت بندی گزینه های توزیع آب شرب "، طرح جداسازی آب شرب از سایر مصارف شهر مشهد ، مطالعات مرحله اول ، شماره گزارش:۶۳۵۶- ۴۱۰۶۶۲. شرکت مهندسی مشاور طوس آب.

آتشی، م. ۱۳۹۳، "گزارش فنی کمی و کیفی آب شهر مشهد، طرح جداسازی آب شرب از سایر مصارف شهر مشهد، مطالعات مرحله اول"، شماره گزارش:۴۷۶۷- ۴۱۰۶۶۲ شرکت مهندسی مشاور طوس آب .

نشریه شماره ۳-۱۱۷، ۱۳۷۱، "مبانی و ضوابط طراحی طرح‌های آبرسانی شهری"، *سازمان برنامه و بودجه و وزارت نیرو.*

WHO, (2011), Nitrate and nitrite in drinking-water-background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality, World Health Organ, Geneva

Triantaphyllou, E. and Triantaphyllou, E., 2000. Multi-criteria decision making methods (pp. 5-21). Springer US.

Technical, social and hierarchical analysis of Mashhad drinking water separation plan

Mansoureh Atashi[1*], Shadi Rabbani[2], Siavash Kolahdoozian

1- Head of Eram Environmental Resource Management Research Center - Representative of Studies and Design Deputy, Toossab Consulting Engineering Company, Ph.D. in Hydraulic Structures, Ferdowsi University of Mashhad, at.mansoureh@gmail.com

2- Researcher of Eram Environmental Resource Management Research Center, Master of Mechanics at Ferdowsi University of Mashhad, shadi.Rabbani276@gmail.com

3- Project Manager of Toossab Consulting Engineering Company, Master of Mechanics, Azad University of Mashhad (siavash.kolahdoozian28@gmail.com)

Abstract

In these studies, separating drinking water from sanitary water is one of the short-term solutions of water supply. Studies show the possibility of separating drinking water from sanitary facilities in Mashhad in two pressure zones; K is the same. According to the results of the survey plan and according to the economic and social status of the subscribers, Saman region has been selected as the first priority of the plan with 61% of pilgrims. Considering the social and economic situation in Zone K, implementing this plan as the second priority will face many challenges. Therefore, the necessary infrastructure should provide drinking water with minimal public participation and government assistance. In order to check more closely, AHP matrices based on social, health, technical and operational, economic, environmental and passive defense criteria, solutions have been prioritized using Expert Choice software. The results show that the solutions of bottled water, dual water supply system, local tap water point, and reverse osmosis water purifier have scores of 23.8%, 20.4%, 17.4%, and 15.7%, respectively. Considering the implementation problems in dual water supply system option and the current non-use of reverse osmosis water purifier devices by the subscribers and creating an inappropriate image for the city in the area of the Holy Shrine in the method of local tap water point, the supply of all drinking water through bottled water and 20% of supply through the local tap water stations has been suggested for a higher reliability factor in Samen region. In zone K, 80% of the drinking water supply is proposed through bottled water and 40% through local tap water stations.

Keywords: **Water separation, AHP, Expert Choice software, Mashhad city, different methods of drinking water distribution**