5th.International Congress on Civil Engineering , Architecture and Urban Development
۲۶-۲۸ December ۲۰۱۷, Shahid Beheshti University , Tehran , Iran

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شماره مجوز کنگره از وزارت علوم: ۷۲۶۴۰۳۸

تحلیل حساسیت راهکارهای مختلف توزیع آب شرب در منطقه‌ی ثامن شهر مشهد

منصوره آتشی[۱]*، زهرا اسدی کپورچالی[۲]

۱- دانشجوی دکتری سازه های آبی دانشگاه فردوسی مشهد، سرپرست پروژه شرکت مهندسی مشاور طوس آب،
mansoureh_atashi@yahoo.com
۲- مدیریت معاونت مطالعات و طراحی شرکت مهندسی مشاور طوس آب، Z.Asadi@Toossab.Net

چکیده

منطقه‌ی ثامن به عنوان اولین اولویت جداسازی آب شرب از سایر مصارف در شهر مشهد مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعات نشانگر تمرکز مراکز اقامتی و اسکان زائر و وجود چاه ها با کیفیت غیرشرب در این منطقه می‌باشد. نیاز آبی شرب روزانه این منطقه در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۲۰ به ترتیب معادل ۲۲.۱۳ و ۴۲.۳۳ لیتر بر ثانیه می‌باشد که تنها ۳ درصد از نیاز کل را شامل می‌گردد. همچنین دسته بندی کیفی منابع نشانگر وجود ۹۴۳ لیتر بر ثانیه آب غیر شرب می‌باشد.

حال با توجه به پراکندگی سطح فرهنگی و اجتماعی و مسائلی از قبیل مشکلات ترافیکی، حمل و نقل، ایجاد چهره نامناسب برای شهر که این مشکلات بعضا در برخی راهکارهای توزیع آب شرب نمود بیشتری می‌یابد نمی‌توان تنها با یک روش به توزیع آب شرب پرداخت. هم چنین نتایج نظر سنجی صورت گرفته نشانگر عدم آگاهی کامل افراد از تبعات و مشکلات ناشی از اجرای طرح است. لذا جهت حصول نتیجه بهتر میانگین نظرات مشترکین، کارشناسان مشاور طوس آب و دفتر فنی آب و فاضلاب مشهد ماتریس های AHP بر اساس معیارهای اجتماعی، بهداشتی، فنی و اجرایی، اقتصادی، زیست محیطی و پدافند غیر عامل تنظیم شده و با بهره جستن از نرم افزار Expert Choice به اولویت بندی راهکارها پرداخته شده است.

نتایج نشان می دهد راهکارهای آب بسته بندی، 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 و کیفی قابل توجه در دو گزینه شبکه مستقل شرب و برداشت نوبتی، عدم استفاده کنونی مشترکین از دستگاه های زیرسینکی و ایجاد چهره ی نامناسب برای شهر در منطقه ی حرم مطهر در روش ایستگاههای برداشت، تامین کل آب شرب از طریق آب بسته بندی و ۲۰ درصد تامین نیز از طریق ایستگاه برداشت عمومی برای ضریب اطمینان بالاتر پیشنهاد گردیده است.

واژه‌های کلیدی: جداسازی آب شرب، تحلیل حساسیت، ماتریس AHP، نرم افزار Expert Choice ، منطقه ی ثامن مشهد

۱- مقدمه

همزمان با رشد جمعیت در جهان و توسعه‌ی 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. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که امروزه سفره های آب زیرزمینی، خصوصا در شهرهای بزرگ و پرجمعیت دنیا، دارای مشکلات

کیفی فراوانی است که دلیل این معضلات، نفوذ فاضلاب‌های صنعتی، وجود چاههای جذبی دفع فاضلاب انسانی، استفاده بی رویه از مواد شوینده و پاک کننده شیمیایی، نفوذ کودهای شیمیایی و حیوانی به اعماق زمین است. لذا در سالهای اخیر تفکر به کارگیری گزینه‌های غیر معمول برای تأمین آب شرب کلان شهرها قوت گرفته است.

با توجه به بحران کمی آب به ویژه در مناطقی با شرایط آب و هوایی نظیر کشور ما و تشدید آن در اثر محدودیت‌های کیفی و آلودگی آبها، توجه به این نکته که بخش قابل توجهی از نیازهای آب خانگی را می توان از طریق منابع آب با کیفیت پایین تر تأمین کرد، بسیار اهمیت دارد. این نگرش می تواند 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.

با توجه به تمرکز مراکز اقامتی و اسکان زائر در منطقه ی ثامن و وجود چاه‌های با کیفیت‌های غیرشرب و همچنین چاه های غیر فعال با کیفیت پایین پهنه‌ی فشاری A ، منطقه‌ی ثامن به عنوان اولویت اول جداسازی مورد بررسی قرار گرفته‌است.

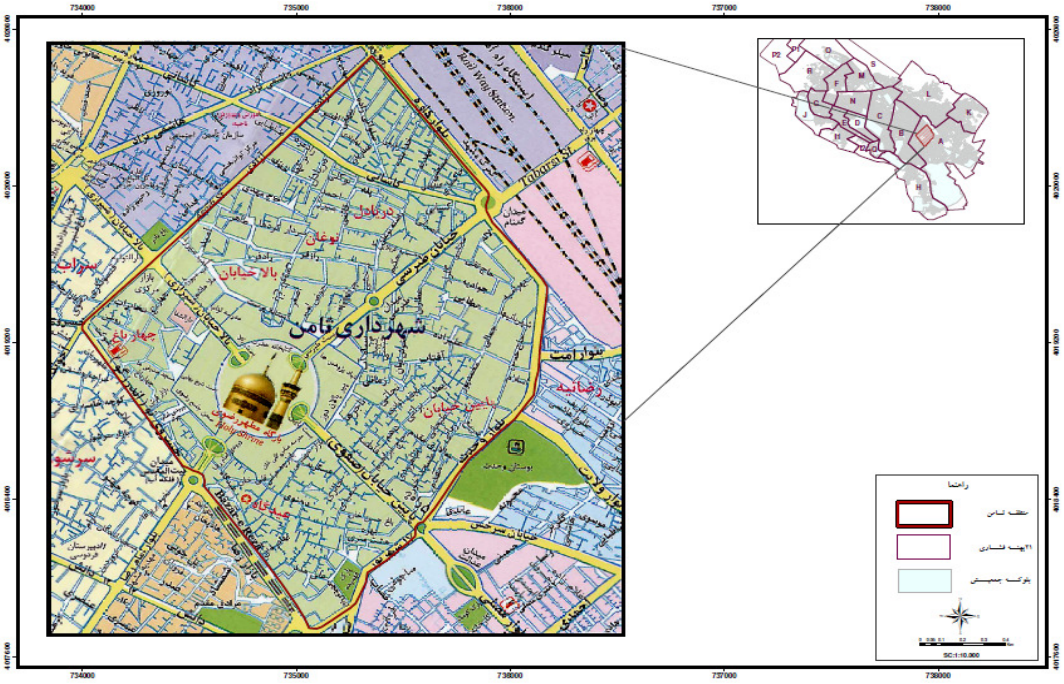
حال با توجه به پراکندگی سطح فرهنگی و اجتماعی و مسائلی از قبیل مشکلات ترافیکی، حمل و نقل، ایجاد چهره نامناسب برای شهر که این مشکلات بعضا در برخی راهکارها نمود بیشتری می‌یابد نمی‌توان تنها با یک روش به توزیع آب شرب پرداخت. هم‌چنین نتایج نظر سنجی نشانگر عدم آگاهی کامل افراد از تبعات و مشکلات ناشی از اجرای طرح است. لذا جهت حصول نتیجه بهتر بر اساس میانگین نظرات مشترکین، کارشناسان مشاور و دفتر فنی آب و فاضلاب ماتریس های AHP تنظیم شده و با استفاده از نرم افزار Expert Choice به اولویت بندی راهکارها پرداخته شده‌است.

نتایج نشان می‌دهد که راهکارهای آب بسته بندی، 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 دستگاه های زیرسینکی و تصفیه غشایی، هزینه‌های بالای تعویض فیلترها و پرت بسیار زیاد این دستگاه‌ها و ایجاد چهره‌ی نامناسب برای شهر آن هم در منطقه ی حرم مطهر در روش ایستگاههای برداشت، 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.

۲- تعریف منطقه ی مطالعاتی

۲-۱- محدوده ی مطالعاتی

پهنه A در شرق مشهد واقع شده و به خاطر در برداشتن محدوده حرم رضوی (ع) از موقعیت و جایگاه خاصی برخوردار است. به همین دلیل خیل عظیمی از جمعیت زوار در این پهنه ساکن می‌شوند. محدوده ی ثامن در این پهنه فشاری واقع است. که از شمال به راه آهن تا میدان شهید گمنام، از شرق به بلوار وحدت تا میدان ۱۷ شهریور، از جنوب از میدان ۱۷ شهریور تا چهارراه خسروی و از غرب از چهارراه خسروی تا چهارراه شهدا و راه آهن محدود می‌شود. محدوده ی طرح در شکل ۱ ارائه شده‌است.



شکل ۱: محدوده‌ی منطقه ثامن شهر مشهد

۲-۲- جمعیت محدوده ی طرح

مطابق مطالعات صورت گرفته جمعیت ساکن و متحرک منطقه ی ثامن به ترتیب مطابق جدول ۱ خواهد بود. [۱]

جدول ۱: جمعیت ساکن و متحرک پهنه ی A و منطقه ثامن

منطقه ثامن	۱۳۹۰	۱۳۹۵	۱۴۰۰	۱۴۰۵	۱۴۱۰	۱۴۱۵	۱۴۲۰
جمعیت ثابت	۳۷۱۵۸	۴۱۴۳۰	۴۶۶۴۶	۵۰۹۹۸	۵۵۲۱۰	۵۹۵۳۶	۶۳۶۴۹
جمعیت متحرک سالیانه	۳۸۵۰۹۷۳۳	۳۶۶۸۲۵۳۶	۳۴۷۲۷۴۰۴	۳۲۶۷۶۳۹۶	۳۰۳۱۶۴۸۶	۲۷۹۰۸۵۲۴	۳۸۵۰۹۷۳۳
جمعیت متوسط زائر در سال	۳۹۹۲۴۵	۳۲۸۸۸۵	۲۷۵۵۷۹	۲۳۰۹۰۷	۱۹۳۴۸۳	۱۶۲۱۲۵	۳۹۹۲۴۵

بر این اساس ۶۱ درصد جمعیت زائر شهر مشهد در پهنه فشاری A واقع شده که ۸۵ درصد آن در منطقه ثامن قرار گرفته‌است.

۲-۳-نیاز آبی محدوده ی طرح

با توجه به نشریه ۳-۱۱۷ [۲]، مصرف آب در شهرها شامل مصارف خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی، فضای سبز و تلفات می‌شود؛ که تعیین هر یک از این مصارف در حال حاضر (یا در سال مبداء) و پیش بینی آنها برای سالهای بعد (و بخصوص سال طرح) می‌تواند به پیش بینی مصرف کل آب و سرانه آن منتهی گردد. با توجه به پیشنهاد استاندارد صنعت آب جهت میزان سرانه مصارف خانگی؛ میزان مصارف آشامیدن ۵-۳ لیتر به ازای هرنفر در روز می‌باشد مصرف سرانه برای جمعیت ساکن و زائر طی سالهای ۱۳۹۵ تا ۱۴۲۰ مطابق صورتجلسه آب و فاضلاب کشور در جدول ۲ بیان گردیده است.[۳]

جدول ۲ :مصرف سرانه و نیاز آبی جمعیت ساکن و زائر طی سالهای ۱۳۹۵ تا ۱۴۲۰

سال	۱۳۹۵	۱۴۰۰	۱۴۱۰	۱۴۲۰
مصرف سرانه جمعیت ساکن بدون تلفات LPCD	۱۶۹.۹	۱۶۹.۷	۱۷۲.۲	۱۷۳
مصرف سرانه جمعیت زائر LPCD	۷۵	۷۵	۷۵	۷۵
ضریب پیک روزانه	۱.۵۵			
ضریب پیک لحظه ای زوار	۱.۰۳	۱.۰۴	۱.۰۴	۱.۰۶
نیاز آبی سالانه ثامن(MCM)	۷.۷۳	۸.۹۷	۱۱.۸۶	۱۵.۷۶
نیاز آبی کل روزانه جمعیت ساکن و زائر ثامن(l/S)	۳۶۷.۴۸	۴۲۷.۳۳	۵۶۸.۰۵	۷۶۰.۵۰
مصرف سرانه شرب جمعیت ساکن و زائر بدون تلفات LPCD	۵	۵	۵	۵
تلفات	۱.۱	۱.۱	۱.۱	۱.۱
ضریب پیک لحظه ای زوار	۱.۰۳	۱.۰۴	۱.۰۴	۱.۰۶
نیاز آبی شرب سالانه ثامن (MCM)	۰.۳۷	۰.۴۴	۰.۶۰	۰.۸۴
نیاز آبی شرب روزانه جمعیت ساکن و زائر ثامن (l/S)	۱۸.۷۹	۲۲.۱۳	۳۰.۳۷	۴۲.۳۳

همانطور که ملاحظه می‌گردد تقریبا ۳ درصد از نیاز آبی کل نیاز شرب خواهد بود و ۹۷ درصد نیاز آبی کل را می‌توان از منابع آب با کیفیت پایین تر تامین کرد.

۲-۴-منابع تامین آب شرب و غیر شرب ثامن

دسته بندی کیفی چاههای شرب شهر مشهد به استناد استاندارد ۱۰۵۳ صورت گرفته است. بررسی کیفی منابع نشان می‌دهد که از لحاظ پارامترهای معدنی سمی و مواد شیمیایی آلی در حد مجاز بوده و مشکلی ندارند. بر اساس پارامترهای مواد شیمیایی معدنی غیرسمی تمامی چاهها مورد بررسی قرارگرفته‌اند. بر این اساس پارامترهای نیترات، هدایت الکتریکی، سولفات، مواد جامد محلول و منیزیم به عنوان پارامترهای تاثیر گذار بر روند کیفی شناسایی شده اند. و بقیه پارامترها مقادیری کمتر از حداکثر مجاز داشته اند.

براین اساس دسته کیفی مطابق زیر پیشنهاد گردیده‌است. برای پارامترها با مقادیر پایین تر از حداکثر مجاز شرب استاندارد ۱۰۵۳ دسته کیفی خوب، برای پارامترها با مقادیر کمی بالاتر از حداکثر مجاز شرب استاندارد ۱۰۵۳ دسته کیفی متوسط و برای پارامترها با مقادیر بالاتر از حداکثر مجاز شرب استاندارد ۱۰۵۳ دسته کیفی بد در نظر گرفته شده‌است. جدول ۳ حدود تعیین شده برای پارامترها را نشان می‌دهد.

جدول ۳ : حدود پارامترها برای دسته بندی کیفی

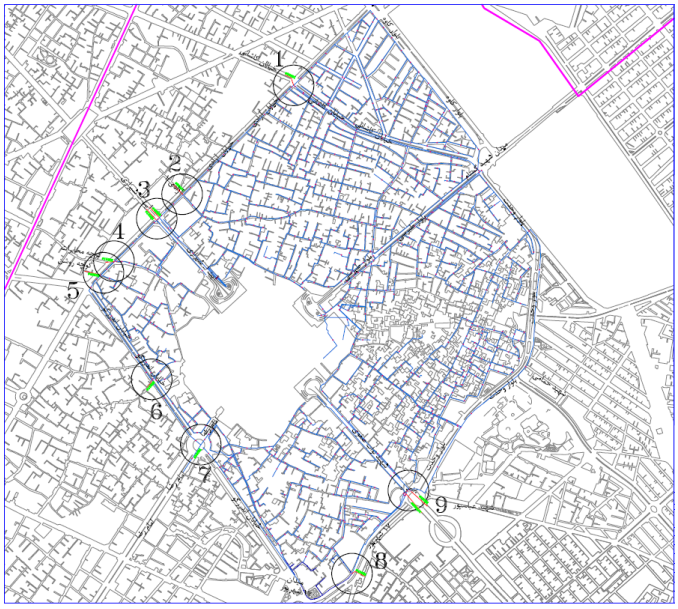
	NO۳	SO۴	Mg	TDS	Ec
چاه بدون آلودگی	<۵۰	<۴۰۰	۳۰<	<۱۵۰۰	<۱۵۰۰
چاه با آلودگی متوسط	<۶۰	<۴۵۰	۳۵<	<۱۶۰۰	<۱۶۰۰
چاه با آلودگی بالا	>۶۰	>۴۵۰	۳۵>	>۱۶۰۰	>۱۶۰۰

جهت دسته بندی کیفی چاههای پهنه ی A مشهد، برنامه ای در محیط Macro (Microsoft office excel) تهیه شده است. مقادیر پارامترهای بحرانی و بالاتر از حداکثر مجاز گزارش شده است. نتایج نشان می دهد که از ۴۳ حلقه چاه پهنه ی A، ۲۹ حلقه چاه با دبی ۸۱۶ لیتر بر ثانیه با آلودگی بالا، ۴ حلقه چاه با دبی ۱۲۷ لیتر بر ثانیه با آلودگی متوسط و ۱۰ حلقه چاه با دبی ۲۱۳ لیتر بر ثانیه فاقد آلودگی وجود دارند.[۴]

۳- سامانه ی توزیع آب غیر شرب

۳-۱ مقدمه

با توجه به حدود ۹۶ درصد نیاز آب غیر شرب ، شبکه موجود می‌تواند به عنوان شبکه غیر شرب مورد استفاده قرار گیرد. جهت بررسی و مدلسازی شبکه غیر شرب منطقه ثامن درگام نخست به بررسی وضعیت شبکه موجود پرداخته شده‌است. با توجه به اینکه منطقه ثامن در پهنه A واقع شده است، جهت ایزوله کردن شبکه این منطقه باید خطوط ارتباطی با پهنه A را جدا نمود. نه نقطه ارتباطی به قرار شکل ۲ می باشند.



شکل ۲: ایزوله سازی شبکه‌ی لوله ی محدوده‌ی منطقه‌ی ثامن

۳-۲ مدلسازی هیدرولیکی

مدلسازی شبکه ایزوله شده موجود منطقه ثامن در نرم افزار WATER GEMS V8i انجام گرفته است و نتایج حاکی از آن است که شبکه موجود بدون تغییر و اصلاح جوابگوی طرح نمی‌باشد.

از جمله مشکلات شبکه ی موجود ایزوله شده می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. عدم وجود لوپ های اصلی و تامین به صورت شاخه‌ای با اقطار بسیار پایین
۲. عدم بالانس فشاری در شبکه به دلیل قطرهای نامناسب در شاخه ها و فرسودگی شبکه در خطوط اصلی و فرعی

در طرح ایزوله سازی شبکه غیر شرب از یک نقطه تامین آب می‌گردد .

۴-روش تحلیل سلسله مراتبی و راهکار تلفیقی جداسازی برای سامانه ی توزیع آب شرب

۴-۱- مقدمه

به منظور تصمیم گیری جهت استفاده از راهکارهای مختلف توزیع آب شرب باید به اولویت بندی گزینه های مختلف توزیع آب شرب پرداخته شود. در این راستا روش تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) و استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP در دستور کار ارزیابی گزینه ها قرار گرفته است.

در این بخش 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.

۴-۲- تعریف روش تحلیل سلسله مراتبی

روش AHP اولین بار توسط ساعتی ارائه گردید [۵]. این روش بر اساس یک ساختار سلسله مراتبی ارائه گردیده است. این روش با کاهش تصمیمات پیچیده و ساده‌سازی مسئله به تعدادی مقایسه زوجی ساده، با منطقی روشن جهت رسیدن به ارجحترین گزینه کمک می‌کند. روش از ۵ گام اصلی تشکیل گردیده است. در گام اول درخت سلسله مراتب ساخته می‌شود، این گام مهم ترین قدم روش AHP می‌باشد چرا که مسئله پیچیده را به مسئله‌ای ساده که با ذهن انسان مطابقت دارد تبدیل می‌کند. این درخت در سه سطح هدف، معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها می‌باشد. در گام دوم به تبیین اهمیت معیارها و زیر معیارها در ارتباط با هدف مسئله خواهیم پرداخت، برای تعیین وزن معیارها و زیر معیارها آن ها را دو به دو با یکدیگر در ارتباط با هدف مقایسه خواهیم کرد. مبنای قضاوت در این امر جدول ۹ کمیتی مطابق جدول شماره ۴ که بر اساس آن و با توجه به هدف بررسی شدت اهمیت هر معیار نسبت به معیار دیگر سنجیده می‌شود .مقایسه‌های دو به دویی در یک ماتریس n×n ثبت می‌شود، عناصر این ماتریس همگی مثبت می باشد و همچنین طبق اصل شروط معکوس در فرآیند سلسله مراتبی اگر اهمیت i نسبت به j برابر k باشد، اهمیت j نسبت به i برابر ۱/k می‌باشد. برای محاسبه ضریب اهمیت معیارها چهار روش حداقل مربعات، روش بردار ویژه، روش حداقل مربعات لگاریتمی و روش های تقریبی مطرح است. به دلیل طولانی و وقت گیر بودن این روش ها ساعتی چهار روش تقریبی مجموع سطری، مجموع ستونی، میانگین حسابی و میانگین هندسی را ارائه کرده است. که در این گزارش بدلیل دقت بیشتر از میانگین هندسی استفاده گردیده است. با بدست آوردن میانگین هندسی ردیف های ماتریس معیارها و نرمالیزه کردن آن‌ها (تقسیم به سر جمع) ضریب اهمیت معیارها به دست می‌آید. ضریب اهمیت معیارها معادل یک است و این نشان‌دهنده نسبی بودن اهمیت معیارها می باشد.

بعد از تعیین ضرایب اهمیت معیارها در گام سوم می بایستی ارجحیت گزینه ها بررسی شود. در این مرحله ارجحیت هر یک از گزینه ها در ارتباط با هر یک از معیارها داوری می شود. مبنای قضاوت همان مقیاس ۹ کمیتی ساعتی می باشد با این تفاوت که میزان ارجحیت مهم است نه میزان اهمیت، به این ترتیب جدول ۹ کمیتی ساعتی در قضاوت گزینه ها به شرح جدول شماره ۵ می باشد. فرآیند بدست آوردن ضریب ارجحیت هر گزینه مانند قدم قبلی می‌باشد. در قدم چهارم از تلفیق ضرایب، امتیاز نهایی هر یک از گزینه ها بدست می آید. برای این کار از اصل ترکیب سلسله مراتبی ساعتی که منجر به یک بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوت ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی می‌باشد، استفاده می‌شود.

جدول ۴ : مقیاس ۹ کمیتی ساعتی برای مقایسه دو به دویی معیارها

امتیاز	تعریف	توضیح
۱	اهمیت مساوی	در تحقق هدف، دو معیار اهمیت مساوی دارند.
۳	اهمیت اندکی بیشتر	تجربه نشان می دهد که برای تحقق هدف اهمیت i اندکی بیشتر از j است.
۵	اهمیت بیشتر	تجربه نشان می دهد که برای تحقق هدف اهمیت i بیشتر از j است.
۷	اهمیت خیلی بیشتر	تجربه نشان می دهد که برای تحقق هدف اهمیتi خیلی بیشتر از j است.
۹	اهمیت مطلق	اهمیت خیلی بیشتر i نسبت به j به اثبات رسیده است.
۸،۶،۴،۲	-------	هنگامی که حالت های میانه وجود دارد.

جدول ۵ : مقیاس ۹ کمیتی ساعتی برای مقایسه دو به دویی گزینه ها

کمیت	تعریف
۱	ترجیح یکسان
۳	کمی مرجع
۵	ترجیح بیشتر
۷	ترجیح خیلی بیشتر
۹	کاملاً مرجح
۸،۶،۴،۲	ترجیح های بینابین

مکانیزمی که ساعتی برای ناسازگاری قضاوت ها در نظر گرفت، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری است که از تقسیم شاخص ناسازگاری به شاخص تصادفی بودن حاصل می شود. چنانچه این ضریب کوچک تر از ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت ها مورد قبول است وگرنه می‌بایستی تجدید نظر در قضاوت ها به عمل آید.

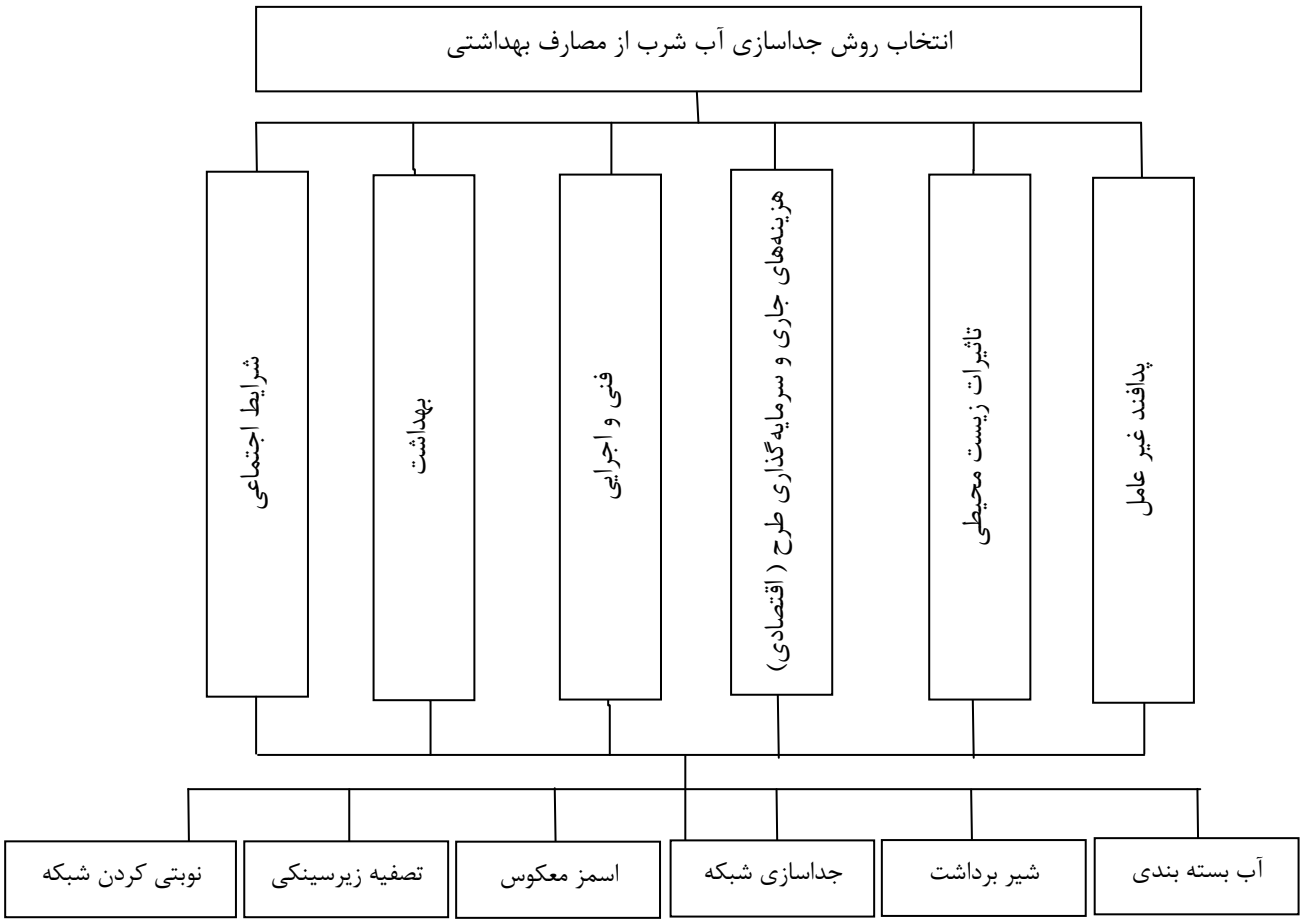
۴-۳- ساختن درخت سلسله مراتب

درخت سلسله مراتب نمایشگر گرافیکی از مسئله بوده و نشان‌دهنده ارتباط میان هدف، معیارها و گزینه‌های انتخاب است. نمودار سلسله مراتبی تصمیم گیری (شامل هدف، معیارها و گزینه ها) به صورت گرافیکی مطابق شکل ۴ قابل ارائه می باشد. 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 می باشد .

۴-۴- ماتریس مقایسه‌ای دوبه‌دویی معیارها نسبت به هم

در این بخش به منظور انتخاب گزینه بهینه، استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبیAHP در دستور کار ارزیابی قرار گرفته است. پس از تعیین هدف و معیارها، شش معیار اصلی برای انتخاب گزینه های جداسازی ارائه گردیده است. 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 ماتریس های فوق تنظیم شده و در نرم افزار Expert Choice ، اثر وزنی هر یک از معیارها تعیین می گردد.

جدول شماره ۶ به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی معیارها و وزن نهایی تعلق گرفته به هر معیار را ارائه می نماید. ضریب ناسازگاری در ماتریسهای مقایسه زوجی ۰.۰۴ می باشد.



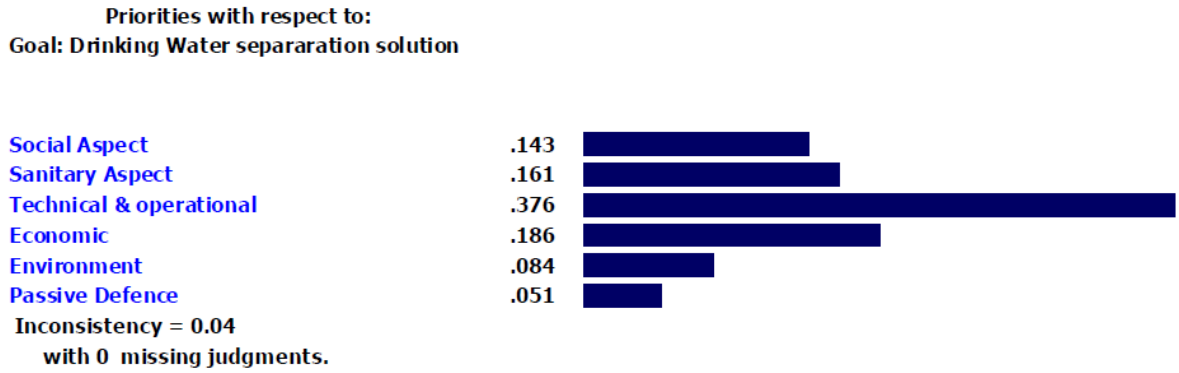
شکل ۴ : درخت سلسه مراتب طرح

جدول ۶ : 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					

میانگین هندسی ردیف های ماتریس فوق محاسبه گردید. سپس با تقسیم به سر جمع آنها نرمالیزه گشت و در پایان ضریب اهمیت معیارها مطابق شکل ۴ ارائه شده است.



شکل ۴ : اثر وزنی معیارها در انتخاب بهترین روش جداسازی آب شرب

۴-۵-ماتریس مقایسه‌ای دوبه‌دویی معیارها نسبت به هدف مسئله

جداول ۷ تا ۱۲ ماتریس مقایسه زوجی معیارها و وزن نهایی تعلق گرفته به هر معیار را ارائه می نماید. شایان ذکر است ضریب ناسازگاری در هیچ یک از ماتریسهای مقایسه زوجی نمی تواند از ۰.۱ تجاوز نماید. این ضریب در کلیه جداول خروجی ارائه گردیده است. لازم به توضیح می باشد در جداول مذکور، ترجیحات عددی بین گزینه ها بصورت کسر کامل نمایش داده شده است و اعدا داخل پرانتز مبین ترجیحات عددی معکوس می باشد.

جدول۷ : 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 ۸ : 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 ۹ : ماتریس دودویی مقایسه‌ای 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 ۱۰ :ماتریس دودویی مقایسه‌ای با توجه به معیار هزینه‌های جاری و سرمایه گذاری طرح

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 ۱۱ :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					

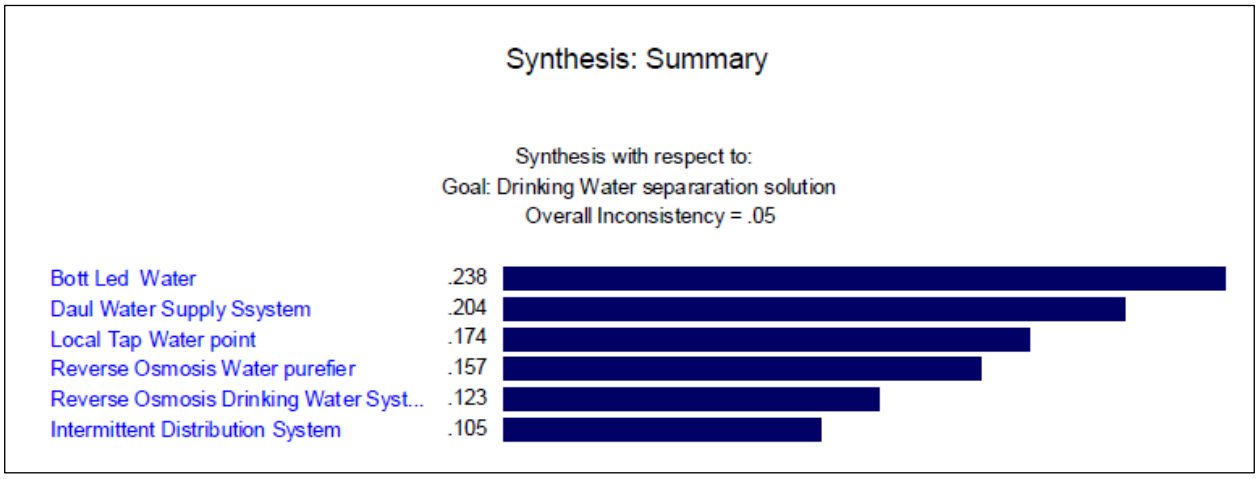
جدول ۱۲ :ماتریس دودویی مقایسه‌ای با توجه معیار پدافند غیرعامل

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					

۴-۶- وزن نهایی گزینه ها و تحلیل حساسیت

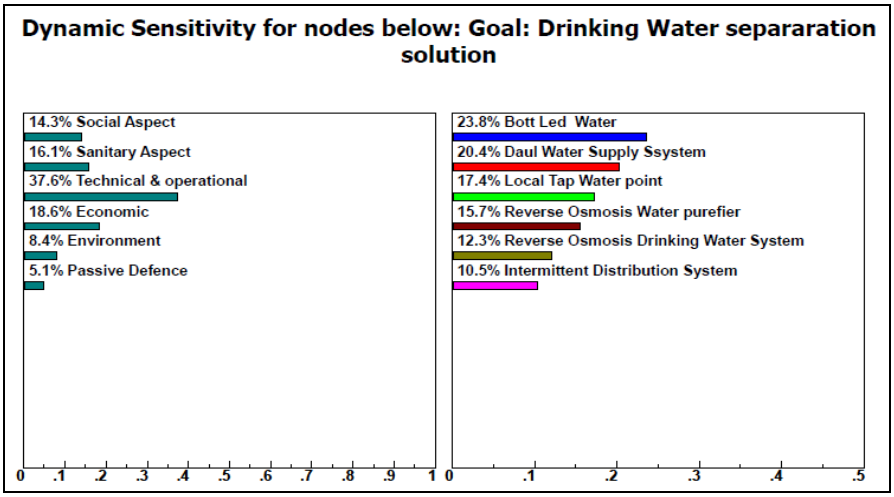
وزن نهایی هر یک از زیر گزینه ها با محاسبه مجموع حاصلضرب وزن هر معیار(منتج ازماتریس زوجی معیارها) در وزن گزینه نسبت به آن معیار(منتج از ماتریس زوجی هر معیار) محاسبه می شود.امتیاز نهایی در شکل ۵ ارائه گردیده است.



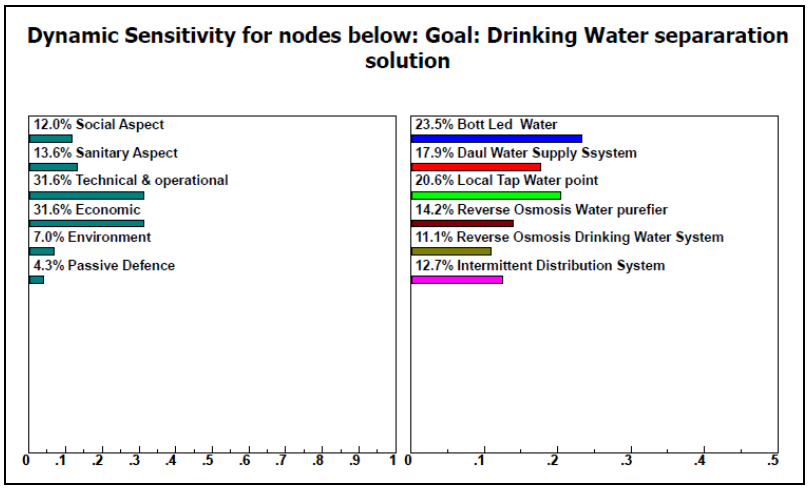
شکل ۵ : وزن نهایی

همانطور که ملاحظه می‌شود آب بسته بندی 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 گرفته اند.

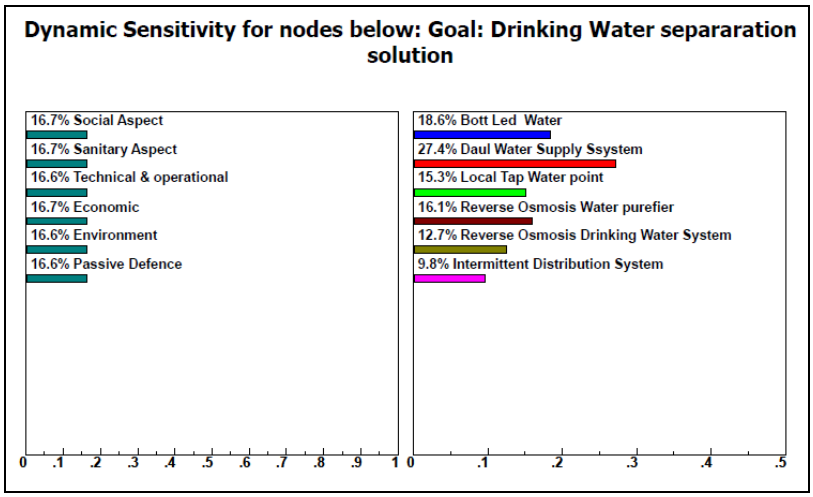
تحلیل حساسیت رتبه بندی نسبت به تغییرات وزن معیارها، مطابق نمودار تحلیل حساسیت که در شکل ۵ ارائه گردیده است، قابل بررسی می باشد. همانگونه که در شکل ۶ ملاحظه می گرد، معیارهای فنی اجرایی و اقتصاد، بالاترین رتبه را در تعیین ارجحیت گزینه ها دارا می باشند. در صورتی که تاثیر اقتصاد و فنی اجرایی را یکسان در نظر بگیریم مطابق شکل ۷ مشاهده می شود که همچنان آب بسته بندی گزینه برتر می باشد. همچنین اگر تاثیر تمام پارامترها را یکسان در نظر بگیریم مطابق شکل ۸ مشاهده می شود شبکه مستقل بیشترین امتیاز را بدست می آورد.



شکل ۶ : نمودار دینامیک تحلیل حساسیت



شکل ۷ : نمودار تحلیل حساسیت با یکسان در نظر گرفتن تاثیر فنی اجرایی و اقتصاد



شکل ۸: نمودار تحلیل حساسیت با یکسان در نظر گرفتن کلیه پارامترها

۵- نتیجه گیری

۵-۱- راهکار تلفیقی جداسازی آب شرب

جهت سامانه‌ی توزیع آب غیر شرب از شبکه‌ی موجود شهری با ایزوله سازی استفاده خواهد شد. همانطور که در بخش قبل ملاحظه گردید راهکارهای مختلف امتیازات بسیار نزدیکی به هم دارند. لذا به علت پراکندگی بافت های مختلف اجتماعی و همچنین بر اساس معایب و مزایای هریک از گزینه های توزیع آب شرب و 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 نمی رسد لذا استفاده تلفیقی از گزینه ها در ادامه مورد توجه قرار گرفته است.

براساس نتایج AHP راهکارهای آب بسته بندی، 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 می گردند. همچنین با توجه به عدم استفاده کنونی مشترکین از دستگاه های زیرسینکی و تصفیه غشایی، هزینه های بالای تعویض فیلترها و پرت بسیار زیاد این دستگاه ها و با توجه به مساله کمبود آب استفاده از این دستگاه ها در سال ابتدای طرح پیشنهاد نمی شود. همچنین گزینه ایستگاه برداشت علاوه بر مشکلات اجرای شبکه مستقل سبب ایجاد چهره ی نامناسب برای شهر آن هم در منطقه ی حرم مطهر که توریستی، زیارتی است می شود. 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 می گردد. بر این اساس شرایط برای سال ابتدای طرح مطابق جداول شماره ۱۳ بررسی شده است.[۶]

جدول ۱۳: راهکارهای تلفیقی توزیع آب شرب سال ۱۴۰۰

راهکار توزیع آب شرب	متر مکعب در روز	لیتر در ثانیه
شیر برداشت عمومی	۳۸۲.۴	۴.۴۲
آب بسته بندی	۱۲۳۳.۷۵	۱۴.۲۸

۵-۲- راهکار ایستگاههای برداشت

نیاز آبی در سال ۱۴۰۰ برای راهکار فوق در روش تلفیقی معادل ۴.۴۲ لیتر در ثانیه می باشد. با فرض اینکه ظرفیت هر ایستگاه ۵۰ متر مکعب در روز باشد مطابق جدول ۱۶ تعداد هشت ایستگاه برداشت در سال ۱۴۰۰ مورد نیاز می باشد.

جدول شماره ۱۶ : راهکارهای تلفیقی توزیع آب شرب (شیر برداشت عمومی)

راهکار توزیع آب شرب	حجم آب (متر مکعب در روز)	تعداد شیر براشت عمومی
توزیع آب شرب توسط شیر برداشت عمومی (سال ۱۴۰۰)	۳۸۲.۴	۸

با توجه به اینکه این راهکار برای قشر ضعیف جامعه می باشد لذا قیمت تمام شده آب برابر مجموع هزینه ی متر مکعب آب در شبکه توزیع و هزینه های اجرا و بهره برداری شبکه فوق خواهد بود.

هزینه های اجرای طرح شامل هزینه های اجرای خطوط انتقال به ایستگاههای برداشت، هزینه خرید ایستگاههای برداشت آب، هزینه کارت های قابل شارژ و هزینه نگهداری اطلاعات در سرور اصلی می باشد. هزینه های اجرای طرح در سال مبنا به مطابق جدول ۱۷ است.

جدول ۱۷: برآورد هزینه های ثابت جداسازی آب شرب (گزینه ایستگاه برداشت)

ردیف	محل هزینه	هزینه(میلیون ریال)
۱	هزینه خرید و اجرای لوله های شبکه تا محل شیر برداشت	۳۱۷۷

بر اساس هزینه های جاری و ثابت این طرح در بیست سال ، هزینه یک متر مکعب آب در سال ۱۴۰۰ با نرخ سود ۱۲ درصد معادل ۵۲,۳۶۱ ریال برآورد شده است که بر این اساس قیمت هر بطری ۲۰ لیتری ۱۰۴۷ ریال بدست می آید.

مراجع

۱ - مطالعات جمعیت شناسی ، طرح جداسازی آب شرب از سایر مصارف شهر مشهد ، مطالعات مرحله اول ، شماره گزارش: ۱-۴۶۴۱/۲-۴۱۰۶۶۲ ، شرکت مهندسین مشاور طوس آب

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

۳ - صورتجلسه مدیریت امور مطالعاتی و بررسی های فنی ، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور ، شماره ۱۵۷۷، " مطالعات مرحله اول شبکه توزیع شهر مشهد" شرکت مهندسین مشاور طوس آب

۴ - مطالعات منابع آب ، طرح جداسازی آب شرب از سایر مصارف شهر مشهد ، مطالعات مرحله اول ، شماره گزارش: ۴۷۶۷/۲-۴۱۰۶۶۲ ، شرکت مهندسین مشاور طوس آب

٤- *Saaty Th , (۱۹۸۹). Conflict Resolution: The Analytic Hierarchy Process. New York, New York: Praeger.*

٥- 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 مهندسین مشاور طوس آب