





دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش مهندسی آب

۹۳۳۱۵۵

عنوان

**کاربرد تصمیم گیری چند معیاره در مدیریت آب شهری**

کتابخانه مرکزی  
بخش نمایه سازی

اساتید راهنما

دکتر احمد ابریشم چی

دکتر مسعود تجریشی

نگارش

علی ابراهیمیان

۷۹۹/۲۷

آبان ۱۳۷۹

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی عمران


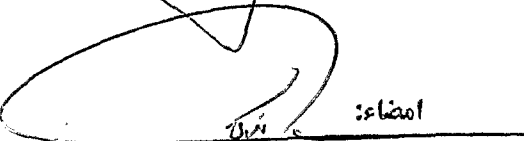
عنوان

کاربرد تصمیم گیری چند معیاره در مدیریت آب شهری

توسط

علی ابراهیمیان

امضاء کنندگان زیر، متن پایان نامه را مطالعه کرده و منطبق بر ضوابط تحصیلات تکمیلی دانشگاه صنعتی شریف، آن را برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

امضاء:   
امضاء:   
امضاء: 

دکتر احمد ابراهیمچی  
استاد راهنما:  
دکتر سعید بحریشی

دکتر رضا اردکانیان  
استاد ممتحن داخل دانشکده:

دکتر رضا مکنون  
استاد مدعو:

تاریخ: ۷۹، ۸، ۲۹

## تقدیر و تشکر

رسیدن به مدارج بالا در هر دو بعد علم و اخلاق موهبتی است که تنها نصیب عده کمی از بندگان شایسته خداوند می گردد. اساتید محترم، آقایان دکتر احمد ابریشم چی و دکتر مسعود تجریشی از جمله این افرادند که اینجانب در طول دوران تحصیلات دانشگاهی خویش همواره افتخار بهره مندی از محضرشان را داشته ام. انجام این مطالعه نیز بدون راهنماییهای ارزشمند این عزیزان امکان پذیر نبود. لذا بدینوسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را نسبت به ایشان ابراز می دارم. همکاری گسترده مسؤولان و کارشناسان سازمان آب منطقه ای و شرکت آب و فاضلاب سیستان و بلوچستان نیز در بازدیدهای محلی و تهیه آمار و اطلاعات مورد نیاز، نقش عمده ای در پیشرفت این مطالعه داشته است که از زحمات همه افراد ذیربط سپاسگزاری می کنم. همچنین راهنمایی های مؤثر و کمک های بی دریغ جناب آقای مهندس حمیدرضا صفوی از مهندسين مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب اصفهان، شایسته تقدیر و تشکر فراوان است. در پایان بر خود لازم میدانم که از همه کسانی که مرا در انجام این مطالعه یاری کرده اند تشکر و قدردانی نمایم.

علی ابراهیمیان

آبان ماه ۱۳۷۹

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

## چکیده

در این مطالعه یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب بهترین گزینه توزیع آب در شهرهایی که طرح انتقال آب به آنها در حال مطالعه و یا اجرا می‌باشد ارائه شده است. کاربرد این روش نیز در شهر زاهدان نشان داده شده است. مطالعات انجام شده برای این شهر شامل دو قسمت کلی می‌شود. در قسمت اول ابتدا سیمای کلی منابع، مصارف و تأسیسات آب شهری زاهدان در گذشته و حال مورد بررسی قرار گرفته است. سپس با در نظر گرفتن تأثیر بهره‌برداری از طرح انتقال آب به این شهر، پیش‌بینی و آینده‌نگری‌های لازم در این زمینه در یک دوره ۳۰ ساله منتهی به سال ۱۴۱۰ صورت گرفته است. موارد مورد نظر مانند نیازهای سالانه، حداکثر روزانه و ساعتی، ظرفیت مورد نیاز مخازن و زمان وقوع کمبود آب برای مقاطع مختلف دوره طرح بر مبنای ۹ فرضیه (ترکیبات مختلف ۳ فرضیه برای جمعیت و ۳ فرضیه برای مصرف سرانه) محاسبه و ارائه شده است. قسمت دوم مطالعات نیز به ارائه روش مورد نظر تصمیم‌گیری چند معیاره، انجام محاسبات و بیان نتایج آن اختصاص دارد. در این قسمت، سه ایده مختلف برای انجام تحلیل چند معیاره بر اساس روش برنامه‌ریزی سازش پیشنهاد شده است. پس از در نظر گرفتن گزینه‌های ممکن برای توزیع آب در شهر زاهدان و همچنین تعریف معیارهای مورد نظر، مقایسه و رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از سه روش یادشده در قالب یک تحلیل حساسیت جامع انجام شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که روش پیشنهادی می‌تواند برای انجام قسمتی از مطالعات مدیریت جامع آب شهری مورد استفاده مسئولان و تصمیم‌گیران مربوطه واقع شود.

### کلمات کلیدی :

- ۱- تصمیم‌گیری چند معیاره      ۲- مدیریت آب شهری      ۳- انتقال آب      ۴- برآورد نیاز آب  
۵- برنامه‌ریزی سازش      ۶- تحلیل حساسیت      ۷- رتبه‌بندی گزینه‌ها

### Keywords:

- 1- Multi-Criterion Decision Making      2- Urban Water Management  
3- Interbasin Transfer      4- Estimation of Water Needs  
5- Compromise Programming      6- Sensitivity Analysis  
7- Ranking of Alternatives

## فهرست مطالب

### فصل اول: مقدمه

- ۱-۱- پیشگفتار..... ۱
- ۲-۱- شناخت مسأله ..... ۲
- ۳-۱- هدف ..... ۴
- ۴-۱- خلاصه مطالب مورد بحث در فصول مختلف ..... ۵

### فصل دوم: مفاهیم تصمیم‌گیری چند معیاره

- ۱-۲- مقدمه..... ۷
- ۲-۲- مفاهیم و واژه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره..... ۷
- ۱-۲-۲- اهداف ..... ۸
- ۲-۲-۲- ویژگی‌ها (صفات) ..... ۱۰
- ۳-۲-۲- معیارها ..... ۱۱
- ۴-۲-۲- متغیرهای تصمیم، گزینه‌ها و پارامترها ..... ۱۱
- ۵-۲-۲- قیود..... ۱۳
- ۶-۲-۲- فضای تصمیم و فضای هدف ..... ۱۳
- ۳-۲- نقش تصمیم‌گیر و تحلیل‌گر..... ۱۷
- ۱-۳-۲- ساختار ارجحیت مورد نظر تصمیم‌گیر..... ۱۸
- ۲-۳-۲- آرمانها، سطوح آرزو و نقطه ایده‌آل ..... ۱۸
- ۴-۲- انواع جوابهای ممکن در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره..... ۲۰
- ۱-۴-۲- نقاط غیرمغلوب و جوابهای کارا ..... ۲۰
- ۲-۴-۲- جوابهای راضی‌کننده..... ۲۵

۲-۵- روش حل مسأله..... ۲۶

### فصل سوم: پیشینه مطالعات و مروری بر روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره

۱-۳- مقدمه..... ۲۸

۲-۳- مروری بر مطالعات انجام شده..... ۲۹

### فصل چهارم: مبانی تئوری روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر فاصله

۱-۴- مقدمه..... ۵۱

۲-۱-۴- مسائل مجزا..... ۵۲

۲-۴- برنامه‌ریزی آرمانی..... ۵۳

۱-۲-۴- حل مسأله مجزا..... ۵۷

۲-۲-۴- خلاصه بحث و نتیجه‌گیری..... ۵۹

۳-۴- برنامه‌ریزی سازش..... ۵۹

۱-۳-۴- حل مسأله مجزا..... ۶۱

۲-۳-۴- خلاصه بحث و نتیجه‌گیری..... ۶۳

### فصل پنجم: مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه

۱-۵- مقدمه..... ۶۵

۲-۵- جغرافیای طبیعی..... ۶۶

۱-۲-۵- موقعیت..... ۶۷

۲-۲-۵- راههای ارتباطی..... ۶۹

۳-۲-۵- اقلیم و آب و هوا..... ۶۹

۱-۳-۲-۵- بارندگی..... ۷۳

۲-۳-۲-۵- دما..... ۷۳

۳-۳-۲-۵- خلاصه و نتیجه‌گیری..... ۷۴

۴-۲-۵- عوارض مهم طبیعی..... ۷۴

۵-۲-۵- زمین‌شناسی..... ۷۶

۶-۲-۵- ریخت‌شناسی (مورفولوژی)..... ۷۸

۱-۶-۲-۵- هوازدگی..... ۷۹

۲-۶-۲-۵- فرسایش..... ۷۹

۷-۲-۵- هیدروژئولوژی..... ۸۰

۸-۲-۵- ژئوهیدرولوژی..... ۸۱

۳-۵- پیشینه تاریخی..... ۸۲



۸۴	۱-۳-۵- زبان و مذهب.....
۸۴	۲-۳-۵- نحوه پیدایش شهر زاهدان.....
۸۵	۳-۳-۵- تاریخچه تأمین آب شرب شهر زاهدان.....
۸۶	۴-۵- محیط زیست.....

### فصل ششم: وضعیت آب شهر زاهدان در گذشته، حال و آینده

۸۷	۱-۶- مقدمه.....
۸۸	۲-۶- منابع تأمین آب.....
۹۲	۳-۶- تأسیسات تأمین و توزیع آب.....
۹۴	۴-۶- آنالیز مصرف سرانه.....
۹۹	۱-۴-۶- جمعیت.....
۱۰۱	۲-۴-۶- مصرف آب.....
۱۰۵	۳-۴-۶- محاسبه مصرف سرانه.....
۱۰۹	۴-۴-۶- نتیجه گیری و ملاحظات.....
۱۱۰	۵-۶- تخمین آب مورد نیاز شهر زاهدان در ۳۰ سال آینده.....
۱۱۰	۱-۵-۶- پیش بینی جمعیت شهر زاهدان تا سال ۱۴۱۰.....
۱۱۲	۲-۵-۶- پیش بینی مصرف سرانه آب در شهر زاهدان تا سال ۱۴۱۰.....
۱۱۵	۳-۵-۶- تعیین میزان کمبود آب در سالهای آتی.....
۱۲۸	۶-۶- مخازن چاه نیمه و خط لوله انتقال آب به زاهدان.....
۱۳۴	۷-۶- برآورد نیازهای حداکثر روزانه و ساعتی.....
۱۳۷	۸-۶- تخمین ظرفیت مورد نیاز مخازن شهر.....

### فصل هفتم: برنامه ریزی سازش: روش کار، محاسبات و نتایج

۱۴۰	۱-۷- مقدمه.....
۱۴۱	۲-۷- برنامه ریزی سازش.....
۱۴۴	۳-۷- مراحل انجام کار.....
۱۴۵	۱-۳-۷- تعریف معیارها.....
۱۴۵	۲-۳-۷- تولید گزینه ها.....
۱۴۸	۳-۳-۷- ارزیابی گزینه ها.....
۱۵۷	۱-۳-۳-۷- تشکیل ماتریس ارزیابی سیستم برحسب معیارهای مختلف.....
۱۵۸	۴-۳-۷- مقایسه و رتبه بندی گزینه ها.....
۱۶۳	۱-۴-۳-۷- پارامتر توان در برنامه ریزی سازش.....
۱۶۳	۲-۴-۳-۷- وزن اهداف یا معیارها.....

- ۱۶۵ ..... ۳-۴-۳-۷- روش تحلیل چندمعیاره.
- ۱۶۸ ..... ۴-۴-۳-۷- نتایج محاسبات

### فصل هشتم: نتیجه گیری و پیشنهادات

- ۱۸۲ ..... ۱-۸- نتیجه گیری نهایی.
- ۱۸۵ ..... ۲-۸- پیشنهادات برای ادامه کار

### ضمیمه الف: برآورد هزینه گزینه های مختلف

- ۱۸۶ ..... الف-۱- مقدمه
- ۱۸۷ ..... الف-۲- احداث یک شبکه سراسری جدید
- ۱۹۱ ..... الف-۳- توسعه شبکه بهداشتی موجود
- ۱۹۴ ..... الف-۴- احداث شبکه جدید به صورت شیرهای برداشت عمومی
- ۱۹۷ ..... الف-۵- برآورد هزینه گزینه های مختلف

### ضمیمه ب: چند نمونه از فایل های ورودی و خروجی برنامه CPCM

- ۲۱۱ ..... مراجع

# فصل اول

## مقدمه

## فصل اول

### مقدمه

#### ۱-۱- پیشگفتار

بسیاری از مابه سادگی داشتن آب را امری بدیهی می‌پنداریم. چنان تصور می‌کنیم که همواره چنین خواهد بود و این هدیه طبیعت را بدون آنکه فکری پیرامون محدودیتهای آن کرده باشیم به مصرف می‌رسانیم. بهبود وضع اقتصادی و استاندارد زندگی مردم با مصرف زیادتر آب همراه است. مصرف آب دنیا از سال ۱۹۵۰ به بعد در تمام زمینه‌های کشاورزی، صنعت و شرب افزایش چشمگیری داشته است. در این میان مصرف آب شرب، کمتر از یک دهم مصرف روزانه آب در دنیا به شمار می‌رود. اما تهیه آب شرب با کیفیت بالای مورد نیاز کارچندان آسانی نیست و تأمین آن گران تمام می‌شود.

هر چند آب یکی از منابع تجدیدشونده به حساب می‌آید اما مقدار آن محدود است. با در نظر گرفتن رقم سرانه ذخایر قابل تجدید آب معادل ۱۰۰۰ مترمکعب در سال به عنوان مرز کم آبی، تا سال ۱۹۹۲ تعداد ۲۶ کشور جهان در گروه کشورهای کم آب قرار داشتند. در اکثر این کشورها نرخ رشد جمعیت بسیار بالا بوده است. پیش بینی می‌شود که با ادامه روند موجود، سالانه کشورهای دیگری نیز به این گروه اضافه شوند. امروزه مسائل آب توان آن را دارد که بین نظم قدیم و جدید جهان پیوندی برقرار کند. هر چند آب به آسانی در مرزهای سیاسی جریان پیدا می‌کند اما کشورهایایی را که در سرآب قرار دارند در موقعیت سیاسی بهتری

نسبت به کشورهای پایاب قرار می‌دهد. به خصوص اینکه با افزایش جمعیت و بالا رفتن تقاضا برای منابع محدود آب، اصطکاکهای بین المللی نیز شدت می‌یابد [۲۳]. بحران جهانی کم آبی در سالهای گذشته واکنشهای مهم بین المللی را نظیر تصویب معاهده سدهای آبی در سازمان ملل و توافق بر سر تشکیل دادگاه جهانی آب (۱۹۹۷) در پی داشته است [۴].

در کشور ما نیز ثابت بودن حجم آب تجدیدشونده، عامل اصلی و زمینه‌ساز محدودیت منابع آب می‌باشد. با توجه به رشد جمعیت در سالهای اخیر، سرانه منابع تجدیدشونده ماکه در سال ۱۳۳۴، ۷۱۰۰ مترمکعب در سال بوده و در سال ۱۳۷۰ به ۲۱۰۰ رسیده، در سال ۱۳۹۶ به ۱۳۴۰ و در سال ۱۴۰۴ به حدود ۸۰۰ مترمکعب برای هر نفر در سال کاهش پیدا خواهد کرد [۴]. بنابراین باید قبول کرد که دوران جدیدی از مشکلات یا سیاست‌گذاری منابع آب شروع شده است. علاوه بر تخلیه منابع آب، مشکلات اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و زیست محیطی در پیش است. خلاصه آنکه با ورود به دوران کمبود آب نیاز به اخلاق جدیدی مطرح است که در همه کارها مشوق بازده بالاتر و حفاظت سیستم آب باشد. با توجه به تنش فزاینده‌ای که در دنیا بر سر مسأله آب صورت گرفته است اخلاق جدید آب نه فقط یک ضرورت بوم‌شناختی بلکه شرط لازم برای امنیت ملی و صلح در جهان می‌باشد [۲۳].

## ۱-۲- شناخت مسأله

امروزه شهرها به عنوان کانونهای اصلی تمرکز جمعیت و بعضاً فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی و با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، فرهنگی و زیست محیطی به شدت نیازمند برنامه‌ریزی و مدیریت جامع منابع آب می‌باشند.

به طور کلی طرح سیستم تأمین آب شهری تحت تأثیر عواملی همچون هزینه تولید آب، دسترسی به منابع موجود، مقدار تقاضا و شرایط جغرافیایی و توپوگرافیکی محل منابع و مصارف آب قرار دارد. اکثر شهرها در ابتدا از منابع آب محلی و در دسترس برای برآورده ساختن نیازهای خود استفاده می‌کنند. اما با افزایش جمعیت و بالا رفتن مصرف سرانه ممکن است که منابع محلی، دیگر جوابگوی نیاز آب شهر نباشند و یا استفاده بیشتر از این منابع به دلایل کیفی و زیست محیطی مقدور نباشد. در چنین مواقعی علاوه بر اقدامات مدیریتی در زمینه مصرف آب، بحث انتقال آب از مناطق مجاور به میان می‌آید. این موضوع در کشور ما نیز بخصوص برای شهرهای واقع در مناطق خشک (نظیر یزد، زاهدان، کرمان و کاشان) مورد توجه

قرار گرفته است.

در این رساله، شهر زاهدان با دارا بودن شرایط خاص جغرافیایی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی برای انجام مطالعه موردی در نظر گرفته شده است. طرح انتقال آب از مخازن چاه نیمه (واقع در ۲۰۰ کیلومتری شمال شرقی شهر زاهدان) به این شهر هم اکنون در حال اجرا می باشد.

در حال حاضر آب مورد نیاز شهر زاهدان از سفره آبرفتی داخل و خارج شهر توسط ۳۸ حلقه چاه عمیق تأمین می شود. این شهر دارای دو شبکه جداگانه برای توزیع آب بهداشتی (شور) و شرب (شیرین) می باشد. به دلیل کیفیت پایین آب اکثر چاهها، تنها آب برداشتی از ۴ چاه که دارای کیفیت بهتری هستند پس از تصفیه وارد شبکه آب شرب می شود. این شبکه، بسیار کوچک و محدود بوده و مردم بایستی از طریق شیرهای برداشت عمومی در سطح شهر آب آشامیدنی مورد نیاز خود را تأمین کنند. نارساییهای موجود در این شبکه و کمبود آب در سالهای اخیر باعث شده تا در بسیاری از مواقع آب این شیرها قطع باشد. لذا اکثر مردم آب شرب مورد نیاز خود را از تانکرهای حامل آب شیرین خریداری می نمایند. این تانکرها آب شیرین را از چند حلقه چاه واقع در غرب شهر زاهدان (جاده چشمه زیارت) و جنوب شرقی این شهر (میرجاوه) برداشت و در شهر توزیع می کنند. علاوه بر مشکلات بهداشتی ناشی از این روش توزیع آب شرب، آبدهی چاههای مذکور نیز اخیراً به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. بنابراین تأمین و توزیع آب شرب مورد نیاز شهر زاهدان از مهمترین مسائل موجود در بخش آب این منطقه می باشد.

شبکه آب بهداشتی شهر زاهدان حدود ۳۵ سال قدمت دارد. عمر زیاد شبکه و شوری بیش از حد آب از جمله عواملی است که باعث فرسودگی و از بین رفتن شبکه شده است. از طرف دیگر تنها حدود ۶۵ درصد از منازل شهر تحت پوشش این شبکه قرار دارند. به تمام مسائل فوق، مسأله کیفیت آب نیز بایستی اضافه شود. از آنجایی که املاح آب زیرزمینی منطقه نسبتاً زیاد است و همچنین شهر زاهدان مرکز تجمع چاه های دفع فاضلاب نیز می باشد، کیفیت آب زیرزمینی در محدوده شهر برای مصارف خانگی چندان مناسب نیست. وجود کلر باقیمانده زیاد در شبکه آب بهداشتی شهر، نشان دهنده نگرانی زیاد مسؤولین از مسائل بهداشتی مرتبط با قضیه است. از طرف دیگر با توسعه شهرسازی در زاهدان (و به تبع آن افزایش سطوح نفوذناپذیر) میزان تغذیه سفره آبهای زیرزمینی در سالهای اخیر به شدت کاهش یافته است. این امر در کاهش آبدهی چاههای موجود تأثیر زیادی داشته است.

در حال حاضر به منظور تأمین آب مورد نیاز شهر زاهدان در سالهای آتی، پروژه انتقال آب از مخازن

چاه نیمه به این شهر در حال اجرا می باشد. ارتفاع مخازن چاه نیمه نسبت به شهر زاهدان حدود ۱۴۰۰ متر کمتر است. با در نظر گرفتن طول ۲۰۰ کیلومتری خط لوله و افتهای هیدرولیکی ناشی از آن، این اختلاف ارتفاع به حدود ۱۸۰۰ متر می رسد. لذا چندین ایستگاه پمپاژ در طول مسیر پیش بینی شده است. همین امر باعث پدیدار شدن مشکلات تأمین انرژی مورد نیاز (مانند هزینه بالای برق، پرسنل و مشکلات بهره برداری و غیره) می گردد. از این گذشته با توجه به مسیر خط انتقال و موقعیت مخازن چاه نیمه و نزدیکی آنها به مرزهای افغانستان و پاکستان و در نظر گرفتن شرایط سیاسی و اجتماعی منطقه، مشکلات ثانویه دیگری از قبیل دزدی ها، خرابکاری ها و اقدامات دیگری که منجر به ایجاد وقفه در بهره برداری از این طرح می شود قابل پیش بینی است. مسائل فوق از یک طرف، هزینه بالای سرمایه گذاری مورد نیاز از طرف دیگر و اصولاً مسأله قابلیت اعتماد چاه نیمه ها به عنوان منبع عمده تأمین کننده آب شهر (چون سرچشمه در کشور دیگری است) باعث شده تا نگرانی هایی در مورد این طرح پیش آید. در همین راستا از اجرای خط لوله دوم نیز صرف نظر شده است. اما به هر حال با در نظر گرفتن سرمایه گذاری زیاد انجام شده، لازم است تا بهره برداری از این طرح به بهترین شکل ممکن صورت گیرد. به همین منظور نیاز به مطالعات مدیریت مصرف آب در این شهر بیش از پیش احساس می شود. به عبارت دیگر شیوه و الگوی تخصیص و مصرف آب در شهر زاهدان و مشکلاتی که بعد از رسیدن آب به این شهر ممکن است رخ دهد (مثلاً افزایش ناگهانی جمعیت و یا افزایش مصرف سرانه) بایستی بررسی شود. چگونگی استفاده تلفیقی از آب چاه نیمه ها و چاه های موجود، تخصیص آن به بخش های مختلف و توزیع آب شرب و بهداشتی در سطح شهر از جمله موضوعاتی هستند که در مقوله مدیریت مصرف جای دارند.

### ۱-۳- هدف

هدف اصلی از انجام این مطالعه ارائه یک روش تصمیم گیری چندمعیاره برای انتخاب بهترین گزینه توزیع آب شهری می باشد. نشان دادن کاربرد این روش در یکی از شهرهای واقع در مناطق خشک کشور که طرح انتقال آب به آن نیز در حال مطالعه و یا اجرا باشد از اهداف دیگر این تحقیق است. در این تحقیق، مطالعات انجام شده برای شهر زاهدان شامل دو قسمت کلی می شود. در قسمت اول، وضعیت آبی آب شهر زاهدان در یک دوره ۳۰ ساله منتهی به سال ۱۴۱۰ مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا ضمن بررسی تأثیر بهره برداری از طرح انتقال آب چاه نیمه ها در قسمتهای مختلف شهری،

پیش‌بینی میزان آب مورد نیاز شهر زاهدان در مقاطع مختلف دوره طرح با استفاده از فرضیات مختلف انجام شده است. در قسمت دوم، کاربرد روش تصمیم‌گیری چندمعیاره پیشنهاد شده، برای انتخاب بهترین گزینه توزیع آب چاههای موجود و چاه نیمه‌ها در شهر زاهدان نشان داده شده است. نتایج به دست آمده از قسمت اول در این قسمت مورد استفاده قرار گرفته است.

## ۱-۴- خلاصه مطالب مورد بحث در فصول مختلف

مطالب مورد بحث در مطالعه حاضر در قالب هشت فصل و دو ضمیمه به شرح زیر ارائه شده است. فصل اول (فصل حاضر) شامل مقدمه، شناخت مسأله و هدف از انجام مطالعه می‌باشد. فصل دوم به مفاهیم تصمیم‌گیری چندمعیاره اختصاص دارد. در این فصل مفاهیم و واژه‌هایی که در بحث بهینه‌سازی چندهدفه و تصمیم‌گیری چندمعیاره توسط محققین مختلف به کار می‌رود به دقت تعریف شده و مورد بررسی قرار گرفته است. این بررسی در بعضی قسمت‌ها همراه با چند مثال ساده می‌باشد. در این فصل برای مطالعه بیشتر در هر یک از زمینه‌های مورد بحث، مراجع متعددی معرفی شده است. فصل سوم به بررسی پیشینه مطالعات انجام شده در زمینه کاربرد روشهای مختلف بهینه‌سازی و تصمیم‌گیری چندمعیاره در برنامه ریزی منابع آب می‌پردازد. همچنین در این فصل روشهای مختلف برنامه ریزی چندمعیاره که می‌توانند در مسائل مربوط به منابع آب به کار روند از دیدگاههای مختلف دسته‌بندی شده و پایه و اساس روشهای واقع در هر دسته به طور خلاصه مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل چهارم به تشریح مبانی نظری دسته‌ای از روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره تحت عنوان روشهای مبتنی بر فاصله (که در قسمتهای بعدی این مطالعه مورد استفاده قرار می‌گیرد) پرداخته می‌شود. در این راستا و به طور خاص مبانی نظری و فرضیات به کار رفته در دو روش برنامه ریزی آرمانی و برنامه ریزی سازش مورد بحث قرار گرفته است. کاربرد این دو روش در مورد مسائل مجزا (نظیر مسأله مورد نظر در این مطالعه) نیز توسط یک مثال ساده نشان داده شده است. فصل پنجم به مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه اختصاص دارد. در این فصل برای آشنایی با منطقه مورد مطالعه و شناخت دقیقتر مسأله، مشخصات کلی استان سیستان و بلوچستان، دشت و شهر زاهدان از جنبه‌های مختلف جغرافیای طبیعی، تاریخی، اجتماعی و زیست محیطی مورد بررسی قرار گرفته است. فصول ۶ و ۷ مهمترین قسمتهای این مطالعه را تشکیل می‌دهند. در فصل ششم ابتدا سیمای کلی منابع، مصارف و تأسیسات آب شهر زاهدان در گذشته و حال مورد بررسی قرار گرفته و



سپس پیش‌بینی و آینده‌نگریهای لازم در این زمینه در یک دوره ۳۰ ساله منتهی به سال ۱۴۱۰ صورت گرفته است. موارد مورد نظر در این فصل (مانند نیاز سالانه، مازاد یا کمبود آب، نیازهای حداکثر روزانه و ساعتی، ظرفیت مورد نیاز مخازن و...) برای مقاطع مختلف دوره طرح بر مبنای ۹ فرضیه (ترکیبات مختلف سه فرضیه برای جمعیت و سه فرضیه برای مصرف سرانه) محاسبه و ارائه شده است. فصل هفتم به ارائه روش مورد نظر تصمیم‌گیری چند معیاره، انجام محاسبات و بیان نتایج آن اختصاص دارد. در این فصل سه ایده مختلف برای انجام تحلیل چند معیاره بر اساس روش برنامه ریزی سازش پیشنهاد شده است. پس از در نظر گرفتن گزینه‌های ممکن برای توزیع آب در شهر زاهدان و همچنین تعریف معیارهای مورد نظر، مقایسه و رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از هر یک از روشهای فوق، در قالب یک تحلیل حساسیت جامع انجام شده است. پس از بررسی نتایج، مناسبترین گزینه از جهات مختلف به دست آمده و برای بررسی بیشتر، پیشنهاد شده است. فصل هشتم نیز شامل نتیجه‌گیری نهایی و پیشنهاداتی برای ادامه کار در این زمینه می‌باشد. ریز محاسبات و فرضیات در نظر گرفته شده برای برآورد هزینه گزینه‌های مختلف پیشنهادی در ضمیمه الف آورده شده است. ضمیمه ب نیز شامل چند نمونه از فایل‌های ورودی و خروجی برنامه CPCM، که برای انجام تحلیل چند معیاره به روشهای پیشنهادی تهیه شده است، می‌باشد. نتایج ارائه شده در ضمیمه ب مربوط به حالتهای خاصی هستند که در متن فصل هفتم به آنها اشاره شده است.

فصل دوم

مفاهیم تصمیم‌گیری  
چند معیاره

## فصل دوم

# مفاهیم تصمیم‌گیری چند معیاره

### ۲-۱- مقدمه

در این فصل برخی مفاهیم اساسی مربوط به تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)<sup>۱</sup> مورد اشاره و بحث قرار می‌گیرند. این بحث در یک چارچوب مشترک که در برگیرنده طیف کامل مسائل مطرح شده در این زمینه می‌باشد صورت می‌گیرد. لذا سعی بر این بوده که توضیحات ارائه شده و واژگان به کار رفته تا حد امکان عملی و استاندارد باشد. بعلاوه در این فصل بین انواع مختلف جوابهایی که می‌تواند با استفاده از روشهای مختلف MCDM به دست آید تفاوت در نظر گرفته شده است. در طول این فصل، اسامی ارائه شده درون پرانتز، نشان دهنده محققینی می‌باشد که نتیجه کار آنها در آن قسمت مورد استناد قرار گرفته است.

### ۲-۲- مفاهیم و واژه‌های<sup>۲</sup> تصمیم‌گیری چند معیاره

واژه‌های اصلی توصیف کننده یک مسأله MCDM عبارت‌اند از: صفتها یا ویژگی‌ها<sup>۳</sup>، معیارها<sup>۴</sup>،

۱- Multicriterion Decision Making

۲- Terminologies

۳- Attributes

۴- Criteria

اهداف<sup>۱</sup>، آرمان‌ها<sup>۲</sup> و قیود<sup>۳</sup>. در این بخش برای فهم بیشتر مطلب پس از بیان توضیحات مربوطه، مثالهایی نیز ارائه خواهد شد. به نظر می‌رسد که تعاریف کلی و پذیرفته شده‌ای برای واژه‌های یاد شده وجود نداشته باشد؛ چنان که بسیاری از محققین، برخی از این عبارات مثل آرمان، منظور<sup>۴</sup>، معیار و هدف را به جای یکدیگر به کار برده‌اند (Ignizio, ۱۹۸۲; Hwang & Yoon, ۱۹۸۱; Hwang & Masud, ۱۹۷۹). اما بسیاری دیگر نظیر Teclé و Duckstein تفاوت روشنی بین این مفاهیم در کارشان قائل شده‌اند (Duckstein & Teclé, ۱۹۸۹; Teclé et al; ۱۹۸۷a; Szidarovszky et al; ۱۹۸۶; Gershon, ۱۹۸۱a) [۲۵]. هدف این بخش ارائه تعاریف مشخص و مجزا برای واژه‌های اصلی بحث MCDM می‌باشد.

## ۲-۲-۱- اهداف

اهداف، سمت و سوی تغییر وضعیت سیستم را که مطلوب تصمیم‌گیر<sup>۵</sup> است نشان می‌دهند. در واقع آنها منعکس‌کننده میل و آرزوی کسانی هستند که ساختار ارزشی<sup>۶</sup> را معلوم می‌کنند (Teclé et al., ۱۹۸۷a; Hwang & Yoon, ۱۹۸۱; Armijo, ۱۹۸۱) [۲۵].

به طور کلی سه راه برای بهبود یک هدف وجود دارد: بیشینه کردن آن، کمینه کردن آن و حفظ هدف در شرایط و وضعیت موجود. دو مورد اول نیازی به توضیح ندارد. اما به عنوان مثالی برای مورد سوم می‌توان یک کشاورز را در نظر گرفت که می‌خواهد میزان آب ورودی به مزرعه‌اش تغییری نکند. چرا که مازاد یا کمبود آب، هر دو تأثیر منفی در محصول خواهند داشت. همچنین حفظ سطح زیرکشت در برخی دیگر از مسائل می‌تواند مثالی از این مورد باشد. دیدگاه دیگری نیز در همین زمینه وجود دارد که براساس آن می‌توان پنج نوع تمایل و آرزو<sup>۷</sup> را به عنوان هدف و به شرح زیر در نظر گرفت:

۱- نزدیک شدن به یک مقدار مورد نظر که به آن Target می‌گویند.

۲- بزرگتر بودن از یک حد

۳- کوچکتر بودن از یک حد

۴- قرار گرفتن درون یک بازه

۵- قرار گرفتن خارج از یک بازه

۱ - Objectives

۴ - Purpose

۷ - Aspiration

۲ - Goals

۵ - Decision Maker

۳ - Constraints

۶ - Value Structure