



ISSN 2588-3941

نشریه علمی

علوم و مهندسی آب و فاضلاب

سال چهارم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸

نشریه علمی

علوم و مهندسی آب و فاضلاب

سال چهارم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸

انجمن آب و فاضلاب ایران

پیشگفتار

۲

مقالات علمی

۴ تدوین برنامه راهبردی شرکت‌های آب منطقه‌ای (مطالعه موردی: شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان غربی)
رحیم دباغ و سودا جاتعلی پور

۱۷ رتبه‌بندی راهبردهای مدیریت مصرف در شبکه‌های توزیع آب شرب با استفاده از تصمیم‌گیری چندشاخصه
عباس جهانگیری

۲۷ تفسیری بر هزینه‌های تمام شده طرح‌های تأمین و انتقال آب استان سمنان
محمد عرب‌پناهان و ایرج حیدریان

۳۷ طراحی سیستم آب‌شیرینکن خورشیدی به‌روش اسمز معکوس - فتوولتائیک
(مطالعه موردی: آب لب‌شور روستای سربند اردبیل)
بهنام سامی، مهدی ضرغامی، رضا یگانی و مهران صباحی

۴۷ مکان‌یابی عرصه‌های مناسب آب‌های زیرزمینی نیازمند به تغذیه مصنوعی با مدل فازی
(با تأکید بر استان لرستان)
زهرا یارمرادی، مهدی خداداد، بهروز نصیری و مصطفی کریمپور

۵۸ بررسی عوامل مؤثر بر فرونشست دشت جنوب شرقی تهران بر اثر برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی
امید توسلی، حسن کاربین، مینا ترابی و عادل عساکره

مطالب عمومی

۷۳ مصاحبه

۷۹ میزگرد

۹۱ پایان‌نامه برتر

۹۳ معرفی کتاب

۹۵ گزارش فعالیت‌های انجمن

علوم و مهندسی آب و فاضلاب

سال ۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸

این نشریه طبق نامه شماره ۳/۱۸/۲۹۰۱۲۹ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۱۶ از کمیسیون بررسی نشریات علمی وزارت علوم تحقیقات و فناوری، اعتبار علمی- ترویجی دریافت نموده است.

صاحب امتیاز:

مدیر مسئول:

سر دبیر:

انجمن آب و فاضلاب ایران

دکتر مسعود تابش

دکتر حمیدرضا صفوی

اعضای هیئت تحریریه:

دکتر بیژن بینا: استاد دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

دکتر مسعود تابش: استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران

دکتر علی ترابیان: استاد دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

دکتر افشین تکدستان: دانشیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

دکتر سید حسین سجادی فر: شرکت آب و فاضلاب تهران و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی

دکتر محمد حسین صراف زاده: دانشیار دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه تهران و رئیس کرسی یونسکو در باز یافت آب

دکتر حمیدرضا صفوی: استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان

دکتر ناصر طالب بیدختی: استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه شیراز

دکتر علی اکبر عظیمی: استادیار بازنشسته دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

مهندس مجید قنادی: مشاور معاونت مهندسی و توسعه شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

دکتر سیمین ناصری: استاد دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

دکتر سارا نظیف: دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران

دکتر منوچهر وثوقی: استاد دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی شریف



**شورای سیاستگذاری
صنعت آب و فاضلاب:**

مهندس علی اصغر قانع: مشاور مدیر عامل شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
دکتر احمد سیاحی: مدیر کل دفتر تحقیقات، توسعه فناوری و ارتباط با صنعت، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
مهندس عباس حاج حریری: معاون اسبق نظارت بر بهره برداری، شرکت آب و فاضلاب استان تهران

ناهید اختری

مهندس سید احمد رضا شاهنگیان، ناهید اختری

انجمن آب و فاضلاب ایران

۱۰۰۰ نسخه

تهران، خیابان طالقانی، بین وصال و قدس، پلاک ۴۲۹، طبقه ۴، واحد ۷

۰۲۱-۸۸۹۵۶۰۹۷

۰۲۱-۸۸۳۹۱۳۹۰

2588-3941

2588-396X

info@jwwse.ir

کارشناس اجرایی:

طراح و صفحه آرا:

ناشر:

شمارگان:

آدرس:

تلفن:

نمابر:

شاپا چاپی:

شاپا الکترونیکی:

ایمیل:

پیشگفتار..... ۲

مقالات علمی

تدوین برنامه راهبردی شرکت‌های آب منطقه‌ای (مطالعه موردی: شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان غربی)..... ۴
رحیم دباغ و سودا جانعلی پور

رتبه‌بندی راهبردهای مدیریت مصرف در شبکه‌های توزیع آب شرب با استفاده از تصمیم‌گیری چندشاخصه..... ۱۷
عباس جهانگیری

تفسیری بر هزینه‌های تمام شده طرح‌های تأمین و انتقال آب استان سمنان..... ۲۷
محمد عرب‌پناهان و ایرج حیدریان

طراحی سیستم آب‌شیرین‌کن خورشیدی به‌روش اسمز معکوس - فتوولتائیک..... ۳۷
(مطالعه موردی: آب لب‌شور روستای سربند اردبیل)
بهنام سامی، مهدی ضرغامی، رضا یگانی و مهران صباحی

مکان‌یابی عرصه‌های مناسب آب‌های زیرزمینی نیازمند به تغذیه مصنوعی با مدل فازی (با تأکید بر استان لرستان)..... ۴۷
زهرا یارمرادی، مهدی خداداد، بهروز نصیری و مصطفی کرمپور

بررسی عوامل مؤثر بر فرونشست دشت جنوب شرقی تهران بر اثر برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی..... ۵۸
امید توسلی، حسن کاربین، مینا ترابی و عادل عساکره

مطالب عمومی

مصاحبه..... ۷۳

میزگرد..... ۷۹

پایان‌نامه برتر..... ۹۱

معرفی کتاب..... ۹۳

گزارش فعالیت‌های انجمن..... ۹۵



درس آموخته های سیلاب ۱۳۹۸



دکتر ناصر طالب بیدختی

استاد دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز،

عضو هیئت مدیره انجمن آب و فاضلاب ایران و

عضو هیئت تحریریه

بارش های سنگین و پیوسته اسفند ماه ۱۳۹۷ و فروردین ماه ۱۳۹۸ در ایجاد سیلاب های شدید در جای جای کشورمان موجب خسارات و تلفات مالی و جانی فراوانی شده است. این بارش ها در سه سامانه خودنمایی کردند که سامانه اول از ۲۶ اسفند تا ۲ فروردین ماه غرب استان گلستان و شرق استان مازندران را درنوردید. سامانه دوم از ۴ تا ۶ فروردین ماه استان های لرستان و خوزستان و فارس را فراگرفت و سامانه سوم در روزهای ۱۱ تا ۱۲ فروردین ماه به وقوع پیوست که مناطق جنوب غرب کشور را تحت تأثیر سیلاب رودخانه ای قرار داد.

در وقایع سیلاب اخیر، ۲۵ استان کشور شامل ۲۰۰ شهر و ۴۳۰۴ روستا تحت تأثیر سیلاب و طغیان رودخانه ای قرار گرفتند. بیش از ۶۰۰۰۰ واحد شهری و روستایی تخریب شدند و بیش از ۷۵۰۰۰ واحد مسکونی شهری و روستایی آسیب دیدند. در این وقایع متأسفانه ۷۶ نفر از هموعان جان خود را از دست دادند (مدیریت بحران کشور، ۱۳۹۸). در وقایع سیلاب سال ۱۳۹۸ عرصه های فراوانی چون اقلیم و هواشناسی، هیدرولوژی و مدیریت منابع آب، مهندسی رودخانه و سازه های هیدرولیکی، شهرسازی و معماری، اجتماعی و فرهنگی و رسانه، آموزش و مدیریت منابع انسانی، امداد و نجات و سلامت، مدیریت ریسک و بیمه و زیرساخت ها درگیر هستند که باید از جنبه های مختلف مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند.

بارش ها و سیلاب های فروردین ماه ۱۳۹۸، جزء بارش های حدی به شمار می روند که منجر به سیلاب هایی با دوره بازگشت های تا ۱۰۰۰ ساله در جای جای کشور شده اند. وقوع سیلاب در اواخر اسفند ماه و اوایل فروردین ماه ۱۳۹۸ با توجه به تقریباً پر بودن برخی از مخازن سدهای مخزنی ناشی از منحنی

فرمان سدها و این که اواخر بارندگی های پاییز و زمستان بوده است. همچنین تجاوز به بستر و حریم رودخانه ها و عدم رعایت حریم اکولوژیکی به ویژه در حوضه های آبریز شهری، عدم حفاظت آب و خاک مناسب و موثر در حوضه های آبریز، تغییر کاربری اراضی از جنگل و مرتع به کشاورزی و از کشاورزی به مسکونی و راه سازی، کارهای ساماندهی رودخانه ها بدون توجه به اصول هیدرولیک جریان و رسوب و مهندسی رودخانه موجب خسارات فراوان جانی و مالی شده اند. باران های حدی و سیلاب های آنی باتوجه به تغییر اقلیم و عدم قطعیت در برآورد صحیح سیلاب ها، شیب تند، تغییر کاربری و تجاوز به حریم بستر و سیلاب دشت ها در برخی از حوضه های آبریز شهری موجب خسارات جانی و مالی شده اند. رانش زمین، قطعی آب، قطعی برق، تخریب پل ها و راه ها، خسارات به تأسیسات آب و فاضلاب روستایی، آب و فاضلاب شهری، تخریب زیرساخت های برق، زیرآب رفتن ساختمان ها و اراضی کشاورزی و انباشت رسوبات از جمله چالش های عمده سیلاب اخیر به شمار می روند.

درس آموخته ها از سیلاب فروردین ماه ۱۳۹۸ به شرح زیر است:

- ۱- شناخت جامع و دقیق ویژگی های سیلاب شامل دوره بازگشت، دامنه، تداوم، ارتفاع، سرعت، وضعیت جریان های گلی، سیلاب های آنی توسط کلیه مسئولین، دست اندرکاران و مردم و آموزش عمومی مستمر آن ها؛
- ۲- بازنگری منحنی فرمان سدهای مخزنی؛
- ۳- بازنگری سیل مبنای طرح های مدیریت سیلاب های شهری و غیرشهری با توجه به تغییر اقلیم و عدم قطعیت ها در برآورد سیلاب با دوره بازگشت های مختلف؛
- ۴- بازنگری تاب آوری شهرها و روستاهای کشور در مقابله با سیلاب؛
- ۵- مقاوم سازی شبکه های توزیع آب و شبکه های فاضلاب و تصفیه خانه های آب و فاضلاب در مقابله با سیلاب؛
- ۶- هماهنگی، تعامل و همکاری همه سازمان های درگیر مدیریت سیلاب؛
- ۷- بازنگری در قوانین، مقررات، ضوابط و استانداردهای مدیریت سیلاب کشور؛
- ۸- نقش بارز تالاب های میانی و سیستم های تالاب های دست ساخت در مدیریت سیلاب؛
- ۹- بازنگری قوانین مربوط به حد بستر و حریم و پهنه سیلاب و مدنظر قرار دادن حریم اکولوژیکی؛
- ۱۰- نقش اثرات مثبت سیلاب در کاهش شوری خاک اراضی کشاورزی، غنی کردن خاک کشاورزی، تغذیه سفره های آب زیرزمینی، احیای تالاب ها، احیای پوشش های گیاهی و ذخیره آب

- در مخازن سدهای مخزنی کشور را نباید از نظر دور داشت؛
- ۱۱- اثرات منفی سیلاب را با مدیریت جامع، به هم پیوسته و منعطف مدیریت سیلاب را می توان کاهش داد؛
- ۱۲- آموزش عمومی مدیریت جامع سیلاب باید در دستور کار قرار گیرد؛
- ۱۳- انجام ارزیابی استراتژیک زیست محیطی مدیریت سیلاب باید در دستور کار قرار گیرد؛
- ۱۴- نظارت دوره ای توسط متولیان رودخانه ها و مسیل ها با هماهنگی همه سازمان ها باید مدنظر قرار گیرد؛
- ۱۵- سیستم های هشدار سیلاب با نصب باران نگارهای الکتریکی و ایستگاه های آب سنجی برخط باید مدنظر قرار گیرد؛
- ۱۶- تهیه و تدوین برنامه و فلوچارت مدیریت قبل از سیل، حین سیل و بعد از سیل باید در دستور کار قرار گیرد؛
- ۱۷- توجه جدی به اقدامات غیرسازه ای همراه با اقدامات سازه ای و ترکیبی در مدیریت جامع سیلاب؛
- ۱۸- ایجاد یک سایت جامع مدیریت جامع سیلاب که همه اطلاعات و شفاف سازی و آگاهی رساندن به عموم چون سایت FEMA باید در دستور کار قرار گیرد؛
- ۱۹- ایجاد اتاق های مدیریت بحران در استان های سیل خیز کشور؛
- ۲۰- اختصاص بودجه کافی و مستمر در پایش و ارزیابی و مدیریت جامع سیلاب کشور باید در دستور کار قرار گیرد؛
- ۲۱- مقاوم سازی سایت های دفع و دفن پسماندهای عادی و ویژه در مقابل سیلاب؛
- ۲۲- بازنگری طرح های مدیریت آب های سطحی شهری در مواجهه به مسیل ها و رودخانه های شهری؛
- ۲۳- بازنگری مبانی سازه های تقاطعی رودخانه ها و مسیل ها؛
- ۲۴- پایش مستمر و مداوم مسیل ها و رودخانه ها و کانال ها و آبراهه های مدیریت آب های سطحی در طول سال و به ویژه در شروع فصل پاییز؛
- ۲۵- بازنگری نظام نامه سیلاب کشور با حضور همه به ویژه سازمان های متولی، اساتید و کارشناسان خبره؛
- ۲۶- مدنظر داشتن سیستم های موجود استحصال سنتی آب موجود در کشور چون آب بندان ها، شن چال ها، آب انبارها، دگاها و غیره در مدیریت جامع سیلاب.

Research Paper

Drafting a Strategic Plan for Regional Water Companies (Case study: Regional Water Company of West Azarbaijan)

Rahim Dabbagh^{1*} and Sevda Janalipoor²

1- Associate Professor, School of Industrial Engineering, Urmia University of Technology, Urmia, Iran.

2- M.Sc., Industrial Engineering, Urmia University of Technology, Urmia, Iran.

* Corresponding author, Email: R.Dabbagh@uut.ac.ir

Received: 07/05/2018

Revised: 15/05/2019

Accepted: 18/05/2019

مقاله پژوهشی

تدوین برنامه راهبردی شرکت‌های آب منطقه‌ای (مطالعه موردی: شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان غربی)

رحیم دباغ^{۱*} و سودا جانعلی پور^۲

۱ - دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه، ایران.

۲ - کارشناس ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه، ایران.

* نویسنده مسئول، ایمیل: R.Dabbagh@uut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۷

تاریخ اصلاح: ۱۳۹۸/۰۲/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۲۸

Abstract

The complexity of the accelerating transformations in technology and the consequent changes in economic and social systems demands the managers of organizations to study the environment and consider the future changes as one of their most important tasks. In this context, managers need to use efficient methods and techniques to incorporate all effective factors into their management to lead the companies to its main objective. Strategic planning is among such methods and approaches. In this research, strategic planning is investigated in case of the Regional Water Company of West Azerbaijan using a comprehensive framework strategy. The framework consists of four stages of start, input, comparison and decision making. Information on the strengths, weaknesses, opportunities and threats were obtained through interviewing the leaders and experts of the company. By intuitive analysis at the end of the four-stage process, the strategies derived from the SWOT matrix were rated and actions were suggested for them. Also the SOAR strategic model, as a combination of SWOT model and positive thinking, was used for strategic planning which resulted in fulfilling the environmental standards based on international standards, stability in maintaining the level of cultivation in the province, annual increase in efficiency of water resources and facilities, and prevention of desertification. Accordingly, the priorities of the company's strategies are: 1. Managing the available water resources in the basins; 2. Adding new products and services in relation to current products and services; 3. Selecting economic partners for participation in exploitation and construction; and 4. Economizing the assigning projects to attract investments.

Keywords: Comprehensive framework strategy, Regional Water Companies, Strategic planning, SWOT matrix.

چکیده

تغییر و تحولات فناوری، اقتصادی و اجتماعی موجب شده که مدیران سازمان‌ها، مطالعه محیط پیرامونی و تغییرات آینده را در زمره مهم‌ترین وظایف خود قرار دهند. در این راستا، مدیران باید با استفاده از روش‌ها و فنون کارآمد بتوانند با در نظر گرفتن تمامی عوامل به بهترین وجه، شرکت را در جهت دستیابی به اهداف آن هدایت و اداره نمایند. یکی از کارآمدترین روش‌ها، تدوین برنامه‌ریزی راهبردی است. این تحقیق به تدوین برنامه‌ریزی راهبردی برای شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان غربی با استفاده از یک چارچوب جامع تدوین استراتژی پرداخته است. این چارچوب شامل چهار مرحله شروع، ورودی، مقایسه و تطبیق است که اطلاعات مربوط به نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید از طریق پرسشنامه از مدیران و کارشناسان این سازمان به‌دست‌آمده است. پس از تحلیل در پایان این مراحل، استراتژی‌های استخراج‌شده از ماتریس SWOT رتبه‌بندی و راهکارهای اجرایی برای آن‌ها ارائه شده است. همچنین از مدل استراتژیک SOAR که ترکیبی از مدل SWOT و دیدگاه مثبت‌شناسی است، برای برنامه‌ریزی راهبردی استفاده شده که تحقق استانداردهای زیست‌محیطی بر اساس معیارهای جهانی، پایداری در حفظ سطح کشت در استان، رشد بهره‌وری منابع آب و تأسیسات به‌صورت مستمر سالانه و پیشگیری از بیابان‌زایی از نتایج تحلیل این مدل است. به‌ترتیب اولویت، استراتژی‌های سازمان عبارتند از: ۱- مدیریت منابع آبی در دسترس در حوضه‌های اطراف؛ ۲- افزودن محصولات و خدمات جدید ولی مرتبط با محصولات و خدمات کنونی؛ ۳- انتخاب شرکای اقتصادی به‌منظور مشارکت در بهره‌برداری و احداث؛ ۴- اقتصادی کردن پروژه‌های در دست واگذاری برای جذب سرمایه.

کلمات کلیدی: برنامه‌ریزی راهبردی، چارچوب جامع تدوین استراتژی، ماتریس SWOT، شرکت‌های آب منطقه‌ای.

در واقع راه‌حل‌ها از طریق پاره‌ای از گفت‌وگوها درباره «آنچه می‌توانیم انجام دهیم» به جای صحبت درباره «آنچه نمی‌توانیم» کشف خواهد شد (خاوریان و همکاران، ۱۳۹۲).

با هدف تدوین استراتژی سازمانی و استراتژی‌های وظیفه‌ای در گمرک جمهوری اسلامی ایران، با استفاده از مدل دیوید، نسبت به بررسی و شناسایی فرصت‌ها و تهدیدها و نقاط قوت و ضعف اقدام و نتیجه‌گیری شده که با توجه به ارزیابی محیط داخلی و خارجی، گمرک باید در حالت کلی از استراتژی حفظ وضع موجود اما با گرایش به سمت پویا و فعال عمل نمودن استفاده کند (اعرابی، ۱۳۸۲). در تحقیقی دیگر، برنامه استراتژیک در یک شرکت خصوصی مهندسی، با استفاده از مدل دیوید طراحی شده است. در این مقاله با ارزیابی ماتریس‌های عوامل داخلی و خارجی، ماتریس SWOT به دست آمده که در نهایت استراتژی‌های قابل اجرا از ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی استخراج شدند (Yazdani et al., 2012). در مقاله‌ای دیگر، به تدوین و اجرای برنامه‌ریزی نوآورانه استراتژیک در اداره کل پست استان اصفهان پرداخته شده و از آنجایی که نوآوری و خلاقیت‌های مدیریتی در رشد و توسعه سازمان‌ها بسیار مؤثر بوده، فرایند این برنامه‌ریزی نوآورانه و اجرای آن مبتنی بر تحلیل‌های ماتریس SWOT و بر اساس کارت امتیازی متوازن (BSC) بیان شده است (پویا و رجالی، ۱۳۹۴). در پژوهشی الگوی مدیریت جامع و یکپارچه استراتژی برای سازمان امور اقتصادی و دارایی استان آذربایجان شرقی طراحی شده و این طرح با در نظر گرفتن مقاصد و اهداف علمی و اجرایی، واقعیت‌های موجود، فرصت‌ها و تهدیدها و با توجه به عوامل کلیدی و تأثیرگذار، نحوه تدوین استراتژی‌ها و برنامه‌های کاری را به صورت مکتوب و همه‌جانبه نشان می‌دهد. بعد از گذراندن چهار مرحله اصلی الگوی مدیریت جامع، استراتژی‌های شناسایی شده مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند و سپس برنامه‌های کاری سازمان تبیین شده‌اند (ولی‌زاده اوغانی و رحمانی، ۱۳۹۲). برای تدوین برنامه راهبردی اداره کل ورزش و جوانان خراسان رضوی در حوزه ورزش و تربیت‌بدنی، کمیته راهبری پژوهش با مشخص کردن موقعیت راهبردی سازمان و تطبیق عوامل داخلی و خارجی، دوازده راهبرد را استخراج و آن‌ها را به برنامه‌های عملیاتی خرد کرده‌اند. این سازمان در منطقه راهبردی تهاجمی قرار گرفته، بنابراین نتیجه‌گیری شده که راهبردها باید در جهت توسعه و گسترش فعالیت‌ها باشند (لمیر و همکاران، ۱۳۹۲).

۲- الگوسازی نظری و تجربی

برای تدوین استراتژی شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان غربی، از طریق مطالعه پیمایشی از اسناد و مدارک موجود و همچنین ابزار پرسشنامه و مصاحبه با شش نفر از مدیران و کارشناسان این

برنامه‌ریزی، اهداف و معیارهایی را به وجود می‌آورد که کنترل و مدیریت را آسان می‌کند. بدون برنامه‌ریزی، کنترل مؤثر ممکن نیست. بنابراین لزوم برنامه‌ریزی را می‌توان در دلایلی چون تعیین مسیر، کاهش تأثیر تغییرات، به حداقل رساندن ضایعات و اضافات و ایجاد استانداردهایی برای تسهیل کنترل جست‌وجو کرد (Schwenk, 1995). توسعه و پیشرفت هر سازمانی منوط به داشتن برنامه و نقشه‌ای مدون برای مشخص کردن روش حرکت از وضع موجود تا رسیدن به وضع مطلوب است. برنامه‌ریزی صحیح، چشم‌انداز، اهداف، راهبردها و برنامه‌های عملیاتی را به وجود می‌آورد که کنترل پروژه‌ها، برنامه‌ها و فعالیت‌ها را آسان می‌کند. برنامه‌ریزی شامل مجموعه تصمیمات و اجرای استراتژی‌هایی است که برای رسیدن به اهداف سازمان طراحی می‌شوند. گرچه برنامه راهبردی همه نیازهای سازمان را به تفصیل مشخص نمی‌کند، ولی چارچوبی برای تصمیم‌گیری مدیریتی فراهم می‌سازد و کنترل عملکرد مدیریت با اهداف ترسیم‌شده را مقایسه و اقدامات اصلاحی به همراه دارد (Robbins and DeCenzo, 2001). استراتژی فعلیتی است، شرکت برای رسیدن به عملکرد والای خود انجام می‌دهد (Hill et al., 2014). مدیریت استراتژیک عبارت است از فرآیندی که از طریق آن سازمان‌ها، محیط‌های درونی و بیرونی خود را بررسی نموده و آن را می‌شناسند. علاوه بر آن مسیر راهبردی خود را بنا نهاده و استراتژی‌هایی خلق می‌کنند که آن‌ها را برای رسیدن به اهداف تعیین‌شده کمک می‌نماید و آن استراتژی‌ها را اجرا می‌کنند (Harrison et al., 2009).

دیدگاه مثبت شناسی (AI) در یک برنامه‌ریزی راهبردی، به جای تمرکز بر ضعف‌ها و تهدیدها به شناسایی و ایجاد قوت‌های کنونی و فرصت‌های سودبخش می‌پردازد. در فرایند سنتی برنامه‌ریزی راهبردی (از روش ماتریس SWOT) چنانچه در نظر باشد به لحاظ نظم فکری به دو بخش تقسیم شود، باید ۵۰ درصد از زمان به نقاط مثبت و ۵۰ درصد بقیه به نقاط منفی اختصاص داده شود. انسان ذاتاً به تقویت و تمرکز بر نقاط منفی گرایش دارد. در نگرش مثبت شناسی، نقاط مثبت و فرصت‌ها تا آنجا رشد داده می‌شود که بتواند از طریق آن ضعف‌ها و تهدیدها پوشش داده شود (Hill et al., 2014; Cooperrider and Whitney, 2001).

استراتژی اصل شده از روش‌های ترکیبی تکنیک SWOT و دیدگاه مثبت شناسی، شامل چهار بخش کلیدی قوت‌ها، فرصت‌ها، آرمان‌ها و نتایج می‌شود (Stavros and Saint, 2010). البته، تهدیدها و مشکلات نادیده گرفته نخواهند شد، بلکه به آن‌ها دوباره شکل داده و توسط ذره‌بینی از ممکنات دیده خواهند شد.

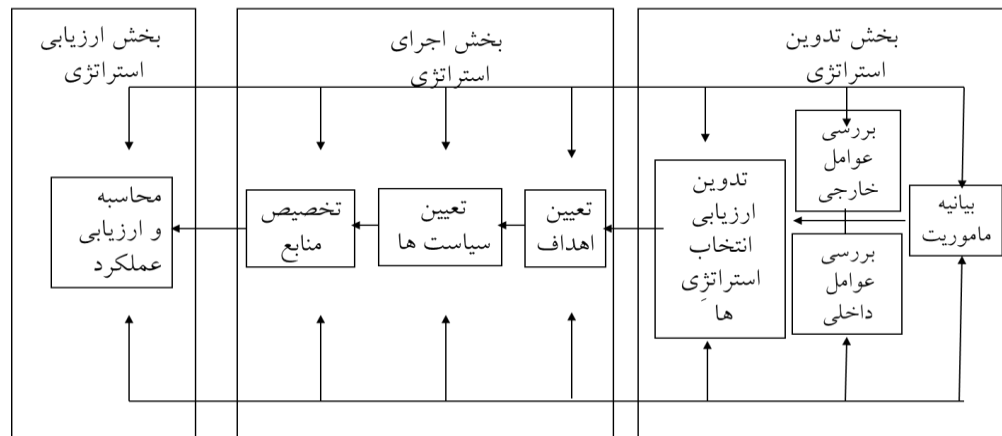
حوزه، اطلاعات مربوط به عوامل داخلی و خارجی جمع‌آوری شد. پس از قضاوت‌ها و تحلیل‌های شهودی، از اطلاعات به‌دست‌آمده در تشکیل جداول و نهایتاً تعیین استراتژی‌های مناسب استفاده شده است. در این پژوهش، استراتژی شرکت براساس مدل دیوید تدوین شده است. دیوید در مدل خود از یک چارچوب جامع تدوین استراتژی استفاده نموده و این چارچوب ابزارها و روش‌هایی را ارائه می‌دهد که برای انواع سازمان‌ها در اندازه‌های گوناگون

مناسب است و به استراتژیست‌ها کمک می‌کند تا استراتژی‌ها را شناسایی، ارزیابی و گزینش نمایند (اعرابی، ۱۳۹۱).

۱-۲- مدل برنامه‌ریزی استراتژیک دیوید

الگوی جامع مورداستفاده در این مطالعه، الگوی فرد دیوید است که برای مدیریت استراتژیک در شکل ۱ معرفی می‌شود (David, 2011).

الگوی مدیریت استراتژیک دیوید



شکل ۱- الگوی جامع تدوین استراتژی

۲-۲- چشم‌انداز سازمان

شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان غربی به‌عنوان یک شرکت نمونه در سطح وزارت نیرو، نیازهای آبی استان را در بخش‌های مختلف (شرب، بهداشت، صنعت و کشاورزی) متناسب با کیفیت لازم و مقدار موردنیاز هر بخش به‌نحوی تأمین و مدیریت می‌نماید که ضمن توزیع عادلانه آب کافی و سالم با رعایت حقوق تمامی ذی‌نفعان؛ از افت کیفی و کمی منابع آبی پیشگیری نموده و با ارتقای بهره‌وری منابع و تأسیسات آبی در اختیار، دغدغه‌های نسل حاضر را درخصوص بحران آب از میان بردارد.

معین‌شده از طرف وزارت نیرو و شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران با ارائه خدمات به‌هنگام و مطلوب به‌منظور حصول رضایت مشتریان و رعایت قوانین و مقررات ایمنی و بهداشت حرفه‌ای و زیست‌محیطی و فراتر رفتن از آن‌ها و به‌عنوان مسئول در برابر جامعه و با پایبندی به تعالی سازمانی، استقرار و به‌کارگیری استانداردهای مدیریت کیفیت ISO ۲۰۰۸/۹۰۰۱ مدیریت محیط‌زیست ISO ۲۰۰۴/۱۴۰۰۱ مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی OHSAS ۲۰۰۷/۱۸۰۰۱ را به‌صورت یکپارچه، به‌عنوان ابزاری کارآمد هدف‌گذاری نموده است.

۲-۳- مرحله شروع

مأموریت سازمانی بیان‌کننده مقصود یک سازمان از علت وجودی آن است که به‌طورکلی آن هدف درازمدت یعنی مشخص‌کننده اهداف مخصوص سازمان و مبنای تخصیص منابع بوده که هیچ‌گاه از بین نمی‌رود (David, 1989). بیانیه مأموریت شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان غربی بر اساس اصول تدوین مأموریت سازمانی به‌صورت زیر تدوین شد:

شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان غربی به‌منظور شناخت، مطالعه، توسعه، حفاظت و بهره‌برداری بهینه از منابع آب، تولید انرژی برق‌آبی، ایجاد، توسعه، بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات و سازه‌های آبی و برق‌آبی در چارچوب تکالیف مندرج در قوانین و مقررات و سیاست‌های ابلاغی شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران فعالیت می‌نماید. این شرکت برای تحقق اهداف

۲-۴- مرحله ورودی

پیش از آن‌که سازمان بتواند مرحله تدوین را آغاز نماید، باید محیط بیرونی خود را بررسی کند، تا ابتدا فرصت‌ها و تهدیدهای بالقوه بیرونی را کشف نموده و سپس محیط داخلی را ارزیابی کند و به نکات ضعف و قوت خود پی ببرد. بررسی محیطی عبارت است از نظارت، ارزیابی و نشر اطلاعات مربوط به محیط‌های داخلی و خارجی سازمان بین کارکنان کلیدی همه سازمان‌ها که دارای محیط داخلی و خارجی هستند. محیط خارجی، خارج از سازمان وجود دارند و اجزای آن دو عامل فرصت‌ها و تهدیدات بیرونی هستند که به میزان زیادی از کنترل سازمان خارج هستند. محیط داخلی در درون سازمان وجود دارند و دو عامل قوت و ضعف اجزای آن هستند که معمولاً در حیطه کنترل مستمر و بلندمدت مدیران ارشد هستند (Hunger and Wheelen, 2003).

۲-۴-۱- ماتریس ارزیابی عوامل خارجی

عدد ۲ (تهدید قابل اعتنا) و عدد ۱ (تهدید جدی) است. امتیازات وزن دار (موزون) از ضرب ضریب اهمیت در رتبه حاصل می شود که حداقل ۱ و حداکثر ۴ است (David, 2011). مهم ترین عوامل کلیدی خارجی در سمت راست جدول های ۱ و ۲ لیست شده اند که در آن ها عوامل خارجی سازمان آب منطقه ای مورد ارزیابی قرار گرفته و وزندهی توسط شش نفر خبره آورده شده است. همان طور که از این جدول ها مشخص است، مجموع امتیازات موزون فرصت ها و تهدیدهای سازمان آب منطقه ای برابر ۲/۴۶ شده است که نشان می دهد، این شرکت در استفاده از فرصت ها و دوری از تهدیدها توانمند نبوده و تهدیدها بر فرصت ها غلبه دارند.

عوامل خارجی یا بیرونی، عواملی هستند که خارج از کنترل سازمان بوده، لیکن به صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر عملکرد سازمان تأثیر می گذارند که شامل فرصت ها و تهدیدات هستند. از طریق ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE)^۱ عوامل خارجی تأثیرگذار (فرصت ها و تهدیدات) بر صنعت یا سازمان ارزیابی می شوند. به این صورت که به هر عامل، یک ضریب وزنی (ضریب اهمیت) اختصاص داده می شود که مجموع این ضرایب باید ۱ شوند. رتبه هر عامل با امتیازی بین ۱ تا ۴ در نظر گرفته می شود که به ترتیب عدد ۴ (فرصت طلایی)، عدد ۳ (فرصت قابل اعتنا)،

جدول ۱- ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (نقاط فرصت)

فرصت ها	واحد ۱		واحد ۲		واحد ۳		واحد ۴		واحد ۵		واحد ۶		میانگین ضرایب	میانگین رتبه ها	امتیاز موزون
	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت			
۱- میزان بارندگی در استان و پتانسیل ایجاد شده از آن در مقایسه با کل کشور	۳	۰/۰۶	۳	۰/۰۶	۳	۰/۰۶	۴	۰/۰۷	۴	۰/۰۸	۴	۰/۰۶	۰/۰۷	۳/۵	۰/۲۳
۲- توپوگرافی خاص استان در رابطه با وجود محل های مناسب مخازن سد در حوضه ها	۳	۰/۰۷	۴	۰/۰۶	۳	۰/۰۶	۴	۰/۰۵	۴	۰/۰۶	۴	۰/۰۷	۰/۰۶	۳/۶۷	۰/۲۱
۳- توان تخصصی و اجرایی پیمانکاران منطقه	۴	۰/۰۶	۳	۰/۰۶	۳	۰/۰۵	۴	۰/۰۵	۴	۰/۰۵	۳	۰/۰۶	۰/۰۵	۳/۵	۰/۱۹
۴- شبکه های آبیاری مدرن، نیمه مدرن و سنتی در سطح استان	۴	۰/۰۶	۳	۰/۰۶	۳	۰/۰۵	۴	۰/۰۶	۳	۰/۰۶	۳	۰/۰۵	۰/۰۶	۳/۳۳	۰/۱۹
۵- تحت پوشش قرار گرفتن استان در قالب سه حوضه آبریز با مشخصات و ویژگی های متنوع و متفاوت	۳	۰/۰۵	۳	۰/۰۶	۳	۰/۰۵	۴	۰/۰۵	۴	۰/۰۵	۴	۰/۰۶	۰/۰۵	۳/۵	۰/۱۹
۶- دانشگاه های دارای رشته های مرتبط با بخش آب راستان	۳	۰/۰۴	۳	۰/۰۴	۳	۰/۰۵	۳	۰/۰۳	۳	۰/۰۴	۳	۰/۰۵	۰/۰۴	۳/۱۷	۰/۱۳
۷- همجواری با کشورهای ترکیه، عراق، آذربایجان و ارمنستان	۳	۰/۰۴	۳	۰/۰۵	۳	۰/۰۵	۳	۰/۰۴	۳	۰/۰۵	۳	۰/۰۵	۰/۰۵	۳/۰	۰/۱۴
۸- رغبت کشاورزان برای مشارکت در اجرای پروژه های عمرانی	۳	۰/۰۵	۳	۰/۰۵	۳	۰/۰۶	۳	۰/۰۶	۳	۰/۰۶	۳	۰/۰۶	۰/۰۶	۳/۰	۰/۱۷

جدول ۲- ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (نقاط تهدید)

امتیاز موزون	میانگین رتبه‌ها	میانگین ضرایب	واحد ۶		واحد ۵		واحد ۴		واحد ۳		واحد ۲		واحد ۱		
			رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	
۰/۱۳	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۱- ماهیت مرزی اغلب منابع آب استان و رقابت در تامین آب از منابع مشترک با کشورها و استان‌های مجاور
۰/۱۳	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۸	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲- توزیع مکانی منابع آب نسبت به موقعیت بخش‌های مصرف
۰/۱۱	۱	۰/۰۷	۲	۰/۰۸	۱	۰/۰۷	۲	۰/۰۶	۱	۰/۰۷	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۶	۳- انجام کامل مراحل مطالعاتی و اجرایی طرح‌های آبخیزداری به‌ویژه در حوضه سدهای مخزنی
۰/۰۸	۱/۶	۰/۰۵	۲	۰/۰۵	۲	۰/۰۵	۱	۰/۰۵	۱	۰/۰۵	۲	۰/۰۶	۱	۰/۰۵	۴- وقوع حوادث غیرمترقبه مانند سیل، خشکسالی و سرمازدگی
۰/۰۸	۱/۴	۰/۰۶	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۶	۱	۰/۰۵	۱	۰/۰۶	۲	۰/۰۵	۵- مطالعه و اجرای تاسیسات آبی توسط دستگاه‌های اجرایی مختلف
۰/۱۱	۱/۸	۰/۰۶	۱	۰/۰۵	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۷	۶- محمل قانونی کافی و اهرم‌های لازم برای حفظ و حراست از تاسیسات آبی و حریم آن‌ها
۰/۱۲	۱/۸	۰/۰۷	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۸	۱	۰/۰۶	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۶	۷- میزان بهروری در بخش‌های مصرف
۰/۱۱	۱/۸	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۱	۰/۰۵	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۶	۸- تامین مصالح زیربنایی سیمان و نوسان شدید قیمت مصالح در زمان اوج نیاز طرح‌ها
۰/۱۱	۱/۸	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۷	۱	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۷	۹- مداخله و اعمال نفوذ مسئولین سیاسی در انتخاب و اولویت اجرایی پروژه‌ها بدون توجه به نیاز واقعی آبی استان
۲/۴۶	-	۱	جمع فرصت‌ها و تهدیدها												

۲-۴-۲- ماتریس ارزیابی عوامل داخلی

عوامل داخلی یا درونی، عواملی هستند که در درون سازمان وجود داشته و از نظر اداری و رسمی تحت کنترل سازمان بوده و شامل نقاط قوت و ضعف می‌باشند. از طریق ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (IFE)^۲ عوامل داخلی تأثیرگذار (نقاط قوت و ضعف) بر صنعت یا سازمان ارزیابی می‌شوند. این ماتریس یکی از ابزارهای بررسی و تحلیل محیط داخلی سازمانی است که عمده‌تاً برای شناسایی ضعف یا قوت کلی سازمان به کار می‌رود. پس از شناسایی عوامل داخلی، همانند ماتریس ارزیابی عوامل خارجی به هر عامل یک ضریب وزنی اختصاص داده می‌شود. وزن موجود هر عامل با امتیازی بین ۱ تا ۴ و به ترتیب عدد ۱ (خیلی ضعیف)، عدد ۲ (ضعیف)، عدد ۳ (قوی) و عدد ۴ (خیلی قوی) مشخص می‌شود. نکات ضعف فقط امتیاز ۱ یا ۲ را دریافت می‌کنند و نکات قوت فقط امتیاز ۳ یا ۴ را به خود می‌گیرند. سپس امتیاز موزون هر عامل محاسبه می‌شود. در سمت راست جدول‌های ۳ و ۴ مهم‌ترین عوامل داخلی لیست شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، جمعاً امتیازات موزون قوت‌ها و ضعف‌ها برابر ۲/۷ شده

است. چون نمره نهایی سازمان بیشتر از ۲/۵ است، بیانگر آن است که سازمان از نظر عوامل داخلی دارای قوت است.

۲-۵- مرحله مقایسه

۲-۵-۱- ماتریس تهدیدها، فرصت‌ها، نقاط ضعف و قوت (SWOT)^۳

روش SWOT یکی از ابزارهای مهمی است که پس از تعیین تهدیدها و فرصت‌های سازمان و همچنین نقاط قوت و ضعف آن، استراتژی‌های چهارگانه WO، ST، WT و SO را ارائه می‌دهد که هریک از این استراتژی‌ها به اختصار در جدول ۵ شرح داده شده‌اند. استراتژی SO (بهره‌برداری از فرصت‌های خارجی با استفاده از نقاط قوت داخلی)، استراتژی WO (بهبود بخشیدن به نقاط ضعف داخلی با بهره‌برداری از فرصت‌های موجود)، استراتژی ST (کاهش دادن اثرات ناشی از تهدیدهای موجود در محیط خارج با استفاده از نقاط قوت سازمان) و استراتژی WT (یک حالت تدافعی است که هدف از آن کاهش دادن نقاط ضعف و پرهیز از تهدیدهای محیط خارجی است) (David, 2011).

جدول ۳- ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (نقاط قوت)

امتیاز موزون	میانگین رتبه‌ها	میانگین ضرایب	واحد ۶		واحد ۵		واحد ۴		واحد ۳		واحد ۲		واحد ۱		قوت‌ها
			رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	
۰/۳۳	۳/۶۷	۰/۰۹	۴	۰/۰۹	۳	۰/۰۸	۴	۰/۰۹	۳	۰/۰۹	۴	۰/۰۹	۴	۰/۰۹	۱- توان مدیریتی، فنی و تخصصی در بخش آب
۰/۳۲	۳/۵	۰/۰۹	۳	۰/۰۹	۴	۰/۰۸	۳	۰/۰۹	۴	۰/۰۹	۴	۰/۰۹	۳	۰/۰۹	۲- پیمانکاران و مشاوران متخصص و حائز شرایط علمی و فنی در بخش آب
۰/۲۵	۳/۱۷	۰/۰۸	۴	۰/۰۷	۳	۰/۰۹	۳	۰/۰۷	۳	۰/۰۸	۳	۰/۰۸	۳	۰/۰۸	۳- زیرساخت‌های نرم‌افزاری، سخت‌افزاری، تأسیساتی، تجهیزاتی و اطلاعاتی
۰/۲۳	۳/۳۳	۰/۰۷	۴	۰/۰۹	۴	۰/۰۸	۳	۰/۰۹	۳	۰/۰۴	۳	۰/۰۵	۳	۰/۰۶	۴- توان مالی در تأمین زیرساخت‌ها و سخت‌افزار مورد نیاز در توسعه منابع آب
۰/۲۲	۳/۱۷	۰/۰۷	۳	۰/۰۶	۳	۰/۰۷	۳	۰/۰۶	۳	۰/۰۷	۴	۰/۰۶	۳	۰/۰۸	۵- امکانات اداری و سازمانی در کلیه شهرهای استان
۰/۲۳	۳/۸۳	۰/۰۶	۴	۰/۰۷	۴	۰/۰۵	۴	۰/۰۷	۴	۰/۰۵	۴	۰/۰۵	۳	۰/۰۶	۶- توان جذب اعتبارات کلان در طرح‌های عمرانی
۰/۲۷	۲/۳۳	۰/۰۸	۴	۰/۰۸	۳	۰/۰۸	۳	۰/۰۸	۴	۰/۰۹	۳	۰/۰۹	۳	۰/۰۹	۷- نیروی انسانی کارآمد و باتجربه و آشنا به فنون روز

جدول ۴- ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (نقاط ضعف)

ضعفها	واحد ۱		واحد ۲		واحد ۳		واحد ۴		واحد ۵		واحد ۶		میانگین ضرایب	میانگین رتبه‌ها	امتیاز موزون
	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت	رتبه	ضریب اهمیت			
۱- راندمان استفاده از آب در اغلب بخش‌ها به‌ویژه کشاورزی	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۷	۲	۲	۰/۱۴
۲- راه‌کارهای قانونی شفاف برای واگذاری تأسیسات آبی به بخش خصوصی	۲	۰/۰۸	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۷	۱	۰/۰۸	۲	۰/۰۶	۱	۰/۰۷	۲	۱/۶۷	۰/۱۲
۳- استفاده از دانش برنامه‌ریزی و کنترل پروژه در طرح‌های عمرانی در گذشته	۲	۰/۰۵	۲	۰/۰۴	۲	۰/۰۳	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۴	۲	۰/۰۴	۲	۲	۰/۰۸
۴- واگذار نمودن بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات آبی به بهره‌برداران	۲	۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۱	۰/۰۵	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۸	۲	۰/۰۶	۲	۱/۶۷	۰/۱۲
۵- بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۵	۱	۰/۰۶	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۵	۲	۱/۸۳	۰/۱۱
۶- مکانیسم‌های جلب مشارکت‌های مردمی در حفاظت و بهره‌برداری بهینه از تأسیسات آبی	۲	۰/۰۴	۲	۰/۰۴	۲	۰/۰۴	۲	۰/۰۵	۲	۰/۰۷	۲	۰/۰۵	۲	۲	۰/۱
۷- استفاده از آب‌های غیرمتعارف و پساب بخش‌های مختلف مصرف	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۴	۱	۰/۰۴	۱	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲	۱/۶۷	۰/۰۸
۸- اطلاع‌رسانی در مورد الگوهای استاندارد جهانی در بخش‌های گوناگون مصرف	۲	۰/۰۵	۲	۰/۰۵	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۴	۲	۰/۰۶	۲	۰/۰۶	۲	۲	۰/۱
جمع قوت‌ها و ضعف‌ها															۲/۷
															-

۵-۲-۲- ماتریس ۹ خانه‌ای داخلی و خارجی (IE)^۴

این ماتریس بخش‌های مختلف سازمان را در ۹ خانه قرار می‌دهد و دارای دو بعد اصلی است که شامل جمع نمره‌های نهایی ماتریس ارزیابی عوامل داخلی که بر روی محور X ها و جمع نمره‌های نهایی ماتریس ارزیابی عوامل خارجی که بر روی محور Y ها نشان داده می‌شود، است. برای بخش‌هایی که در خانه‌های ۱، ۲ و ۴ قرار می‌گیرند، می‌توان استراتژی‌هایی را به کار برد که

موجب رشد و ساخت شود. برای بخش‌های که در خانه‌های ۳، ۵ و ۷ قرار می‌گیرند، باید از استراتژی‌هایی که موجب حفظ و نگهداری وضع موجود شود، بهره برد. برای بخش‌هایی که در خانه‌های ۶، ۸ و ۹ قرار می‌گیرند، استراتژی‌های رها کردن یا برداشت محصول را می‌توان به اجرا درآورد (David, 2011). از ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی مجموع نمرات قوت‌ها و ضعف‌ها برابر ۲/۷ و همچنین مجموع نمرات فرصت‌ها و تهدیدها

درآورد که موجب حفظ و نگهداری وضع موجود شود.

برابر ۲/۴۶ شده است. طبق شکل ۲ سازمان در خانه شماره ۵ از ماتریس ۹ خانه‌ای قرار می‌گیرد که باید استراتژی‌هایی را به اجرا

جدول ۵- ماتریس سوات سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی

عوامل داخلی	عوامل خارجی	نقاط قوت	نقاط ضعف
فرصت‌ها	تهدیدها	استراتژی SO (۱) توسعه بهره‌برداری از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در چارچوب ظرفیت قابل تحمل محیط‌های آبی همراه با تحویل حجمی آب (۲) افزایش راندمان در کلیه مراحل تأمین، انتقال، توزیع و تحویل آب (۳) اجرای طرح‌های واردات آب از کشورهای مجاور با توجه به توجیهات فنی، اقتصادی و اجتماعی (۴) افزایش سطح آگاهی‌های عموم به منظور ایجاد زمینه‌های مشارکت مردمی در برنامه‌ریزی، اجرا و بهره‌برداری از طرح‌های توسعه منابع آب	استراتژی WO (۱) اجرای طرح‌های مهار آب‌های سطحی و نیز تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی به منظور استفاده حداکثر از بارندگی‌ها و جبران کمبود راندمان (۲) تعیین ارزش اقتصادی آب برای مصارف مختلف در هریک از حوضه‌های آبریز برای استفاده از برنامه‌های توسعه بخش‌های مصرف (۳) واگذاری مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی به تشکلهای آبربران
		استراتژی ST (۱) افزودن محصولات و خدمات جدید ولی مرتبط با محصولات و خدمات کنونی (۲) اقتصادی کردن پروژه‌های در دست واگذاری برای جذب سرمایه (۳) انتخاب شرکای اقتصادی به منظور مشارکت در بهره‌برداری و احداث (۴) مدیریت منابع آبی قابل‌دسترس در حوضه‌های اطراف	

	۱	۲	۲,۵	۳	۴
بالا	۱	۲	۳		
متوسط	۴	۵	۶		
پایین	۷	۸	۹		
				۳	۲,۵
				۲	۱

شکل ۲- ماتریس ۹ خانه‌ای داخلی و خارجی

در پیش گرفته می‌شود و اگر در محدوده بین IS و ES قرار گیرد، استراتژی رقابتی در پیش گرفته می‌شود. اگر نقطه موردنظر در محدوده بین ES و CA قرار گیرد، استراتژی تدافعی در پیش گرفته می‌شود و در صورتی که نقطه موردنظر در محدوده بین CA و FS قرار گیرد، باید محافظه‌کارانه حرکت شود (David, 2011). در جدول ۶، ماتریس ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژیک سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی ملاحظه می‌شود. در صورت رسم نمودار، سازمان در منطقه رقابتی قرار می‌گیرد. هدف از استراتژی رقابتی افزایش سودآوری و تقویت ترازنامه مالی است. مجموع نمرات توان صنعت و مزیت رقابتی برابر ۰/۸۳ و مجموع نمرات توان مالی و ثبات محیط برابر ۰/۵۷- به دست آمده است که در صورت رسم نمودار، سازمان در خانه رقابتی قرار می‌گیرد.

۲-۵-۳- ماتریس ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژیک (SPACE)

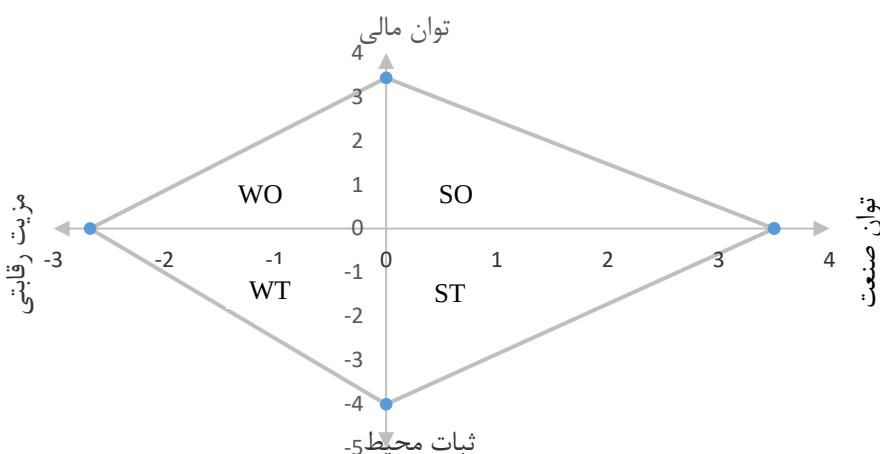
این ماتریس برای مقایسه عوامل داخلی و خارجی شرکت از اهمیت به سزایی برخوردار است که نشان‌دهنده دو بعد خارجی ثبات محیط (ES) و توان صنعت (IS) و دو بعد داخلی مزیت رقابتی (CA) و توان مالی (FS) است. جذابیت صنعتی و نقاط قوت مالی با نمره ۶ (زیاد) تا نمره ۱ (کم) در ماتریس تحلیل SPACE امتیاز داده می‌شوند. امتیاز زیاد، خوب است و امتیاز کم، نشان‌دهنده ضعف عوامل مالی است. مزیت رقابتی و ثبات محیط از ۱- (عالی) تا ۶- (ضعیف) امتیاز داده می‌شوند. استراتژی‌های حاصل براساس این ابعاد، استراتژی تهاجمی، استراتژی تدافعی، استراتژی محافظه‌کارانه و استراتژی رقابتی هستند. اگر نقطه موردنظر در محدوده بین IS و FS قرار گیرد، استراتژی تهاجمی

جدول ۶- ماتریس ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژیک سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی

توان مالی		توان صنعت	
پارامتر	نمره	پارامتر	نمره
دارایی ثابت شامل ساختمان‌ها، تأسیسات و ...	۵	پیشرفت فناوری	۵
درآمد	۲/۵	نیروی فارغ‌التحصیل و متخصص	۲/۵
حمایت مالی دولت و بودجه	۲/۸	نیروی باتجربه عملی	۳
میانگین	۳/۴۳	میانگین	۳/۵
ثبات محیط		مزیت رقابتی	
تغییرات فناوری	-۴	انحصاری بودن در استان	-۲
عدم ثبات اقتصادی	-۳	دارا بودن بانک اطلاعاتی به واسطه مطالعات مستمر	-۱
تغییر ارزش‌های فرهنگی	-۵	دارای تصویر خوبی در قیاس با سازمان‌های کشور است	-۵
میانگین	-۴	میانگین	-۲/۶۷

اگر چهار عدد به دست آمده بر روی محورهای مختصات به یکدیگر متصل شود، چهار مثلث قائم‌الزاویه به وجود می‌آید. با توجه به شکل ۳، چهار مثلث متناظر با هر ناحیه که به ترتیب SO, WO, ST, WT نام گذاری شده‌اند. موقعیت شرکت با

محاسبه درصد قطعیت تدافعی، رقابتی، محافظه کارانه و تهاجمی مشخص می‌شود که به ترتیب برابر ۲۳٪، ۳۱٪، ۲۰٪، ۲۶٪ حاصل شده‌اند. همان‌طور که دیده می‌شود، سهم شرکت از منطقه ST یا رقابتی بیشتر از سایر مناطق است.



شکل ۳- نمودار موقعیت شرکت

۶-۲- مرحله تصمیم‌گیری

۶-۲-۱- ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی (QSPM)

در این ماتریس استراتژی به دست آمده از ماتریس SWOT در سطر بالای جدول و نقاط ضعف و قوت، تهدیدها و فرصت‌ها نیز در سمت راست جدول نوشته می‌شوند. در ستون بعدی وزن‌های داده شده به هریک از عوامل از ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی سازمان استنباط می‌شود. هر استراتژی شامل دو ستون نمره جذابیت و کل نمره جذابیت است که کل نمره جذابیت، از حاصل ضرب وزن در نمره جذابیت به دست می‌آید. نمره جذابیت هر یک از استراتژی‌ها می‌تواند ۱، ۲، ۳ و ۴ باشد که این نمرات با توجه به عوامل مورد بحث به ترتیب ذکر شده تعیین می‌شوند: ۱-

بدون جذابیت؛ ۲- تا حدی جذاب؛ ۳- دارای جذابیت معقول و ۴- بسیار جذاب. در پایان باید نمرات کل جذابیت مربوط به هر استراتژی را با هم جمع کرد. هر استراتژی که دارای بالاترین امتیاز باشد برای سازمان دارای اولویت است (موحدی و همکاران، ۱۳۹۱). در جدول ۷، ماتریس ارزیابی استراتژیک کمی مربوط به سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی نشان داده شده است. در این جدول استراتژی ۱، افزودن محصولات و خدمات جدید ولی مرتبط با محصولات و خدمات کنونی، استراتژی ۲، اقتصادی کردن پروژه‌های در دست واگذاری جهت جذب سرمایه، استراتژی ۳، انتخاب شرکای اقتصادی به منظور مشارکت در بهره‌برداری و احداث و استراتژی ۴، مدیریت منابع آبی قابل دسترسی در حوزه‌های اطراف هستند.

جدول ۷- ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی

عوامل خارجی		نقاط قوت	نقاط ضعف	استراتژی ۱		استراتژی ۲		استراتژی ۳		استراتژی ۴	
				نمره جذابیت	کل نمره جذابیت	نمره جذابیت	کل نمره جذابیت	نمره جذابیت	کل نمره جذابیت	نمره جذابیت	کل نمره جذابیت
میزان بارندگی در استان و پتانسیل ایجاد شده از آن در مقایسه با کل کشور	۰/۰۷	۳	۰/۲۱	۱	۰/۰۷	۲	۰/۱۴	۴	۰/۲۸	۰/۲۸	۴
توپوگرافی خاص استان در رابطه با وجود محل‌های مناسب مخازن سد در حوضه‌ها	۰/۰۶	۴	۰/۲۴	۲	۰/۱۲	۳	۰/۱۸	۳	۰/۱۸	۰/۱۸	۳
توان تخصصی و اجرایی پیمانکاران منطقه	۰/۰۵	-	-	۱	۰/۰۵	۲	۰/۱۰	۲	۰/۱۰	۰/۱۰	۲
شبکه‌های آبیاری مدرن، نیمه مدرن و سنتی در سطح استان	۰/۰۶	۲	۰/۱۲	۴	۰/۲۴	۳	۰/۱۸	۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۲
تحت پوشش قرارگرفتن استان در قالب سه حوضه آبریز با مشخصات و ویژگی‌های متفاوت	۰/۰۵	۳	۰/۱۵	۳	۰/۱۵	۴	۰/۲۰	۳	۰/۱۵	۰/۱۵	۳
دانشگاه‌های دارای رشته‌های مرتبط با بخش آب در استان	۰/۰۴	۳	۰/۱۲	۳	۰/۱۲	۱	۰/۰۴	۱	۰/۰۴	۰/۰۴	۱
هم‌جواری با کشورهای ترکیه، عراق، آذربایجان و ارمنستان	۰/۰۵	۴	۰/۲۰	۲	۰/۱۰	۴	۰/۲۰	۴	۰/۲۰	۰/۲۰	۴
رغبت کشاورزان برای مشارکت در اجرای پروژه‌های عمرانی	۰/۰۶	۳	۰/۱۸	۱	۰/۰۶	۳	۰/۱۸	۱	۰/۰۶	۰/۰۶	۱
نقاط تهدید											
ماهیت مرزی اغلب منابع آب استان و رقابت در تأمین آب از منابع مشترک با کشورها و استان‌های مجاور	۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۴	۰/۲۸	۴	۰/۲۸	۳	۰/۲۱	۰/۲۱	۳
توزیع مکانی منابع آبی نسبت به موقعیت بخش‌های مصرف	۰/۰۶	-	-	۲	۰/۱۲	۳	۰/۱۸	۱	۰/۰۶	۰/۰۶	۱
انجام کامل مراحل مطالعاتی و اجرایی طرح‌های آبخیزداری به‌ویژه در حوضه سدهای مخزنی	۰/۰۷	۲	۰/۱۴	۳	۰/۲۱	۲	۰/۱۴	۴	۰/۲۸	۰/۲۸	۴
وقوع حوادث غیرمترقبه مانند سیل، خشک‌سالی و سرمازدگی	۰/۰۵	۳	۰/۱۵	۲	۰/۱۰	۲	۰/۱۰	۴	۰/۲۰	۰/۲۰	۴
مطالعه و اجرای تأسیسات آبی توسط دستگاه‌های اجرایی مختلف	۰/۰۶	۱	۰/۰۶	۱	۰/۰۶	۲	۰/۱۲	۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۲
محمل قانونی کافی و اهرم‌های لازم برای حفظ و حراست از تأسیسات آبی و حریم آن‌ها	۰/۰۶	۴	۰/۲۴	-	-	-	-	-	-	-	-
میزان بهره‌وری در بخش‌های مصرف	۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۳	۰/۲۱	۳	۰/۲۱	۰/۲۱	۳
تأمین مصالح زیربنایی نظیر سیمان و نوسان شدید قیمت مصالح در زمان اوج نیاز طرح‌ها	۰/۰۶	۱	۰/۰۶	-	-	-	-	-	-	-	-
مداخله و اعمال نفوذ مسئولین سیاسی در انتخاب و اولویت‌بندی اجرای پروژه‌ها بدون توجه به نیاز واقعی آبی استان	۰/۰۶	-	-	۱	۰/۰۶	۱	۰/۰۶	۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۲
جمع	۱	-	۲/۰۱	-	۲/۴۴	-	۲/۳۱	-	۲/۳۳	۲/۳۳	-

ادامه جدول ۷- ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی

عوامل داخلی		نقاط قوت	نقاط ضعف	استراتژی ۱		استراتژی ۲		استراتژی ۳		استراتژی ۴	
				نمره جذابیت	کل نمره جذابیت	نمره جذابیت	کل نمره جذابیت	نمره جذابیت	کل نمره جذابیت	نمره جذابیت	کل نمره جذابیت
توان مدیریتی، فنی و تخصصی در بخش آب	۰/۰۹	۴	۰/۳۶	۳	۰/۲۷	۳	۰/۲۷	۳	۰/۲۷	۴	۰/۳۶
پیمانکاران و مشاوران متخصص و حائز شرایط علمی و فنی در بخش آب	۰/۰۹	۲	۰/۱۸	۱	۰/۰۹	۲	۰/۱۸	۲	۰/۱۸	۳	۰/۲۷
زیرساخت‌های نرم‌افزاری، سخت‌افزاری، تأسیساتی، تجهیزاتی و اطلاعاتی	۰/۰۸	۴	۰/۳۲	۳	۰/۲۴	۲	۰/۱۶	۴	۰/۳۲	۴	۰/۳۲
توان مالی در تأمین زیرساخت‌ها و سخت‌افزار موردنیاز در توسعه منابع آب	۰/۰۷	۳	۰/۲۱	-	-	۱	۰/۰۷	۴	۰/۲۸	۰/۲۸	۴
امکانات اداری و سازمانی در کلیه شهرهای استان	۰/۰۷	۲	۰/۱۴	۱	۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۱	۰/۰۷
توان جذب اعتبارات کلان در طرح‌های عمرانی	۰/۰۶	۲	۰/۱۲	۱	۰/۰۶	۱	۰/۰۶	۳	۰/۱۸	۰/۱۸	۳
نیروی انسانی کارآمد و باتجربه و آشنا به فنون روز	۰/۰۸	۴	۰/۳۲	۴	۰/۳۲	۳	۰/۲۴	۴	۰/۳۲	۴	۰/۳۲

عوامل داخلی		نقاط قوت	نقاط ضعف	استراتژی ۱	استراتژی ۲	استراتژی ۳	استراتژی ۴
نمره	کل نمره	نمره	کل نمره	نمره	کل نمره	نمره	کل نمره
۰/۰۷	۱	۰/۰۷	-	-	۳	۰/۲۱	۴
۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۳	۰/۲۱	۴	۰/۲۸	۳
۰/۰۴	۱	۰/۰۴	۴	۰/۱۶	۲	۰/۰۸	۳
۰/۰۷	۲	۰/۱۴	۱	۰/۰۷	۴	۰/۲۸	۲
۰/۰۶	۳	۰/۱۸	۱	۰/۰۶	۲	۰/۱۲	۴
۰/۰۵	۲	۰/۱۰	۲	۰/۱۰	۲	۰/۱۰	۲
۰/۰۵	۴	۰/۲۰	۳	۰/۱۵	۲	۰/۱۰	۴
۰/۰۵	۳	۰/۱۵	۱	۰/۰۵	-	-	۱
۱	-	۲/۰۶	-	۱/۸۵	-	۲/۲۲	-
جمع							

۲-۶-۲- ارزیابی

با جمع‌بندی ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی (عوامل خارجی - عوامل داخلی) نتایج به‌صورت جدول ۸ حاصل می‌شود. به‌عبارتی اولویت استراتژی‌های سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی براساس روش QSPM به قرار زیر است.

بر اساس ارزیابی میانگین نمرات استراتژی‌های موجود در ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی، استراتژی مدیریت منابع آبی در دسترس در حوضه‌های اطراف استان به‌عنوان بهترین استراتژی انتخاب شد و استراتژی‌های دیگر در اولویت‌های بعدی قرار گرفته که در جدول ۸ ملاحظه می‌شود. بنابراین سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی باید در فعالیت‌های تأمین و توزیع منابع آب استان، اولویت‌بندی استراتژی‌های مذکور طی دوره برنامه‌ریزی‌های آتی را موردتوجه قرار دهد. با توجه به این‌که مدل SWOT تنها، استراتژی‌های به‌دست‌آمده از تقابل عوامل

داخلی و خارجی را ارائه می‌کند، در این بررسی استراتژی‌های ترکیبی که از مجموع نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای سازمان به‌دست می‌آیند، نیز ارائه شده است.

۳- مدل SOAR^۷

این مدل جدید دربرگیرنده تعدادی از مراحل است که طی آن با ایجاد برخی تغییرات، چشم‌انداز کلی سیستم ارائه می‌شود. در این پژوهش اصلی‌ترین نقاط قوت و فرصت در جامعه از طریق افراد مشارکت‌کننده کشف و سپس از این افراد دعوت شده است تا خود آرمان‌ها و آرزوهایی را برگزینند که ترجیح می‌دهند در آینده به آن‌ها دست یابند. درنهایت با برنامه‌های تشویقی و بازنگرانه نتایج مطلوب انتخاب می‌شود (Stavros, 2003). در جدول ۹ ماتریس SOAR سازمان مورد مطالعه نشان داده شده است.

جدول ۸- اولویت‌بندی استراتژی‌ها

رتبه	استراتژی‌ها	نمره عوامل داخلی	نمره عوامل خارجی	میانگین نمرات کل
۱	استراتژی ۴: مدیریت منابع آبی در دسترس در حوضه‌های اطراف استان	۲/۹	۲/۳۳	۲/۶۱۵
۲	استراتژی ۱: افزودن محصولات و خدمات جدید ولی مرتبط با محصولات و خدمات کنونی	۲/۰۶	۲/۰۱	۲/۳۰۵
۳	استراتژی ۳: انتخاب شرکای اقتصادی به‌منظور مشارکت در بهره‌برداری و احداث	۲/۲۲	۲/۳۱	۲/۲۶۵
۴	استراتژی ۲: اقتصادی کردن پروژه‌های در دست واگذاری برای جذب سرمایه	۱/۸۵	۲/۴۴	۲/۱۴۵

جدول ۹- ماتریس SOAR سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی

قوت‌ها		فرصت‌ها
توانمندی‌ها	- توان مدیریتی، فنی و تخصصی در بخش آب؛ - مشاوران متخصص و حائز شرایط علمی و فنی در بخش آب؛ - زیرساخت‌های نرم‌افزاری، سخت‌افزاری، تأسیساتی و تجهیزاتی و اطلاعاتی؛ - توان مالی در تأمین زیرساخت‌ها و سخت‌افزار موردنیاز در توسعه منابع آب؛ - امکانات اداری و سازمانی در کلیه شهرهای استان؛ - توان جذب اعتبارات کلان در طرح‌های عمرانی؛ - نیروی انسانی کارآمد و باتجربه و آشنا به فنون روز.	- میزان بارندگی در استان و پتانسیل ایجادشده از آن در مقایسه با کل کشور؛ - توپوگرافی خاص استان در رابطه با وجود محل‌های مناسب مخازن سد در حوضه‌ها و قرار داشتن مبادی مصرف (اراضی و جمعیتی) در پایین‌دست آن‌ها؛ - توان تخصصی و اجرایی پیمانکاران منطقه؛ - شبکه‌های آبیاری مدرن، نیمه مدرن و سنتی در سطح استان؛ - تحت پوشش قرار گرفتن استان در قالب سه حوضه آبریز با مشخصات و ویژگی‌های متنوع و متفاوت؛ - دانشگاه‌های دارای رشته‌های مرتبط با بخش آب در استان؛ - هم‌جواری با کشورهای ترکیه، عراق، آذربایجان و ارمنستان؛ - رغبت کشاورزان برای مشارکت در اجرای پروژه‌های عمرانی.
آرمان‌ها		نتایج
توانمندی‌ها	- استان آذربایجان غربی به‌عنوان الگوی مدیریت منابع آب با حفظ کشاورزی منطقه و محیط‌زیست در سطح کشور؛ - استان آذربایجان غربی به‌عنوان برترین استان در بهره‌وری منابع آب و تأسیسات؛ - احیای محیط‌زیست و رسیدن به نقطه تعادل زیست‌محیطی با در نظر گرفتن توسعه اشتغال و سطح درآمد جمعیت استان.	- تحقق حداقل استانداردهای زیست‌محیطی بر اساس معیارهای جهانی (حفظ تالاب‌ها، احیای دریاچه ارومیه (رسیدن به سطح اکولوژیک))؛ - پایداری در حفظ سطح کشت در استان (رشد منفی نداشته باشد)؛ - رشد بهره‌وری منابع آب و تأسیسات به‌صورت مستمر سالانه و پیشگیری از بیابان‌زایی در طی یک دوره ۱۰ ساله (شروع سال ۱۳۹۵).

۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف این پژوهش بررسی و تدوین برنامه استراتژیک برای سازمان‌های آب منطقه‌ای بود. نتایج تحقیق نشان داد که سازمان مورد مطالعه در موقعیتی رقابتی قرار دارد که باید برای رسیدن به وضعیت رشد و تهاجمی از استراتژی‌های رقابتی بهره‌گیرد. دو روش ماتریس عوامل داخلی و خارجی و ماتریس ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژیک (SPACE) سازمان آب منطقه‌ای استان نشان‌دهنده موقعیت یکسان برای سازمان هستند. در این راستا استراتژی‌های قابل اتخاذ براساس میزان جذابیت هر استراتژی توسط ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی (QSPM) مشخص شده و ترتیب اولویت‌بندی این استراتژی‌ها و برنامه‌های اجرایی آن‌ها به‌صورت زیر تعیین شدند. همچنین برای تحقق آن‌ها، پیشنهادها، عملیاتی در راستای رسیدن به اهداف ارائه می‌شوند.

۱- استراتژی مدیریت منابع آبی در دسترس در حوضه‌های اطراف استان:

برنامه اجرایی: برگزاری جلسات با مدیران ذی‌ربط حوضه‌های آبی هم‌جوار به‌منظور تعیین حق‌السهم هر حوضه و بهره‌برداری کامل از حجم آب تعیین‌شده.

برنامه اجرایی: مطالعه و ساخت تأسیسات آبی و تجهیزات سنجش و اندازه‌گیری برای مدیریت منابع آب وارد شونده به حوضه‌های آبی استان با ملاحظه قوانین ملی و بین‌المللی و شرایط زیست‌محیطی.

۲- استراتژی افزودن محصولات و خدمات جدید ولی مرتبط با

محصولات و خدمات کنونی:

برنامه اجرایی: فروش اطلاعات به مراکز علمی و تحقیقاتی و مشاوران.

برنامه اجرایی: اجاره و واگذاری حریم رودخانه‌ها به شرکت‌های گردشگری و تفریحی.

۳- استراتژی انتخاب شرکای اقتصادی به‌منظور مشارکت در بهره‌برداری و احداث:

برنامه اجرایی: انتخاب مشاور ذی‌صلاح به‌منظور ارزیابی اقتصادی طرح‌های در حال مطالعه.

برنامه اجرایی: با تعیین سود متناسب با شرایط اقتصادی کشور و تضمین پرداخت آن اقدام به فروش اوراق سهام و یا جذب سرمایه برای مشارکت در ساخت تأسیسات و یا بهره‌برداری شود.

۴- استراتژی اقتصادی کردن پروژه‌های در دست واگذاری برای جذب سرمایه:

برنامه اجرایی: پیشنهاد اصلاح قانون مدیریت منابع آب به مبادی قانون‌گذار و اصلاح قیمت فروش آب به کشاورزان، صنعتگران و شرب و بهداشت.

برنامه اجرایی: می‌توان طرح‌های آماده بهره‌برداری را واگذار نموده و سرمایه لازم برای توسعه سایر طرح‌ها را از این منبع تأمین کرد.

۵- پی‌نوشت‌ها

- 1- External Factors Evaluation matrix
- 2- Internal Factors Evaluation
- 3- Strengths, Weaknesses, Opportunities, Treatment (SWOT)
- 4- Internal - External

- Stavros, J., Cooperrider, D., and Kelley, D.L., (2003), "Strategic inquiry appreciative intent: inspiration to SOAR, A new framework for strategic planning", *AI Practitioner*, 1(4), 10-17.
- Stavros, J.M., and Saint, D., (2010), "SOAR: Linking strategy and OD to sustainable performance", *Practicing Organization Development: A Guide for Leading Change*, 3, 377-394.
- Robbins, S.P., and DeCenzo, D.A., (2001), *Fundamentals of management: essential concepts and applications*, 3rd Edition, e-business updated ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.
- Yazdani, M., Larijani, A.L., Zarimohaleh, S.T., and Monavarian, A., (2012), "Developing optimized strategy by comprehensive framework of strategy; Case study in a construction inspection company", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 58, 73-83.

- 5- Strategic Position and Action Evaluation (SPACE) matrix
- 6- Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM)
- 7- Strengths, Opportunities, Aspirations, Results (SOAR)

۶- مراجع

- اگرایی، م.، (۱۳۸۲)، *برنامه‌ریزی استراتژیک* گمرک، تهران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
- اگرایی، م.، (۱۳۹۱)، *دست‌نامه برنامه‌ریزی استراتژیک*، تهران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
- پویا، ح. و رجالی، س.، (۱۳۹۴)، "تدوین و اجرای برنامه‌ریزی نوآورانه استراتژیک براساس ماتریس SPACE و کارت امتیازی متوازن BSC در اداره کل پست استان اصفهان مطالعه موردی"، *کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در مدیریت، اقتصاد و حسابداری*، استانبول، موسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ایلینا.
- خاوریان گرمسیر، ا.، استاورس، ژ. و علیان، م.، (۱۳۹۲)، "برنامه‌ریزی راهبردی توسعه گردشگری شهری با استفاده از مدل استراتژیک SOAR (نمونه موردی: شهر تفت)"، *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۱۷(۳)، ۱۲۷-۱۴۳.
- لمیر، ا.ر.، دهقان قهفرخی، ا. و لمیر، ا.م.، (۱۳۹۲)، "تدوین برنامه راهبردی اداره کل ورزش و جوانان استان رضوی در حوزه ورزش و تربیت بدنی"، *نشریه مدیریت ورزشی*، ۵(۴)، ۱۷۹-۱۹۸.
- موحدی، م.م.، ابویی مهریزی، م. و حسینی، ع.، (۱۳۹۱)، "استفاده از QSPM در تجزیه و تحلیل SWOT به‌عنوان ابزاری برای برنامه‌ریزی استراتژیک (مطالعه موردی: گروه خودرو سازی سایپا)"، *فصلنامه مدیریت*، ۹(۲۸)، ۱-۱۰.
- ولی‌زاده اوغانی، ا. و رحمانی، ک.، (۱۳۹۲)، "تدوین برنامه استراتژیک سازمان امور اقتصاد و دارایی استان آذربایجان شرقی (۱۳۹۱-۱۳۹۵)"، *دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، کارآفرینی و توسعه اقتصادی*، قم، دانشگاه پیام نور.
- Cooperrider, D.L., and Whitney, D., (2001), "A positive revolution in change: Appreciative inquiry", *Public Administration and Public Policy*, 87, 611-630.
- David, F.R., (1989), "How companies define their mission", *Long Range Planning*, 22(1), 90-97.
- David, F.R., (2011), *Strategic management: Concepts and cases*, Pearson/Prentice Hall.
- Harrison, J.S., and John, C.H.S., (2009), *Foundations in strategic management*, 5th Edition, Cengage Learning.
- Hill, C.W., Jones, G.R., and Schilling, M.A., (2014), *Strategic management: Theory and cases: An integrated approach*, Cengage Learning.
- Hunger, J.D., and Wheelen, T.L., (2003), *Essentials of strategic management*, (Vol. 9). NJ: Prentice Hall.
- Schwenk, C.R., (1995), "Strategic decision making", *Journal of Management*, 21(3), 471-493.

Research Paper

Ranking of Consumption Management Strategies in Drinking Water Distribution Networks by Using Multiple Attribute Decision Making

Abbas Jahangiri*

Young Researchers and Elite Club, Islamic Azad University, Khomein Branch, Khomein, Iran.

* Corresponding author, Email: jahangirieng@yahoo.com

Received: 03/12/2018

Revised: 22/05/2019

Accepted: 25/05/2019

مقاله پژوهشی

رتبه‌بندی راهبردهای مدیریت مصرف در شبکه‌های توزیع آب شرب با استفاده از تصمیم‌گیری چندشاخصه

عباس جهانگیری*

باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد خمین، دانشگاه آزاد اسلامی، خمین، ایران.

* نویسنده مسئول، ایمیل: jahangirieng@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۱۲

تاریخ اصلاح: ۱۳۹۸/۰۳/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۴

Abstract

Water consumption management strategies seek to reduce water consumption and establish a reasonable and sustainable balance between water supply and demand. The purpose of this paper was to rank the consumption management strategies in drinking water distribution networks by using Multiple Attribute Decision Making (MADM). To this end, four strategies and five attributes were considered to form the decision making matrix. The strategies were: 1) Cultural approach; 2) Using low-flow fixtures; 3) Increasing water tariffs; 4) Reducing permissible water consumption without income. Five attributes were: 1) Strategy implementation cost; 2) Time required for the implementation of the strategy; 3) Customer satisfaction from the strategy implementation; 4) Impact of strategy on consumption reduction; 5) Impact of strategy on unaccounted for water. These studies were conducted in Central Province Rural Water and Wastewater Company. In order to determine the score of each strategy from each index, group decision making was used and a questionnaire was distributed among 14 authorities of the Company. The average scores were incorporated into the decision matrix. Furthermore the weight of each attribute was determined using the Entropy method. In order to process the decision making matrix, WASPAS method was used and calculations were implemented in Excel 2010 spreadsheet. Finally, the strategies were ranked and the results showed that the best strategy to reduce drinking water consumption in the villages of this province is to use low-flow fixtures. Therefore, it is recommended that these fixtures be made available to the public in accordance with a comprehensive plan and also the necessary training in this regard be provided.

Keywords: Multiple Attribute Decision Making, Low-flow fixtures, Water consumption management, Weighted aggregated sum product assessment.

چکیده

راهبردهای مدیریت مصرف آب به مجموعه‌ای از راهبردها گفته می‌شود که با هدف کاهش مصرف و برقراری یک تعادل منطقی و پایدار بین عرضه و تقاضای آب طراحی و اجرا می‌شوند. هدف از این تحقیق رتبه‌بندی راهبردهای مدیریت مصرف در شبکه‌های توزیع آب شرب با استفاده از تصمیم‌گیری چند شاخصه بود. به این منظور برای تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، چهار راهبرد و پنج شاخص در نظر گرفته شد که راهبردها به ترتیب عبارتند از: (۱) فرهنگ‌سازی؛ (۲) استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف؛ (۳) افزایش آب‌بها؛ (۴) کاهش مصارف مجاز آب بدون درآمد و پنج شاخص به ترتیب شامل: (۱) هزینه اجرای راهبرد؛ (۲) مدت زمان لازم برای اجرای راهبرد؛ (۳) میزان رضایت مشترکین از اجرای راهبرد؛ (۴) میزان تأثیر اجرای راهبرد در کاهش مصرف؛ (۵) میزان تأثیر اجرای راهبرد در کاهش آب بدون درآمد. این مطالعات در شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی مورد بررسی قرار گرفت. به منظور مشخص نمودن امتیاز هر راهبرد از هر شاخص، از روش تصمیم‌گیری گروهی استفاده شد. پرسش‌نامه‌ای بین ۱۴ مسئول شرکت مذکور توزیع و میانگین امتیازات در ماتریس تصمیم‌گیری لحاظ شد. متن پرسش‌نامه در پیوست ارائه شده است. وزن هر شاخص نیز با استفاده از روش آنترپی تعیین شد. به منظور پردازش ماتریس تصمیم‌گیری از روش WASPAS استفاده شد. به کمک نرم‌افزار Excel 2010 محاسبات لازم صورت گرفت و نهایتاً راهبردها رتبه‌بندی شدند. نتایج نشان داد بهترین راهبرد برای کاهش مصرف آب شرب در روستاهای این استان، استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف است. لذا پیشنهاد می‌شود طبق برنامه‌ای جامع این قطعات در دسترس مردم قرار گرفته و آموزش‌های لازم در این خصوص ارائه شود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت مصرف آب، تصمیم‌گیری چند شاخصه، ارزیابی محصول جمع شده با وزن، تجهیزات کاهنده مصرف.

درآمد در جدول بالانسینگ انجام داده‌اند؛ صالح‌نیا و همکاران (۱۳۸۶)، فطرس و همکاران (۱۳۹۲)، (Haque et al., 2015) و Sahin et al. (2017) که همگی اثر قیمت آب بر مصرف آن را مورد بررسی قرار داده‌اند و یا احمدلو و کرمی (۱۳۹۴) که تاثیر فرهنگ‌سازی در جامعه بر اصلاح الگوی مصرف آب را مورد بررسی قرار داده‌اند اشاره کرد. اما همان‌طور که مشخص است در هر تحقیق تنها یک راهبرد مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است؛ بنابراین ضروری است تا با بهره‌گیری از یک رویکرد جامع و نظام‌مند، راهبردهای مختلفی که به‌منظور کاهش مصرف آب در شبکه‌های توزیع آب قابل به‌کارگیری هستند مورد بررسی و رتبه‌بندی قرار گیرند.

یکی از روش‌هایی که امروزه به‌منظور رتبه‌بندی و انتخاب بهترین گزینه (راهبرد) از میان چندین گزینه با درنظر گرفتن چندین معیار (شاخص) مورد استفاده قرار می‌گیرد مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است. تاکنون از این مدل‌ها استفاده‌های مختلفی در صنعت آب و فاضلاب انجام شده است از جمله: انتخاب بهترین لوله برای بازسازی شبکه‌های توزیع آب (Salehi et al., 2018)، سنجش کیفیت آب و شناسایی مکان‌های مستعد خطرهای زیست‌محیطی با درنظر گرفتن شاخص‌های مختلف کیفیتی (Mladenović-Ranisavljević et al., 2018)، شناسایی و اولویت‌بندی بخش‌های مختلف شبکه‌های توزیع آب و فاضلاب به‌منظور نوسازی آن‌ها (Tscheikner-Gratl et al., 2017)، انتخاب بهترین راهبرد به‌منظور جایگزین نمودن با تامین آب دوگانه (آب خام و تصفیه) (Cole et al., 2018).

از نظر علمی، مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه با مسائلی که از قبل، تعداد گزینه‌ها در آن تعیین شده باشد، مرتبط است و تصمیم‌گیرنده تعداد محدودی گزینه را انتخاب، اولویت‌بندی و رتبه‌بندی می‌کند. به‌طور کلی این روش به‌دنبال ارزیابی یک مجموعه از گزینه‌ها با توجه به مجموعه‌ای از معیارها است (جهانگیری و جهانگیری، ۱۳۹۶ الف). لازم‌به‌ذکر است این مدل‌ها را می‌توان به‌صورت گروهی نیز مورد استفاده قرار داد که در آن‌صورت باید گروهی از افراد در امر تصمیم‌گیری شرکت داده شوند (ضرغامی و احسانی، ۱۳۹۰). امروزه مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه بسیار مورد توجه و استفاده محققان در صنایع مختلفی از جمله آب و فاضلاب قرار گرفته‌اند (جهانگیری و همکاران، ۱۳۹۶). با این‌حال باید توجه داشت که بررسی سوابق مطالعاتی نشان می‌دهد که مطالعات بسیار اندکی در خصوص اولویت‌بندی راهبردهای مدیریت مصرف آب شرب صورت گرفته است.

بر این اساس، مطالعه حاضر با هدف رتبه‌بندی راهبردهای مدیریت مصرف آب در شبکه‌های توزیع آب با استفاده از تصمیم‌گیری گروهی چند شاخصه مطابق شکل ۱ صورت گرفته

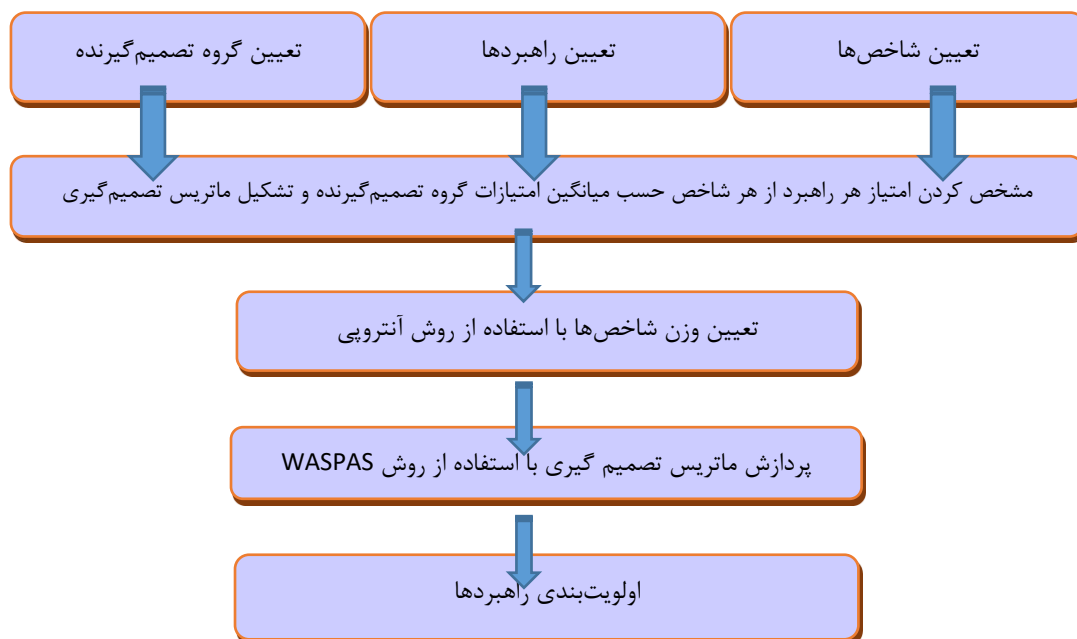
امروزه چهل درصد از جمعیت جهان با کمبود آب مواجه هستند بدون این‌که به مکان زندگی آن‌ها توجه شود (Calzadilla et al., 2011). از سویی دیگر، دسترسی به منابع آب شیرین از مسائل بسیار مهم در بیشتر کشورها از جمله منطقه خاورمیانه و کشور ایران است (عزتی فیض، ۱۳۹۴؛ Nazari et al., 2018). ایران به‌دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان در زمره کشورهای با محدودیت منابع آب قلمداد می‌شود و به‌همین دلیل نیز این ماده حیاتی، یکی از مهم‌ترین ارکان توسعه کشور است که توسعه سایر بخش‌ها در گروی بهره‌برداری پایدار از آن است (عزتی فیض، ۱۳۹۴).

با توجه به کاهش محسوس منابع آب تجدیدپذیر و محدودیت‌های موجود در توسعه منابع آب جدید در اکثر نقاط دنیا، تمرکز رویکردهای مدیریتی به‌میزان قابل‌توجهی از مدیریت عرضه به مدیریت تقاضا تغییر نموده است. مجموعه‌ای از راهبردها که با هدف کاهش مصرف آب و برقراری یک تعادل منطقی و پایدار بین عرضه و تقاضای آب طراحی و اجرا می‌شوند، راهبردهای مدیریت مصرف آب نامیده می‌شوند (انصاری و همکاران، ۱۳۹۶). در این راهبردها، تلاش بر این است که با استفاده از تجهیزات کاهنده مصرف، افزایش آگاهی مصرف کنندگان، به‌کارگیری ابزارهای قانونی و تعرفه‌ای و همچنین رویکردهای مدیریتی بهینه، آب را از یک کالای مصرفی به یک کالای ارزشی و اقتصادی تبدیل نمایند (تابش و همکاران، ۱۳۹۶؛ صالح‌نیا و انصاری، ۱۳۸۶). امروزه روش‌های مختلفی برای مدیریت مصرف آب مورد استفاده قرار می‌گیرد که مهم‌ترین روش‌ها عبارتند از: مدیریت و کاهش مصارف مجاز آب بدون درآمد، استفاده از لوازم و شیرآلات کاهنده مصرف، فرهنگ‌سازی مصرف کنندگان (از طریق اجرای برنامه‌های آموزشی و تبلیغاتی) و افزایش آب‌پها. بدیهی است هریک از روش‌های فوق در صورتی که بسترسازی مناسبی انجام شده باشد، می‌تواند تا حدودی در کاهش مصرف مؤثر باشد. اما هزینه‌ها، زمان اجرا، میزان اثرگذاری و فرآیند تأثیر هر یک متفاوت خواهد بود (تابش و همکاران، ۱۳۹۶).

گرچه تحقیقات داخلی و خارجی متعددی در خصوص ارائه راهکارهایی به‌منظور مدیریت مصرف آب صورت گرفته شده است که به‌عنوان مثال می‌توان به تحقیقات زیر اشاره کرد: ملکی‌نسب و همکاران (۱۳۸۶)، طالع‌زاده و همکاران (۱۳۹۳)، Nazer et al. (2010) و Price et al. (2014) که همگی آنان به ارزیابی صرفه‌جویی در مصرف آب خانگی به‌واسطه استفاده از قطعات کاهنده مصرف پرداخته‌اند؛ شمسایی و همکاران (۱۳۹۰) که تحلیلی بر مدیریت مصرف آب با کنترل پارامتر مصرف مجاز بدون

است. منطقه مطالعاتی این پژوهش شبکه توزیع آب شرب روستایی استان مرکزی است. در این مطالعات برای تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری چهار راهبرد و پنج شاخص در نظر گرفته شد و به منظور مشخص کردن

امتیاز هر راهبرد از هر شاخص، از تصمیم‌گیری گروهی استفاده شد. نتایج نشان داد بهترین راهبرد برای کاهش مصرف آب شرب در روستاهای این استان استفاده از ابزار آلات کاهنده مصرف است.



شکل ۱- مدل مفهومی اولویت‌بندی راهبردهای مدیریت مصرف آب

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق منطقه مورد مطالعه استان مرکزی است. مساحت این استان چیزی حدود ۲۹،۱۲۷ کیلومتر مربع و دارای ۱،۴۲۹،۴۷۵ نفر جمعیت است که ۳۲۹،۶۹۰ نفر از آنان جمعیت روستایی هستند. شرکت آب و فاضلاب روستایی این استان تا پایان سال ۱۳۹۶ تعداد ۸۲۴ روستا با جمعیتی معادل ۲۹۰،۲۵۴ نفر را تحت پوشش قرار داده است (درگاه ملی آمار، ۱۳۹۵؛ همشهری آنلاین، ۱۳۹۶؛ شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی، ۱۳۹۶).

۲-۲- ماتریس تصمیم‌گیری

به منظور اولویت‌بندی راهبردها، در ابتدا لازم است که ماتریس تصمیم‌گیری تشکیل شود، لذا در گام اول راهبردها و شاخص‌های مورد نظر مشخص شدند. لازم به ذکر است راهبردها و شاخص‌های در نظر گرفته شده در این تحقیق، طی تحقیقات پیشین (تابش و همکاران، ۱۳۹۶) به صورت گروهی تعیین شده بودند که شاخص‌ها به ترتیب عبارت بودند از: (۱) هزینه اجرای راهبرد؛ (۲) مدت زمان لازم برای اجرای راهبرد؛ (۳) میزان رضایت مشترکین از اجرای راهبرد؛ (۴) میزان تأثیر اجرای راهبرد در کاهش مصرف

و (۵) میزان تأثیر اجرای راهبرد در کاهش آب بدون درآمد. راهبردها هم عبارت بودند از: (۱) فرهنگ‌سازی؛ (۲) استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف؛ (۳) افزایش آب‌بها؛ (۴) کاهش مصارف مجاز آب بدون درآمد. در گام دوم به منظور مشخص کردن امتیاز هر راهبرد از هر شاخص، از تصمیم‌گیری گروهی استفاده شد. بدین منظور پرسشنامه‌ای بین ۱۲ مدیر آب و فاضلاب روستایی شهرستان‌های استان مرکزی و ۲ مسئول در ستاد استان (جمعاً ۱۴ پرسشنامه) توزیع و طی سؤالاتی امتیازهایی بین ۱ تا ۵ به هر راهبرد از حیث هر شاخص توسط آنان داده شد. در نهایت میانگین امتیازات این ۱۴ نفر محاسبه و در ماتریس تصمیم‌گیری لحاظ شد و بدین صورت ماتریس مذکور تشکیل شد.

بدیهی است که در فرآیند اولویت‌بندی و تصمیم‌گیری، ممکن است تمامی شاخص‌ها به یک اندازه حائز اهمیت نباشند، بنابراین پس از تشکیل شدن ماتریس تصمیم‌گیری، وزن هر کدام از شاخص‌ها با استفاده از روش آنتروپی مطابق روابط (۱) تا (۴) تعیین شد. در ابتدا P_{ij} با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد. سپس E_j با استفاده از رابطه (۲) مشخص شد. پس از آن مقادیر d_j با استفاده از رابطه (۳) محاسبه و در نهایت وزن هر شاخص (W_j) با استفاده از رابطه (۴) تعیین شد.

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} ; \forall i, j \quad (1)$$

که P_{ij} : ماتریس تصمیم نرمال شده، x_{ij} : امتیاز گزینه i از شاخص j (همان میانگین امتیازات داده شده توسط اعضای گروه) و m : تعداد راهبردها هستند.

$$E_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m [P_{ij} \cdot \ln P_{ij}] ; \forall j \quad (2)$$

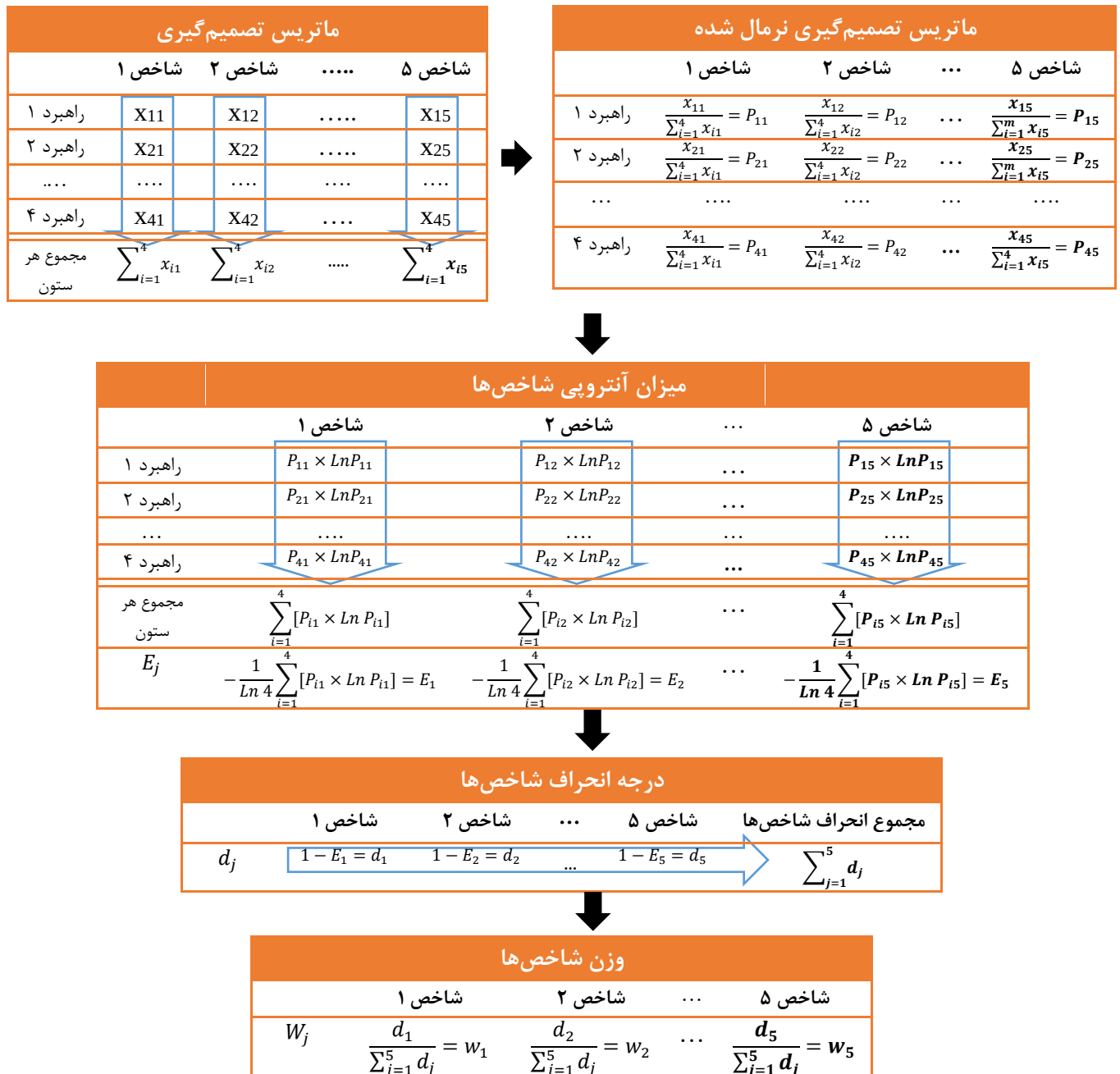
که E_j : میزان آنتروپی شاخص j است.

$$d_j = 1 - E_j \quad (3)$$

که d_j : درجه انحراف شاخص j است.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (4)$$

که W_j : وزن شاخص j است (جهانگیری، ۱۳۹۷). بدیهی است وزن محاسبه شده برای هر شاخص بین صفر تا یک (۰ تا ۱۰۰ درصد) به دست خواهد آمد. این مراحل به طور خلاصه در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- مراحل محاسبه وزن شاخص‌ها

ماتریس تصمیم‌گیری چند شاخصه پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، کافی است با به‌کارگیری یکی از روش‌های موجود، (جهانگیری، ۱۳۹۷). روش‌های مختلفی بدین‌منظور ارائه شده که یکی از

در مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، کافی است با به‌کارگیری یکی از روش‌های موجود،

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} w_j \quad (7)$$

که $Q_i^{(1)}$: مجموع وزنی راهبرد i است.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (8)$$

که $Q_i^{(2)}$: محصول وزنی راهبرد i است.

$$Q_i = 0.5 \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} w_j + 0.5 \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (9)$$

که Q_i : نمره نهایی هر راهبرد و در واقع میانگین مجموع وزنی و محصول وزنی راهبرد i است.

مراحل پردازش ماتریس تصمیم‌گیری به‌طور خلاصه در شکل ۳ نشان داده شده است. بدیهی است هر راهبرد که مقدار Q بیشتری کسب کند دارای امتیاز و اولویت بالاتری خواهد بود (جهانگیری و جهانگیری، ۱۳۹۶). در نهایت راهبردها حسب نمرات به‌دست آمده از بیشترین نمره تا کمترین نمره رتبه بندی شدند. لازم به ذکر است تمامی روابط با استفاده از نرم افزار Excel 2010 مورد محاسبه قرار گرفتند.

۳- نتایج و بحث

جدول ۱ ماتریس تصمیم‌گیری مسئله مربوطه را که براساس میانگین امتیازاتی که حسب نظرات مدیران و کارشناسان شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی به‌دست آمده است نشان می‌دهد.

با استفاده از روابط (۱) تا (۴) وزن هر شاخص برحسب درصد محاسبه شد که شکل ۴ مقدار عددی آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدیدترین آن‌ها روش ارزیابی محصول جمع شده با وزن (WASPAS)^۱ است که اولین بار توسط Zavadskas et al. (2012) معرفی شده است. این روش، ترکیبی از دو مدل WSM (مجموع وزنی) و WPM (محصول وزنی) است که از ویژگی‌ها و مزایای مهم استفاده از آن، دقت بیشتر در مقایسه با روش‌های مستقل است، به‌گونه‌ای که دقت آن تا ۱/۳ برابر در مقایسه با روش مجموع وزنی و ۱/۶ برابر در مقایسه با روش محصول وزنی نیز می‌رسد. علاوه بر این، سادگی محاسبات مربوط به آن از مزایای دیگر این روش محسوب می‌شود. لذا در این تحقیق با به‌کارگیری روش مذکور به‌دلیل سادگی محاسبات و دقت بالایی که دارد و با انجام مراحل زیر ماتریس مسئله مورد پردازش قرار گرفت. این مراحل عبارتند از: ۱- نرمال‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری با استفاده از روش خطی به‌وسیله رابطه (۵)، در صورتی که شاخص موردنظر از جنس سود باشد (یعنی هرچه امتیاز شاخص بیشتر باشد بهتر خواهد بود) و استفاده از رابطه (۶) در صورتی که شاخص موردنظر از جنس هزینه باشد (یعنی هرچه امتیاز شاخص کمتر باشد بهتر خواهد بود). لازم به ذکر است شاخص‌های اول و دوم؛ یعنی هزینه و زمان اجرای راهبرد از جنس هزینه و بقیه شاخص‌ها از جنس سود هستند. ۲- محاسبه مقدار $Q_i^{(1)}$ با استفاده از رابطه (۷) ۳- محاسبه مقدار $Q_i^{(2)}$ با استفاده از رابطه (۸) ۴- محاسبه Q_i با استفاده از رابطه (۹).

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (5)$$

که $\bar{x}_{ij}$: نرمال شده مقدار x_{ij} و $\max_i x_{ij}$: بیشترین مقدار x_{ij} در شاخص j (شاخص‌های از جنس سود) هستند.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (6)$$

که $\min_i x_{ij}$: کمترین مقدار x_{ij} در شاخص j (شاخص‌های از جنس هزینه) است.

جدول ۱- ماتریس تصمیم‌گیری مربوط به راهبردهای مدیریت مصرف آب شرب روستایی استان مرکزی

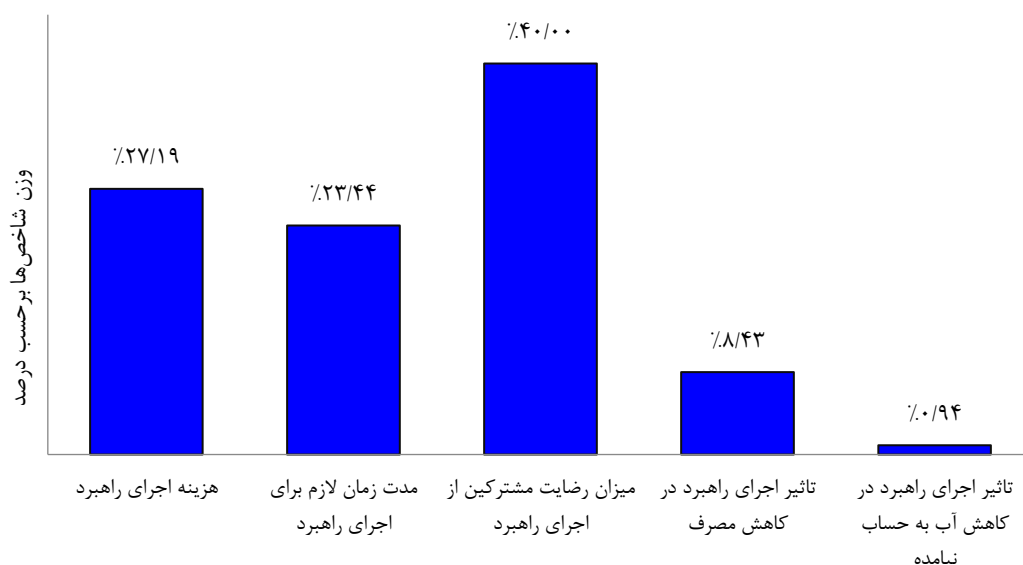
شاخصها	هزینه اجرای راهبرد	مدت زمان لازم برای اجرای راهبرد	میزان رضایت مشتریان از اجرای راهبرد	تأثیر اجرای راهبرد در کاهش مصرف	تأثیر اجرای راهبرد در کاهش آب بدون درآمد
راهبردها	۳/۷۱	۳/۷۱	۳/۶۴	۳/۵۴	۳/۵۰
فرهنگ‌سازی	۳/۰۰	۳/۰۷	۳/۱۴	۳/۳۶	۳/۴۳
استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف	۳/۴۳	۳/۰۰	۲/۷۱	۳/۲۱	۳/۳۶
افزایش آب‌بها	۳/۰۰	۳/۱۸	۲/۹۱	۳/۰۹	۳/۳۶
کاهش مصارف مجاز آب بدون درآمد					

تعیین بیشترین مقدار شاخص‌های از جنس سود و کمترین مقدار شاخص‌های از جنس هزینه					
	شاخص ۱	شاخص ۲	شاخص ۳	شاخص ۴	شاخص ۵
وزن شاخص‌ها	W1	W2	W3	W4	W5
راهبرد ۱	x11	x12	x13	x14	x15
راهبرد ۲	x21	x22	x23	x24	x25
راهبرد ۳	x31	x32	x33	x34	x35
راهبرد ۴	x41	x42	x43	x44	x45
بیشترین/کمترین مقدار	$Min_i x_{i1}$	$Min_i x_{i2}$	$Max_i x_{i3}$	$Max_i x_{i4}$	$Max_i x_{i5}$

نرمالسازی ماتریس تصمیم					
	شاخص ۱	شاخص ۲	شاخص ۳	شاخص ۴	شاخص ۵
وزن شاخص‌ها	W1	W2	W3	W4	W5
راهبرد ۱	$\bar{x}_{11} = \frac{Min_i x_{i1}}{x_{11}}$	$\bar{x}_{12} = \frac{Min_i x_{i2}}{x_{12}}$	$\bar{x}_{13} = \frac{x_{13}}{Max_i x_{i3}}$	$\bar{x}_{14} = \frac{x_{14}}{Max_i x_{i4}}$	$\bar{x}_{15} = \frac{x_{15}}{Max_i x_{i5}}$
راهبرد ۲	$\bar{x}_{21} = \frac{Min_i x_{i1}}{x_{21}}$	$\bar{x}_{22} = \frac{Min_i x_{i2}}{x_{22}}$	$\bar{x}_{23} = \frac{x_{23}}{Max_i x_{i3}}$	$\bar{x}_{24} = \frac{x_{24}}{Max_i x_{i4}}$	$\bar{x}_{25} = \frac{x_{25}}{Max_i x_{i5}}$
راهبرد ۳	$\bar{x}_{31} = \frac{Min_i x_{i1}}{x_{31}}$	$\bar{x}_{32} = \frac{Min_i x_{i2}}{x_{32}}$	$\bar{x}_{33} = \frac{x_{33}}{Max_i x_{i3}}$	$\bar{x}_{34} = \frac{x_{34}}{Max_i x_{i4}}$	$\bar{x}_{35} = \frac{x_{35}}{Max_i x_{i5}}$
راهبرد ۴	$\bar{x}_{41} = \frac{Min_i x_{i1}}{x_{41}}$	$\bar{x}_{42} = \frac{Min_i x_{i2}}{x_{42}}$	$\bar{x}_{43} = \frac{x_{43}}{Max_i x_{i3}}$	$\bar{x}_{44} = \frac{x_{44}}{Max_i x_{i4}}$	$\bar{x}_{45} = \frac{x_{45}}{Max_i x_{i5}}$

محاسبه مجموع وزنی، محصول وزنی و نمره نهایی هر راهبرد			
	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	Q_i
راهبرد ۱	$Q_1^{(1)} = \sum_{j=1}^5 \bar{x}_{1j} W_j$	$Q_1^{(2)} = \prod_{j=1}^5 (\bar{x}_{1j})^{W_j}$	$Q_1 = \frac{Q_1^{(1)} + Q_1^{(2)}}{2}$
راهبرد ۲	$Q_2^{(1)} = \sum_{j=1}^5 \bar{x}_{2j} W_j$	$Q_2^{(2)} = \prod_{j=1}^5 (\bar{x}_{2j})^{W_j}$	$Q_2 = \frac{Q_2^{(1)} + Q_2^{(2)}}{2}$
راهبرد ۳	$Q_3^{(1)} = \sum_{j=1}^5 \bar{x}_{3j} W_j$	$Q_3^{(2)} = \prod_{j=1}^5 (\bar{x}_{3j})^{W_j}$	$Q_3 = \frac{Q_3^{(1)} + Q_3^{(2)}}{2}$
راهبرد ۴	$Q_4^{(1)} = \sum_{j=1}^5 \bar{x}_{4j} W_j$	$Q_4^{(2)} = \prod_{j=1}^5 (\bar{x}_{4j})^{W_j}$	$Q_4 = \frac{Q_4^{(1)} + Q_4^{(2)}}{2}$

شکل ۳- مراحل پردازش ماتریس تصمیم‌گیری به منظور تعیین امتیاز کلی هر راهبرد



شکل ۴- مقدار عددی وزن‌های محاسبه شده برای هر شاخص برحسب درصد

چنانچه در شکل ۴ مشخص است وزن شاخص‌ها با یکدیگر متفاوت هستند به گونه‌ای که بیشترین وزن مربوط به شاخص سوم، یعنی میزان رضایت مشترکین از اجرای راهبرد با مقدار عددی ۰/۴۰ و کمترین وزن مربوط به شاخص پنجم، یعنی تأثیر اجرای راهبرد در کاهش آب بدون درآمد با مقدار عددی ۰/۹۴ است. بنابراین مشخص است که از نظر مدیران و کارشناسان شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی رضایت مشترکین از طرح‌ها و راهبردهای جدید مدیریت مصرف آب از اهمیت بالایی برخوردار است. امروزه نیز موضوع رضایت مشتری یکی از ارکان اساسی در سازمان‌ها محسوب می‌شود به گونه‌ای که

جدول ۲- نمرات مجموع وزنی، محصول وزنی، امتیاز کلی و رتبه نهایی هر راهبرد

رتبه نهایی	Q_i	$Q_i^{(2)}$	$Q_i^{(1)}$	نمرات راهبردها
دوم	۰/۹۰۱	۰/۸۹۸	۰/۹۰۳	فرهنگ‌سازی
اول	۰/۹۳۴	۰/۹۳۳	۰/۹۳۵	استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف
چهارم	۰/۸۵۳	۰/۸۵۰	۰/۸۵۵	افزایش آب‌بها
سوم	۰/۸۹۳	۰/۸۹۱	۰/۸۹۵	کاهش مصارف مجاز آب بدون درآمد

رضایت مشترکین از اجرای راهبرد، میزان تأثیر اجرای راهبرد در کاهش مصرف و میزان تأثیر اجرای راهبرد در کاهش آب بدون درآمد در شبکه‌های توزیع آب شرب روستاهای استان مرکزی با مشارکت دادن گروهی از مسئولین شرکت آب و فاضلاب روستایی این استان و کمک گرفتن از نظرات آن‌ها رتبه‌بندی شدند. در نهایت تحلیل داده‌ها نشان داد استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف بهترین راهبرد به منظور مدیریت مصرف آب در روستاهای این استان است. لذا پیشنهاد می‌شود طبق برنامه‌ای جامع، قطعات کاهنده مصرف آب در دسترس مردم قرار گرفته و آموزش‌های لازم در این خصوص ارائه شود.

۴- پی‌نوشت‌ها

1- Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS)

۵- مراجع

احمدلو، ا. و کرمی، آ.، (۱۳۹۴)، "بررسی تأثیر فرهنگ‌سازی در جامعه بر اصلاح الگوی مصرف آب"، دومین همایش ملی آب، انسان و زمین، شرکت توسعه سازان گردشگری اصفهان.
انصاری، ح.، بوستانی، آ.، طباطبایی، ع. و فروزش، م.، (۱۳۹۶)، "بررسی مدیریت مصرف و برآورد میزان تقاضای آب شرب شهری مشهد در آفاق ۱۴۲۰"، آب و توسعه پایدار، ۴(۱)، ۱۲۵-۱۳۲.

چنانچه در جدول ۲ مشخص است راهبرد دوم، یعنی استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف رتبه اول، راهبرد اول، یعنی فرهنگ‌سازی رتبه دوم، راهبرد چهارم، یعنی کاهش مصارف مجاز آب بدون درآمد، رتبه سوم و نهایتاً راهبرد سوم، یعنی افزایش آب‌بها، رتبه چهارم را به منظور مدیریت مصرف آب در شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی کسب نموده‌اند.

۴- نتیجه گیری

یکی از اصلی‌ترین مشکلات شرکت‌های آب و فاضلاب تأمین آب شرب با شاخص‌های قابل قبول کمی و کیفی در شرایطی است که بخش عمده‌ای از کشور ایران تحت شرایط بحرانی آب قرار دارد و بالا بودن سرانه مصرف موجب می‌شود تعادل تقاضا و آب در دسترس از بین برود. در این شرایط باید مدیریت مصرف را در دستور کار قرار داد. لذا سیاست‌ها و راهبردهای مدیریت مصرف آب همواره می‌تواند به عنوان یک ابزار مدرن و دقیق در جهت تأمین اهداف شرکت‌های آب و فاضلاب مورد استفاده قرار گیرد. هدف این راهبردها کاهش مصرف آب و برقراری یک تعادل منطقی و پایدار بین عرضه و تقاضای این ماده حیاتی است.

در این تحقیق با استفاده از یک مدل نوین تصمیم‌گیری چند شاخصه به نام WASPAS چهار راهبرد مدیریت مصرف آب شامل: فرهنگ‌سازی، استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف، افزایش آب‌بها و کاهش مصارف مجاز آب بدون درآمد با در نظرگیری شاخص‌های هزینه اجرای راهبرد، مدت زمان لازم برای اجرای راهبرد، میزان

attribute decision-making model for rehabilitation of water distribution systems", *Structure and Infrastructure Engineering*, 14(6), 743-765.

Tscheikner-Gratl, F., Egger, P., Rauch, W., and Kleidorfer, M., (2017), "Comparison of multi-criteria decision support methods for integrated rehabilitation prioritization", *Water*, 9(2), 68.

Zavadskas, E.K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., and Zakarevicius, A., (2012), "Optimization of weighted aggregated sum product assessment", *Electronics and Electrical Engineering*, 122(6), 3-6.

Management, 24, 4445-4467.

Price, J. I., Cermak, J.M., and Felardo, J., (2014), "Low-flow appliances and household water demand: An evaluation of demand-side management policy in Albuquerque, New Mexico", *Journal of Environmental Management*, 133, 37-44.

Sahin, O., Bertone, E., and Beal, C.D., (2017), "A systems approach for assessing water conservation potential through demand-based water tariffs", *Journal of Cleaner Production*, 148, 773-784.

Salehi, S., Jalili Ghazizadeh, M.R., and Tabesh, M., (2018), "A comprehensive criteria-based multi-

پیوست: نمونه‌ای از پرسشنامه

مسئول محترم شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی
با سلام و احترام؛

خواهشمند است پرسشنامه زیر را که در ارتباط با انتخاب بهترین راهبرد مدیریت مصرف آب است را با نهایت دقت تکمیل فرمائید.

نام و نام خانوادگی (در صورت تمایل): سمت:

سن: سابقه: تحصیلات:

امتیاز					ردیف	سوال
خیلی زیاد ۵	زیاد ۴	متوسط ۳	کم ۲	خیلی کم ۱		
					۱	به نظر شما فرهنگ‌سازی در مدیریت مصرف آب چهقدر مستلزم صرف هزینه در شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی است؟
					۲	به نظر شما فرهنگ‌سازی در زمینه مدیریت مصرف آب در شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی چهقدر مستلزم صرف زمان است؟
					۳	به نظر شما فرهنگ‌سازی در مدیریت مصرف آب چهقدر موجب رضایت مشترکین شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی می‌شود؟
					۴	به نظر شما فرهنگ‌سازی در مدیریت مصرف آب چهقدر در کاهش مصرف آب مشترکین شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی تاثیرگذار است؟
					۵	به نظر شما فرهنگ‌سازی در مدیریت مصرف آب چهقدر در کاهش میزان آب بدون درآمد شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی موثر است؟
					۶	به نظر شما استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف آب چهقدر مستلزم صرف هزینه در شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی است؟
					۷	به نظر شما استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف آب در شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی چهقدر مستلزم صرف زمان است؟
					۸	به نظر شما استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف آب چهقدر موجب رضایت مشترکین شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی می‌شود؟
					۹	به نظر شما استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف آب چهقدر در کاهش مصرف آب مشترکین شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی تاثیرگذار است؟
					۱۰	به نظر شما استفاده از ابزارآلات کاهنده مصرف آب چهقدر در کاهش میزان آب بدون درآمد شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی موثر است؟
					۱۱	به نظر شما افزایش آبهای مشترکین آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی چهقدر مستلزم صرف هزینه برای شرکت است؟
					۱۲	به نظر شما افزایش آبهای در شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی چهقدر مستلزم صرف زمان است؟
					۱۳	به نظر شما افزایش آبهای چهقدر موجب رضایت مشترکین شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی می‌شود؟

					به نظر شما افزایش آب بها چه قدر در کاهش مصرف آب مشترکین شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی تاثیرگذار است؟	۱۴
					به نظر شما افزایش آب بها چه قدر در کاهش میزان آب به حساب نیامده ی شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی موثر است؟	۱۵
					به نظر شما کاهش مصارف مجاز بدون درآمد آب چه قدر مستلزم صرف هزینه در شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی است؟	۱۶
					به نظر شما کاهش مصارف مجاز بدون درآمد آب در شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی چه قدر مستلزم صرف زمان است؟	۱۷
					به نظر شما کاهش مصارف مجاز بدون درآمد آب چه قدر موجب رضایت مشترکین شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی می شود؟	۱۸
					به نظر شما کاهش مصارف مجاز بدون درآمد آب چه قدر در کاهش مصرف آب مشترکین شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی تاثیرگذار است؟	۱۹
					به نظر شما کاهش مصارف مجاز بدون درآمد آب چه قدر بر میزان آب بدون درآمد شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی تاثیرگذار است؟	۲۰

خواهشمند است هرگونه توضیحات لازم را در صورت تمایل در این قسمت درج نمایید.

Technical Paper

Interpreting the Spent Cost for Water Supply and Transmission Projects in Semnan Province

Mohammad Arabpanahan^{1*} and Iraj Heidarian²

1- Ph.D Candidate of Earthquake Engineering,
School of Civil Engineering, College of
Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.

2. Iraj Heidarian, Ph.D. of Water Resources,
Managing Director and CBOD of Regional Water
Company of Semnan, Semnan, Iran.

* Corresponding author, Email:
arabpanahan@ut.ac.ir

Received: 21/11/2018

Revised: 03/06/2019

Accepted: 08/06/2019

Abstract

Significant shortage of water resources capacities, especially in central Iran's desert basins, necessitates construction and implementation of water supply and transmission facilities. Costs of such projects have effects on water pricing and consumption management. For water, with final consumption nature, achieving real price based on demands is important in encouraging the private sector contribution and improvement of drinking water consumption pattern. Current study, based on documented database, calculates spent cost for accomplishing such above-mentioned projects in Semnan province, Iran. Results showed that for water supply and transmission projects, there was a significant difference between spent cost and common established tariff. Actually, it was confirmed that currently, water is not considered as an economic good with meaningful concept of benefit or loss. According to the current pricing system, improvements in consumption management could not be expected, especially in drinking water uses.

Keywords: Earth dam, Spent cost, Tariff, Water supply, Water transmission line.

مقاله کاربردی

تفسیری بر هزینه‌های تمام شده طرح‌های تأمین و انتقال آب استان سمنان

محمد عرب‌پناهان^{۱*} و ایرج حیدریان^۲

۱- دانشجوی دکتری مهندسی عمران-مهندسی زلزله، دانشکده
مهندسی عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران،
تهران، ایران.

۲- دکتری مهندسی عمران-مهندسی آب، مدیرعامل و رئیس
هیئت مدیره شرکت آب منطقه‌ای سمنان، ایران.

* نویسنده مسئول، ایمیل: arabpanahan@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۳۰

تاریخ اصلاح: ۱۳۹۸/۰۳/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۸

چکیده

کاهش ظرفیت منابع آبی کشور خصوصاً در حوضه آبریز کویر مرکزی، اجرای طرح‌های تأمین و انتقال منابع آب را ضروری نموده است. آگاهی از هزینه تمام شده این طرح‌ها می‌تواند بر نظام تعرفه‌گذاری و سیاست‌های مدیریت مصرف آب موثر باشد. برای کالای آب شرب که جنبه مصرف نهائی دارد، کشف قیمت واقعی بر مبنای تقاضا، در تشویق بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری و اصلاح الگوی مصرف آب شرب اهمیت دارد. در این تحقیق بر مبنای اطلاعات مستند، هزینه تمام شده برای طرح‌های مزبور در محدوده استان سمنان محاسبه شده است. نتایج بررسی نشان می‌دهد برای پروژه‌های تأمین و انتقال آب، اختلاف قابل توجهی بین قیمت تمام شده و تعرفه وضع شده وجود داشته و به آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی (که بحث سود و زیان آن مطرح باشد) نگرسته نمی‌شود. علاوه بر این، با نظام قیمت‌گذاری موجود، نمی‌توان انتظار بهبود مدیریت مصرف آب (به‌خصوص در بخش شرب) را داشت.

کلمات کلیدی: خط انتقال آب، سد خاکی، هزینه تمام شده،
تعرفه، تأمین و انتقال آب.

آب را هم به دنبال دارد. در نهایت آن‌ها با مقایسه سناریوهای چندگانه، یک سیستم قیمت‌گذاری بهینه را برای آب پیشنهاد دادند.

در استان پهناوری هم‌چون سمنان با اقلیم غالب گرم و خشک، تأمین و انتقال آب شرب با چالش‌ها و مشکلاتی همانند کمبود منابع مالی برای اجراء شرایط سخت محیطی و فیزیکی اجرای کار، وجود برخی ناهنجاری‌ها و معارضت‌های اجتماعی و چالش‌های زیست‌محیطی روبرو است. نظر به همین مسئله، آگاهی از هزینه‌های تمام شده طرح‌های تأمین و انتقال آب شرب و مقایسه آن با تعرفه فروش آب می‌تواند درک مناسبی از اهمیت پروژه‌های انتقال آب به دست دهد. بدون تردید، به‌عنوان دستاوردی از تحلیل مالی ارائه شده نیز می‌توان به‌روشنی فهمید که قیمت فروش آب شرب به‌هیچ‌عنوان واقعی نیست. علاوه‌بر این، با توجه به لزوم اصلاح الگوی مصرف آب در بخش‌های مختلف همانند شرب و کشاورزی، اطلاع از هزینه تمام شده هر پروژه و مقایسه آن با قیمت فروش آب، می‌تواند انگیزه و تحرک مناسبی برای مدیریت مصرف باشد.

۲- معرفی طرح‌های تأمین و انتقال منابع آب در استان سمنان

با توجه به ضرورت تأمین و انتقال آب برای استفاده‌های شرب، کشاورزی و صنعت، پروژه‌های متنوعی در سطح استان سمنان در فازهای مطالعاتی، اجرا و بهره‌برداری در جریان هستند. در این تحقیق، به‌منظور برآورد هزینه تمام شده تأمین و انتقال، طرح‌هایی که در مرحله بهره‌برداری و یا اجرا هستند، در نظر گرفته شده‌اند. این پروژه‌ها به شرح زیر معرفی می‌شوند:

- ۱- احداث سد مخزنی تنظیمی نمرو؛
- ۲- سامانه انتقال آب از سیمین‌دشت به گرمسار (تأمین مالی به روش BOT)؛
- ۳- سامانه انتقال آب از گرمسار به ایوانکی؛
- ۴- سامانه انتقال آب از چشمه روزیه به شهر سمنان؛
- ۵- احداث سد مخزنی دامغان؛
- ۶- سامانه انتقال آب از سد دامغان به شهر دامغان؛
- ۷- احداث سد مخزنی کالپوش؛
- ۸- سامانه انتقال آب از سد کالپوش به شهر شاهرود.

شایان ذکر است که سد نمرو و بخشی از سامانه انتقال آب سیمین‌دشت به گرمسار در استان تهران واقع شده‌اند، اما به‌دلیل آن‌که کل یا بخشی از آب تأمین شده این پروژه‌ها به استان سمنان منتقل می‌شود، بنابراین در ارزیابی حاضر، منظور شده‌اند. جدول ۱ نشان‌دهنده مشخصات کلی پروژه‌ها است. شکل ۱ و شکل ۲ به‌طور شماتیک موقعیت تعدادی از پروژه‌های یاد شده را در استان سمنان نمایش می‌دهد.

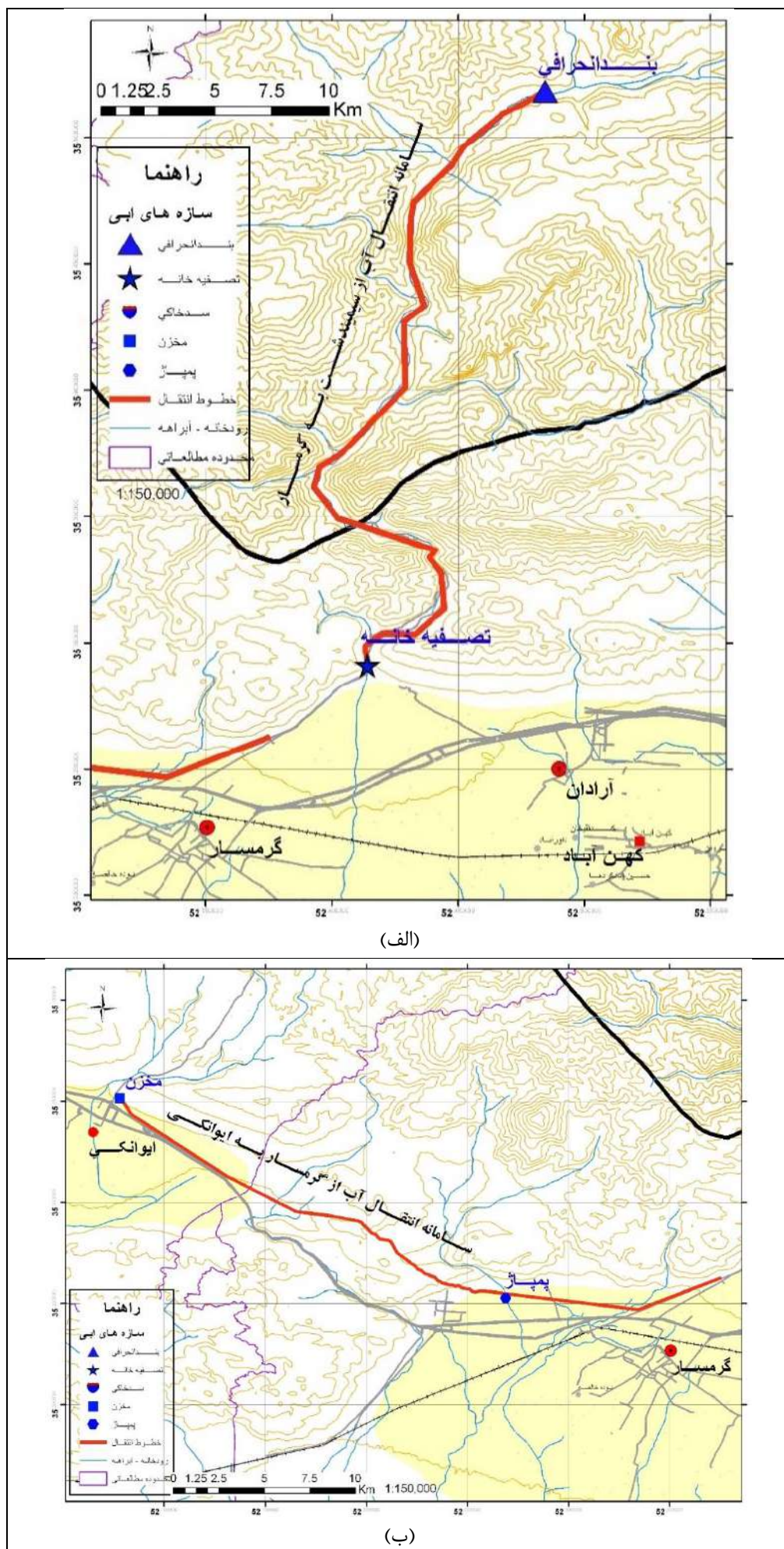
بحران کمبود آب شرب در بسیاری از نقاط کشور جدی است و می‌تواند منجر به تنش‌های آبی و معضلات اجتماعی شود. از همین‌رو، لزوم پیاده‌سازی طرح‌های تأمین و انتقال منابع آب برای رفع بخشی از نیازهای آبی حس می‌شود. درک مناسب از هزینه تمام شده تأمین و انتقال آب همواره به‌عنوان یک عامل مهم در تعرفه‌گذاری و تهیه سیاست‌های کنترل مصرف آب مفید باشد. در ادامه به برخی از تحقیقات صورت‌گرفته در زمینه برآورد هزینه‌های تمام شده در حوزه تأمین آب اشاره می‌شود.

Rojers et al. (2002) در یک تحقیق با تکیه بر نقش قیمت‌گذاری در بخش آب به این نتیجه رسیدند که قیمت آب می‌تواند در ارتقای توازن، بازده و پایداری کالای آب موثر باشد. Ward and Michelsen (2002) به محاسبه قیمت آب برای استفاده کشاورزی بر مبنای سیاست وقت خشکسالی در ریوگرانده آمریکا پرداختند.

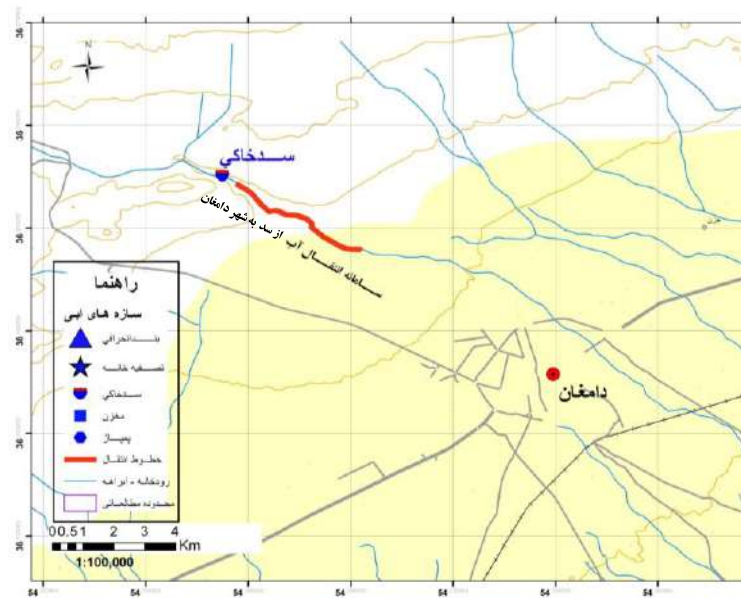
عبدی (۱۳۸۴) در ارزیابی عملکرد اقتصادی سازه‌های کوچک تأمین آب کشاورزی در استان زنجان به این نتیجه رسید که میان هزینه واحد آب و هزینه ساخت روش‌های مختلف تأمین آب مورد نیاز اراضی ارتباط معناداری وجود نداشته و عوامل متعددی از قبیل آورد رودخانه و موقعیت محل احداث سازه نیز مهم هستند. رحمانی و انصاری (۱۳۹۱) به محاسبه هزینه تمام شده هر مترمکعب آب سدها در دشت‌های ممنوعه استان خراسان رضوی پرداختند. آن‌ها برای محاسبه هزینه تمام شده تأمین آب در پایاب سد، هزینه یکنواخت سالانه احداث سد و هزینه نگهداری و بهره‌برداری از سد را به‌عنوان فاکتورهای اساسی برآورد قیمت برشمردند.

Aidam (2015) به بررسی تأثیرات سیاست‌های قیمت‌گذاری آب بر تقاضای آب توسط کشاورزان با لحاظ نمودن فعالیت‌های کاشت و درآمدها در کشور غنا پرداخت. تحقیق وی نشان داد سیاست مزبور (در صورت افزایش چشمگیر قیمت‌گذاری آب) اثر منفی بر تقاضای منابع آب و همچنین فعالیت‌های کشاورزی دارد. در نهایت او اظهار داشت که سیاست‌های قیمت‌گذاری آب نباید به‌عنوان یک ابزار سیاسی مستقل اجرا شوند؛ بلکه باید به‌همراه سایر سیاست‌های ذخیره و صرفه‌جویی آب مورد استفاده قرار بگیرند تا به بهترین نتایج نائل شوند.

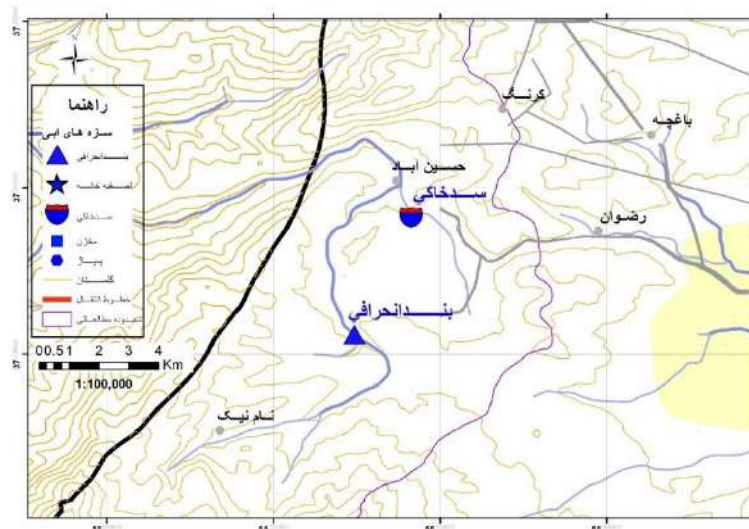
Zhao et al. (2016) با تأکید بر اثرات قیمت‌گذاری آب بر رشد اقتصادی، یک مدل تعادلی دینامیک برای کشور چین ارائه دادند. مدل آن‌ها دارای قابلیت جایگزینی انواع مختلف منابع آبی بود. نتایج مدل‌سازی آن‌ها تأیید کرد که افزایش قیمت آب منجر به کاهش مصرف آب در همه نوع کاربری می‌شود. ضمن آن‌که اثراتی هم‌چون ایجاد ساختار مناسب‌تر مصرف آب و بهره‌وری بهتر



شکل ۱- موقعیت پروژه‌های الف) آبرسانی به گرمسار؛ ب) گرمسار به ایوانکی



(الف)



(ب)

شکل ۲- موقعیت پروژه‌های (الف) سد دامغان و مسیر انتقال؛ (ب) موقعیت سد کالپوش

جدول ۱- معرفی طرح‌های تأمین و انتقال آب

ردیف	نام پروژه	مرحله پروژه	هدف
۱	سد مخزنی-تنظیمی نمرو	در دست اجرا با پیشرفت ۸۰٪ (از سال ۱۳۸۴)	تأمین بخشی از نیاز آب کشاورزی و شرب گرمسار، کشاورزی و صنعت فیروزکوه
۲	دشت به گرمسار سامانه انتقال آب از سیمین	در دست اجرا با پیشرفت ۳۰٪ (از سال ۱۳۹۴)	تأمین آب شرب و صنعت شهرهای گرمسار، آرادان و ایوانکی
۳	سامانه انتقال آب از گرمسار به ایوانکی	بهره‌برداری از سال ۱۳۹۶	تأمین آب شرب شهر ایوانکی
۴	سامانه انتقال آب از چشمه روزبه به سمنان	در حال بهره‌برداری از سال ۱۳۸۵	انتقال آب شرب به شهر سمنان
۵	پروژه احداث سد مخزنی-تنظیمی دامغان	در حال بهره‌برداری از سال ۱۳۸۳	کنترل سیلاب، تأمین بخشی از نیاز آبی شرب و بخشی از نیاز کشاورزی شهر دامغان
۶	پروژه احداث خط انتقال از سد مخزنی-تنظیمی دامغان به شهر دامغان	در حال بهره‌برداری از سال ۱۳۹۳	انتقال آب شرب شهر دامغان
۷	پروژه احداث سد مخزنی-تنظیمی کالپوش	تحويل موقت از سال ۱۳۹۶	تأمین سالانه ۵ میلیون مترمکعب از نیاز آبی شرب و ۱ میلیون مترمکعب از نیاز آبی صنعت شهر شاهرود
۸	پروژه سامانه انتقال آب از سد کالپوش به شاهرود	در آستانه شروع عملیات اجرایی	میزان ۶ انتقال آب شرب و صنعت شهر شاهرود از سد کالپوش به ۱ میلیون مترمکعب در سال

۳-۱- مقدمه‌ای بر لزوم قیمت‌گذاری کالای آب

بر اساس علم اقتصاد، قیمت بهینه اقتصادی زمانی اتفاق می‌افتد که بین قیمت، هزینه نهایی و درآمد نهایی کالای مورد نظر، در بازار توازن برقرار شود. آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی در مصارف شرب، صنعتی و کشاورزی، نمی‌تواند خارج از معیارهای اقتصادی بازار قیمت‌گذاری شود. لازمه اقتصادی بودن کالای آب، تشکیل بازار رقابتی برای عرضه و تقاضای آن و کشف قیمت آن در چنین بازاری است. اما در شرایط کنونی در کشور ما، قیمت آب در مصارف مختلف به‌صورت متمرکز و دستوری از طرف دولت تعیین می‌شود.

قیمت، محل تلاقی منحنی عرضه و تقاضا است. در طرف عرضه، هزینه نهایی تولید کالای موردنظر، تعیین‌کننده قیمت عرضه آن است و در طرف تقاضا، بسته به نوع مصرف کالای موردنظر، تمایل پرداخت یا توانایی پرداخت، تعیین‌کننده قیمت تقاضای کالا است. قیمت کالاهایی که مصرف آن‌ها جنبه «مصرف نهایی» دارد و به‌علت حیاتی بودن عرضه آن‌ها توسط بخش عمومی و دولت انجام می‌شود، براساس «تمایل پرداخت» مصرف‌کننده، تعیین می‌شود. اما قیمت کالاهایی که مصرف آن‌ها جنبه «مصرف واسطه» برای تولید کالاها و خدمات دارد، بر مبنای «توانایی پرداخت» مصرف‌کننده، تعیین می‌شود. توانایی پرداخت بر مبنای بازده نهایی مصرف کالای مورد نظر، تعیین می‌شود. یعنی در مصارف واسطه، مصرف‌کننده حداکثر قیمتی که پرداخت می‌کند معادل درآمد نهایی ناشی از مصرف همان کالا در فرآیند تولید است. آب در برخی مصارف نظیر مصارف شرب و بهداشت جنبه «مصرف نهایی» و در برخی دیگر نظیر صنعت، کشاورزی و خدمات، جنبه «مصرف واسطه» دارد. بنابراین قیمت‌گذاری گروه اول باید براساس تمایل پرداخت و قیمت‌گذاری گروه دوم براساس توانایی پرداخت انجام شود. برای کشف قیمت براساس تمایل پرداخت در مصارف شرب و بهداشت، روش‌های مختلفی وجود دارد. از جمله این روش‌ها «روش ارزش‌گذاری مشروط» و «روش جایگزین» است. اما کشف قیمت بر مبنای «توانایی پرداخت» در بازار صورت می‌گیرد.

۳-۲- مبانی قیمت‌گذاری آب در ایران (تعرفه)

در ایران قیمت‌گذاری آب شهری برای مصرف شرب به‌روش «دو تعرفه‌ای» صورت می‌گیرد. در این روش، یک قیمت برای حق استفاده از آب (تحت عنوان حق انشعاب) و قیمت دیگر برای مقادیر مصرفی آب (تحت عنوان آب‌بها) وضع می‌شود. نظر به محدودیت منابع آب قابل دسترسی، برای قیمت‌گذاری آب شرب مصرفی، به‌منظور تشویق به مصرف کمتر و همچنین توجه به

حیاتی بودن مصرف آب در حد ضرورت، قیمت‌گذاری بلوکی اعمال می‌شود. قیمت آب برای بلوک‌های کم‌مصرف، کمتر و برای بلوک‌های پرمصرف بیشتر است.

همچنین در مصارفی که از آب به‌عنوان نهاده (عامل تولید) استفاده می‌شود، روش «دسته‌بندی قیمت» مورد استفاده قرار می‌گیرد (کشاورزی و صنعت). به‌عبارت دیگر برای محصولات کشاورزی، بسته به نوع شبکه (مدرن، نیمه‌مدرن و سنتی) به‌ترتیب ۳، ۲ و ۱ درصد از ارزش محصول، به‌عنوان آب‌بها از بهره‌برداران دریافت می‌شود. برای مصارف دیگر نظیر صنعت و خدمات نیز قیمت آب به‌صورت متمرکز توسط دولت تعیین می‌شود. در هریک از حالات مذکور، قیمت آب به‌میزانی نیست که بتواند هزینه تمام شده آب را برای بنگاه تولیدکننده (شرکت‌های آب منطقه‌ای) جبران کند. بنابراین با نظام قیمت‌گذاری کنونی، قیمت هر واحد آب مصرفی در کلیه مصارف، با درجات مختلف حامل یارانه پنهان برای مصرف‌کننده است.

۳-۳- قیمت آب شهری و روستایی در ایران

بنابر اعلام دفتر مدیریت مصرف آب وزارت نیرو، در شرایط کنونی متوسط آب‌بهای پرداختی خانگی شهری در ایران حدود ۳۵۰۰ ریال به‌ازای هر مترمکعب است. هزینه تمام شده آب شهری حدود ۱۰۰۰۰ ریال است. بنابراین در حال حاضر مصرف‌کننده آب شهری حدود ۳۵٪ از هزینه تمام شده آب را پرداخت می‌کند. در برخی کشورهای جهان که دچار محدودیت منابع آب هم نیستند نسبت قیمت آب خانگی به هزینه تمام شده آب مطابق شکل ۳ است.

مطابق شکل ۳ در بیشتر کشورها بیش از ۵۰٪ هزینه تمام شده از دریافت می‌شود. به‌نظر می‌رسد شرایط اقلیمی ایجاب می‌کند برای بالا بردن ارزش مصرفی آب در کاربری شرب، ارزش واقعی آب باید در قیمت آن منعکس شود. در ادامه این بخش، مهم‌ترین فرضیات مورد استفاده برای محاسبه هزینه تمام شده برای آب تولیدی (آب خام) در استان سمنان به‌شرح زیر ارائه می‌شوند:

الف- هزینه محاسبه شده شامل تأمین و انتقال آب بوده و توزیع و خدمات شهری آب را شامل نمی‌شود؛

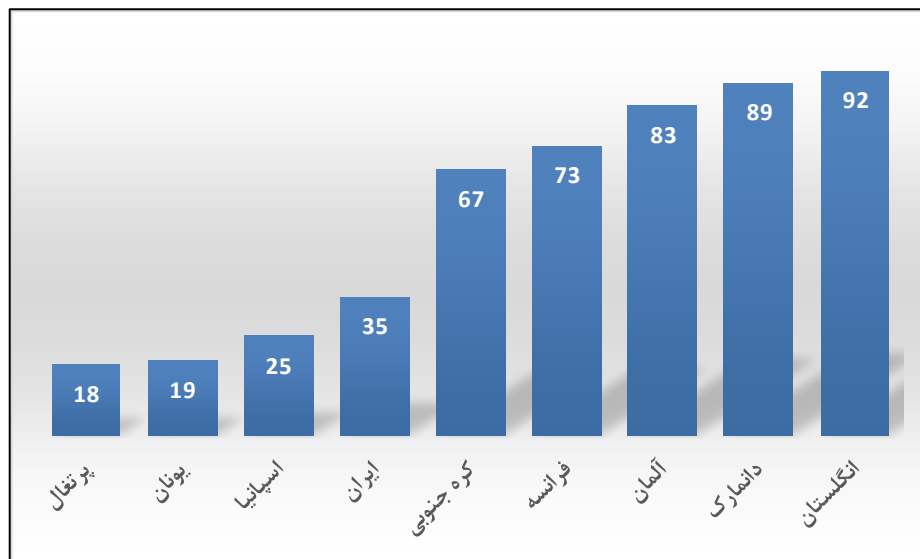
ب- برای طرح‌های مورد بررسی، هزینه‌های مشاور، تملک دارایی‌ها و اجرا درنظر گرفته شده است؛

پ- برای امکان‌پذیری مقایسه میان طرح‌های مختلف، هزینه‌ها با لحاظ کردن نرخ تعدیل به سال مبنا (سال ۱۳۹۶) منتقل شده است؛

ت- نرخ تعدیل بر مبنای تغییرات شاخص‌های قطعی سه ماهه چهارم هر سال به‌دست آمده است؛

ث- طرح‌های ارائه شده صرفاً شامل سدها و سامانه انتقال آب هستند که در مرحله اجرا قرار دارند؛

ج- هزینه تمام شده در هر پروژه شامل هزینه سرمایه‌ای، هزینه تعمیر و نگهداری و هزینه بهره‌برداری است؛
د- با توجه به آن‌که تعدادی از طرح‌ها متشکل از چند پروژه هستند، در مورد آن‌ها سهم هزینه‌ای پروژه‌های قبلی نیز در نظر گرفته شده است؛



شکل ۳- نسبت قیمت آب خانگی (شرب) به هزینه تمام شده (تأمین، انتقال و توزیع) در برخی کشورهای جهان (درصد)

در محاسبات وارد می‌شود. به عنوان مثال سهم هزینه سرمایه‌ای برای پروژه‌های بالادست خط انتقال گرمسار به ایوانکی، شامل هزینه‌های مربوط به سد نمروند و سامانه انتقال از سیمین دشت به گرمسار است (شکل ۴)؛

۹- جمع هزینه‌های سرمایه‌ها به تفکیک شامل مجموع هزینه سرمایه‌ای طرح و سهمی از هزینه‌های پروژه‌های بالادست یعنی مجموع مقادیر به دست آمده از موارد ۷ و ۸؛

۱۰- هزینه بهره‌برداری در سال پایه: هزینه بهره‌برداری برای سدها ۳ میلیارد ریال بوده و برای خطوط لوله هم هزینه بهره‌برداری و هم هزینه تعمیرات در آن لحاظ شده است؛

۱۱- هزینه بهره‌برداری در کل عمر مفید: حاصل ضرب مقادیر مورد ۵ در مورد ۱۰؛

۱۲- هزینه تعمیرات و نگهداری که برای سدها سالانه معادل ۳٪ هزینه سرمایه‌ای سد و برای لوله‌ها در مورد ۱۰ برای سال پایه (۱۳۹۶) در نظر گرفته شده است؛

۱۳- هزینه تعمیرات و نگهداری کل: حاصل ضرب مقدار به دست آمده از مورد ۵ در مورد ۱۲ است؛

۱۴- هزینه تمام‌شده کل عمر مفید در سال پایه: شامل جمع هزینه‌های سرمایه‌ای، بهره‌برداری و تعمیرات و نگهداری یعنی جمع حاصل از موارد ۹ و ۱۱ و ۱۳؛

در نهایت به منظور حصول درک مناسبی از هزینه تمام شده هر پروژه با تعرفه وضع شده در سال، نمودار مقایسه‌ای شکل ۵ ارائه شده است.

خروجی حاصل از تحلیل اقتصادی پروژه‌ها در ادامه ارائه و مورد بحث قرار می‌گیرد. جدول‌های ۲ تا ۵ نشان‌دهنده ریز اطلاعات هزینه‌ای مربوط به پروژه‌ها است. اجزای این جداول به شرح زیر هستند:

۱- ردیف: مربوط به ترتیب پروژه‌ها از غرب به شرق استان سمنان است.

۲- پروژه: مربوط به نام پروژه‌ها به شرح بخش ۲ از این مقاله است؛

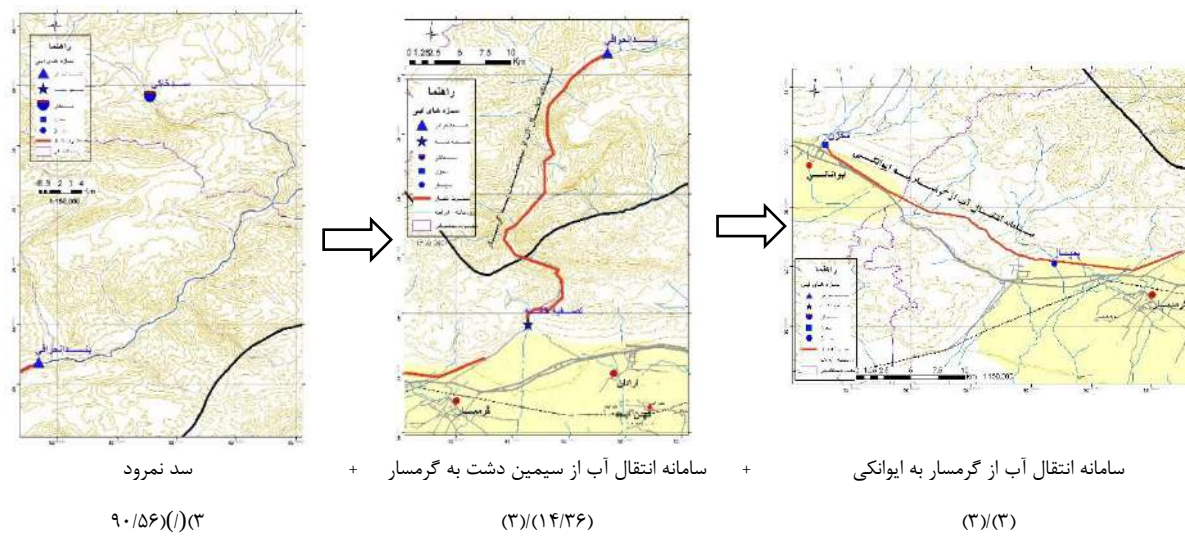
۳- نوع تخصیص: مربوط به کاربری آب برای پروژه‌ها است (با تأکید بر آب شرب)؛

۴- حجم آب تأمین شده در سال، مربوط به هر کاربری ارائه شده است؛

۵- عمر مفید طرح که با توجه به ماده ۱۵۱ قانون مالیات‌های مستقیم در نظر گرفته شده است؛

۶- حجم آب تأمین شده برحسب میلیون مترمکعب در کل عمر مفید که حاصل ضرب مقادیر به دست آمده از موارد ۴ و ۵ است؛
۷- هزینه سرمایه‌ای در سال ۱۳۹۶: هزینه تمام شده برای هر پروژه که شامل هزینه اجرا، مهندسی و آزمایشگاه بوده و در سال مبنای ۱۳۹۶ گزارش شده است؛

۸- سهمی از هزینه‌های پروژه‌های بالادست: برای پروژه‌هایی که در ادامه طرح‌های آبرسانی دیگر و به طور سری با آن‌ها اجرا می‌شوند، نسبتی از هزینه سرمایه‌ای، بهره‌برداری و نگهداری پروژه بالادست که مربوط به تخصیص طرح مدنظر (پایین دست) است



شکل ۴- نمونه تأثیر هزینه پروژه‌های بالادست

جدول ۲- پروژه‌های تأمین و انتقال آب استان سمنان به تفکیک تخصیص کاربری آب

ردیف	پروژه	نوع تخصیص	حجم آب تأمین شده در سال (MCM)	عمر مفید (سال)	حجم آب تأمین شده در عمر مفید (MCM)
۱	پروژه انتقال آب گرمسار به ایوانکی	شرب	۳	۲۵	۷۵
۲	پروژه انتقال آب از سیمین دشت به گرمسار	شرب	۱۴/۳۶	۲۵	۳۵۹
۳	احداث سد نمرود	صنعت	۶/۷	۲۵	۱۶۷/۵
		شرب	۱۴/۳۶	۵۰	۷۱۸
		صنعت گرمسار	۶/۷	۵۰	۳۳۵
۴	انتقال آب از چشمه روزیه به گرمسار	کشاورزی گرمسار	۶۹/۵	۵۰	۳۴۷۵
		شرب	۱۲	۲۵	۳۰۰
۵	احداث سد دامغان (شرب و کشاورزی)	شرب	۴	۵۰	۲۰۰
۶	انتقال آب از سد دامغان	کشاورزی	۱۱	۵۰	۵۵۰
		شرب	۴	۲۵	۱۰۰
۷	احداث سد کالپوش	شرب	۵	۵۰	۲۵۰
		صنعت	۱	۵۰	۵۰
		شرب	۵	۲۵	۱۲۵
۸	انتقال آب از سد کالپوش به شاهرود	صنعت	۱	۲۵	۲۵

جدول ۳- هزینه‌های سرمایه‌ای پروژه‌های تأمین و انتقال آب استان سمنان

ردیف	پروژه	نوع تخصیص	هزینه سرمایه‌ای در سال ۹۶ (میلیارد ریال)	سهمی از هزینه‌های پروژه‌های بالادست (میلیارد ریال)	جمع هزینه سرمایه‌ای به تفکیک (میلیارد ریال)
۱	پروژه انتقال آب گرمسار به ایوانکی	شرب	۳۵۰	۶۲۷	۹۷۷
۲	پروژه انتقال آب از سیمین دشت به گرمسار	شرب	۲۳۵۰	۱۳۹۹	۳۰۰۱/۷
		صنعت		۶۵۳	۱۴۰۰/۸
۳	احداث سد نمرود	شرب	۵۰۰۰	۰	۷۹۲/۸
		صنعت گرمسار		۰	۳۶۹/۹
		کشاورزی گرمسار		۰	۳۸۳۷/۲
۴	انتقال آب از چشمه روزیه به گرمسار	شرب	۱۷۲۴/۳	۰	۱۷۲۴/۳
۵	احداث سد دامغان (شرب و کشاورزی)	شرب	۱۱۶۴/۳	۰	۳۱۰/۵
		کشاورزی		۰	۸۵۳/۸
۶	انتقال آب از سد دامغان	شرب	۱۶۰/۴	۳۳۰	۴۹۰/۹
۷	احداث سد کالپوش	شرب	۶۴۰	۰	۵۳۳/۳
		صنعت		۰	۱۰۶/۷
۸	انتقال آب از سد کالپوش به شاهرود	شرب	۲۱۰۰	۹۹۶	۲۷۴۵/۸
		صنعت		۱۹۹	۵۴۹/۲

جدول ۴- هزینه‌های سرمایه‌ای پروژه‌های تأمین و انتقال آب استان سمنان

ردیف	پروژه	نوع تخصیص	هزینه سرمایه‌ای در سال ۹۶ (میلیارد ریال)	سهمی از هزینه‌های پروژه‌های بالادست (میلیارد ریال)	جمع هزینه سرمایه‌ای به تفکیک (میلیارد ریال)
۱	پروژه انتقال آب گرمسار به ایوانکی	شرب	۳۵۰	۶۲۷	۹۷۷
۲	پروژه انتقال آب از سیمین دشت به گرمسار	شرب	۲۳۵۰	۱۳۹۹	۳۰۰۱/۷
		صنعت		۶۵۳	۱۴۰۰/۸
۳	احداث سد نمود	شرب	۵۰۰۰	۰	۷۹۲/۸
		صنعت گرمسار		۰	۳۶۹/۹
		کشاورزی گرمسار		۰	۳۸۳۷/۲
۴	انتقال آب از چشمه روزیه به گرمسار	شرب	۱۷۲۴/۳	۰	۱۷۲۴/۳
۵	احداث سد دامغان (شرب و کشاورزی)	شرب	۱۱۶۴/۳	۰	۳۱۰/۵
		کشاورزی		۰	۸۵۳/۸
۶	انتقال آب از سد دامغان	شرب	۱۶۰/۴	۳۳۰	۴۹۰/۹
۷	احداث سد کالپوش	شرب	۶۴۰	۰	۵۳۳/۳
		صنعت		۰	۱۰۶/۷
۸	انتقال آب از سد کالپوش به شاهرود	شرب	۲۱۰۰	۹۹۶	۲۷۴۵/۸
		صنعت		۱۹۹	۵۴۹/۲

جدول ۵- هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های تأمین و انتقال آب استان سمنان

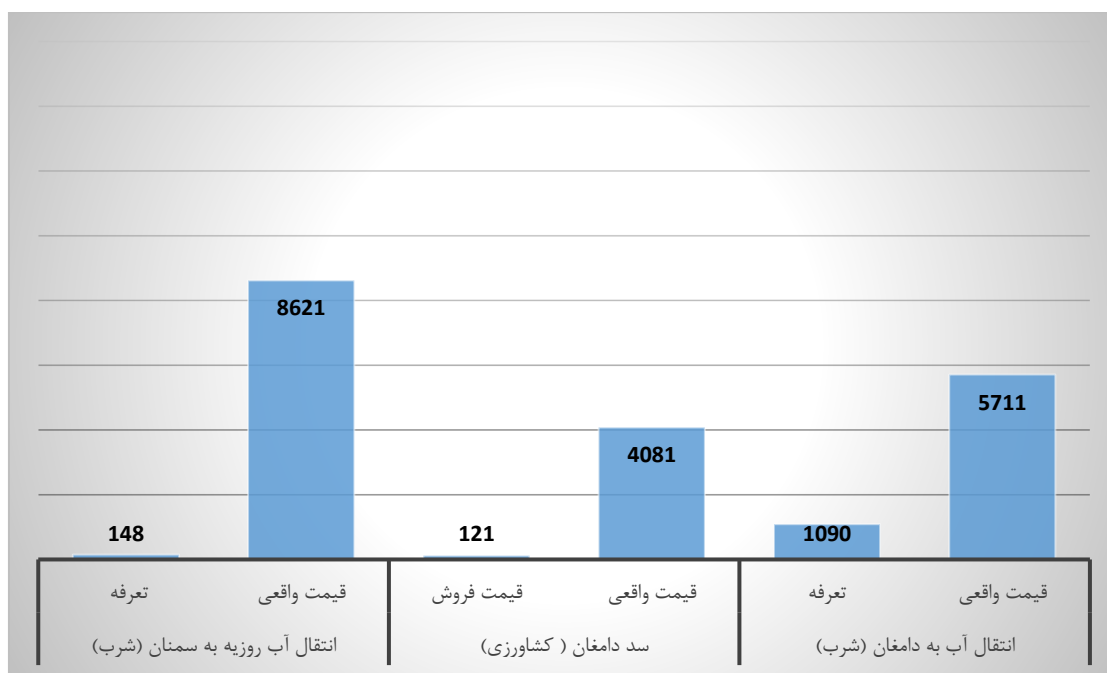
ردیف	پروژه	نوع تخصیص	هزینه بهره‌برداری در سال پایه (میلیارد ریال)	هزینه بهره‌برداری در کل عمر مفید (میلیارد ریال)	هزینه تعمیر و نگهداری در سال پایه (میلیارد ریال)	هزینه تعمیر و نگهداری در کل عمر مفید (میلیارد ریال)
۱	پروژه انتقال آب گرمسار به ایوانکی	شرب	۷	۱۷۵	۰	۰
۲	پروژه انتقال آب از سیمین دشت به گرمسار	شرب	۴۷	۸۰۱/۲	۰	۰
		صنعت		۳۷۳/۸	۰	۰
۳	احداث سد نمود	شرب	۳	۲۳/۸	۲۳/۷۹	۱۱۸۹/۳
		صنعت گرمسار		۱۱/۱	۱۱/۱	۵۵۴/۹
		کشاورزی گرمسار		۱۱۵/۱	۱۱۵/۱	۵۷۵۵/۹
۴	انتقال آب از چشمه روزیه به گرمسار	شرب	۳۴/۴۹	۸۶۲/۱	۰	۰
۵	احداث سد دامغان (شرب و کشاورزی)	شرب	۳	۴۰	۹/۳	۴۶۵/۷
		کشاورزی		۱۱۰	۲۵/۶	۱۲۸۰/۷
۶	انتقال آب از سد دامغان	شرب	۳/۲۱	۸۰/۲	۰	۰
۷	احداث سد کالپوش	شرب	۳	۱۲۵	۱۶	۸۰۰
		صنعت		۲۵	۳/۲	۱۶۰
۸	انتقال آب از سد کالپوش به شاهرود	شرب	۴۲	۸۷۵	۰	۰
		صنعت		۱۷۵	۰	۰

مخارج شبکه توزیع نمی‌شود. هم‌چنین در مورد طرح انتقال آب از سد دامغان، هزینه تمام شده حدوداً ۵ برابر تعرفه وضع شده است که علت کمتر شدن هزینه تمام شده، طول کمتر مسیر سامانه انتقال در قیاس با طرح انتقال آب از چشمه روزیه به سمنان است.

همان‌گونه که از شکل ۵ مشخص است برای پروژه‌های مختلف تأمین آب در استان سمنان، هم‌خوانی منطقی بین قیمت تمام شده تأمین و انتقال و تعرفه وضع شده برای فروش آب به بهره‌بردار وجود ندارد. به‌عنوان مثال در طرح انتقال آب از چشمه روزیه به سمنان، هزینه تمام شده تولید، معادل ۵۸ برابر تعرفه وضع شده است. البته باید در نظر داشت که این هزینه، شامل

جدول ۶- هزینه‌های تمام شده پروژه‌های تأمین و انتقال آب استان سمنان

ردیف	پروژه	نوع تخصیص	هزینه تمام شده کل عمر مفید در سال پایه (میلیارد ریال)	هزینه به ازای حجم آب (ریال به متر مکعب)
۱	پروژه انتقال آب گرمسار به ایوانکی	شرب	۱۱۵۲	۱۵۳۶۱
۲	پروژه انتقال آب از سیمین دشت به گرمسار	شرب	۳۸۰۳	۱۰۵۹۳
		صنعت	۱۷۷۴	۱۰۵۹۳
۳	احداث سد نمرود	شرب	۲۰۰۶	۲۷۹۴
		صنعت گرمسار	۹۳۶	۲۷۹۴
		کشاورزی گرمسار	۹۷۰۸	۲۷۹۴
۴	انتقال آب از چشمه روزیه به گرمسار	شرب	۲۵۸۶	۸۶۲۱
۵	احداث سد دامغان (شرب و کشاورزی)	شرب	۸۱۶	۴۰۸۱
		کشاورزی	۲۲۴۴	۴۰۸۱
۶	انتقال آب از سد دامغان	شرب	۵۷۱	۵۷۱۱
۷	احداث سد کالپوش	شرب	۱۴۵۸	۵۸۳۳
		صنعت	۲۹۲	۵۸۳۳
۸	انتقال آب از سد کالپوش به شاهرود	شرب	۳۶۲۱	۲۸۹۶۷
		صنعت	۷۲۴	۲۸۹۶۷



شکل ۵- مقایسه تعارف سال ۱۳۹۶ با هزینه تمام شده واقعی

چندان با استقبال مواجه نشود. ضمناً با این نظام قیمت‌گذاری، انتظار بهبود مدیریت مصرف آب شرب نخواهد رفت.

۶- نتیجه‌گیری

با توجه به بحران کمبود آب شرب در کشور و لزوم پیاده‌سازی طرح‌های تأمین و انتقال منابع آب، اطلاع از هزینه تمام شده این طرح‌ها می‌تواند بر نظام تعارف گذاری و سیاست‌های مدیریت مصرف آب موثر باشد. علاوه بر این، اطلاع از هزینه تمام شده اجرای طرح‌ها در کشف قیمت بهینه اقتصادی کالای آب شرب

با توجه به جدول ۲، به‌نظر می‌رسد برای برخی پروژه‌های جدیدتر همانند سامانه انتقال آب از سد کالپوش به شاهرود، سامانه انتقال آب گرمسار به ایوانکی و سامانه انتقال آب سیمین‌دشت به گرمسار، هزینه تمام شده تولید نسبت به پروژه‌های سال‌های قبل بیشتر است که بیان‌گر افزایش هزینه‌های اجرایی در سال‌های اخیر است. به‌بیان بهتر، از جدول ۲ و شکل ۴ این‌گونه نتیجه می‌شود که در استان سمنان، به آب به‌عنوان یک کالا که بحث سود و زیان برای آن مطرح باشد، نگریسته نمی‌شود. علاوه بر این، کم بودن سطح تعارف وضع شده، باعث می‌شود که سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در تأمین و انتقال آب

(که جنبه «مصرف نهایی» دارد) بسیار حائز اهمیت است. در این تحقیق بر مبنای اطلاعات مستند، نسبت به محاسبه هزینه تمام شده برای طرح‌های تأمین و انتقال آب شرب که در محدوده استان سمنان در حال اجرا یا بهره‌برداری هستند، اقدام شد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که برای پروژه‌های تأمین و انتقال آب در استان سمنان، تطابق منطقی بین قیمت تمام شده و تعرفه وضع شده وجود نداشته و به آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی که بحث سود و زیان آن مطرح باشد، نگریسته نمی‌شود. مطابق این تحقیق، در برخی طرح‌های تأمین و انتقال آب، هزینه تمام شده تولید تا ۵۸ برابر تعرفه وضع شده می‌رسد. همچنین بر مبنای نتایج حاصله، هزینه تمام شده برخی پروژه‌های اخیر همانند سامانه انتقال آب از سد کالپوش به شاهرود، سامانه انتقال آب گرمسار به ایوانکی و سامانه انتقال آب سیمین‌دشت به گرمسار، نسبت به پروژه‌های سال‌های قبل افزایش داشته است که بیان‌گر رشد هزینه‌های اجرایی در سال‌های اخیر است. در نهایت می‌توان ادعا کرد که با این نظام قیمت‌گذاری، نمی‌توان انتظار بهبود مدیریت مصرف آب شرب را داشت.

۷- مراجع

- رحمانی، ف. و انصاری، ح.، (۱۳۹۱)، "برآورد قیمت آب پای سدها در دشت‌های ممنوعه و ممنوعه بحرانی استان خراسان رضوی"، *نشریه انسان و محیط زیست*، ۱۰(۳)، ۲۲-۳۳.
- عبدی، پ.، (۱۳۸۴)، "ارزیابی عملکرد اقتصادی سازه‌های کوچک تأمین آب کشاورزی احداث شده در استان زنجان"، *مجله علوم و خاک*، ۱۹(۲)، ۳۰۱-۳۱۵.
- Aidam, P.W., (2015), "The impact of water-pricing policy on the demand for water resources by farmers in Ghana", *Agricultural Water Management*, 158, 10-16.
- Rogers, P., De Silva, R., and Bhatia, R., (2002), "Water is an economic good: How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability", *Water Policy*, 4(1), 1-17.
- Ward, F.A., and Michelsen, A. (2002), "The economic value of water in agriculture: Concepts and policy applications", *Water Policy*, 4(5), 423-446.
- Zhao, J., Ni, H., Peng, X., Li, J., Chen, G., and Liu, J., (2016), "Impact of water price reform on water conservation and economic growth in China", *Economic Analysis and Policy*, 51, 90-103.

Research Paper

Designing Solar Desalination System by Using Reverse Osmosis-Photovoltaic Method (Brackish Water of Sarband Village, Ardabil)

Behnam Sami^{1*}, Mahdi Zarghami², Reza Yegani³ and
Mehran Sabahi⁴

1- MSc. in Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Institute of Environment, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

2- Professor, Faculty of Civil Engineering and Institute of Environment, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

3- Professor, Faculty of Chemical Engineering, Sahand University of Technology, Sahand, Iran.

4- Associate Professor, Faculty of Electrical Engineering and Institute of Environment, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

* Corresponding author, Email:
behnam.sami92@gmail.com

Received: 20/12/2018

Revised: 07/06/2019

Accepted: 08/06/2019

مقاله پژوهشی

طراحی سیستم آب شیرین کن خورشیدی به روش اسمز
معکوس - فتوولتائیک (مطالعه موردی: آب لب شور روستای
سربند اردبیل)

بهنام سامی^{۱*}، مهدی زرغامی^۲، رضا یگانی^۳ و مهران صباحی^۴
۱- کارشناس ارشد مهندسی عمران- مهندسی محیط زیست، دانشکده
مهندسی عمران و پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
۲- استاد دانشکده مهندسی عمران و پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه
تبریز، تبریز، ایران.
۳- استاد دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی سهند، سهند، ایران.
۴- دانشیار دانشکده مهندسی برق و پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه
تبریز، تبریز، ایران.

* نویسنده مسئول، ایمیل: behnam.sami92@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۹

تاریخ اصلاح: ۱۳۹۸/۰۳/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۷

Abstract

Water crisis is one of the most important challenges in the future of Iran. Most of the developing countries try to create a balance between their decreasing fresh water resources supply and increasing demand of the growing population. Water desalination technologies are one of the modern technologies in supplying fresh water and they can greatly reduce the water scarcity problems and improve the quality of life. However they generally require a great amount of energy. Using renewable energy sources to empower these technologies is an environmental friendly energy supply method. This research intended to design a solar desalination system that would be suitable for rural area in Ardabil Province, Iran, which can provide enough fresh water to meet the water demands. To this end, Reverse Osmosis - Photovoltaic method has been selected as the proposed method for water desalination. Two WAVE and PVsyst software have been used to model and analyze the Reverse Osmosis and Photovoltaic energy supplying system, respectively. The results showed that TDS measure before and after of desalination were 2117 and 177.86 mg/l, respectively, which lies within the accepted standard ranges. The results for photovoltaic system design showed that in order to produce enough energy for the desalination system, a photovoltaic system with a power of 9.5 kW is needed. It seems that by using of these systems solar desalination plants produce fresh water and decrease the by-products like brine and greenhouse gas. Moreover, it reduces the demand on the power distribution network.

Keywords: Desalination, Photovoltaic, Reverse osmosis, Solar desalination.

چکیده

بحران آب از چالش‌های بسیار مهم پیش‌روی جامعه ایران به‌شمار می‌رود. بیشتر کشورهای در حال توسعه سعی می‌کنند تا تعادلی بین منابع آب شیرین رو به کاهش و درخواست‌های تامین آب جمعیت‌های در حال افزایش برقرار کنند. به‌طور کلی فناوری‌های شیرین‌سازی آب، از روش‌های نوین تامین آب هستند، اما مصرف انرژی بالایی دارند. استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به‌عنوان یک راه‌حل بدیع برای تامین انرژی با ماهیت سازگار و پایدار و حفظ محیط‌زیست است. هدف از این مطالعه، طراحی یک سیستم بهینه آب شیرین‌کن خورشیدی است که برای روستای سربند اردبیل (مطالعه موردی) مناسب بوده و بتواند نیازهای آبی را از لحاظ کمی و کیفی تامین کرده و همچنین از لحاظ زیست‌محیطی راه‌حل قابل‌قبولی باشد. بدین منظور روش اسمز معکوس- فتوولتائیک به‌عنوان روش انتخابی برای شیرین‌سازی آب انتخاب شده است. از دو نرم افزار WAVE و PVsyst نیز به‌ترتیب برای مدل‌سازی و تحلیل سیستم اسمز معکوس و سیستم تامین انرژی فتوولتائیک استفاده شده است. نتایج حاصل از مدل‌سازی و تحلیل نشان می‌دهد که مقدار TDS آب قبل و پس از تصفیه به‌ترتیب ۲۱۱۷ و ۱۷۷/۸۶ میلی‌گرم بر لیتر بوده که از لحاظ استانداردهای مربوطه قابل‌قبول است. همچنین برای تامین انرژی سیستم تصفیه آب به سیستم فتوولتائیکی با توان ۹/۵ kW نیاز است. به‌نظر می‌رسد استفاده از این نوع سیستم‌ها، علاوه بر کاهش تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی، از فشار بر روی شبکه توزیع برق کاسته و همچنین مشکل تامین آب آشامیدنی را حل نماید.

کلمات کلیدی: آب شیرین‌کن خورشیدی، شیرین‌سازی/ نمک زدایی، اسمز معکوس، فتوولتائیک.

تحلیل هزینه‌های طرح دریافتند که هزینه‌های تولید آب نسبت به روش‌های تصفیه متعارف، به میزان ۱۶٪ کاهش یافته است. هم‌چنین میزان تولید گازهای گلخانه‌ای سالانه به میزان ۱۰۳۵ تن CO_2 کاهش یافته است، لذا از این جهات پایداری و اقتصادی‌تر است. مطالعات فوق نشان می‌دهد که سیستم ترکیبی اسمز معکوس- فتوولتائیک برای آب‌های لب‌شور بهترین گزینه برای مناطق روستایی و دورافتاده است. زیرا علاوه بر تامین آب مورد نیاز مصارف مختلف، انرژی کمتری مصرف کرده، اقتصادی بوده و آلودگی زیست‌محیطی کمتری تولید می‌کند، لذا راه‌کار پایداری است.

اگر یک غشای نیمه تراوا بین دو محلول با غلظت‌های متفاوت مثل آب شور و شیرین قرار گیرد، مقداری از آب شیرین از غشا عبور کرده و به سمت آب شور تراوش می‌کند تا محلول را رقیق‌تر نماید. این پدیده را اسمز می‌گویند و به این فشار، فشار اسمزی می‌گویند. از آنجایی که غشا نسبت به نمک ناتراوا است، در صورتی که نیرو یا فشار بر قسمت محلول غلیظ وارد شود؛ جهت جریان آب، برعکس پدیده اسمز، از محلول غلیظ به سمت محلول رقیق خواهد بود که آن را اسمز معکوس^۱ می‌نامند. چنین حرکتی عبور محلول غلیظ از فیلتر سبب کاهش غلظت آن شده و املاح آن را به حد قابل قبول برای مصارف آشامیدنی می‌رساند (صالحی و همکاران ۱۳۹۵). هدف از این پژوهش، طراحی یک سیستم آب‌شیرین‌کن خورشیدی است که از لحاظ فنی و اقتصادی قابل قبول بوده و در عین حال، ضوابط زیست‌محیطی را رعایت کند. بدین منظور سیستم ترکیبی اسمز معکوس- فتوولتائیک برای مطالعه انتخاب شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مطالعه موردی

روستای سربند، از روستاهای بخش ویلکیج شهرستان نمین و در استان اردبیل واقع است. این روستا در فاصله ۳ کیلومتری بزرگراه نمین - اردبیل قرار دارد و هم‌چنین فاصله آن با شهر نمین ۱۲/۸ کیلومتر و با شهر اردبیل ۱۸ کیلومتر است. موقعیت جغرافیایی آن، ۳۸ درجه و ۲۱ دقیقه و ۶۰ ثانیه شمالی و ۴۳ دقیقه و ۲۳ دقیقه و ۳۵ ثانیه شرقی بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۷۰۳ متر است. جمعیت این روستا در حدود ۵۰ خانوار و ۲۰۰ نفر است.

۲-۱-۱- مشکلات آبی محل مورد مطالعه

نیازهای آبی این روستا از دو طریق چاه نیمه عمیق موجود در حریم روستا و سد نهمت گولی در بالادست روستا تامین می‌شود. آب موردنیاز برای تامین مصارف شرب از منبع آب چاه

آب مهم‌ترین منبع طبیعی در جهان است به‌طوری که بدون آن حیات نمی‌تواند ادامه داشته باشد و اکثر صنایع نیز قادر به ادامه فعالیت نیستند. با وجود این که انسان می‌تواند بدون غذا چندین روز زندگی کند ولی عدم دسترسی به آب فقط طی چند روز نتایج هلاکت باری به دنبال دارد. از این رو وجود منابع مطمئن و ایمن آب، از شرایط ضروری تشکیل ایجاد یک جامعه پایدار است (دانشور ۱۳۸۳). ایران نیز از جمله کشورهایی است که در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک واقع شده و علاوه بر کم بودن متوسط بارش سالانه، با پراکنش زمانی و مکانی ناهمگون و نامناسب آن نیز مواجه است. این مسائل به‌طور کلی پتانسیل کم‌آبی و احتمال خشک‌سالی را در ایران افزایش داده و حتی در شرایط عادی نیز در برخی نقاط کشور به‌ویژه نواحی جنوبی و جنوب شرقی در زمینه تامین آب مورد نیاز مشکلات وسیعی را به‌وجود آورده است (افراسیابی و همکاران، ۱۳۸۷). تمامی منابع آبی آشامیدنی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، در نتیجه استخراج آب آشامیدنی از آب‌های شور می‌تواند به حل این معضل کمک شایانی نماید (Morad et al., 2017). لذا بیش از پیش ضرورت استفاده از این نوع فناوری‌ها در کشور ملموس است.

(Aybar et al. (2010) با بررسی سیستم آب‌شیرین‌کن با منابع انرژی تجدیدپذیر مختلف به این نتیجه رسیدند که برای مناطق آسیای مرکزی (اطراف دریاچه آرال) برای جزایر با رژیم باد مطلوب، انرژی بادی مزیت بیشتری به سایرین دارد. از طرفی برای مناطق کم جمعیت و روستایی انرژی خورشیدی گزینه مناسبی است و دارای توجیه اقتصادی و فنی است. (Bilton et al. (2011) با مطالعه موردی در مناطق مختلف جهان بر روی هزینه‌های شیرین‌سازی هر لیتر آب به‌روش BWRO و SWRO، به این نتیجه دست یافتند که هزینه‌های شیرین‌سازی هر لیتر آب در روش BWRO نسبت به روش SWRO کمتر است.

اسمز معکوس- فتوولتائیک به عنوان یکی از امیدبخش‌ترین آب‌شیرین‌کن‌های تجدیدپذیر در نظر گرفته می‌شود، به‌ویژه هنگامی که در مناطق دور افتاده استفاده می‌شود (Al-Karaghoul and Kazmerski, 2013). از این رو، سیستم ترکیبی اسمز معکوس- فتوولتائیک کوچک مقیاس در سال‌های اخیر توجه زیادی را به‌خود جلب کرده است. دو نوع از این سیستم‌ها در بازار موجود هستند: سیستم اسمز معکوس-فتوولتائیک برای آب دریا و اسمز معکوس-فتوولتائیک برای آب لب‌شور. در این سیستم فشار کمتری برای نمک‌زدایی از آب‌های دریا مورد نیاز است و در نتیجه برق کمتری مصرف می‌کند.

(Alsheghri et al. (2015) با طراحی اقتصادی سیستم آب شیرین‌کن خورشیدی به‌روش اسمز معکوس-فتوولتائیک و با

۲-۲- سیستم اسمز معکوس

یک سیستم اسمز معکوس، از بخش‌های اصلی پیش‌تصفیه، سیستم تصفیه غشایی اصلی و تصفیه نهایی تشکیل شده است. سیستم تصفیه اولیه برای جلوگیری یا کم کردن گرفتگی غشایی، پدیده رسوب و کاهش کارایی غشا و مواد طراحی می‌شود. سیستم تصفیه اصلی، همان سیستم اسمز معکوس (RO) است. فرآیند اسمز معکوس، امکان جداسازی یون‌های معلق و مواد معلق بزرگتر از جریان آب ورودی را فراهم می‌سازد. سیستم تصفیه نهایی، برای سیستم‌های تصفیه غشایی معمولاً شامل تهویه شیمیایی یا ضد عفونی است.

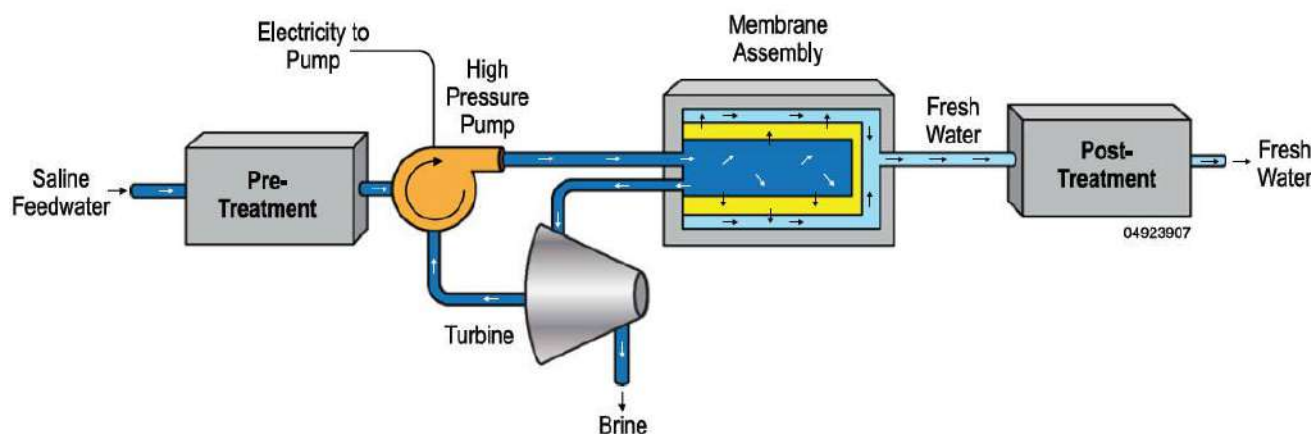
سیستم اسمز معکوس در مقایسه با روش‌های دیگر اعم از MSF، MED، VC، ED و ... دارای مزایا و معایبی است که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیر است:

مهم‌ترین مزایا: (۱) امکان کارکرد پیوسته و مداوم در شبانه‌روز؛ (۲) قابلیت دریافت ورودی با TDS (کل مواد جامد محلول) بالا؛ (۳) میزان بازدهی بالا در کل سیستم؛ (۴) نرخ بالای بازیافت آب‌های آلوده تا ۹۸٪ منابع ورودی بسته به نوع و میزان آلاینده‌ها و (۵) مصرف انرژی پایین.

مهم‌ترین معایب: (۱) قیمت نسبتاً بالای غشاها؛ (۲) احتمال وقوع پدیده گرفتگی غشایی؛ (۳) احتمال تشکیل رسوب در غشا و (۴) تولید پساب نمکی.

نیمه‌عمیق (منبع آب زیرزمینی) تامین می‌شود. عمق دسترسی به آب زیرزمینی در فصول مختلف سال متغیر بوده، اما عمق دسترسی بیشینه تقریباً در ۷ متری از دهانه چاه قرار دارد. آب چاه موجود در روستا بنابر آزمایش‌های صورت گرفته، میزان مواد معلق جامد کل آن بیش از ۴ برابر مقدار مجاز در استانداردهای جهانی است. آب این منبع به گونه‌ای است که امکان استفاده آن به شکل مرسوم موجود نیست و در خانه‌ها از سیستم‌های تصفیه آب خانگی استفاده می‌شود که باز پاسخ‌گوی مقوله تصفیه آب نیست. به گفته اهالی روستا، حتی احشام نیز از خوردن آب چاه خودداری می‌کنند.

تصفیه و شیرین‌سازی آب با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای تامین آب آشامیدنی از اهمیت والایی در مناطق دورافتاده برخوردار است. از میان انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی بادی و خورشیدی در مناطق دور افتاده شمال غرب کشور مطرح است که انرژی بادی به علت قابلیت تولید انرژی بالا در ماه‌های سرد سال در منطقه مورد مطالعه و در نهایت عدم تقارن آن با مصرف آب ماکزیمم که در فصول تابستانی رخ می‌دهد، به نظر می‌رسد. روش بهینه‌ای برای تامین انرژی سیستم‌های آب‌شیرین‌کن نباشد. لذا انرژی خورشیدی در این مناطق می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (رضایی بنفشه و همکاران، ۱۳۹۳). در نهایت روش اسمز معکوس- فتوولتائیک برای پژوهش پیش‌رو انتخاب شد.

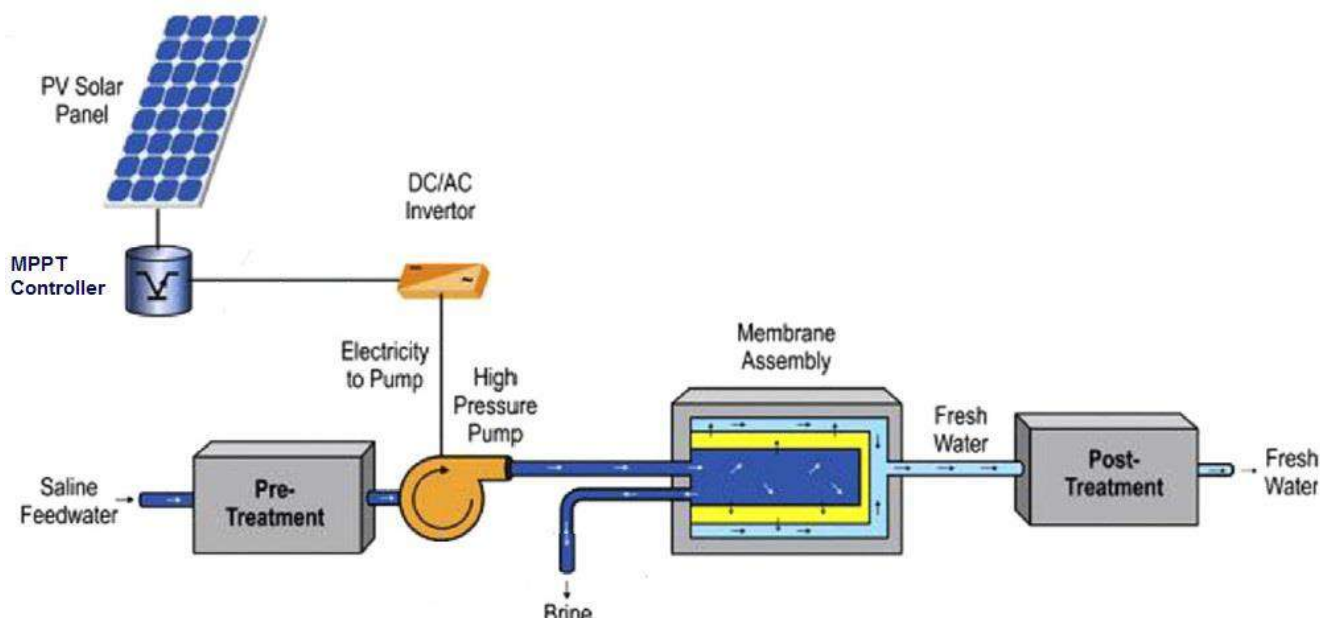


شکل ۱- سیستم اسمز معکوس (Al-Karaghoul And Kazmerski, 2013)

الکتریکی حاصل هنوز به میزان کافی اقتصادی نیست ولی نباید فراموش کرد که در مناطق دورافتاده و مکان‌هایی که دسترسی به الکتریسیته مقدور نیست، از سیستم‌های فتوولتائیک استفاده می‌شود (حاج سقطی، ۱۳۹۳).

۲-۳- سیستم‌های فتوولتائیک^۲

سیستمی که در آن انرژی خورشیدی، بدون بهره‌گیری از مکانیزم‌های متحرک و شیمیایی، به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود، اثر آن را فتوولتائیک می‌نامند. عاملی که در این فرآیند به کار می‌رود، سلول خورشیدی نامیده می‌شود. اگرچه انرژی



شکل ۲- نمای کلی از سیستم اسمز معکوس - فتوولتائیک اتصال مستقیم (Al-Karaghoulhi And Kazmerski, 2013)

اسمز معکوس را به صورت کامل دارا است. برای مدل سازی از سیستم اولترافیلتراسیون برای بخش پیش تصفیه و از سیستم اسمز معکوس برای بخش تصفیه اصلی استفاده شده و به علت غلظت نسبتاً پایین آلاینده ها از بخش تصفیه نهایی صرف نظر شده است. جزئیات مدل سازی در سیستم های اولترافیلتراسیون و اسمز معکوس در جدول های ۱ تا ۳ و شکل های ۳ و ۴ ارائه شده است.

به منظور طراحی سیستم اسمز معکوس - فتوولتائیک، از نرم افزار WAVE^۲ برای طراحی سیستم اسمز معکوس و از نرم افزار PVSyst^۳ برای طراحی سیستم فتوولتائیک استفاده شده است.

۲-۴- مدل سازی سیستم اسمز معکوس

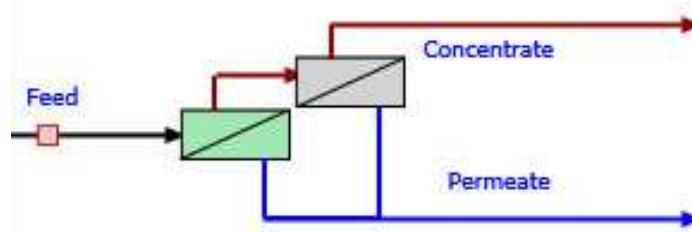
نرم افزار WAVE قابلیت مدل سازی و شبیه سازی سیستم

جدول ۱- جزئیات مدل سازی سیستم اولترافیلتراسیون در نرم افزار WAVE

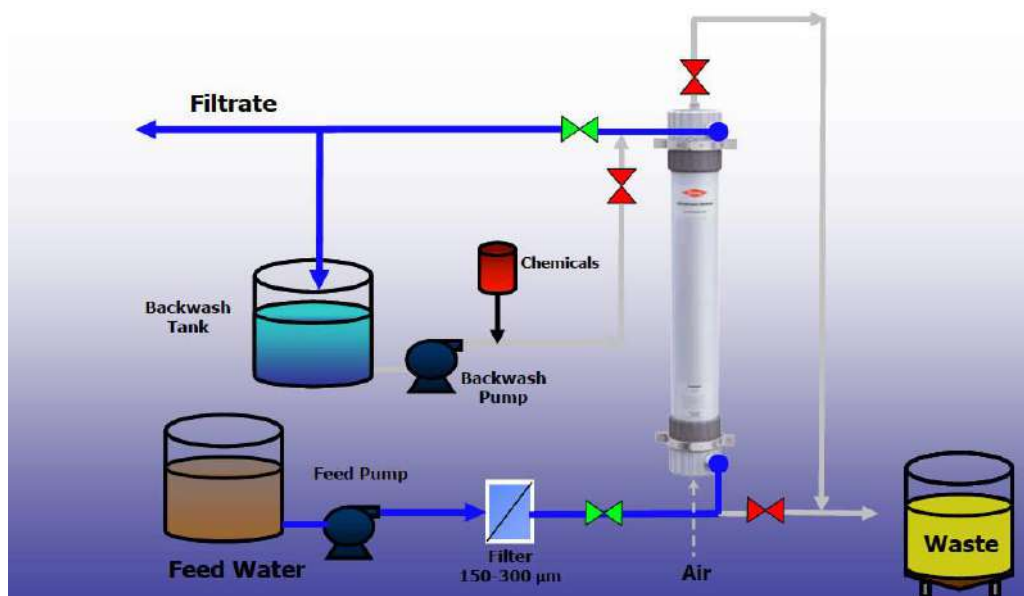
IntegerFlux 2860XP (Filmtech)	غشا اولترافیلتراسیون
۱×۲	پیکربندی غشاهای اولترافیلتراسیون
۹۵	راندمان سیستم اولترافیلتراسیون (%)
۷۴/۵	شار فیلتراسیون (LMH) (10 c°)
۱۰۰	شار شستشوی معکوس (LMH)
۶۰	شار CEB (LMH)
۹۱/۸	دبی جریان پیشران (m ³ /d)
۱۲	دبی جریان هوادهی (Nm ³ /h)
۳۶	دبی جریان بازیافت CIP (m ³ /d)

جدول ۲- جزئیات مدل سازی سیستم اسمز معکوس در نرم افزار WAVE

XLE-4040 (Filmtech)	غشا اسمز معکوس
۱×۶	پیکربندی غشاهای اسمز معکوس (مرحله اول)
۱×۴	پیکربندی غشاهای اسمز معکوس (مرحله دوم)
۷۳	راندمان سیستم اسمز معکوس (%)
۲۵/۸	شار سیستم اسمز معکوس (LMH)
۶۸/۵	دبی ورودی سیستم (m ³ /d)



شکل ۳- نمای شماتیک کلی از سیستم تصفیه اصلی (اسمز معکوس)



شکل ۴- نمای شماتیک کلی از سیستم تصفیه اولترافیلتراسیون

جدول ۳- پارامترهای طراحی و مقادیر انتخاب شده برای آن‌ها در سیستم WAVE

پارامترهای کیفی آب			
پارامتر	مقدار انتخاب شده	پارامتر	ملاحظات
دما	۱۵	دما	محدوده کلی بین ۱۰-۳۰ است
کدورت	≥ 2	کدورت	
TSS	≥ 5	TSS	
SDI	۲	SDI	

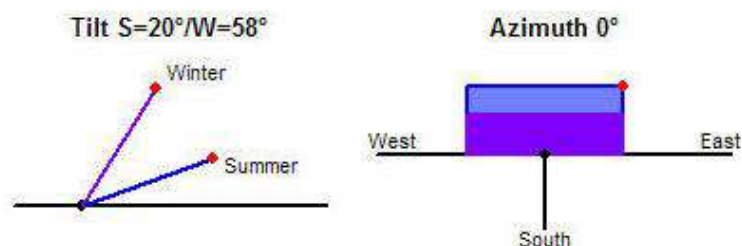
۲-۵- مدل سازی سیستم فتوولتائیک

این نرم افزار دارای بخش جداگانه‌ای است که قابلیت طراحی سیستم‌های فتوولتائیک را برای اهداف پمپاژ خورشیدی دارند. لذا از این بخش نرم افزار برای تحلیل و بهینه سازی سیستم تامین انرژی فتوولتائیک استفاده می شود. نحوه ورود داده ها به نرم افزار بدین صورت است که ابتدا از روی نقشه کره زمین، نقطه موردنظر برای طراحی انتخاب می شود. سپس نرم افزار به صورت هوشمند، مختصات جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، مسیرهای حرکت خورشید برای نقطه موردنظر را ارائه می دهد. این مسیرها برای منطقه مورد مطالعه مطابق شکل ۶ ارائه شده است. با این فرض که به علت وجود موانع طبیعی نظیر کوه و ... از زاویه های کمتر از ۵ درجه نسبت به قائم، تابشی دریافت نمی شود. همچنین آرایه ها بدون حرکت افقی و قائم و به صورت ثابت درنظر گرفته شده اند.

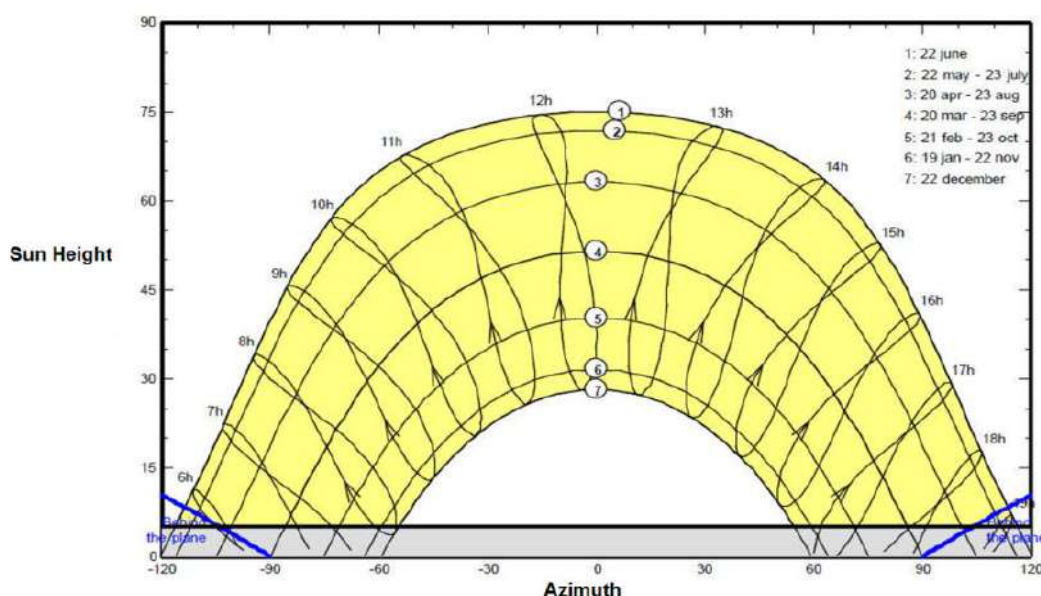
حال با انتخاب مراکز پردازش داده های هواشناسی اعم از NASA، Meteonorm و یا مراکز دیگر اطلاعات مربوطه، می توان مقادیر مربوط به شدت تابش خورشیدی، ضریب پخش خورشیدی، دمای هوا و سرعت باد را به صورت ماهانه وارد کرد. بدین منظور از داده های مرکز پردازش داده های هواشناسی کمسیون اروپا به علت به روز بودن آن ها (وجود داده های مربوط به سال ۲۰۱۶) برای منطقه موردنظر استفاده شد. با توجه به جهت های حرکت خورشید در نقطه موردنظر، به نظر می رسد که جهت رو به جنوب، بهترین جهت برای جهت گیری افقی و با توجه به تعیین دو زاویه قائم به علت افزایش انرژی دریافتی و در نتیجه افزایش راندمان سیستم در فصول مختلف سال (زاویه تابستانی و زمستانی)، زاویه ۲۰ درجه و ۵۸ درجه نسبت به افق به ترتیب برای دو حالت تابستانی و زمستانی

سیستم تصفیه می‌کند. با انتخاب سیستم پمپاژ مناسب، نرم‌افزار سیستم فتوولتائیک مناسب را محاسبه کرده و جزئیات انرژی دریافتی و آب پمپاژ شده را ارائه می‌دهد.

مناسب باشد (مطابق شکل ۵). سپس نوع آرایه فتوولتائیک و سیستم اینورتر مناسب باید انتخاب شود. با توجه به خروجی‌های تحلیل سیستم اسمز معکوس در WAVE، نرم‌افزار PVsyst اقدام به پیشنهاد سیستم پمپاژهای مختلف برای تامین دبی و فشار آب



شکل ۵- مسیر جهت‌گیری آرایه‌ها در محل مورد مطالعه



شکل ۶- مسیر حرکت خورشید در محل مورد مطالعه

۳- نتایج و بحث

کیفیت آب تولیدی براساس تمامی استانداردهای رایج آب آشامیدنی از قبیل موسسه استاندارد ایران، سازمان بهداشت جهانی، استاندارد آمریکا، استاندارد کمیسیون اروپا و ... در حد مطلوب است.

با توجه به نتایج تحلیل نرم‌افزار WAVE، مقادیر پارامترهای کیفی آب پس از تصفیه در جدول ۴ ارائه شده است. برطبق این نتایج،

جدول ۴- وضعیت پارامترهای کیفی آب قبل و پس از تصفیه

پارامترهای کیفی آب			
غلظت قبل از تصفیه	غلظت پس از تصفیه	واحد	پارامتر
۷/۰۰	۷/۹۵		pH
۱۷۷/۸۶	۲۱۱۷	mg/l	TDS
۱۵/۶۸	۵/۶۶	mg/l	CO _۲
۱/۰۴	۲۴/۶۳	mg/l	K
۴۷/۸۲	۳۳۰/۳۶	mg/l	Na
۱/۶۰	۱۰۵/۹۷	mg/l	Mg
۲/۳۲	۱۵۶/۹۱	mg/l	Ca
۰/۰۵	۵/۳	mg/l	CO _۲
۹۲/۶۸	۴۴۷/۴	mg/l	HCO _۳
۲۱/۶۵	۳۰۴/۸۹	mg/l	Cl
۱۰/۷۰	۷۴۱/۶۱	mg/l	SO _۴

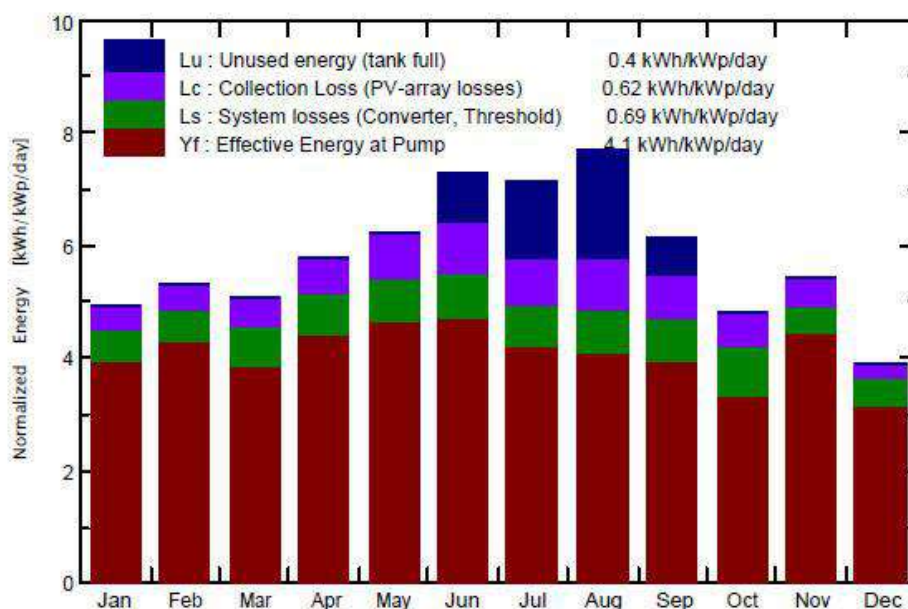
به منظور به حداکثر رساندن توان خروجی سیستم فتوولتائیک و مبدل جریان به منظور تبدیل جریان DC به AC و همچنین افزایش ولتاژ خروجی برای ایجاد جریان سه فاز است. با توجه به تحلیل نرم افزار PVsyst، نتایج حاصل از مدل سازی و شبیه سازی سیستم در این نرم افزار در جدول ۵ و شکل های ۷ تا ۱۰ ارائه شده است. در جدول ۵ اطلاعات مربوطه اعم از نوع، تعداد پانل ها و مبدل ها، مقادیر توان، ولتاژ و ... بیان شده است.

با توجه به خروجی های حاصل از تحلیل سیستم تصفیه اسمز معکوس، برای پمپاژ جریان سیال در سیستم های اولترافیلتراسیون و اسمز معکوس به ترتیب به یک پمپ ۲/۲ kW و یک پمپ ۷/۳ kW از نوع سانتریفیوژ چند مرحله ای سه فاز و در مجموع به توان الکتریکی ۹/۵ kW نیاز است. بدین منظور از سیستم فتوولتائیک با توان معادل ۹/۵ kW به منظور تامین انرژی سیستم اسمز معکوس استفاده می شود که دارای سیستم MPPT

جدول ۵- نتایج آنالیز سیستم فتوولتائیک

پارامتر	نوع/مقدار
مدل پانل	Yingli-YL300P-35b
نوع پانل	Si-poly
تعداد پانل	۳۲
توان ماکزیمم کل (kW)	۹/۵
ولتاژ در توان ماکزیمم (V)	۲۵۹
شدت جریان در توان ماکزیمم (Ah)	۲۵
مساحت هر ماژول (m ²)	۱/۹۴
مساحت کل ماژول ها (m ²)	۶۲/۰۸
راندمان ماژول (%)	۱۵/۴۶
راندمان سیستم فتوولتائیک (%)	۸۸/۹
مبدل جریان	ABB-ACS355 7.5kW و 2.2kW
نوع مبدل	AC-DC ۳ فاز
تعداد مبدل	۲

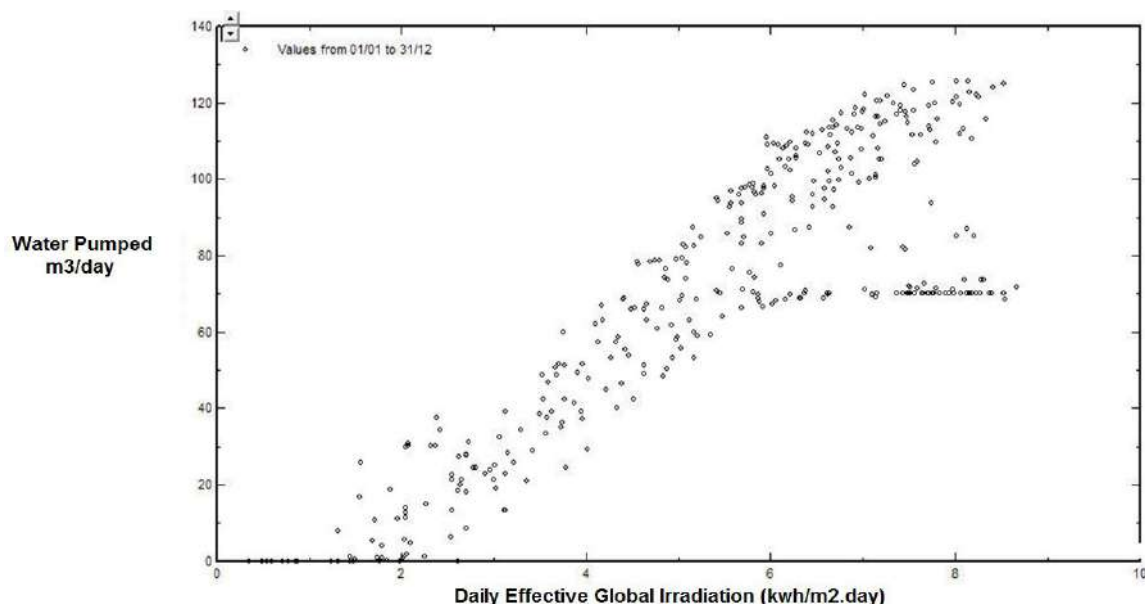
Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 2400 Wp



شکل ۷- اطلاعات پمپاژ روزانه به صورت متوسط ماهانه برای پمپ سیستم اولترافیلتراسیون

عرضه و تقاضا در سیستم تامین انرژی در اکثر ماه های سال و افزایش تولید و هدررفت ناشی از پر بودن مخزن آب در ماه های گرم سال است.

شکل ۷، متوسط ماهانه انرژی دریافتی سیستم فتوولتائیک، میزان هدررفت سیستمی، هدررفت ناشی از پر بودن مخزن ذخیره و مقدار انرژی موثر در عملیات پمپاژ را برای پمپ اولترافیلتراسیون نشان می دهد. مقادیر این شکل نشانگر تطابق



شکل ۸- میزان آب تولیدی در روزهای مختلف سال برای پمپ سیستم اولترافیلتراسیون

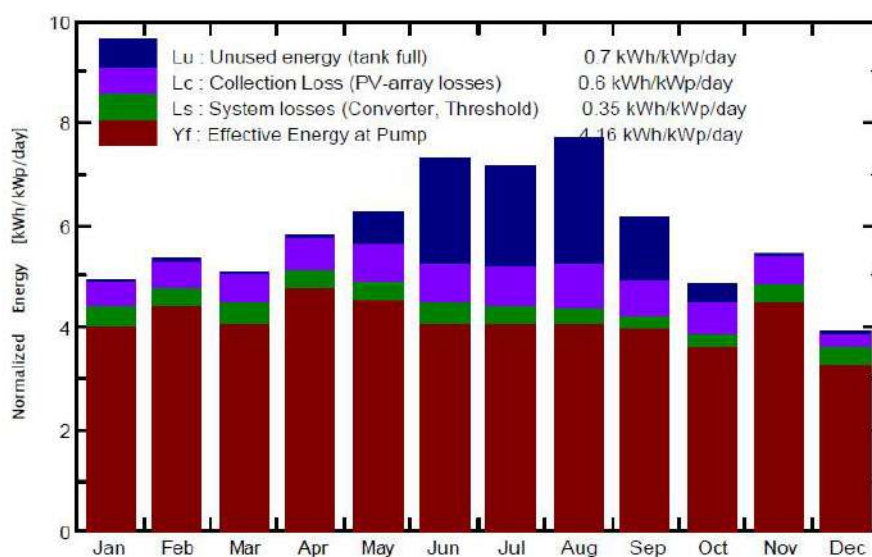
روش دفع، متفاوت است. پساب نمکی که هم‌چنین به‌عنوان کنسانتره، آب برگشتی یا فاضلاب شناخته می‌شود، نمی‌تواند به‌لحاظ زیست‌محیطی در منابع آبی تخلیه شود، در حالی که در اکثر تاسیسات آب‌شیرین‌کن اسمز معکوس واقع در سواحل انجام می‌شود. در چنین مواردی، حوضچه تبخیر ۴ ممکن است گزینه مناسبی باشد. روش‌های دیگر مدیریت این‌گونه پساب‌ها عبارتند از کمینه‌سازی زباله، تخلیه به آب سطحی، تخلیه به تاسیسات تصفیه فاضلاب، تزریق به چاه عمیق، تبخیر فاضلاب که ممکن است راه‌کارهای مناسبی باشند (Baawain et al., 2015). روش استفاده مجدد از نمک از سایر روش‌های مدیریت جریان پساب خروجی است. در این روش نمک‌های حاصل از عملیات تبخیر را می‌توان در صنایع مختلف شیمی و یا صنایع دیگر از قبیل راهسازی، صنایع سیمان استفاده کرد (Peck, 2015).

شکل ۸، میزان دبی تمامی روزهای یک‌سال را در شدت تابش‌های مختلف نشان می‌دهد. به‌ازای تابش خورشیدی متفاوت، دبی پمپاژ شده نیز متفاوت خواهد بود. از طرفی برای تامین کمبود آب ناشی از کاهش انرژی دریافتی در فصول سرد سال، مقدار دبی در فصول گرم سال به دو برابر میزان متوسط رسیده است. شرح شکل ۹ همانند شکل ۷ و شرح شکل ۱۰ همانند شکل ۸ است.

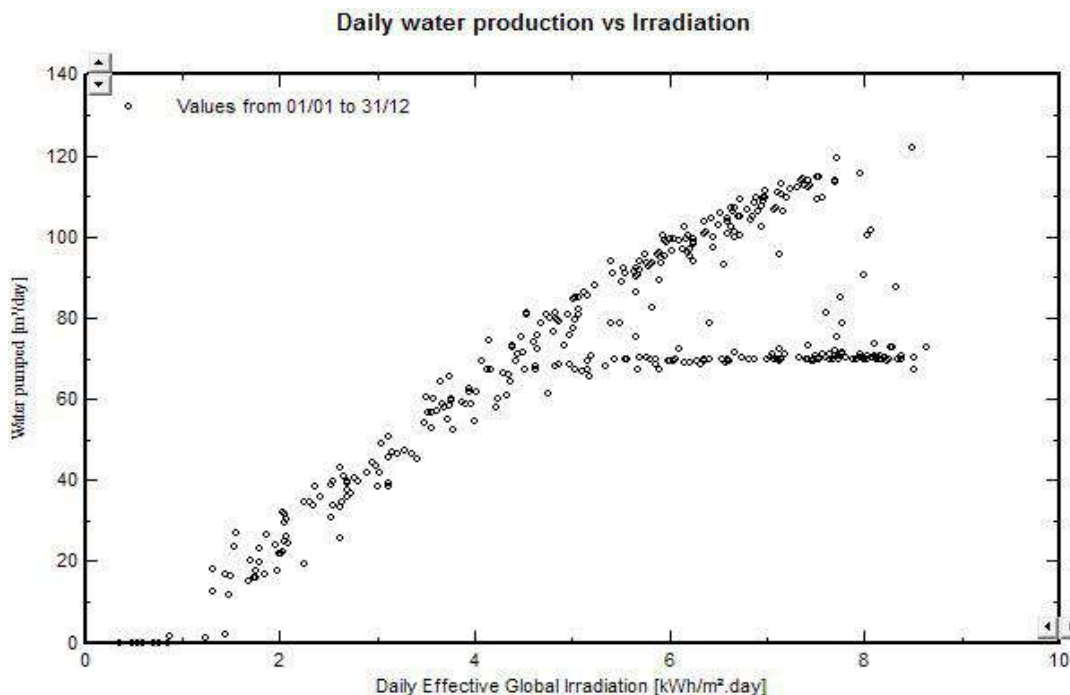
۳-۱- مدیریت پساب خروجی سیستم

یک محصول جانبی رایج در انواع تاسیسات آب‌شیرین‌کن، پساب نمکی است. مقدار نمک به‌عنوان درصدی از آب ورودی بسته به نوع روش، غلظت اولیه آب خوراک و عوامل موثر بر انتخاب

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 8.10 kWp



شکل ۹- اطلاعات پمپاژ روزانه به‌صورت متوسط ماهانه برای پمپ سیستم اسمز معکوس



شکل ۱۰- میزان آب تولیدی در روزهای مختلف سال برای پمپ سیستم اسمز معکوس

برهم منطبق شده و به نظر می‌رسد کمبودی در این زمینه وجود نخواهد داشت. هم‌چنین با توجه به این بدیهی است در ماه‌های گرم سال، برداشت آب بیش از میانگین مصرف سرانه باشد، تولید آب نیز به علت افزایش شدت و تعداد ساعات تابش خورشیدی بیشتر می‌شود و این هم‌پوشانی و تطابق میزان مصرف و تولید، نکته مثبت سیستم‌های اتصال مستقیم است. نکته دیگری که در این پژوهش در نظر گرفته شده است، ذخیره آب مازاد از برداشت (معمولاً در روزهایی که شدت تابش زیاد است) در مخزن آب ۱۵۰۰ مترمکعبی موجود در محل مورد مطالعه، به منظور استفاده در روزهایی که تابش خورشیدی و به تبع آن میزان تولید آب تصفیه شده کم است.

۵- پی نوشت ها

- 1- Reverse Osmosis (RO)
- 2- Photovoltaic Systems (PV)
- 3- Water Application Value Engine (WAVE)
- 4- Evaporation Ponds

۶- مراجع

افراسیابی، ن.، احتشامی م.، و اردکانیان ر.، (۱۳۸۷)، "طراحی بهینه سیستم تصفیه آب با نرم افزار ROSA"، دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران. حاج سقطی، ا.، (۱۳۹۳)، اصول و کاربرد انرژی خورشیدی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

دانشور، ن.، (۱۳۸۳)، اصول کنترل کیفیت آب، انتشارات دانشگاه تبریز.

به نظر می‌رسد سیستم آب‌شیرین‌کن خورشیدی به‌روش اسمز معکوس- فتوولتائیک، برای منطقه مورد مطالعه گزینه مناسبی است. زیرا علاوه بر تعیین تامین سوخت بدون نیاز به سوخت‌های فسیلی، اثرات زیست‌محیطی چندانی در صورت مدیریت پساب خروجی نخواهند داشت. از طرفی با تامین انرژی از منابع تجدیدپذیر، طبق محاسبات نرم‌افزار PVsyst مانع از تولید ۱۷/۶۵ تن CO₂ در طول ۲۰ سال عمر بهره‌برداری خواهد شد. هم‌چنین ماهیت مستقل این سیستم به‌گونه‌ای است که باعث کاهش فشار بر روی شبکه‌های توزیع برق و حل مسئله تامین آب آشامیدنی سالم می‌شود.

۴- نتیجه‌گیری

هدف از انجام این مطالعه، حل مشکل کیفیت آب منطقه مورد مطالعه براساس طراحی یک سیستم آب‌شیرین‌کن خورشیدی است که برای منطقه مذکور گزینه‌ی مناسبی باشد و هم‌چنین براساس ضوابط زیست‌محیطی قابل قبول باشد. سیستم پیشنهادی به‌صورت اسمز معکوس- فتوولتائیک، سیستمی با اتصال مستقیم است. بدین معنی که در این سیستم، با دریافت انرژی ناشی از تابش خورشیدی توسط سیستم فتوولتائیک، سیستم اسمز معکوس نیز شروع به کار می‌کند. دلیل انتخاب این نوع از اتصال این است که با افزایش شدت تابش خورشیدی در اواسط روز، دبی آب تولیدی نیز بیشتر خواهد بود و چون پیک مصرف روزانه در ساعات میانی روز اتفاق می‌افتد. تقریباً این افزایش برداشت آب از شبکه توزیع و افزایش تولید آب در بخش تصفیه

رضایی بنفشه، م.، جهانبخش، س.، دین پژوه، ی.، و اسمعیل پور، م.، (۱۳۹۳)، "امکان‌سنجی استفاده از انرژی باد در استان‌های اردبیل و زنجان"، *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۴۶(۴)، ۲۶۱-۲۷۴.

صالحی، س.، خانجانی، م.، و بارانی، غ.، (۱۳۹۵)، "ارزیابی اقتصادی تکنولوژی‌های مختلف آب شیرین‌کن"، *کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راه‌کارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط‌زیست و گردشگری*، دانشگاه تبریز.

- Al-Karaghoul, A., and Kazmerski, L.L., (2013), "Energy consumption and water production cost of conventional and renewable-energy-powered desalination processes", *Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 343-356.
- Alsheghri, A., Sharief, S.A., Rabbani, and Sh, Aitzhan, N.Z., (2015), "Design and cost analysis of a solar photovoltaic powered reverse osmosis plant for Masdar institute", *Energy Procedia*, 75, 319-324.
- Aybara, H.S., Akhatovb, J.S., Avezovab, N.R., and Halimovb, A.S., (2010), "Solar powered RO desalination: Investigations on pilot project of PV powered RO desalination system", *Applied Solar Energy*, 46(4), 275-284.
- Baawain, M., Choudri, B.S., Ahmed M., and Purnama, A., (2015), *Recent progress in desalination, environmental and marine outfall systems*, Springer.
- Bilton, A.M., Wiesman R., Arif, A.F.M., Zubair S.M., and Dubowsky S., (2011), "On the feasibility of community-scale photovoltaic-powered reverse osmosis desalination systems for remote locations", *Renewable Energy*, 36(12), 3246-56.
- Morad, M.M., El-Maghawry, Hend, A.M., and Wasfy, K.I., (2017), "A developed solar-powered desalination system for enhancing fresh water productivity", *Solar Energy*, 146, 20-29.
- Peck, S., (2015), "Reverse osmosis concentrate management", Technical Article, www.axeonwater.com.

Technical Paper

Locating Areas Suitable for Groundwater Artificial Recharge with Fuzzy Model (Case Study, Lorestan Province)

Zahra Yarmoradi^{1*}, Mehdi Khodadad², Behrouz Nasiri³ and Mostafa Karampoor⁴

1- Ph.D. Candidate, University of Lorestan, Khoramabad, Iran.

2- Masters of Geography and Rural Planning, Golestan University, Gorgan, Iran.

3- Associate Professor, Department of Climatology, Lorestan University, Khoramabad, Iran.

4- Assistant Professor, Department of Climatology, Lorestan University, Khoramabad, Iran.

* Corresponding author, Email: yarmoradi.za@fh.lu.ac.ir

Received: 25/01/2019

Revised: 20/05/2019

Accepted: 21/05/2019

مقاله کاربردی

مکان‌یابی عرصه‌های مناسب آب‌های زیرزمینی نیازمند به
تغذیه مصنوعی با مدل فازی (با تاکید بر استان لرستان)

زهرایارمرادی^{۱*}، مهدی خداداد^۲، بهروز نصیری^۳ و مصطفی
کرمپور^۴

۱- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه لرستان.

۲- کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه گلستان.

۳- دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه لرستان.

۴- استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه لرستان.

* نویسنده مسئول، ایمیل: yarmoradi.za@fh.lu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰۵

تاریخ اصلاح: ۱۳۹۸/۰۲/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۳۱

Abstract

Iran is a dry land with very little rainfall. The average rainfall in Iran is less than a third of the global average. Nowadays, with the increase in population and the subsequent increase in demand for food, the utilization of water resources, and in particular groundwater resources, is considerably increased. Currently the amount of groundwater resources exploitation exceeds its supply and so the lack of groundwater resources should be compensated. The purpose of this study was to locate zones suitable for the artificial recharge of the aquifers with a case study for Lorestan Province. For this purpose, AHP was employed as an efficient techniques and comprehensive system designed for multiple criteria decision-making. Required layers such as the slope, soil and geological structure, land use, rainfall, distribution of Quaternary alluvial and satellite imagery of the area was prepared. Then GIS software was used to overlay the layers and information and with use of Fuzzy logic, distinguishing suitable sites for artificial recharge of groundwater and the flood spreading. Based on the results, form the total area of the province (28294 km²), about 9258.36 km² (32.5%) are suitable for the design of artificial recharge and 5926.36 km² (about 21%) can be considered for flood spreading. Finally, the integration of the two resulting maps led to suitable sites for artificial recharge and flood spreading as about 7682.21 km² (21.79%). Therefore, GIS models are a powerful tool to locate artificial recharge and flood plain sites, because of their ability for analysis of large geographical data and prioritization of scientific decisions.

Keywords: Artificial recharge, Fuzzy model, Groundwater, Locating, Lorestan province.

چکیده

ایران سرزمینی است خشک با نزولات جوی بسیار کم به‌طوری‌که میانگین بارش آن کمتر از یک سوم متوسط بارندگی در دنیا است. امروزه با افزایش جمعیت کشور و به‌تبع آن افزایش تقاضا برای مواد غذایی، بهره‌برداری از منابع آب، به‌ویژه منابع آب زیرزمینی بسیار بیشتر از گذشته شده است، به‌طوری‌که این میزان مصرف بیشتر از میزان تغذیه منابع آب زیرزمینی است. لذا باید این کمبود منابع آب زیرزمینی جبران شود. هدف از این پژوهش مکان‌یابی پهنه‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی در استان لرستان است. در این تحقیق ابتدا لایه‌های مورد نیاز همچون شیب، جنس خاک و ساختار زمین‌شناسی، کاربری‌اراضی، میزان بارندگی، پراکنش آبرفت‌های کوآترنری و تصاویر ماهواره‌ای در منطقه موردنظر تهیه شد. سپس در نرم‌افزار GIS با انطباق لایه‌های اطلاعاتی و استفاده از منطق Fuzzy مکان‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی و محل‌های مناسب پخش سیلاب استخراج شد. براساس نتایج به‌دست آمده، از کل مساحت استان (۲۸۲۹۴ کیلومترمربع) حدود ۹۲۵۸/۳۶ کیلومترمربع (۳۲/۵٪) مناسب برای طرح‌های تغذیه مصنوعی و حدود ۵۹۲۶/۳۶ کیلومترمربع (حدود ۲۱٪) سطح استان مناسب برای اجرای پروژه‌های پخش سیلاب است. در نهایت از تلفیق دو نقشه حاصل، مکان‌های مناسب برای تغذیه‌مصنوعی و پخش سیلاب در این استان حدود ۷۶۸۲/۲۱ کیلومترمربع (۲۱/۷۹٪) برآورد شد. در نتیجه استفاده و به‌کارگیری مدل‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تجزیه و تحلیل حجم بالای داده‌های جغرافیایی و ارزیابی و اولویت‌بندی تصمیم‌گیری‌ها در قضاوت کارشناسانه، ابزار کارآمدی را برای مکان‌یابی محل‌های تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب فراهم می‌کند.

کلمات کلیدی: مکان‌یابی، تغذیه مصنوعی، آب‌های زیرزمینی، مدل فازی، استان لرستان.

روش مشخصی از ارزیابی پتانسیل جمع‌آوری آب و ارزیابی هزینه‌ها را ارائه دادند. نتایج نشان داد که برای به حداقل رساندن تلفات رواناب و ذخیره آن باید متغیرهای استراتژی جمع‌آوری آب باران مورد استفاده قرار گیرد. این متغیرها شامل اطلاعات مربوط به تهیه نقشه‌های اولویت‌بندی مناطق مستعد تغذیه آب‌های زیرزمینی است. اطلاعاتی مانند نقشه کاربری اراضی، شیب خاک و ... است. مناطق جمع‌آوری که به‌صورت خوشه‌ای در یک محل جمع شده‌اند از نظر مکانی و اقتصادی مورد تایید بوده، ولی در بعضی از زیرحوضه‌ها که موقعیت مکانی جمع‌آوری آب متفرق بوده، باید توسعه اقتصادی با ارزیابی هیدرولوژیکی به‌منظور تسهیل در مدیریت ذخیره و بالابردن راندمان جمع‌آوری آب مورد استفاده قرار گیرد.

Hissen et al. (2008) با استفاده از سنجش از دور و GIS نقاط مناسب برای تغذیه آب زیرزمینی در حوضه^۶ چی پی تایوان را بررسی کردند. Mosavi et al. (2008) با استفاده از GIS به مطالعه مناطق مناسب برای تغذیه آب زیرزمینی در جنوب دشت ایزه واقع در جنوب غرب ایران پرداختند و نتایج آن نشان داد که مناطق دارای شکستگی در آهک‌ها دارای بیشترین پتانسیل و سازنده‌های متشکل از مواد ریزدانه و دارای نفوذ پذیری کم و نیز مناطق بدون شکستگی دارای کم‌ترین پتانسیل تغذیه هستند. Chenini et al. (2009) با استفاده از GIS پهنه‌بندی تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی مناطق خشک را با تحلیل داده‌های بارندگی، شدت رواناب حوضه، زمین‌شناسی سطحی و شرایط آبخوان انجام دادند. نتایج نشان داد که GIS به‌طور موثر توانایی پهنه‌بندی تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی را دارد.

Sargaonkar et al. (2010) به ارزیابی آب‌شناختی آبخیز بر پایه GIS برای تعیین محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداختند. حکمت پور و همکاران (۱۳۸۶) مکان‌یابی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی در دشت ورامین از طریق طبقه‌بندی و تلفیق لایه‌ها در محیط GIS را انجام دادند. رضانی مهریان و همکاران (۱۳۹۰)، به مکان‌یابی محل‌های انجام تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی با به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند. نتایج نشان داد که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در کنار فن بردار ویژه نتایج با اعتبار بیشتری را ارائه می‌دهد. رامشت و عرب‌عامری (۱۳۹۲)، پهنه‌بندی حوضه آبخیز بیاضیه به‌منظور تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش AHP را بررسی کردند، نتایج نشان داد که روش وزن دهی از اطمینان بالاتری برخوردار است. بذرافشان و همکاران (۱۳۹۵)، تحقیقی را با هدف شناسایی عرصه‌های مستعد پخش سیلاب در دشت سرخون بندرعباس با استفاده از روش‌های بولین، فازی و هم‌پوشانی انجام دادند. برای مقایسه سه روش از عرصه‌های کنترل زمینی، براساس آماره کاپا

کشور ایران سرزمینی است خشک و نیمه خشک با نزولات جوی بسیار اندک، به‌طوری‌که میانگین بارش سالیانه آن کمتر از یک سوم متوسط بارندگی سالیانه جهان است. این گستره بزرگ جغرافیایی با مشخصات هیدرولوژیکی خاص (مانند حجم نزولات جوی ۴۱۳، تبخیر و تعرق ۲۹۶ و حجم آب قابل‌دسترس ۱۱۷ میلیارد مترمکعب، سرانه آب تجدیدشونده ۱۹۰۰ مترمکعب، مصرف ۴۳ میلیارد مترمکعب که حدود ۶۵٪ آن از آب‌های زیرزمینی تامین می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۵). به‌ویژه این‌که هم‌اکنون از ۶۳۰ دشت کشور ۲۲۰ دشت آن از نظر منابع آب زیرزمینی در رده دشت‌های ممنوعه قرار دارند (کردوانی، ۱۳۸۵). لزوم شناخت و بهره‌برداری بهینه از آب‌های زیرزمینی از آن‌جا ناشی می‌شود که این منابع ۹۹٪ از کل آب‌های شیرین قابل استفاده را تشکیل می‌دهند (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۳). مشکلات ناشی از بروز خشک‌سالی‌ها از یک‌سو و سیلاب‌های مخرب از سوی دیگر، لزوم مدیریت صحیح منابع آب را نمایان می‌سازد. در این رابطه جمع‌آوری آب‌های سطحی، تغذیه آب‌های زیرزمینی و تنظیم بهره‌برداری صحیح آب، مهم‌ترین راه‌کارهای مدیریت منابع آب به‌شمار می‌روند (قهاری و پاکرو، ۱۳۸۶). تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد، از جمله می‌توان به پخش آب^۱ از طریق: غرقاب کردن زمین در کرت‌های وسیع^۲، تغذیه از طریق رودخانه^۳، ایجاد نهر^۴، گودال‌های تغذیه و از طریق پخش سیلاب^۵ اشاره کرد.

Mahdavi et al. (2004) مطالعه‌ای را در مورد مکان‌یابی محل‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی از طریق سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در یکی از مناطق جنوبی اصفهان انجام دادند. در این بررسی پس از تهیه نقشه‌های شیب، خاک، جهت شیب، شبکه آبراهه، اطلاعات اقلیمی و نقشه کاربری اراضی، لایه‌های اطلاعاتی با هم تلفیق و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، محل‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی استخراج شد. نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش آن‌ها نشان داد که استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند ابزار کارآمدی برای مکان‌یابی محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی باشد. (2007) Ghayoumian et al. برای مکان‌یابی مناطق تغذیه آب زیرزمینی در حوضه آبخیز گاوبندی از فاکتورهای شیب، نفوذ پذیری سطحی، ضخامت و کیفیت آب‌رفت بهره‌گرفتند. پارامترهای بالا در محیط GIS و با اعمال روش‌های مختلف امتیازدهی و تلفیق شدند.

Sekar and Radhir (2007) در پژوهشی با عنوان ارزیابی مکان‌یابی پتانسیل جمع‌آوری آب باران در سیستم حوضه آبخیز

استفاده شد که در نهایت روش فازی به عنوان بهترین روش شناخته شد. دادوکلائی و همکاران (۱۳۹۶) به تعیین بهترین مکان برای تغذیه مصنوعی آب های زیرزمینی گرمسار با استفاده از روش های وزن دهی پرداختند. نتایج نشان داد که در مجموع چهل درصد منطقه برای تغذیه مصنوعی مناسب است. مهدوی و اخوان (۱۳۹۷)، مکان یابی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی آب های زیرزمینی منطقه همدان را با روش فازی انجام دادند. نتایج نشان داد که ۲۶٪ منطقه برای تغذیه مصنوعی مناسب تشخیص داده شد.

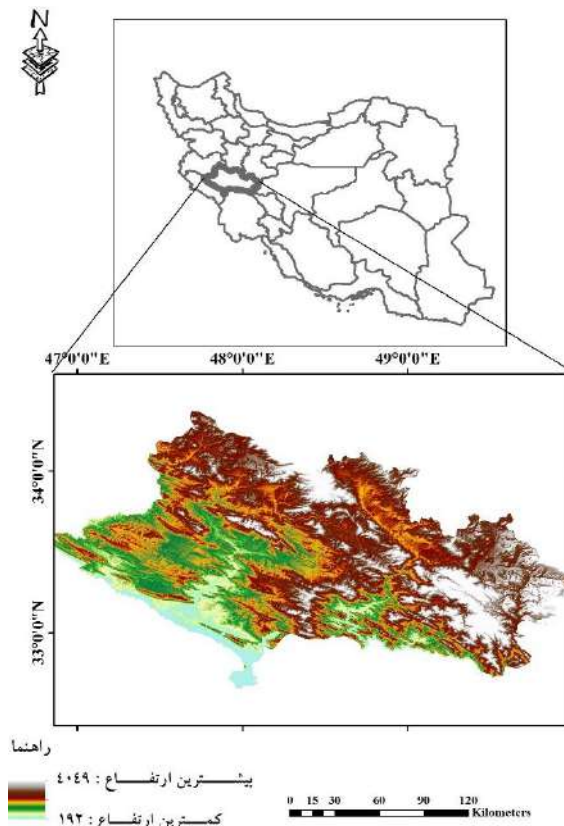
استان لرستان به دلیل دارا بودن منابع عظیم آب های زیرزمینی، خاک حاصل خیز و هموار بودن زمین، از کشاورزی و باغداری پررونقی برخوردار است. در سال های اخیر به علت بهره برداری بی رویه، سطح ایستابی در این دشت بسیار افت پیدا کرده است. از سوی دیگر این منابع تامین کننده آب شرب، کشاورزی و صنعت شهرهای استان است. هدف از انجام این تحقیق، ایجاد چارچوبی برای مکان یابی سایت های مناسب تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی و مناطق پخش سیلاب در استان لرستان با استفاده از منطق فازی است.

۲- منطقه مورد مطالعه

استان لرستان در غرب ایران بین ۴۶ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و ۳۲ درجه

و ۳۷ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۲ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. استان لرستان از شمال به شهرستان های اراک و خمین و شهرستان نهاوند و ملایر از استان همدان، از شرق به شهرستان های گلپایگانه، فریدن و فریدون شهر از استان اصفهان، از جنوب به شهرستان های دزفول و اندیمشک و از غرب به شهرستان های دره شهر، اسلام آباد و هرسین محدود است. این استان شامل ۱۱ شهرستان است که طول و عرض تمامی شهرستان ها به همراه ارتفاع آن ها از سطح دریا در شکل ۱ و جدول ۱ نمایش داده شده است. استان لرستان یکی از استان های مرتفع و کوهستانی و پر آب ایران بوده که آب های سطحی آن تماماً به رودخانه های حوزه آبریز دریای عمان و خلیج فارس متعلق است. وسعت این حوزه ۳۱۳۸۴ کیلومتر مربع بوده و تقریباً شامل تمامی وسعت استان می شود. مناطق کوهستانی لرستان از کانون های آبیگری مطمئن و همیشگی ایران بوده و شاخه های مهم رودخانه های کارون و کرخه را تشکیل می دهد. مهم ترین این کانون های آبرگیر کوه های بلند و پرف اشتهر انکوه و گرین است. این کوهستان ها به علت ارتفاع زیاد و ذخیره برف کافی در تمام سال رودهای مهم این منطقه را تغذیه می نماید.

در سطح استان نزولات جوی به صورت های گوناگون متحول و مجتمع می شود. قسمتی پس از تبخیر به صورت جریان سطحی درآمده، رودخانه ها را به وجود می آورد. بخشی نیز در زمین نفوذ کرده و مخازن آب زیرزمینی را شکل می دهد. در این صورت بدیهی است که برای ارزیابی پتانسیل آبی این استان لازم است که منابع آب سطحی و زیرزمینی در آن بررسی شود.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
خرم آباد	۴۸° ۲۶'	۳۳° ۲۶'	۱۱۴۷/۸
بروجرد	۴۸° ۴۵'	۳۳° ۵۵'	۱۶۲۹
کوه‌دشت	۴۷° ۳۹'	۳۳° ۳۱'	۱۱۹۷/۸
الشتر	۴۸° ۱۵'	۳۳° ۴۹'	۱۵۶۷/۲
الیگودرز	۴۹° ۴۲'	۳۳° ۲۴'	۲۰۲۲
نورآباد	۴۸° ۰۰'	۳۴° ۳۰'	۱۸۵۹/۱
ازنا	۴۹° ۴۱'	۳۳° ۴۶'	۱۸۷۰
درود	۴۹° ۰۰'	۳۳° ۸۲'	۱۵۲۲/۲۵
پلدختر	۴۸° ۰۲'	۳۳° ۳۳'	۶۷۳
چگنی	۴۷° ۸۲'	۳۳° ۳۸'	۱۲۳۴
رومشگان	۴۷° ۳۰'	۳۳° ۱۷'	۱۱۹۸

۳- مواد و روش‌ها

عوامل موثر در مکان‌یابی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی متعدد هستند. بدیهی است که استفاده از همه مشخصه‌های موثر در مدل‌های مکان‌یابی میسر نیست. از این‌رو عوامل یادشده با توجه به نکاتی از قبیل هدف، مقیاس کار و دقت قابل انتظار، شرایط منطقه، میزان تاثیرگذاری هر عامل و کافی بودن و در دسترس بودن اطلاعات، تعیین می‌شود. در این پژوهش به منظور مکان‌یابی محل‌های تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی از لایه‌های مختلف مانند: زمین‌شناسی، لایه شیب، میزان نفوذپذیری، لایه ارتفاع، لایه هم‌بارش، لایه بافت خاک و لایه کاربری اراضی استفاده شد. در تهیه نقشه هم‌باران به دلیل ناکافی بودن ایستگاه‌ها در منطقه مورد مطالعه، از ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک استان لرستان، نورآباد، پلدختر، خرم آباد، بروجرد، الیگودرز، ازنا دورود، رومشگان، چگنی و کوه‌دشت استفاده شد. ابتدا میزان بارندگی دریافتی در هریک از ایستگاه‌ها محاسبه، سپس بین مقدار بارندگی سالانه و ارتفاع ایستگاه‌های فوق رابطه رگرسیون برقرار شد. در مرحله بعدی برای تهیه نقشه شیب، اطلاعات خطوط تراز ۱۰۰ متری نقشه توپوگرافی مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله بعد با استفاده از DEM نود متری منطقه برای هر پیکسل با ابعاد 600×600 مقدار شیب در نرم‌افزار ARC GIS استخراج شد. در تهیه نقشه بافت خاک، بافت‌های سبک و متوسط از نقشه تفکیک شده و بقیه بافت‌ها نیز حذف شد. همچنین در نقشه کاربری اراضی قسمت مرتع برای تغذیه مصنوعی مناسب تشخیص داده شده و بقیه کاربری‌ها حذف شد. در مرحله بعد برای تهیه مکان‌های پخش سیلاب براساس نقشه پراکنش تهیه شده برای آبرفت‌های استان لرستان، مناطق و محل‌های دارای نهشته‌های آبرفتی کواترنری در سطح شهرستان از نظر هدف مورد بررسی قرار گرفته شد. سپس از توابعی همچون تابع منطقی (Anaist Analyst)، (3D Anaist) و محاسبات مکانی

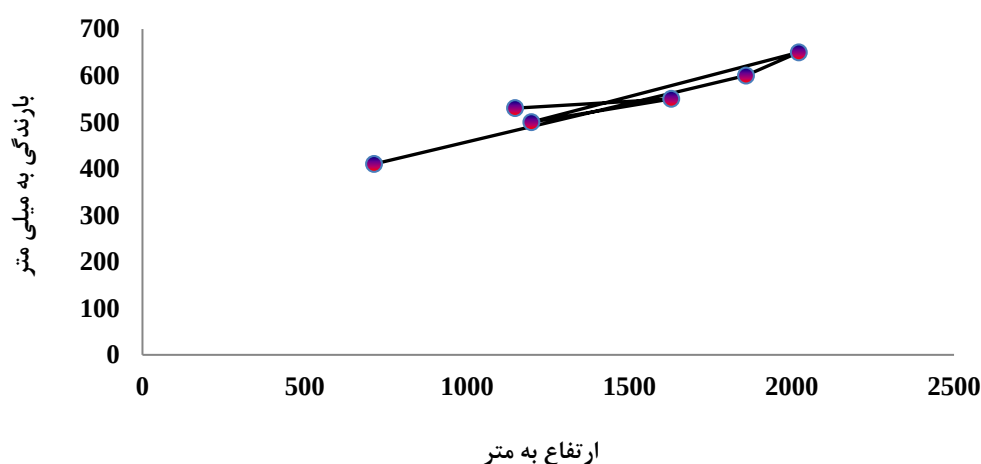
(Cell Statistics) و (Raster Calculator) به منظور ترکیب و همپوشانی آن‌ها استفاده شد. در نهایت به منظور نمایش مکان‌های مناسب و همچنین مقایسه دقیق‌تر نقشه‌ها، نقشه به دست آمده در سه دسته اهمیت (اولویت اول، دوم، سوم) به لحاظ قابلیت تغذیه مصنوعی طبقه‌بندی شدند. برای انجام عملیات مکان‌یابی در روش fuzzy اولاً لایه‌های مورد استفاده به طبقات معین تقسیم‌بندی و ثانیاً براساس اولویت و اهمیت لایه‌های مورد استفاده در منطق فازی به نتیجه‌گیری مبادرت شده است. در این روش نقشه شیب منطقه براساس لایه DEM موجود به صورت درصدی به دو قسمت شیب کمتر از ۲ و بیشتر از ۲ درصد تقسیم و بقیه لایه‌ها براساس شیب فایل‌های مرتبط تهیه و وارد منطق فازی برای تصمیم‌گیری شده است. سپس لایه‌های اطلاعاتی و معیارهای تعیین شده آن‌ها با استفاده از توابع فازی در قالب رستر به صورت ارزشی از صفر تا یک قرار گرفتند. بدین صورت لایه‌های وزن‌دار فازی آماده شدند. سپس عملگرهای جمع، ضرب و گامای فازی روی لایه‌های فازی شده صورت گرفت. نتیجه حاصل در این عملیات به صورت دو قسمت (۰ و ۱) محل تغذیه مستعد و نامساعد در نقشه نهایی تقسیم شده است. در نهایت نقشه نهایی تناسب زمین براساس ارزیابی دقت مدل برای عرصه‌های مناسب پخش سیلاب فراهم شد.

نظریه مجموعه‌های فازی در سال ۱۹۶۵ توسط عسگرزاده عرضه شد. این نظریه از آن‌زمان تاکنون، گسترش زیادی یافته و کاربردهای مختلفی در علوم مختلف نظیر الکترونیک، منابع طبیعی، معدن و مدیریت و برنامه‌ریزی شهری پیدا کرده است. یک مجموعه فازی مجموعه‌ای است از درجات عضویت که می‌تواند به طور پیوسته از صفر تا یک اختیار شود. این مجموعه توسط یک تابع عضویت مشخص می‌شود. عضویت یک به یک مجموعه یعنی تعلق کامل و عضویت صفر یعنی عدم تعلق به مجموعه. هرچه درجه عضویت به یک نزدیک‌تر باشد نشانه تعلق بیشتر به مجموعه مورد نظر است و برعکس. درجه عضویت می‌تواند توسط کاربر و

۴- نتایج و بحث

استان لرستان یکی از استان‌های کوهستانی در غرب ایران است. بیشتر مناطق این استان را کوه‌های زاگرس پوشانده است. آب و هوای این استان متنوع بوده و تنوع آب و هوا در آن از شمال شرق به جنوب غرب کاملاً مشهود است. میانگین بارش سالانه استان ۵۵۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر است. ابتدا میزان بارندگی دریافتی در هریک از ایستگاه‌ها محاسبه و سپس بین مقدار بارندگی سالانه و ارتفاع ایستگاه‌های فوق رابطه رگرسیونی برقرار شد (شکل ۲). با توجه به عدد حاصل از این رابطه، نقشه بارندگی سالانه در ارتفاعات مختلف منطقه تهیه شد.

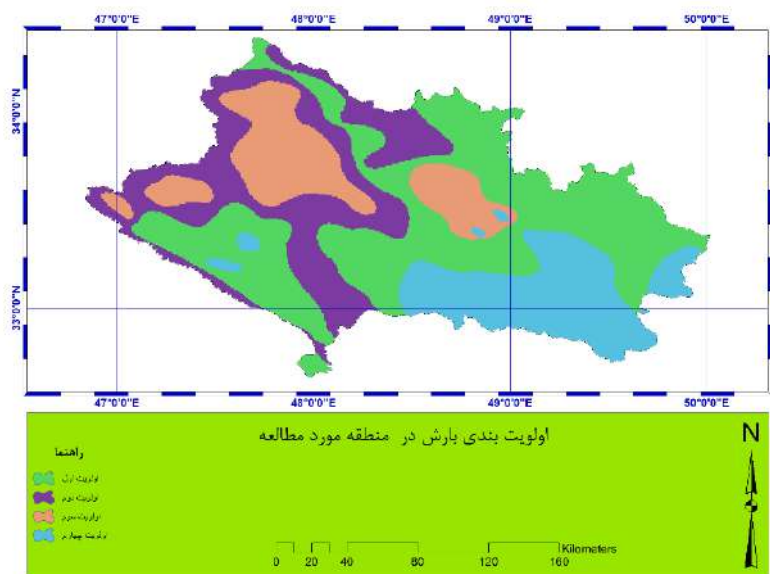
براساس نظرات کارشناسان و خبرگان تعیین شود و یا براساس توابع تحلیلی مانند تابع مثلثی، دوزنقه‌ای، زنگوله‌ای، سیگنوییدی و گوسی به‌دست آید. ویژگی دیگر این منطق این است که بتوان به‌طریقی نقشه‌های پایه را نسبت به هم، بر اساس اهمیت‌شان در موضوع رتبه‌بندی و وزن‌دهی کرد. با استفاده از پنج عملگر فازی AND، OR، حاصل ضرب جبری فازی، حاصل جمع جبری فازی و عملگر فازی گاما می‌توان لایه‌ها را با هم ترکیب و تلفیق نمود (Bonham Carter, 1984). روش فازی در اصل یک روش وزن‌دهی به لایه‌های مورد استفاده است که قابل قبول‌ترین روش مکان‌یابی برای مدل کردن ابهام‌های و آینده‌های وابسته به دانش بشری است. این روش، دارای ریسک‌پذیری پایین و نتیجه‌دهی بسیار مناسب و بالایی است (Lee et al., 2008؛ احمدپور و همکاران، ۱۳۸۶؛ کوره‌پزان، ۱۳۸۷).



شکل ۲- رابطه رگرسیونی بین ارتفاع و بارندگی

مختلف و x : ارتفاع هر نقطه است. توزیع میانگین بارندگی سالانه در استان لرستان نیز در شکل ۳ نشان داده شده است.

رابطه رگرسیونی به صورت $y = 0.1622x - 308.29$ و $R^2 = 0.9343$ است که y : مقدار بارندگی سالانه در ارتفاعات



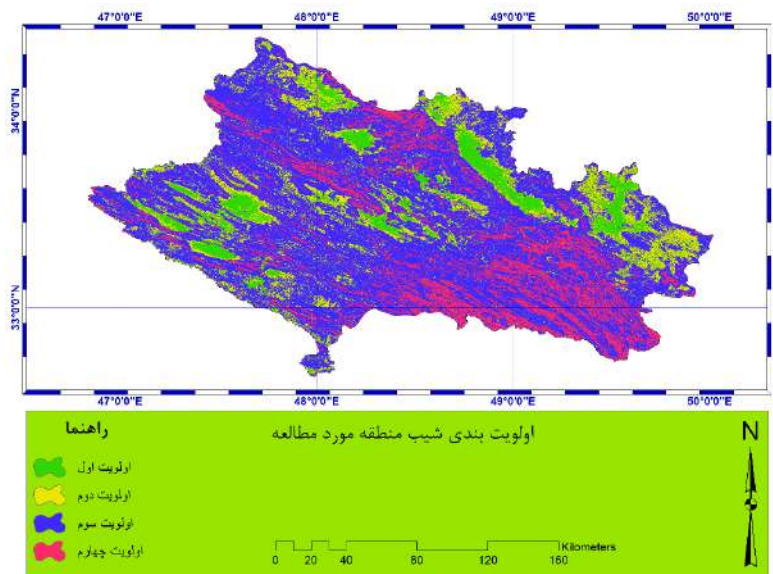
شکل ۳- توزیع میانگین بارندگی سالانه در استان لرستان

شده است. بر اساس این شکل و جدول ۲، ۳۱/۸٪ از استان لرستان دارای شیب کمتر از ۲٪ بوده که برای تغذیه مصنوعی سفره آب‌های زیرزمینی و مناطق مساعد پخش سیلاب در اولویت اول است.

شکل ۴ طبقه‌بندی شیب در سطح استان با توجه به رابطه میزان شیب و تغذیه مصنوعی سفره آب‌های زیرزمینی و مناطق مساعد پخش سیلاب است. در این نقشه چهار طبقه شیب کمتر از ۲ درصد و بین ۲ تا ۳ درصد و ۳ تا ۵ درصد و ۵ درصد به بالا تفکیک

جدول ۲- توزیع طبقات شیب استان لرستان در چهار طبقه

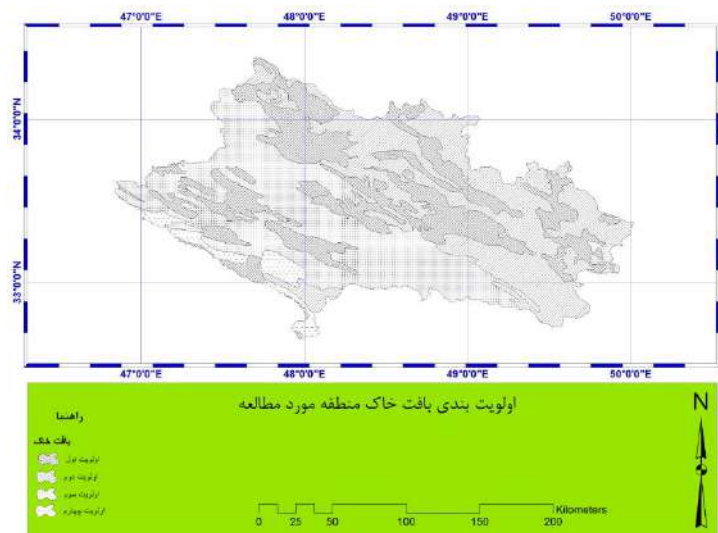
گروه	درجه قابلیت	شیب	درصد پوشش منطقه	مساحت (Km ²)
۱	اولویت اول	کمتر از ۲ درصد	۳۱/۸	۹۰۵۸/۹
۲	اولویت دوم	بین ۲ تا ۳ درصد	۲/۵	۹۱۴/۲
۳	اولویت سوم	بین ۳ تا ۵ درصد	۵۱/۸	۱۲۱۸۵/۳
۴	اولویت چهارم	بیش از ۵ درصد	۱۳/۸۲	۶۱۳۵/۶



شکل ۴- طبقات شیب استان لرستان

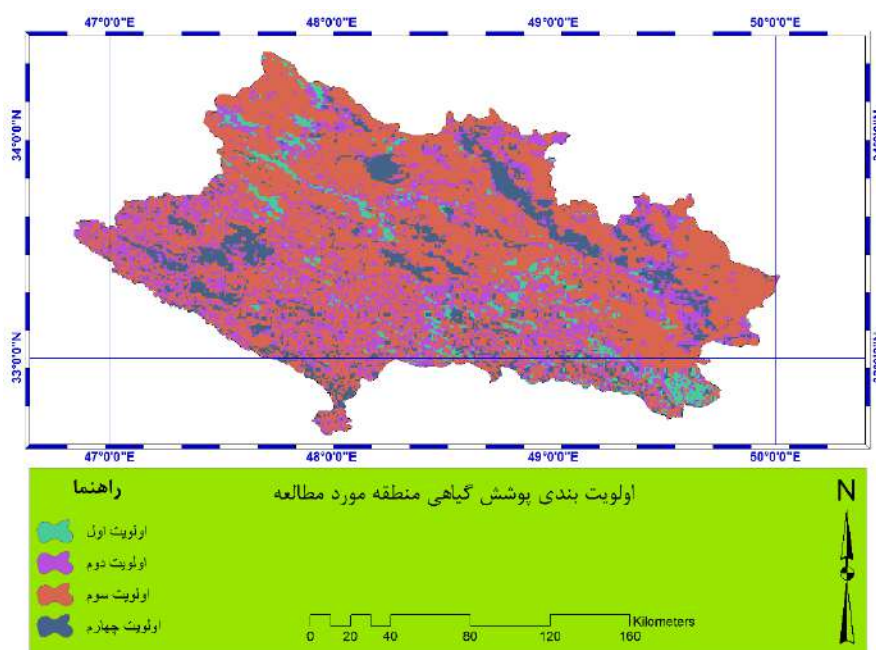
و همکاران، ۱۳۸۲). در تهیه نقشه بافت خاک، بافت‌های سبک و متوسط از نقشه تفکیک شده و بقیه بافت‌ها حذف شد. با توجه به شکل ۵ حدود ۱۳۳۵۲/۲۸ کیلومتر مربع (۴۰/۳۲٪) از مساحت استان مناسب برای طرح‌های تغذیه مصنوعی سفره آب‌های زیرزمینی است.

به‌طور کلی خاک عاملی است که گیاهان در آن رشد می‌کنند. این عامل نه تنها مواد لازم برای رشد گیاهان را فراهم می‌آورد، بلکه آب مورد نیاز برای تعرق و اکثر شانه‌ده عنصر شیمیایی لازم برای رشد و نمو گیاه را تامین می‌کند. خاک‌ها با توجه به خصوصیات آن‌ها (ساختمان، عمق، بافت، محتوی مواد غذایی و اسیدیته) تفاوت‌هایی قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر دارند (کوچکی



شکل ۵- نقشه بافت خاک استان لرستان

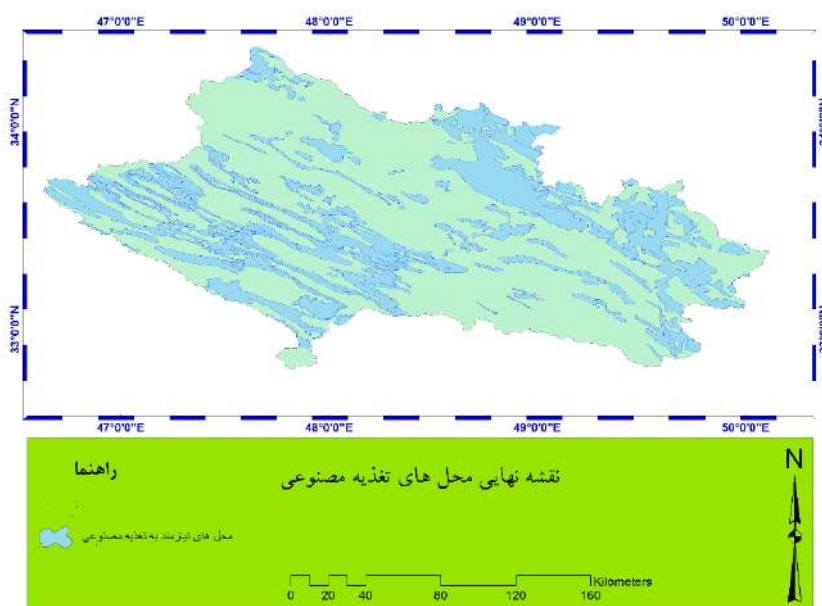
شکل ۶، نقشه کاربری اراضی استان لرستان را نشان می‌دهد. همانطور که در نقشه نمایان است مرتع با پوشش گیاهی ۵ تا ۱۰ درصد، بیشترین وسعت منطقه را در بر گرفته است که حدود ۸۹۸/۳۲ کیلومترمربع با اولویت اول نشان داده شده است. در این نقشه قسمت مرتع برای تغذیه مصنوعی مناسب تشخیص داده شده و بقیه کاربری‌ها حذف شد.



شکل ۶- پوشش گیاهی مرتع در استان لرستان

استفاده شده است. در نهایت به منظور نمایش مکان‌های مناسب و همچنین مقایسه دقیق تر نقشه‌ها، نقشه به دست آمده در سه دسته اهمیت (اولویت اول و دوم) به لحاظ قابلیت تغذیه مصنوعی طبقه بندی شده است (شکل ۷). با توجه به این که مساحت استان لرستان حدود ۲۸۲۹۴ کیلومترمربع است، با توجه به شکل ۷ مقدار ۹۲۵۸/۳۶ کیلومترمربع (۳۲/۵٪) از مساحت شهرستان برای طرح‌های تغذیه مصنوعی سفره آب‌های زیرزمینی مناسب تشخیص داده شده است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و جمع‌بندی منابع در اصل شامل تقسیم عوامل محیطی به پارامترهای قابل فهم و سپس ترکیب آن‌ها به نحوی که ارزیاب بتواند به توان و یا محدودیت منابع سرزمین برای کاربری مورد نظر پی‌برد. برای تعیین محل‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی، پس از تهیه نقشه‌های (همباران، کاربری اراضی، شیب، بافت خاک) از قابلیت‌های نرم‌افزار (ARC GIS) هم‌چون تابع منطقی (Anaist) و (Analyst) و (3D Anaiyst) و محاسبات مکانی (Cell Statistics) و (Raster Calculator) به منظور ترکیب و همپوشانی نقشه‌ها

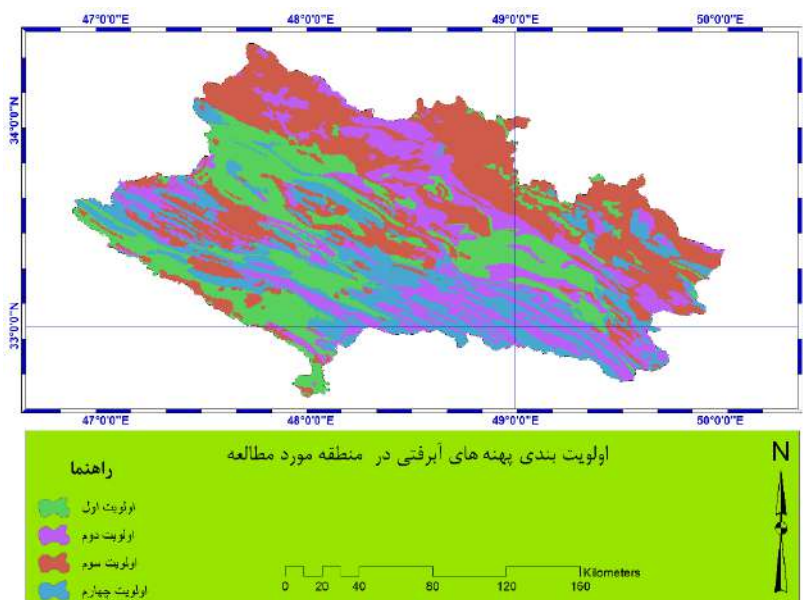


شکل ۷- نقشه تلفیقی به دست آمده محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی با روش فازی با پهنه ۳۲/۵ درصدی برای استان لرستان

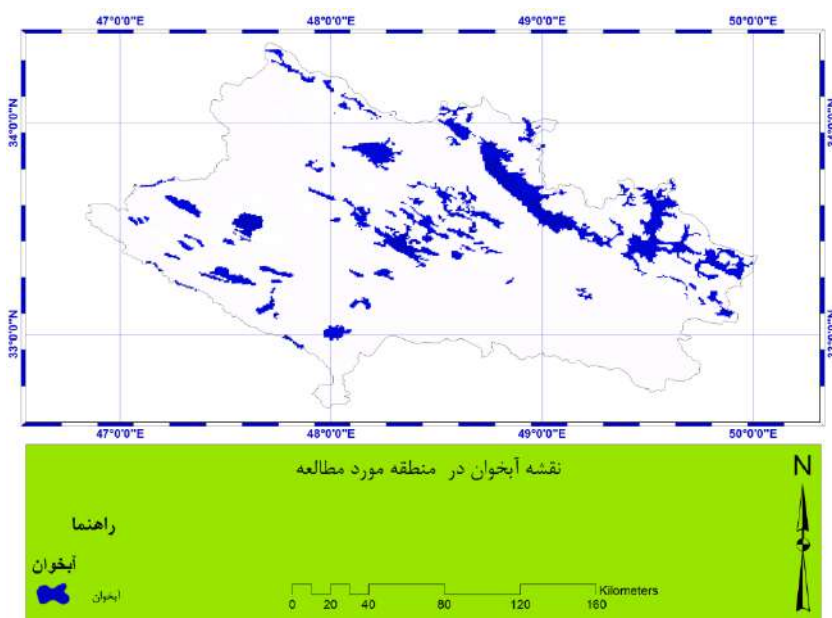
۵- مکان‌یابی محل‌های مناسب برای پخش سیلاب

بررسی‌های انجام شده و براساس نقشه پراکنش تهیه شده برای آبرفت‌های استان لرستان، مناطق و محل‌های دارای نهشته‌های آبرفتی کواترنری در سطح استان از نظر هدف مورد بررسی در این پژوهش که مکان‌یابی سایت‌های مناسب برای اجرای طرح‌های آبخوانداری است، در نواحی‌ای از سطح استان قابل بررسی هستند که موقعیت قرارگیری آن‌ها در شکل ۸ و موقعیت آبخوان موجود در آن‌ها در شکل ۹ نشان داده شده است.

نهشته‌های کواترنری استان لرستان با گستردگی بیش از ۱۰۱۹۱ کیلومترمربع که در حدود ۴۹/۷٪ مساحت شهرستان را شامل می‌شود، با مشخصه‌های متنوع، قابلیت‌های برای اهداف مختلف مورد نیاز زندگی بشری دارند. شناسایی این قابلیت‌ها در استفاده بهینه از آن‌ها کمک موثری خواهد نمود. با توجه به مطالعات و



شکل ۸- موقعیت قرارگیری آبرفت‌های کواترنری در سطح استان لرستان



شکل ۹- موقعیت قرارگیری آبخوان‌های موجود در سطح استان لرستان

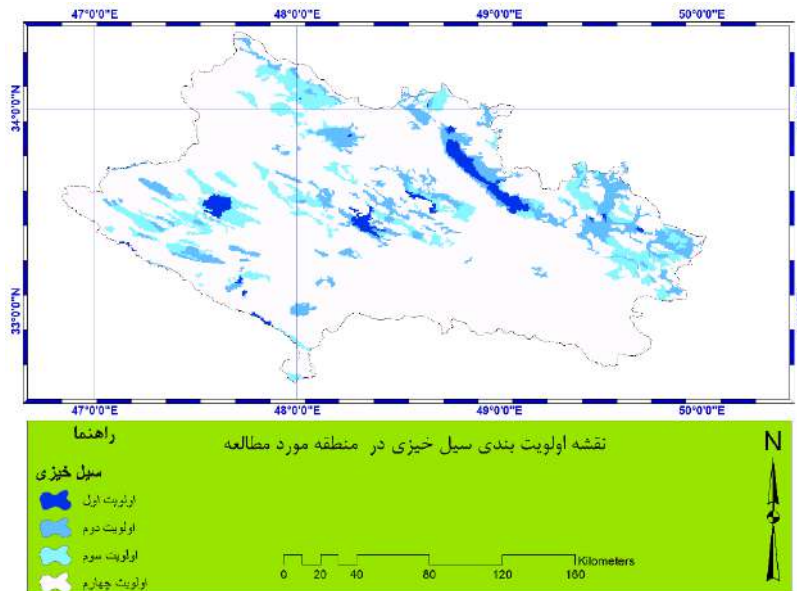
(شکل ۹). همچنین نقشه شیب مطابق با رده‌های شیب مناسب برای پخش سیلاب تهیه شد (مطابق با شکل ۴). پس از تهیه نقشه‌های مورد نیاز از قابلیت‌های نرم‌افزار (ARC GIS) همچون تابع منطقی (Anaist Analyst) و (3D Anaiyst) و محاسبات مکانی (Cell Statistics) و (Raster Calculator) به‌منظور ترکیب

برای مشخص کردن محل‌های مناسب برای پخش سیلاب حداقل به دو لایه اطلاعاتی شامل شیب‌های مناسب و موقعیت آبخوان‌های موجود در سطح استان نیاز است. لایه موقعیت آبخوان‌ها مطابق اطلاعات موجود و بررسی‌های انجام گرفته در سطح استان با کمک نقشه زمین‌شناسی این شهرستان تهیه شد

و هم‌پوشانی نقشه‌ها استفاده شده است. با توجه به لایه‌های آب‌های زیرزمینی و درصد شیب منطقه مورد مطالعه از ۲۸۲۹۴ کیلومترمربع از سطح استان حدود ۱۴٪ به آبخاوان‌ها تعلق گرفته است که بیشتر مطالعات، در این سطح موردنظر انجام خواهد گرفت.

در نهایت برای تعیین محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی و مناطق پخش سیلاب نقشه محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب (شکل‌های ۷ و ۱۰) با

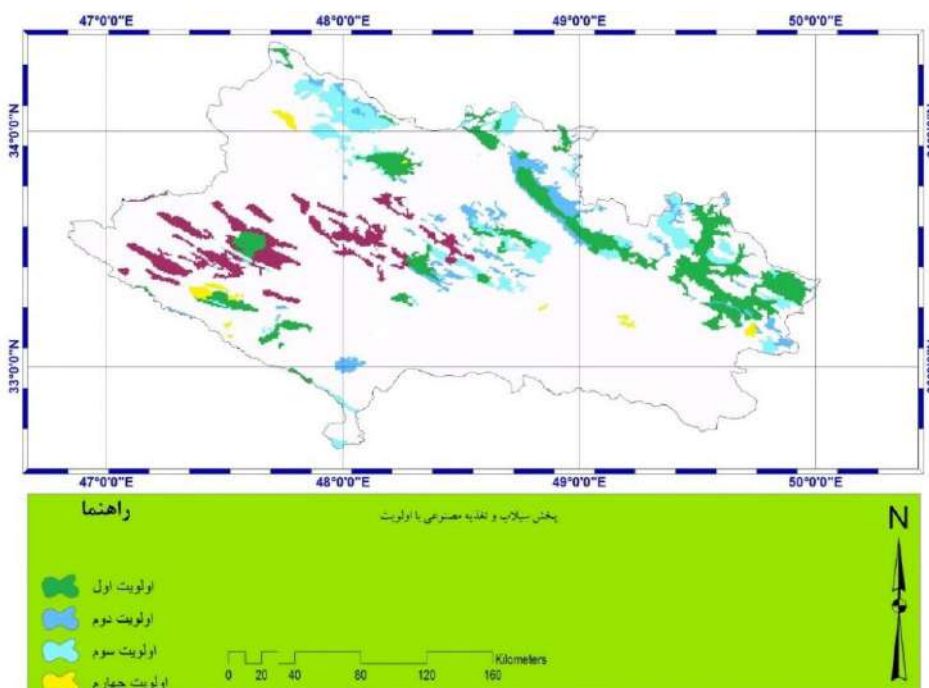
هم تلفیق شده و نقشه محل‌های مناسب مطابق شکل ۱۰ تهیه شد. در این شکل، هم‌چنان که مشاهده می‌شود از کل سطح استان به مساحت ۲۸۲۹۴ کیلومترمربع تنها ۲۱٪ استعداد سیل‌خیزی را دارد که برحسب میزان بارندگی و درصد شیب و زمین‌شناسی مشخص شده است. در این شکل استعداد مناطق سیل‌خیزی در ۴ رده اولویت‌بندی شده است، که اولویت‌های اول تا چهارم به ترتیب بیشترین و کمترین استعداد سیل‌خیزی را به خود نسبت داده‌اند.



شکل ۱۰- نقشه اولویت‌بندی محل‌های مناسب برای پخش سیلاب

شکل ۱۱ تلفیق نقشه‌های شکل ۱۰ به‌روش فازی است. بیشترین نیاز به تغذیه مصنوعی و سیل‌خیزی در غرب استان لرستان مشاهده شده است. این شکل به اولویت‌های ۱ تا ۴ تقسیم‌بندی شده است که به ترتیب از بیشترین نیاز تا کمترین

نیاز به تغذیه مصنوعی را نشان می‌دهد. اولویت اول حدود ۷/۶٪، اولویت دوم ۸/۳۵٪ و اولویت سوم و چهارم به ترتیب ۴/۳۲ و ۱/۵۲ درصد از منطقه مورد مطالعه را دربرگرفته‌اند.



شکل ۱۱- نقشه اولویت‌بندی محل‌های مناسب برای تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و پخش سیلاب

امروزه تخلیه آب‌های زیرزمینی و عدم جایگزین شدن این منابع یکی از بزرگ‌ترین مشکلاتی است که جوامع بشری با آن روبرو هستند. در استان لرستان استفاده گسترده از زمین‌های کشاورزی باعث افت سطح آب زیرزمینی شده است. یکی از راه‌کارهای مناسب برای کاهش این بحران، تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی است. بدین منظور مهم‌ترین قدم در طرح پخش سیلاب، مکان‌یابی مناطق مستعد برای پخش آب و نفوذ دادن آن به داخل سفره‌های آب زیرزمینی است. با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان گفت که کاربرد روش منطق فازی در برنامه‌ریزی محیطی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است و به برنامه‌ریزان کمک می‌کند تا با سرعت و دقت کافی به حل مسائل پیچیده طبیعی بپردازند. در این پژوهش برای مکان‌یابی بهینه و مساعد برای تغذیه آب‌های زیرزمینی از روش فازی در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. برای نتیجه‌یابی و دست‌یافتن به محل‌های مناسب تغذیه آب‌های زیرزمینی از لایه‌هایی مانند (لایه DEM شهرستان، شیب منطقه، کاربری اراضی، لایه خاک و زمین‌شناسی، هم‌بارش و ...) استفاده شده است. نتیجه‌ای که در نهایت از این روش به‌دست آمده در شکل ۱۱ نشان داده است. مناطق مستعد در منطقه برابر ۲۱/۷۹٪ است که براساس اولویت‌بندی، اولویت اول برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی ۷/۱۶٪ است. در کنار این تحلیل نقشه‌هایی نیز مانند اولویت‌بندی محل‌های تغذیه و نیز سبیل‌خیزی مشخص شده است. برای تهیه نقشه آبخوان از چاه‌های پیرومتری و میانگین دبی آن‌ها در این منطقه استفاده شده است. اولویت اول برای پخش سیلاب ۲۳/۳٪ از کل مساحت منطقه مورد مطالعه تشخیص داده شد. همچنین اولویت اول برای توزیع مناطق مساعد تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب ۷/۱۶٪ است که بنابر نتایج موردانتظار، در قسمت‌های رسوبات ماسه‌ای و تلماسه‌ای و مناطق دارای پوشش گیاهی و بافت سبک خاک دارای شیب کمتر از ۲ درصد واقع شده است.

۷- پی‌نوشت‌ها

- 1- Water Spreading
- 2- Basin
- 3- Steram Channel
- 4- Ditch Method
- 5- Flooding Method
- 6- Basin

۸- مراجع

احمدپور، ا.، حبیبی، ک.، محمدزهرائی، س.، و نظری عدلی، س.، (۱۳۸۶)، "استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌یابی تجهیزات شهری مطالعه موردی محل دفن زباله

شهر بابلسر"، محیط‌شناسی، ۳۳ (۴۲)، ۴۲-۳۱.

باقری دادوکلایی، ا.، محمدولی سامانی، ج.، و سروریان، ج.، (۱۳۹۶)، "تعیین بهترین مکان برای اجرای طرح حوضچه‌های تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی با استفاده از دو روش بولین و AHP"، فصل‌نامه علمی تخصصی مهندسی و مدیریت ساخت، ۱۲(۱)، ۱۶-۱۲

بذرافشان، ا.م.، علیایی، م.، و غلامی، ح.، (۱۳۹۵)، "مقایسه روش‌های تلفیقی در شناسایی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب در دشت‌های ساحلی جنوب ایران (مطالعه موردی: دشت سرخون، استان هرمزگان)"، مجله علمی ترویجی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۴(۴)، ۴۳-۵۶.

بیز، ژانف، لوسیون، بورگه، و ژاک، لومان، (۱۳۶۹)، تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی، ترجمه جلال حیدرپور، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

حکمت‌پور، م.، فیض‌نیا، س.، احمدی، ح.، و خلیل‌پور، ا.، (۱۳۸۶)، "پهنه‌بندی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی دشت ورامین به کمک GIS و سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری DSS"، مجله محیط‌شناسی، ۴۲، ۸-۱.

خواجهدالدین، ج.، مهدوی، ر.، پورمنافی، س.، سفیانیان، ع.، کریم زاده، ح.، و سلطانی، س.، (۱۳۸۵)، گزارش نهایی پروژه تعیین رویشگاه گونه‌های چوبی صنعتی و نیمه‌صنعتی مناطق نیمه‌خشک مدیترانه در استان چهارمحال و بختیاری، شورای پژوهش‌های علمی کشور، برنامه ملی تحقیقات، پروژه پژوهشی ویژه توسعه کشور (توتک).

رامشت، م.ح.، و عرب‌عامری، ع.، (۱۳۹۲)، "پهنه‌بندی حوضه آبخیز بیاضیه به‌منظور تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش AHP"، نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۷ (۴۵)، ۶۹-۹۶.

رضائی مهریان، م.، ملک محمدی، ب.، جعفری، ح.ر.، و رفیعی، ی.، (۱۳۹۰)، "مکان‌یابی محل‌های انجام تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی با به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سامانه اطلاعات جغرافیایی"، مجله علوم و مهندسی آب‌بخیزداری، ۱۴، ۱-۱۰.

علی‌محمدی، ش.، (۱۳۸۵)، "مکان‌یابی پارک‌های شهری با استفاده از GIS"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه اصفهان.

علیزاده، ا.، (۱۳۸۵)، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ هجدهم، دانشگاه امام رضا، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

قهراری، غ.، و پاکپور، م.، (۱۳۸۶)، "بررسی تاثیر استحصال و پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت گریاگان"، فصل‌نامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۴، ۳۶۸-۳۹۰.

Sekar, I., and Radhir, I.O., (2007), "Spatial assessment of conjunctive water harvesting potential in watershed systems", *Hydrology*, 334, 39-52.

کردوانی، پ.، (۱۳۸۴)، *منابع و مسائل آب ایران*، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

کوره‌پزان، ا.، (۱۳۸۷)، *اصول تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن در مدل‌سازی مسایل مهندسی آب*، انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیر کبیر، ۲، ۲۶۱.

مروتی، م.، منوری، م.، فرشچی، پ.، حسنی، ا.ج.، و روستا، ز.، (۱۳۸۷)، "طرح تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها"، *فصل‌نامه انسان و محیط‌زیست*، ۱۸، ۶۸-۷۶.

مهدوی، ر.، عابدی کوپایی، ج.، رضایی، م.، و عبدالحسینی، م.، (۱۳۸۳)، "مکان‌یابی محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی از طریق GIS"، *دومین کنفرانس ملی منابع آب و خاک*، دانشگاه تبریز، ۲۳ تا ۲۴ اردیبهشت.

مهدوی، ع.، و اخوان، س.، (۱۳۹۷)، "مکان‌یابی و اولویت‌بندی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی براساس منطق بولین، روش هم‌پوشانی و منطق فازی"، ۵(۱۲)، ۱۲۶۵-۱۲۵۳.

Bonham Carter, G.F., (1996), *Geographic Information Systems for geosciences, modeling With GIS*, Ontario, Canada: Pergamon, Love Printing Service Ltd.

Chenini, I., Ben Mammou, A. and El-May, M., (2009), "Groundwater recharge zone mapping using GIS-based Multi-Criteria Analysis: A case study in Central Tunisia (Maknassy Basin)", *Water Resources Management*, 24, 921-939.

Ghayoumian, J., Mohseni Saravi, M., Feiznia, S., Nouri, B., and Malekian, A., (2007), "Application of GIS techniques to determine areas most suitable for artificial groundwater recharge in a coastal aquifer in southern Iran", *Journal of Asian Earth Science*, 30(2), 346-374.

Hissen, H.F., Lee, C.H., Hsu, K.C., and Chang, P.H., (2008), "GIS for assessment of the groundwater recharge potential zone", *Environmental Geology*, 58(1), 185-195.

Hubbell, D.C., Cardner, L., (1994), "Some edaphic and ecological effects of water spreading on range lands", *Ecology*, 25(1), 27-44.

Lee, A.H.I., Chen, W.C., and Chang, C.J., (2008), "A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan", *Expert Systems with Applications*, 34(1), 96-107.

Mahdavi, R., Abedi-Koopaei, J., Rezaei, M., and Abdolhosaini, M., (2004), "Identifying suitable sites of ground water recharge based on RS and GIS", *2nd Student National Conference of Soil and Water Resources*, Department of Agriculture, University of Shiraz, pp. 28-39.

Mosavi, S., Chitsazan, M., and Mirzaei, Y., (2008), "Groundwater recharge equal zone determination with Remote Sensing and GIS technology: Case study: South of Izeh City", *12th Conference of Geological Society of Iran*, pp. 345-350.

Sargaonkar, A., Rathi, B., and Baile, A., (2010), "Identifying potential sites for artificial groundwater recharge in sub-watershed of River Kanhan, India", *Environmental Earth Sciences*, 62(5), 1099-1108.

Technical Paper

Investigation of the Effective Factors on the Subsidence in Tehran South-East Plain Due to Excessive Groundwater Exploitation

Omid Tavasoli^{1*}, Hasan Karbin², Mina Torabi³ and
Adel Asakereh⁴

1- Assistant Professor, Department of Civil Engineering,
Islamic Azad University, East Tehran Branch, Tehran,
Iran

2- M.Sc. Student, Department of Civil Engineering,
Islamic Azad University, East Tehran Branch, Tehran,
Iran

3- Ph.D. Student, Department of Civil Engineering,
Islamic Azad University, Science and Research Branch,
Tehran, Iran

4- Assistant Professor, Faculty of Civil Engineering,
Semnan University, Semnan, Iran

* Corresponding author, Email: o.tavasoli@iauet.ac.ir

Received: 19/01/2019

Revised: 05/05/2019

Accepted: 05/05/2019

Abstract

Land subsidence is amongst the issues that occur due to excessive groundwater exploitation, causing deep gaps in the ground, tilting of wells and collapse of buildings. In most areas of the country, the main reason for this phenomenon is water table draw-down, which is caused by the lack of rainfall due to climate change and excessive exploitation of groundwater. In this paper, in order to investigate the effective factors on the subsidence in the South-East plain of Tehran, various stations in this area have been studied and numerically modeled using the finite element method. GEOSTUDIO software has been used to analyze the geotechnical and hydraulic data in the region in comparison to the results of previous studies. The results indicated that the level of water changes and depth of drilled boreholes had an effect on the amount of land subsidence, and with decreasing water recharge to groundwater table, the subsidence rate increased by up to 55%. Also by increasing the percentage of changes in water exploitation, the subsidence rate was increased by about 40%.

Keywords: Finite Element method, Ground subsidence, South-East Tehran plain, Groundwater exploitation, Water return.

مقاله کاربردی

بررسی عوامل مؤثر بر فرونشست دشت جنوب شرقی تهران بر
اثر برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی

امید توسلی^{۱*}، حسن کاربین^۲، مینا ترابی^۳ و عادل عساکره^۴

۱- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران
شرق، تهران، ایران.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد
اسلامی، واحد تهران شرق، تهران، ایران.

۳- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد
علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۴- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

* نویسنده مسئول، ایمیل: o.tavasoli@iauet.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۹

تاریخ اصلاح: ۱۳۹۸/۰۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۵

چکیده

یکی از مسائلی که در اثر برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی اتفاق می‌افتد فرونشست زمین است، که باعث ایجاد شکاف‌های عمیق در سطح زمین، کج شدن لوله‌های چاه، خرابی ساختمان‌ها و لوله‌زائی چاه‌ها می‌شود. دلیل اساسی این پدیده در اغلب پهنه‌های کشور، افت سطح ایستابی بوده، که ناشی از کمبود بارندگی‌ها به دلیل تغییرات اقلیمی و برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی است. در این مقاله، برای بررسی عوامل مؤثر بر پدیده فرونشست دشت جنوب شرقی تهران، ایستگاه‌های برداشت مختلف این محدوده با مدل‌سازی عددی به کمک روش اجزای محدود مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. به منظور مدل‌سازی ساختگاه منطقه و تحلیل آن، از نرم‌افزار GEOSTUDIO استفاده شده و با به کارگیری داده‌های ژئوتکنیکی و هیدرولیکی منطقه و همچنین نتایج تحقیقات گذشته، نسبت به صحت‌سنجی اقدام شده است. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که میزان تغییرات سطح آب و عمق حفاری گمانه‌ها بر میزان فرونشست زمین مؤثر بوده و با کاهش میزان برگشت آب به سفره آب زیرزمینی، میزان فرونشست تا ۵۵٪ افزایش یافته و همچنین با افزایش درصد تغییرات برداشت آب، میزان فرونشست نیز در حدود ۴۰٪ بیشتر شده است.

کلمات کلیدی: فرونشست زمین، دشت جنوب شرقی تهران، برداشت آب‌های زیرزمینی، برگشت آب، روش اجزای محدود.

بررسی‌های سازمان نقشه‌برداری کشور نشان می‌دهد که حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق به علت خشک‌سالی‌های چندسال اخیر و تأسیس چاه‌های جدید، موجب کاهش تدریجی منابع آب افت سطح آب، شور و لم‌یزرع شدن مزارع، خشک شدن بسیاری از چاه‌ها و در نتیجه باعث فرونشست سطح زمین شده است (Panda et al., 2015).

در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورهای جهان، برداشت آب از منابع زیرزمینی از میزان تغذیه سالانه آن‌ها بیشتر است. این امر به معنای استخراج و استفاده از آبی است که در طول هزاران سال در لایه‌های آبدار زمین ذخیره شده و با انجام این کار، سطح آب‌های زیرزمینی در منطقه روز به روز افت کرده و سرانجام به جایی خواهد رسید که آبی برای استخراج وجود نخواهد داشت. پایین افتادن سطح آب‌های زیرزمینی به معنای خشک شدن مناطق پایین دست (مناطق با ارتفاع کمتر که آب جاری در لایه‌های آبدار تحت اثر جاذبه به سمت آن‌ها جریان می‌یابند) و از بین رفتن چاه‌ها، قنات‌ها و چشمه‌های آن است (de Graaf et al., 2017). در سال ۲۰۰۵ میلادی چین، هند و ایران رتبه‌های اول تا سوم برداشت بیش از حد از منابع زیرزمینی آب را داشته‌اند. ایران به طور متوسط سالانه ۵ میلیارد مترمکعب آب بیش از ظرفیت لایه‌های آبدار زمین از آن‌ها بهره‌برداری می‌کند، به طوری که این میزان آب معادل آب مورد نیاز برای تولید یک سوم کل غله تولیدی این کشور است. براساس گزارش ارائه شده، حدود یک سوم جمعیت جهان وابسته به آب زیرزمینی بوده و بیش از ۷۰٪ منابع آب زیرزمینی به مصرف کشاورزی می‌رسد. بنابراین توسعه کشاورزی و صنعت باعث افزایش برداشت از منابع مذکور شده و برداشت بی‌رویه از مخازن آب زیرزمینی موجب شده که میزان تغذیه آبخوان جواب‌گویی برداشت نبوده و سطح آب زیرزمینی افت نماید (Agormoorthy and Hsu, 2015).

افت سطح آب زیرزمینی مشکلاتی هم‌چون خشک شدن چاه‌های آب، کاهش دبی رودخانه و آب دریاچه‌ها، تنزل کیفیت آب، افزایش هزینه پمپاژ و استحصال آب و همچنین فرونشست زمین را به دنبال دارد. اما برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، خسارات جبران‌ناپذیری به ذخیره آب‌های زیرزمینی و همچنین خاک وارد کرده است، به طوری که حفر چاه‌های عمیق در بسیاری از مناطق، موجب پایین رفتن شدید آب شیرین و بالا آمدن آب شور شده است (Wang et al., 2014; Hashemi, 2013). به علاوه، پیشگیری از پمپاژ بی‌رویه آب و در صورت امکان استفاده از آب‌های سطحی به جای آب زیرزمینی، تغذیه سفره‌های زیرزمینی توسط آب‌های سطحی و در صورت امکان، انتقال آب از حوضه‌های مجاور و یا تغذیه توسط فاضلاب شهری، از جمله راه کارهای مقابله با فرونشست زمین است (Alen, 1998). این پیامد، مشکلاتی شامل از بین رفتن بخشی از اراضی کشاورزی، هدررفت مقدار

نشست یکی از پدیده‌های مخاطره‌آمیز زمین‌شناسی است، که در اثر فعالیت بشری هم‌چون استخراج طولانی آب، نفت و گاز از مخازن و معادن زیرزمینی می‌تواند تشدید شود. هنگامی که سفره آبدار تحت بهره‌برداری قرار می‌گیرد، نیروهای متعادل کننده سفره آبدار در اثر پمپاژ آب زیرزمینی دچار تغییر شده و سرانجام فرونشست رخ می‌دهد. میزان نرخ بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در سال‌های اخیر با رشد چشمگیری همراه بوده و همین موضوع باعث به وجود آمدن مشکلاتی شده است. یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که در حوزه‌های بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی وجود دارد، پدیده نشست بوده، که تاکنون باعث تحمیل خسارات و بروز مشکلات عدیده‌ای برای بهره‌برداران از این حوزه‌ها شده است. فرونشست زمین در اثر بهره‌برداری آب زیرزمینی موجب تغییرات ریخت‌شناسی در سطح زمین شده، به طوری که با توجه به کاربری اراضی در منطقه‌ای که تحت تأثیر فرونشست قرار گرفته است، پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مختلفی را دربردارد. از مهم‌ترین عوارض فرونشست می‌توان به گود افتادگی‌های ناحیه‌ای، تخریب و خسارت به راه‌های ارتباطی، ترک خوردگی زمین، فروریزش ناگهانی سطح زمین، سیل‌گیر شدن زمین، آسیب دیدن و در معرض خطر قرار گرفتن شریان‌های حیاتی و وارد شدن خسارت به ساختمان‌ها اشاره کرد. نحوه ترک خوردن ساختمان‌ها در اثر فرونشست با ترک خوردن و خسارت دیدن آن‌ها در اثر نیروهای برشی کاملاً متفاوت است. متراکم شدن بافت خاک باعث کاهش نفوذپذیری در هنگام وقوع بارندگی می‌شود، که این پدیده علاوه بر پایداری زمین و ساختمان‌های موجود، موجب غیرقابل استفاده شدن آبخوان در بارندگی‌های بعدی شده و برای همیشه منطقه را از بهره‌برداری آب‌های زیرزمینی بی‌نصیب می‌سازد (Tisell, 2013).

در ایجاد پدیده فرونشست در اثر برداشت آب‌های زیرزمینی، عوامل زمین‌شناسی و آب‌شناسی بسیاری مانند تخلخل مصالح تشکیل دهنده لایه‌های خاک، تراکم، جنس و ترکیب لایه‌ها، نحوه پمپاژ، ساختار زمین‌شناسی منطقه، هدایت هیدرولیکی لایه‌های آبدار، بارندگی و دما همگی از عوامل تأثیرگذار هستند. بررسی فرونشست زمین در ایران سابقه ۳۵ ساله داشته و این مشکل به طور روزافزون در بسیاری از مناطق کشور به دلیل استخراج بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی خودنمایی می‌کند (Amigh Pay et al., 2010). این پدیده در صورت عدم مدیریت صحیح می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری را برای مناطق مختلف ایجاد کرده و شناسایی میزان فرونشست و برآورد نرخ آن، نقش به‌سزایی در مدیریت و کنترل این پدیده خواهد داشت.

زیادی از آب کشاورزی، تحمیل هزینه‌های اضافی به کشاورزان و از دست رفتن دائمی بخشی از گنجایش آبخوان در واقع کاهش سطح آب‌های می‌شود، به همراه دارد. زیرا با از دست رفتن خلل و فرج و توان ذخیره‌سازی آب سفره قابلیت باروری و تغذیه طبیعی را از دست خواهد داد و حتی با انجام طرح‌های تغذیه مصنوعی نیز امکان بازگرداندن ظرفیت ذخیره از سفره آب زیرزمینی سلب خواهد شد (Hung et al., 2010; Carmivati and Martinelli, 2002).

Rajabi and Ghorbani (2016) اقدام به بررسی پدیده فرونشست زمین در اثر خروج بی‌رویه آب در شهر اراک نموده‌اند. آن‌ها در این پژوهش به دنبال یافتن رابطه‌ای بین سطح آب زیرزمینی و میزان فرونشست در شهر اراک بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ بوده و نشان دادند که در این ۶ سال حدود ۳۶ متر کاهش سطح آب زیرزمینی در منطقه میغان اراک به وجود آمده است. Wang et al. (2015) اقدام به بررسی تکنیکی برای برآورد دبی آب خروجی و فرونشست زمین با استفاده از مدل‌های غیرخطی نموده و بعد از مدل‌سازی یک وضعیت طبیعی در نرم‌افزار، نتیجه گرفتند که نتایج حاصل از تحلیل عددی از نتایج میدانی بیشتر است. Notti et al. (2016) فرونشست زمین در شهر گرانا‌دا اسپانیا طی یک دهه تا سال ۲۰۱۴ را بررسی و با نصب پیژومترهایی در محل پمپ‌های خروجی آب منطقه، تغییرات سطح آب زیرزمینی را اندازه‌گیری نموده و رابطه‌ای میان فرونشست زمین و سطح تراز آب زیرزمینی برای منطقه مورد مطالعه پیشنهاد دادند.

Mahmoudpour et al. (2016) به مدل‌سازی عددی و تخمین فرونشست زمین در اثر استخراج آب‌های زیرزمینی در دشت‌های جنوب غربی تهران با استفاده از نرم‌افزار المان محدود PMWIN پرداخته و با کاربرد مدل پیشنهادی خود، میزان فرونشست نهایی در سال ۲۰۱۸ و نرخ فرونشست را برای منطقه مورد مطالعه پیش‌بینی کرده‌اند. لشکری پور و بارانی (۱۳۸۵) افت سطح آب زیرزمینی و فرونشست زمین در دشت کاشمر را در اثر توسعه سریع کشاورزی همراه با رشد سریع جمعیت و افزایش نیاز آبی در دهه‌های اخیر بررسی کرده و نشان دادند که افت ممتد سطح آب زیرزمینی با ایجاد پدیده فرونشست و شکاف و ترک‌های طولی در سطح زمین، سبب شده تا این دشت در زمره دشت‌های بحرانی کشور قرار گیرد. باقری و کاظمی (۱۳۸۵) با شبیه‌سازی هیدرولیک جریان آب زیرزمینی، به بررسی نوسانات سطح آب و فرونشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی در دشت رفسنجان پرداخته و اشاره کردند که این مسئله باعث افت سطح آب به اندازه ۱۷ متر شده و ایجاد ترک در ساختمان‌ها، شکاف در زمین‌های کشاورزی و شکسته شدن لوله جدار چاه‌ها شده است. رنجبر و جعفری (۱۳۸۸) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای آمار

میزان سطح آب زیرزمینی چاه‌ها شهر اشتهارد در دوره زمانی ۱۳۷۹ الی ۱۳۸۳ را مطالعه کرده و اقدام به بررسی عوامل مؤثر در فرونشست زمین در دشت اشتهارد نمودند. مرندی و واعظی (۱۳۸۸) در مطالعه موردی شهر کرمان، اثرات مخرب برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های زیرسطحی و فرونشست‌های پدید آمده را بررسی کردند. مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر سطح آب‌های زیرزمینی در مناطق مختلف شهر کرمان دچار نوسان شده و این تغییرات ناشی از پدیده خشکسالی، افزایش تعداد چاه‌های عمیق، رشد جمعیت، افزایش تعداد کارخانه‌های صنعتی، توسعه کشاورزی در منطقه است. هم‌چنین نتایج به دست آمده نشان داد که در قسمت‌هایی که برداشت آب‌های زیرزمینی شدت بیشتری داشته، میزان فرونشست بیشتر بوده و به بیش از ۱۰ سانتیمتر در سال می‌رسد.

جاودانیان و احمدی دارانی (۱۳۹۵) با بررسی میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی و وضعیت فرونشست شهر دامنه اصفهان، نشان دادند که افت سطح آب زیرزمینی، اثری مستقیم بر ایجاد و گسترش فرونشست در محدوده این شهر داشته و بیشترین میزان بهره‌برداری از آبخوان‌های منطقه به مصارف کشاورزی اختصاص دارد. هم‌چنین سطح آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه در بازه سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۳ به‌طور متوسط به میزان ۲۰ متر افت داشته است. میراحمدی و طالب بیدختی (۱۳۹۵) طرح تغذیه مصنوعی منابع آب‌های زیرزمینی دشت شهریار واقع در جنوب غرب تهران را به‌عنوان راه‌کاری برای جلوگیری از فرونشست زمین بررسی و مطالعه نموده و نشان دادند که با توجه به برداشت بیش از حد مجاز منابع آب‌های زیرزمینی در این دشت که باعث افت سطح آب‌های زیرزمینی و فرونشست زمین شده، می‌تواند به‌عنوان راه‌حل موثری کاربرد داشته باشد.

بهرامی و بذرافشان (۱۳۹۶) به بررسی عوامل مؤثر بر فرونشست زمین در دشت میناب پرداختند، که از جمله مناطق دارای فرونشست بالا در استان هرمزگان است. برای مطالعه فرونشست در این دشت از آمار میزان و عمق سطح تراز آب زیرزمینی و آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک استفاده شده و هیدروگراف واحد آبخوان دشت میناب نشان می‌دهد که سطح آب زیر زمینی از سال ۱۳۷۷ تا سال ۱۳۹۰ حالت نزولی داشته است و در این دوره زمانی سطح آب زیرزمینی در حدود ۹۳٪ کاهش یافته است. مطابق آمار ارائه شده توسط ایشان، میزان تخلیه کل آب در حدود ۱۷۸۰ میلیون مترمکعب بوده و ۹۷٪ آب تخلیه شده دارای مصارف آب شرب شهری و روستایی و کشاورزی است. کیانی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی پتانسیل فرونشست شهر کرج با استفاده از روش تلفیق وزنی در محیط GIS پرداخته و نشان دادند که وضعیت افت آب‌های زیرزمینی در طی دوره آماری ۱۵ ساله به میزان حدود ۱۴ متر بوده و می‌تواند در

فرونشست کلی منطقه تاثیر به سزایی داشته باشد.

از جمله موقعیت‌هایی که به طور جدی با مخاطرات نشست زمین مواجه است، دشت محدوده جنوب استان تهران بوده و بررسی‌ها و گزارش‌های مطالعاتی نشان می‌دهد که در میان مناطق ۲۲ گانه تهران، در مناطق شمالی و به طور کلی در شهر تهران، فرسودگی تأسیسات شهری از جمله فرسودگی لوله‌های آب و نشستن آن و همچنین حفاری‌های صورت گرفته از جمله شبکه مترو، دو عامل مهم برای فرونشست هستند. اما در سایر مناطق که عمدتاً در جنوب تهران واقع هستند، به دلیل افت آب‌های زیرزمینی و آثار تکتونیکی آن، نشست زمین خطری جدی محسوب می‌شود و باید به دقت بررسی و مورد توجه قرار گیرد. در این تحقیق، به تحلیل فرونشست زمین در دشت جنوب شرقی استان تهران در اثر برداشت آب و تغییرات تراز آب زیرزمینی پرداخته شده و سپس با استفاده از نتایج مقالات معتبر، اعتبارسنجی مدل‌سازی عددی با استفاده از نرم‌افزار اجزای محدود GEOSTUDIO انجام و ارزیابی شده است. اطلاعات و داده‌های اولیه شامل مشخصات ژئوتکنیکی و هیدرولیکی منطقه مورد مطالعه هستند، که با استفاده از بانک داده‌های موجود در شرکت آب و فاضلاب استان تهران، مشاهدات عینی و صحرایی و پژوهش‌های گذشته جمع آوری شده و به عنوان داده‌های ورودی برای ساختگاه منطقه مورد مطالعه، در مدل‌سازی اعمال می‌شوند. از جمله نکات با اهمیت و اطلاعات اساسی در شروع این تحلیل‌ها، مقادیر حجم آب ورودی و خروجی در دوره‌های زمانی مختلف از بستر خاک و محل مصرف آن‌ها در این مناطق بوده، که باید به درستی به صورت شرایط مرزی و اولیه به نرم‌افزار تخصیص داده شده و پس از تحلیل عددی مسئله، میزان نشست سطح زمین و ضریب اطمینان منطقه محاسبه شود. برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب‌های زیرزمینی به دلیل کمبود منابع آب شیرین در مصارف کشاورزی و خانگی، موجب کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و تغییر در وضعیت تنش‌های وارده بر خاک شده و پدیده فرونشست را به همراه دارد. با توجه به این‌که اطلاعات آماری به روز شده و دقیقی از میزان چاه‌های در حال بهره‌برداری و خشک شده در این منطقه وجود ندارد، لذا بررسی تأثیر میزان برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی و برگشت آن به صورت درصدی از برداشت متوسط سالانه، دارای اهمیت زیادی در فرونشست خاک بوده و برای جلوگیری از مخاطرات مترتب، باید به دقت مورد مطالعه و ارزیابی قرار گیرد.

در این تحقیق با بررسی سناریوهای مختلف در نظر گرفته شده برای متغیرهایی همچون میزان برداشت آب از سفره زیرزمینی و میزان برگشت آب به سفره، میزان اثر هر یک از این متغیرها بر پی‌آمدهای ناشی از برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی شناسایی و مورد ارزیابی قرار گرفته است. محدوده تغییرات هریک از

متغیرهای میزان برداشت، میزان برگشت آب و شیب منطقه، براساس بررسی‌های میدانی و گزارش‌های آبی و هیدروژئولوژیکی از دشت مورد بررسی در نظر گرفته شده، که به منظور انجام این پژوهش، آمار ۱۸ چاه مشاهده‌ای موجود در دشت و همچنین مقادیر بارش این دوره زمانی مورد بررسی قرار گرفته است. درصد تغییرات هریک از متغیرهای میزان برداشت و برگشت آب براساس بازه زمانی مدل‌سازی، در نهایت به صورت میزان افت سطح آب زیرزمینی محاسبه و به صورت شرایط مرزی متناسب لحاظ شده است.

۲- معرفی منطقه مورد مطالعه

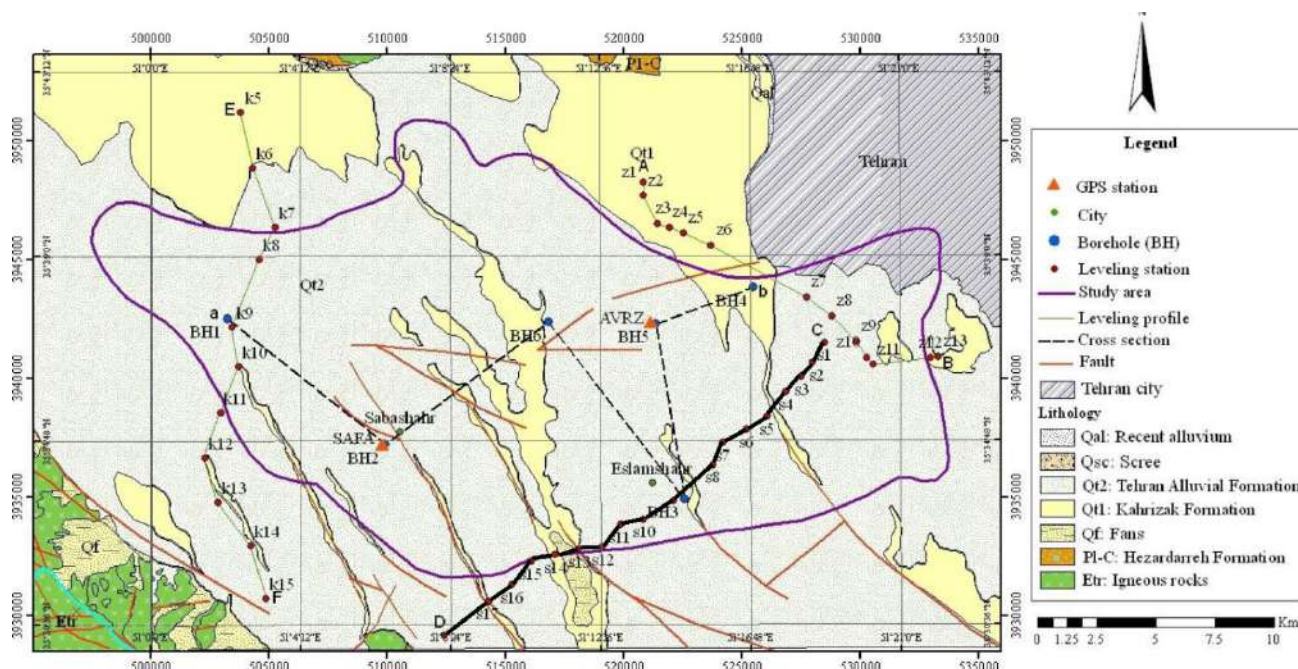
شهر تهران در دامنه جنوبی رشته کوه البرز و حاشیه شمالی‌ترین فرونشست ایران مرکزی استقرار یافته است. تهران بر روی نهشته‌های آبرفتی کوارتزی واقع شده و این حوضه رسوبی، گستره وسیعی از اراضی کوهپایه‌های بخش جنوبی البرز مرکزی حفاصل رودخانه‌های جاجرود در شرق و کن در غرب را شامل می‌شود. گستره تهران از شمال به دامنه‌های جنوبی البرز، از شرق به ارتفاعات قوچک، سه پایه و بی‌بی‌شهربانو، از غرب به گستره کرج و از جنوب به دشت هموار تهران محدود شده، که ارتفاع بیشینه و کمینه آن از سطح دریا به ترتیب در حدود ۱۴۰۰ و ۹۵۰ متر است. دشت‌های استان تهران با شیب ملایم از شمال غربی به جنوب شرقی کشیده شده و این دشت‌ها به دلیل هموار بودن و وجود خاک‌های آبرفتی، شرایط خوبی را برای فعالیت‌های اقتصادی، صنعتی و کشاورزی فراهم آورده است. واحدهای زمین‌شناسی مختلف در محدوده جنوب تهران دارای سازند D به عنوان خاک ریزدانه غالب هستند و از نظر توپوگرافی اصلی منطقه، جنوب تهران را بیشتر دشت‌های آبرفتی تشکیل می‌دهند (TRWC, 2012).

از دیدگاه کلی آب و هوایی، گستره تهران از شمال به جنوب و با تأثیرپذیری از توپوگرافی، تحت تأثیر آب و هوای معتدل تا سرد کوهستانی در منطقه مرتفع شمالی، آب و هوای گرم و نیمه خشک در منطقه کوهپایه‌ای و آب و هوای خشک و نیمه بیابانی در اراضی مرکزی و جنوبی قرار دارد، به طوری که با داشتن میانگین درجه حرارت سالانه حدود ۲۷ درجه سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی معادل ۵۰ درصد، در تابستان‌ها گرم و در زمستان سرد و معتدل بوده و احتمال یخبندان در ۵ ماه انتهایی سال در مناطق شمالی وجود دارد. الگوی تغییر دمای تهران بدین صورت است که از شمال به جنوب به تدریج افزایش یافته، ولی از غرب به شرق چندان تفاوتی نمی‌کند. متوسط میزان بارش سالانه نیز از ۲۵۰ میلی‌متر در مناطق شمالی تا ۱۰۰ میلی‌متر در جنوب دشت تهران متغیر بوده و بیشترین بارندگی در فصول سرد و اوایل

بهار گزارش شده است.

با توجه به این که منطقه مورد مطالعه در دشتهای جنوبی تهران در نظر گرفته شده، لذا این نواحی در مدتی از سال دارای بارندگی می باشند و میزان برگشت آب به سفره های آب زیرزمینی

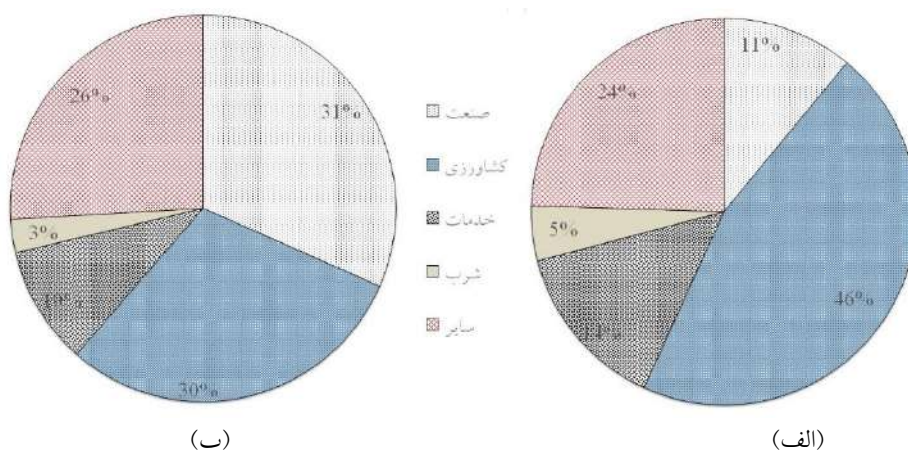
باید در تحلیل ها در نظر گرفته شود. وجود آب برگشتی و آب های زیرزمینی گسترده در این منطقه و ازدیاد برداشت آب از این سفره ها، از دلایل انتخاب این محدوده برای مطالعه در تحقیق حاضر است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در جنوب تهران (Mahmoudpour et al., 2016)

در دشت تهران هیچ رودخانه دائمی وجود ندارد، لذا تأمین آب مورد نیاز کشاورزان وابستگی شدیدی به منابع آب زیرزمینی داشته و تخلیه اصلی سفره این دشت توسط چاه ها، قنات ها و چشمه ها صورت می گیرد. براساس مدارک اطلاعات پایه منابع آب استان، تعداد کل چاه های رسمی موجود در دشت برابر ۳۳۹۵۷ حلقه، قنات ها معادل ۸۷ رشته و چشمه ها نیز ۶۹ دهنه هستند. طبق محاسبات بیلان آب زیرزمینی آبخوان، کل برداشت از منابع آب زیرزمینی، سالانه در حدود ۹۰۳ میلیون مترمکعب بوده، که ۸۵٪ این مقدار توسط چاه های عمیق و نیمه عمیق برداشت شده و الباقی از طریق چشمه ها و قنات ها تخلیه می شود. در مجموع، عوامل تغذیه کننده آبخوان ۸۰۰ مترمکعب محاسبه شده، که

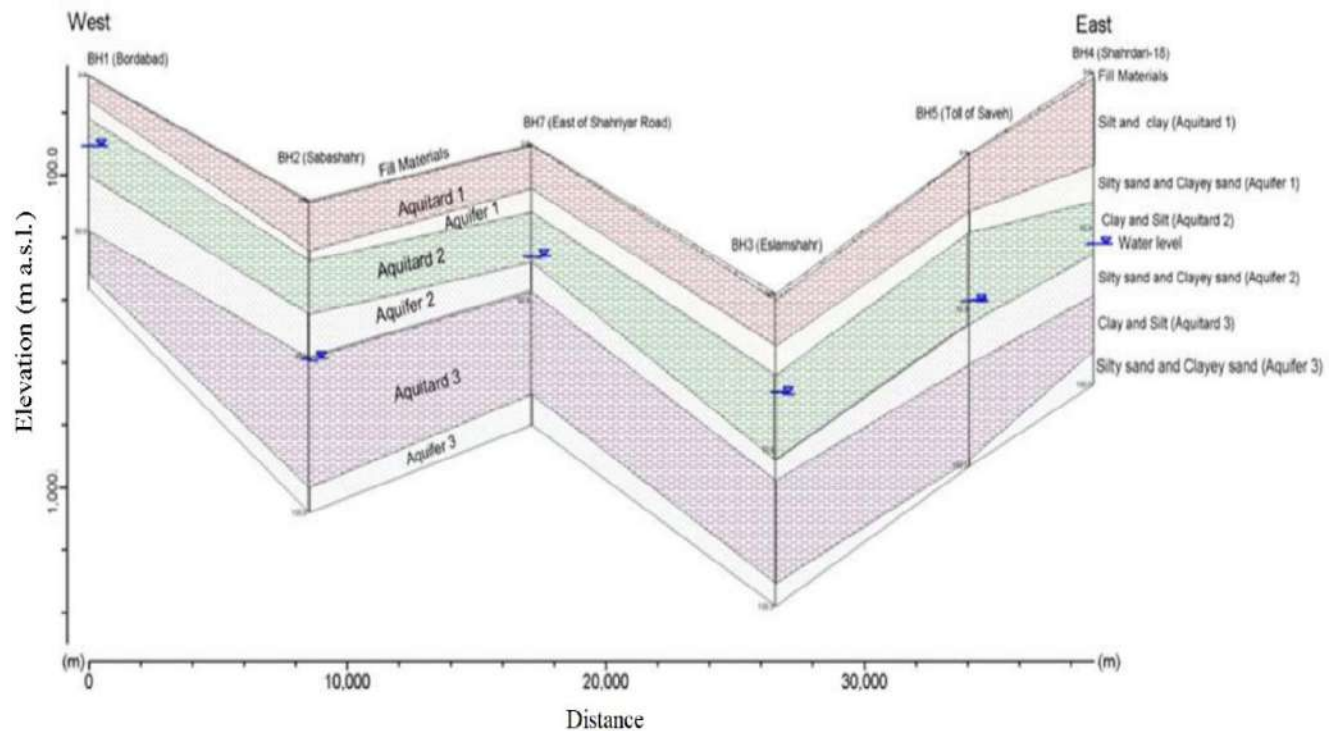
در نتیجه رقمی معادل ۱۱۰ میلیون مترمکعب در سال از حجم آب زیرزمینی کاسته می شود. با توجه به اطلاعات جمع آوری شده در خصوص تعداد چاه های موجود در پهنه جنوبی تهران و همچنین داده های ثبت شده در تحقیقات گذشته، عمده مصرف برداشت آب های زیرزمینی در این مناطق در زمینه های کشاورزی، صنعت، شرب، خدمات و سایر مصارف هستند. با توجه به تحلیل داده های موجود مطابق شکل ۲، مشاهده می شود که عمده چاه های موجود در منطقه به منظور مصارف کشاورزی و صنعتی حفاری شده و بیشترین سهم از برداشت های سالیانه آب برای مصرف در این دو حوزه کاربرد دارند (TRWC, 2012).



شکل ۲- درصد توزیع و کاربری؛ الف) تعداد چاه ها و ب) حجم برداشت سالانه در منطقه مورد مطالعه (TRWC, 2012)

۳- مدل سازی فرونشست زمین در دشت های جنوب تهران و صحت سنجی آن

(Mahmoudpour et al., 2016) با مدل سازی عددی سه سفره آب زیرزمینی، به مطالعه و تخمین نشست زمین در اثر استخراج آب های زیرزمینی در دشت های جنوب غربی تهران با استفاده از



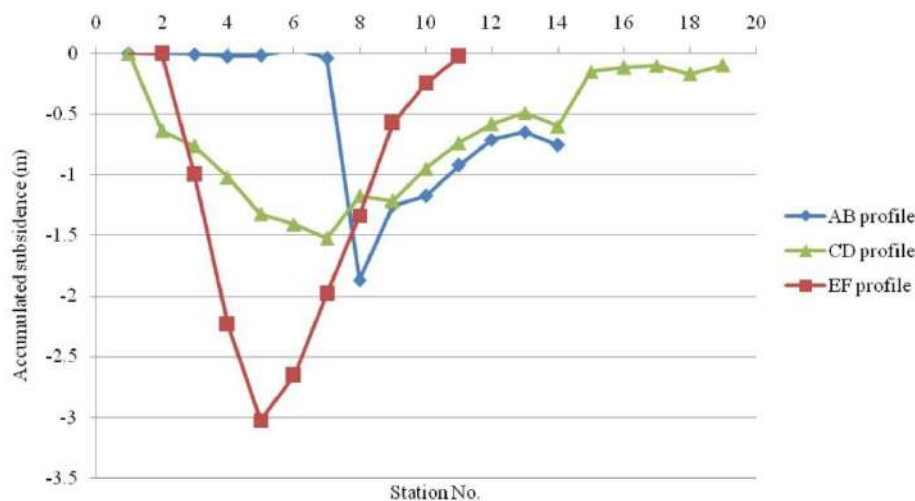
شکل ۳- مقطع عرضی هیدروژئولوژی (Mahmoudpour et al., 2016)

جدول ۱- اطلاعات مربوط به تعداد چاه ها و گالری های برداشت آب زیرزمینی (Mahmoudpour et al., 2016)

سال	تعداد چاه ها	برداشت از چاه ها (میلیون مترمکعب)	تعداد گالری های نفوذ	برداشت از گالری های نفوذ (میلیون مترمکعب)	جمع برداشت (میلیون مترمکعب)
۱۹۶۸	۳۹۰۶	۶۳۸/۸	۵۲۲	۳۹۳	۱۰۳۱/۸
۱۹۸۳	۷۳۰۴	۹۸۵/۷	-	-	-
۱۹۹۴	۸۹۵۰	۹۶۱/۹	۲۸۶	۲۷۲	۱۲۳۳/۹
۲۰۰۳	۲۶۰۷۶	۹۰۱/۴	۷۶	۷۱	۹۷۲/۴
۲۰۱۲	۳۲۵۱۸	۱۸۸۱/۸	۱۶۷	۲۶	۱۹۰۷/۸

شده، که این خط از ایستگاه K5 شروع شده و در ایستگاه K15 به پایان می رسد. پس از تحلیل های انجام شده، نشان دادند که میزان فرونشست ایستگاه های مختلف مفروض در پروفیل های زمین در دشت جنوبی تهران مطابق نمودارهای شکل ۴ بوده و پیش بینی نمودند که با فرض پمپاژ ثابت در برداشت آب زیرزمینی، میزان فرونشست زمین در این محدوده از سال ۲۰۱۲ تا سال ۲۰۱۸ به میزان ۳۳ سانتیمتر افزایش می یابد (Mahmoudpour et al., 2016).

مطابق شکل ۱، پهنه جنوبی تهران به سه پروفیل تقسیم شده است. اولین پروفیل در امتداد خط AB واقع در شمال شرق و شامل ۱۳ ایستگاه بوده است. این خط از ایستگاه Z1 آغاز شده و در ایستگاه Z13 به پایان می رسد و دارای طول تقریبی ۱۶/۳۶ کیلومتر است. پروفیل دوم در طول خط CD به طول تقریبی ۳۸ کیلومتر، در جنوب شرقی منطقه در جهت NE-SW قرار داشته و شامل ۱۸ ایستگاه پایه است. این خط از ایستگاه S1 شروع شده و در ایستگاه S18 به پایان می رسد. همچنین پروفیل شمال-جنوب غربی منطقه با ۱۱ ایستگاه با خط EF نشان داده

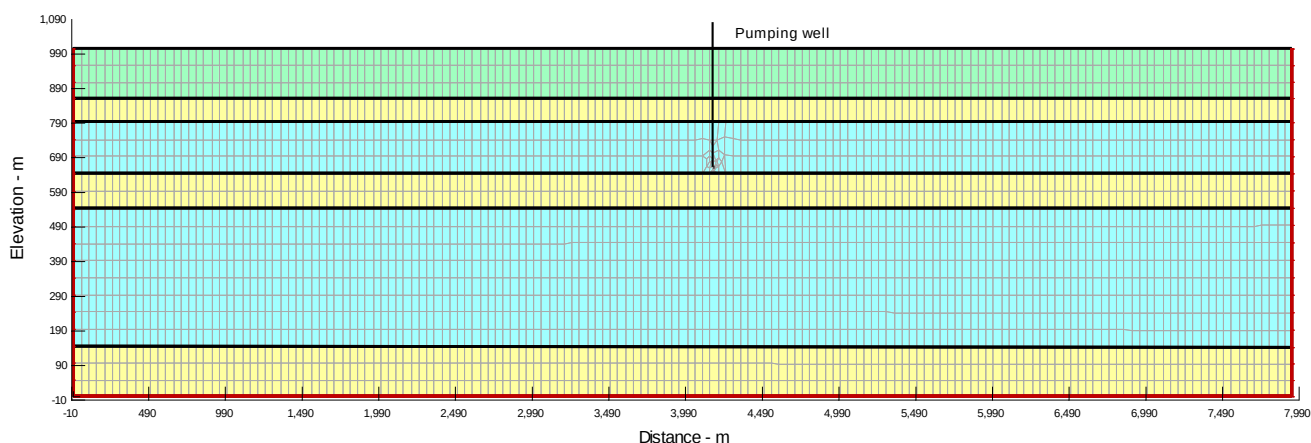


شکل ۴- میزان فرونشست زمین در دشت جنوب غربی تهران (Mahmoudpour et al., 2016)

به واسطه پمپاژ آب در چاه‌های برداشت مختلف در مقطع CD (دارای ۱۸ ایستگاه برداشت)، به صورت پروفیل نشست از اتصال میزان حداکثر نشست ایجاد شده در هر ایستگاه محاسبه شده است. صحت‌سنجی مدل برای کلیه ایستگاه‌های موجود در پروفیل CD انجام و نتایج به دست آمده با یکدیگر مقایسه شده، که نتایج فقط برای ایستگاه Stat.7 به عنوان نمونه آورده شده است.

شکل ۵، هندسه و پروفیل خاک مورد بررسی برای گمانه ایستگاه Stat.7 را نشان می‌دهد. کلیه مشخصات مکانیکی و مقاومتی خاک مورد استفاده در تحقیق حاضر در جدول ۲ آورده شده، که براساس اطلاعات گمانه‌ها و چاه‌های برداشت آب زیرزمینی مطابق مقاله Mahmoudpour et al. (2016) انتخاب شده است. مدل رفتاری استفاده شده برای پروفیل خاک در تحقیق حاضر، مدل رفتاری موهر-کولمب بوده، که در آن تنش مؤثر خاک بر اساس تغییرات سطح آب زیرزمینی، تغییر می‌کند و در نهایت تغییرات تنش مؤثر خاک باعث ایجاد کرنش و تغییر حجم در المان‌های خاک و فرونشست در مدل می‌شود.

با توجه به تراکم سکونت شهری و روستایی و وسعت فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی در جنوب شرق استان تهران و همچنین وجود مسیرهای اصلی ارتباطی و حمل و نقل ریلی و جاده‌ای با شرق کشور، این منطقه دارای اهمیت ویژه‌ای بوده و باید عوامل مؤثر بر پدیده فرونشست، به دقت مورد ارزیابی قرار گیرند. بنابراین، مطالعه این محدوده با انتخاب پروفیل CD در اولویت این تحقیق قرار گرفته و بررسی شده است. در این پژوهش، برای بررسی فرونشست پهنه جنوب شرقی تهران از نرم‌افزار GEOSTUDIO ۱ استفاده شده و مدل سازی به صورت ترکیب ماژول‌های SEEP/W و SIGMA/W آن انجام گرفته است. به طوری که در ابتدا، شرایط اولیه شامل وضعیت تنش‌های برجا و سطح و فشار آب زیرزمینی شبیه‌سازی شده و سپس برای مدل‌سازی برداشت آب و پایین رفتن سطح ایستایی، تحلیل تراوش پایدار انجام شده است. در نهایت، بررسی و ارزیابی نشست زمین با تحلیل تغییر حجم در المان خاک‌ها، به واسطه تغییرات تنش مؤثر ناشی از کاهش فشار منفذی و نشست صورت پذیرفته است. برای اعتبارسنجی، از تحقیق Mahmoudpour et al. (2016) استفاده شده و فرونشست ناشی از برداشت آب زیرزمینی



شکل ۵- مدل سازی پروفیل خاک برای ایستگاه Stat.7

جدول ۲- مشخصات مکانیکی لایه‌های خاک استفاده شده در تحقیق حاضر

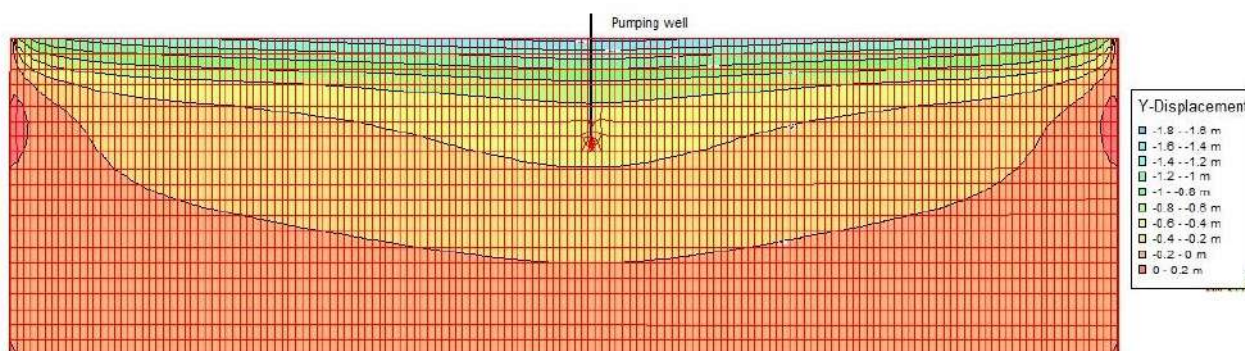
ضریب نفوذپذیری قائم (m/s)	ضریب نفوذپذیری افقی (m/s)	شاخص تورم (C_r)	شاخص فشردگی (C_c)	تخلخل (e)	وزن مخصوص (kN/m^3)	ضخامت متوسط (m)	نام خاک	لایه
$3/4 \times 10^{-10}$	$5/1 \times 10^{-10}$	۰/۱۹	۰/۳۱	۰/۶۷	۱۶/۵۵	۱۷/۲۱	CL-ML	I
$2/2 \times 10^{-10}$	$3/3 \times 10^{-10}$	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۶۴	۱۶/۸۸	۲۲/۱۰	CL	II
$1/4 \times 10^{-10}$	$2/1 \times 10^{-10}$	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۷۳	۲۰/۵۲	۲۹/۳۹	CL-ML	III

لازم به توضیح است که پس از تکمیل ساخت هندسه مدل، مطابق شکل ۵، محیط مدل با استفاده از المان‌های چهار ضلعی چهار گرهی و با در نظر گرفتن اندازه المان‌ها به صورت ریز، مش بندی شده است. تحلیل حساسیت بر روی عوامل مؤثر از جمله اندازه المان‌ها و مش بندی مجاور گمانه برداشت و محیط اطراف آن، پس از طی فرآیند تکرار و کنترل، صورت پذیرفته و در نهایت بهترین اندازه مش بندی که منجر به استخراج پاسخ‌های دقیق شده، برای انجام تحلیل‌ها انتخاب شده است. بنابراین، با توجه به این که محدوده اطراف چاه‌های برداشت مورد بررسی قرار گرفته، لذا اندازه المان‌ها در نواحی نزدیک به آن‌ها، به صورت مش بندی ریزتر اعمال شده، به طوری که تعداد کل المان‌های مورد استفاده برای مش بندی مدل، ۸۶۲۴ المان بوده است.

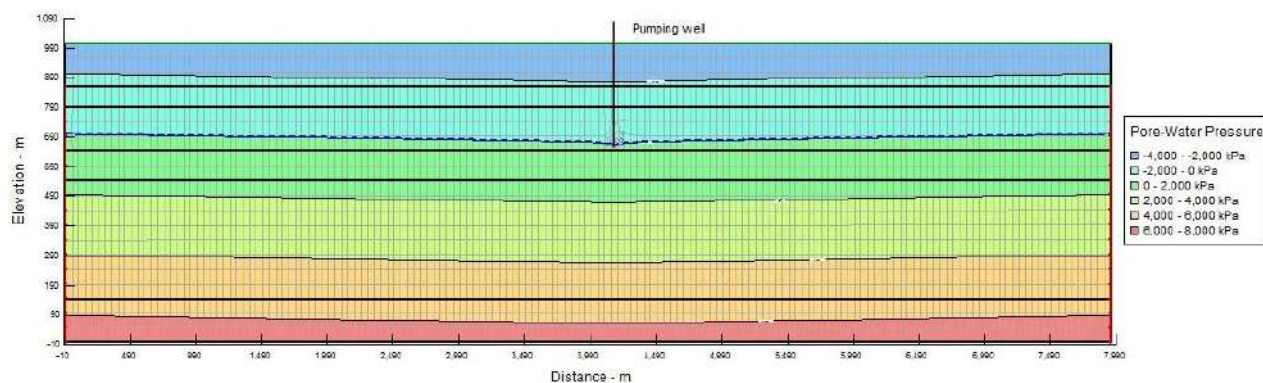
تعریف شرایط مرزی برای مرزهای هیدرولیکی و مرزهای مکانیکی با یکدیگر متفاوت است. برای اعمال شرایط مرزی مکانیکی در مدل سازی عددی حاضر، کف مدل در هر دو جهت افقی و قائم گیردار لحاظ شده است، ولی مرزهای کناری فقط در جهت محور افقی ثابت شده و به منظور تغییر مکان و جابجایی آزادانه، در جهت قائم آزاد هستند. برای اعمال شرایط مرزی هیدرولیکی برای تعریف تغییر تراز آب زیرزمینی در اثر برداشت از طریق گمانه نیز از شرایط مرزی Head (فشار متناظر با ارتفاع آب) برای مرزهای کناری و برای تعریف فشار صفر در سطح مدل از Pressure Head استفاده شده است. شرایط مرزی Head برای حالت وجود یک سطح بار آبی ثابت برای تمام نقاط این سطح به کار می‌رود و برای مدل سازی برداشت آب از طریق چاه بر روی دو مرز کناری، با توجه به ارتفاع آب در هر گمانه، تغییرات سطح

آب از تراز بالاتر به تراز پایین‌تر ایجاد شده است. در ادامه پنج ایستگاه Stat.5، Stat.7، Stat.9، Stat.13 و Stat.15 از کل ۱۸ ایستگاه مختلف برداشت آب زیرزمینی برر سی شده موجود در جنوب غرب تهران به صورت نمونه طی مدت ۴۴ سال از سال ۱۹۶۸ تا ۲۰۱۲، مورد ارزیابی و تشریح قرار گرفته و نتایج مدل سازی برای آن‌ها ارائه شده است. ایستگاه Stat.5 در مختصات حدودی (۳۹۳۸۵۱۶ و ۵۲۵۹۲۳) قرار داشته و عمق اولیه آب زیرزمینی در آن ۱۲ متر پایین‌تر از سطح زمین است و با در نظر گرفتن میزان برداشت میانگین ۸۴ میلیون مترمکعب در سال، عمق آب زیرزمینی به عمق ۳۳ متری می‌رسد. همچنین مختصات تقریبی ایستگاه برداشت Stat.7 برابر (۳۹۳۷۴۱۷ و ۵۲۴۰۲۱) بوده و در اثر برداشت میانگین ۸۹ میلیون مترمکعب سالانه از این ایستگاه، تراز اولیه آب زیرزمینی در حدود ۲۲ متر پایین‌تر رفته است.

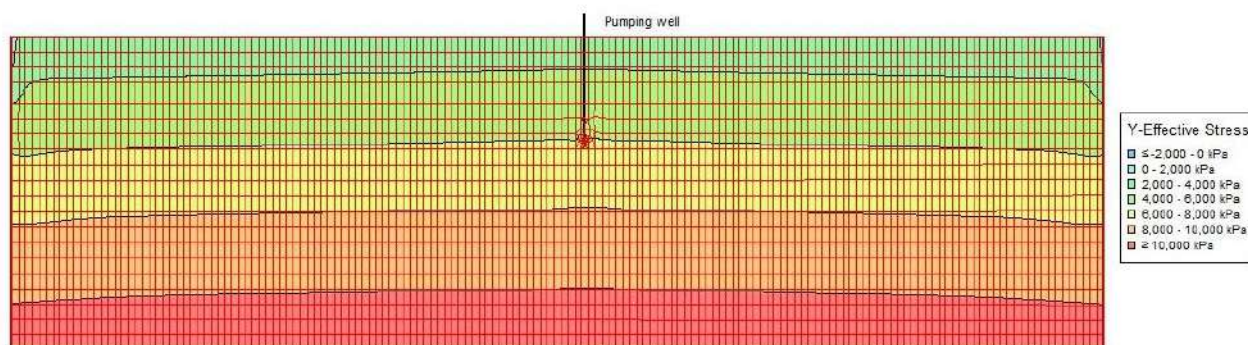
گمانه Stat.9 نیز در مختصات جغرافیایی (۳۹۳۴۸۹۰ و ۵۲۱۹۵۶) واقع شده و عمق آب زیرزمینی در این ایستگاه به دلیل استخراج ۸۸ میلیون مترمکعب در سال، از عمق ۹ متر به عمق ۳۱ متری رسیده است. گمانه مستقر در مختصات (۳۹۳۲۹۱۲ و ۵۱۷۹۸۹) نیز با نام Stat.13 معرفی شده، سطح تراز آب زیرزمینی در اثر برداشت میانگین سالیانه ۵۷ میلیون مترمکعب، از تراز ۸ متری سطح زمین به عمق ۱۹ متری کاهش یافته است. پس از انجام تحلیل‌ها، نتایج محاسبه شده برای فرونشست زمین، تغییرات فشار آب حفره‌ای و تنش مؤثر قائم در اثر تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی در گمانه Stat.7 به ترتیب در شکل‌های ۶ تا ۸ نشان داده شده است.



شکل ۶- فرونشست ناشی از برداشت آب زیرزمینی در ایستگاه Stat.7



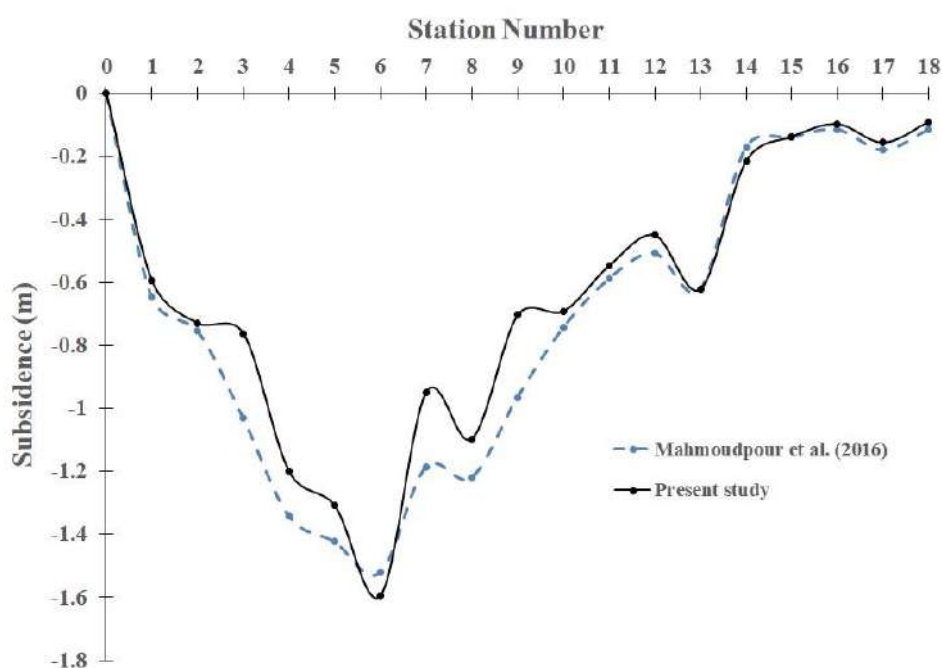
شکل ۷- فشار آب حفره‌ای پس از برداشت آب زیرزمینی در ایستگاه Stat.7



شکل ۸- تنش مؤثر قائم پس از برداشت آب زیرزمینی در ایستگاه Stat.7

از نرم‌افزار GEOSTUDIO در مقایسه با پژوهش Mahmoudpour et al. (2016) وجود داشته و می‌توان بیان کرد که استفاده از این نرم‌افزار برای تحلیل و بررسی مسئله فرونشست زمین با در نظر گرفتن تغییرات سطح تراز آب در اثر برداشت و استخراج آب، منجر به پاسخ‌های مناسب و دقیق می‌شود.

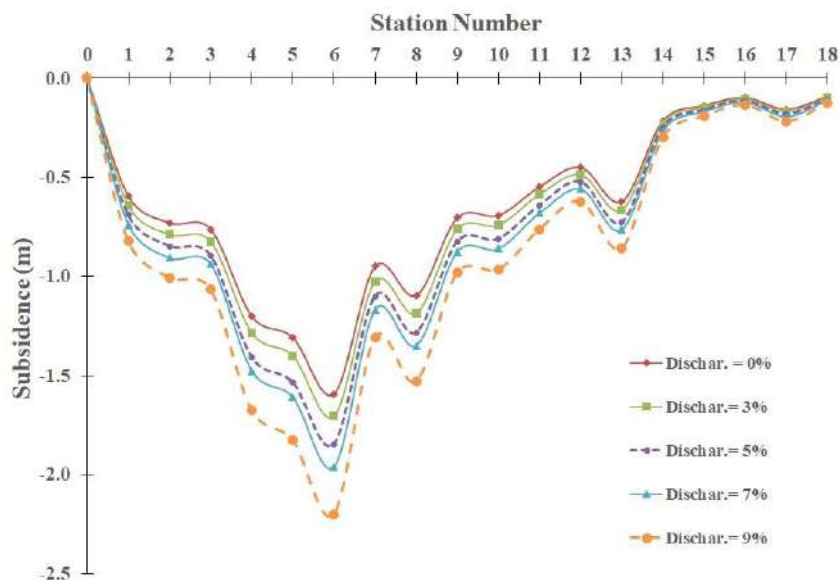
با توجه با توضیحات ارائه شده و پس از انجام تحلیل‌های لازم، نشست زمین در محدوده جنوب شرقی تهران در اثر برداشت آب زیرزمینی برای تمامی ایستگاه‌های مستقر در مقطع CD محاسبه و نمودار پروفیل نشست در این منطقه مطابق شکل ۹ رسم شده است. همان‌طور که دیده می‌شود، تطابق مناسب و قابل قبولی بین نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر با استفاده



شکل ۹- پروفیل نشست محاسبه شده برای مقطع CD در مطالعه حاضر و پژوهش Mahmoudpour et al. (2016)

۴-۱- بررسی تغییرات فرونشست زمین

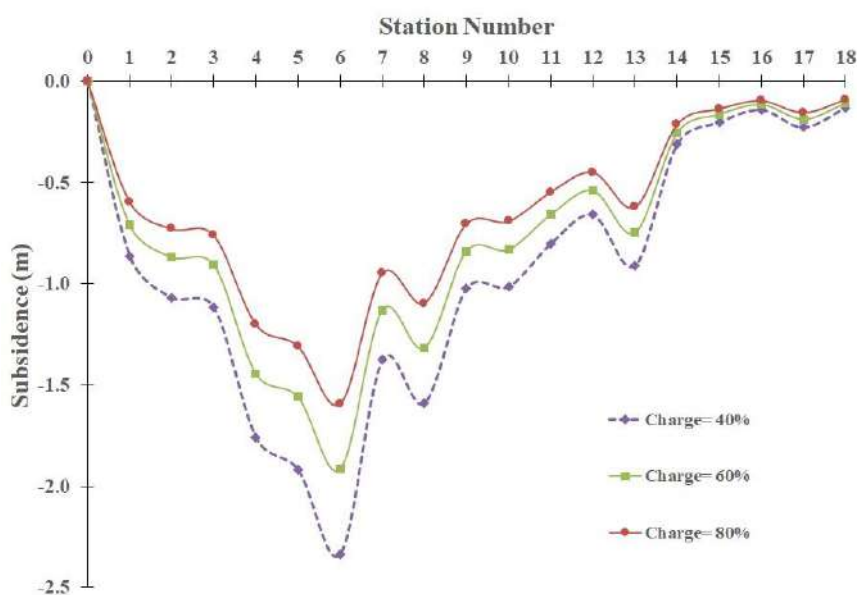
با توجه به اطلاعات مندرج در جدول ۱، میزان برداشت متوسط سالانه برای چاه‌های برداشت مختلف معادل ۱۰۰ میلیون متر مکعب در سال در نظر گرفته شده است. به منظور بررسی تأثیر



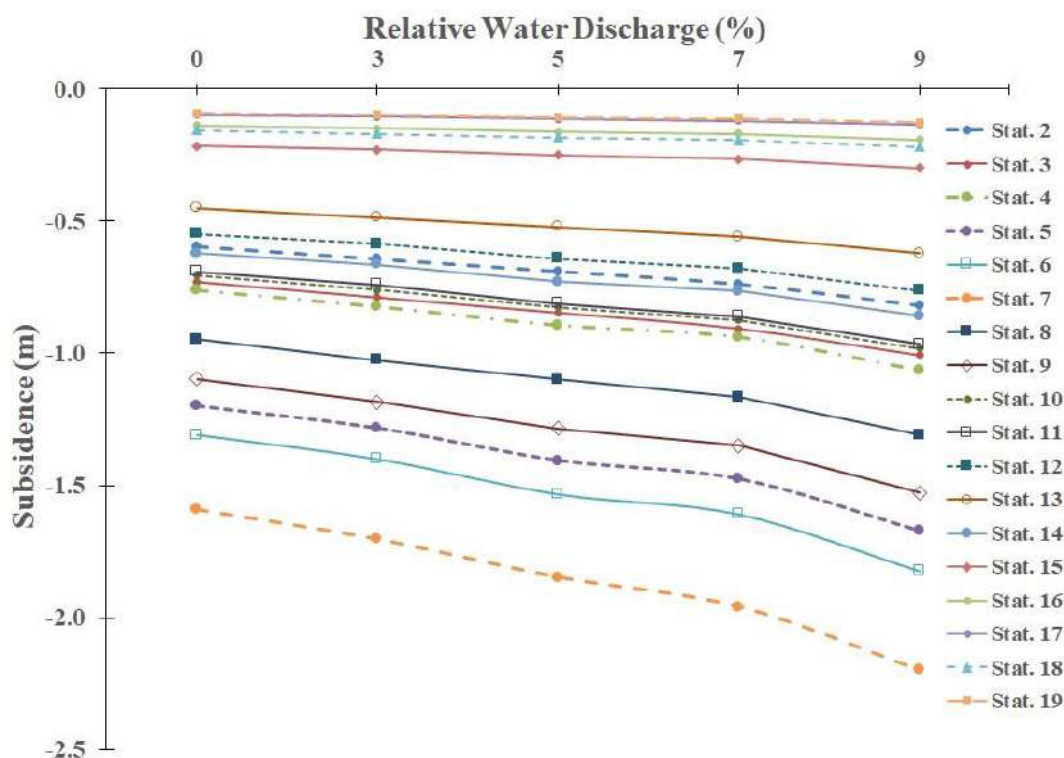
شکل ۱۰- پروفیل فرونشست برای تغییرات برداشت سالانه و برگشت ۸۰٪ آب

برداشت آب نیز در شکل ۱۲ برای ایستگاه‌های برداشت مختلف آورده شده، که مطابق آن، با افزایش درصد برداشت آب زیرزمینی، مقادیر فرونشست افزایش می‌یابد. این تغییرات به دلیل تغییر در شرایط ژئوتکنیکی زمین نظیر جنس لایه‌های خاک و ضخامت مختلف آن‌ها، عمق چاه‌های پمپاژ و تغییر میزان دبی برداشتی در چاه‌های مختلف ایجاد می‌شود.

در بررسی‌های قبل، میزان برگشت آب معادل ۸۰٪ میزان برداشت در نظر گرفته شده بود. مقادیر مختلف برگشت آب مورد بررسی شامل ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد است و میزان برداشت آب زیرزمینی نیز معادل میانگین سالانه برداشت در هر ایستگاه در نظر گرفته شده است. در شکل ۱۱ برای ایستگاه‌های برداشت مختلف نتایج پروفیل فرونشست برای تغییرات درصد برگشت آب آورده شده است. مقادیر فرونشست در برابر تغییرات درصد



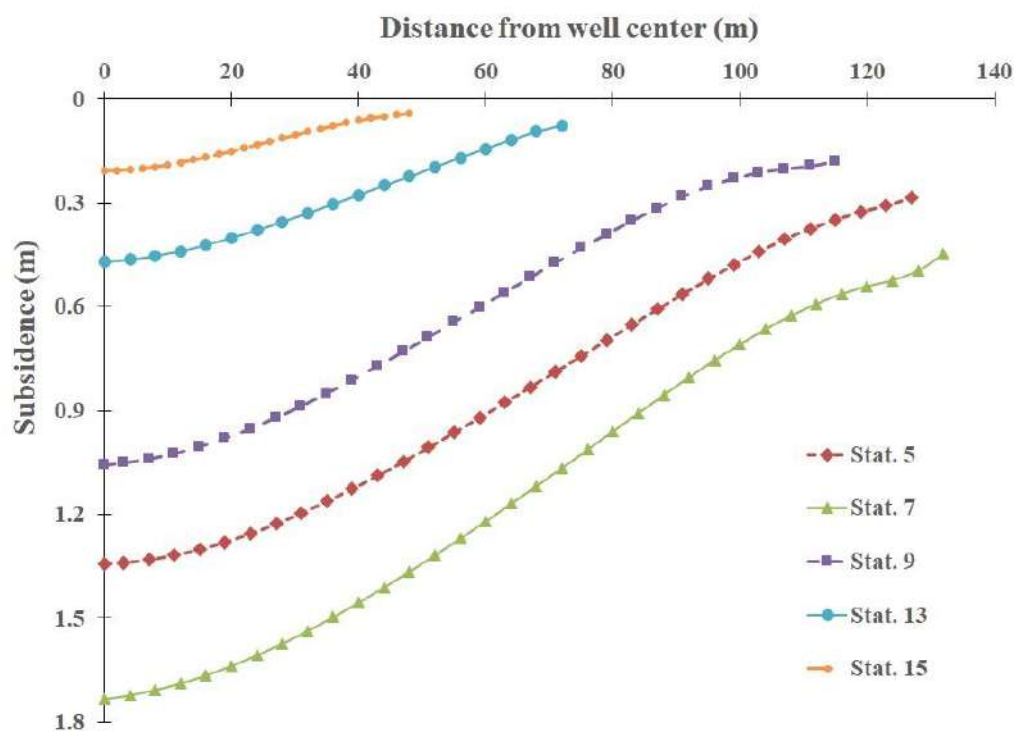
شکل ۱۱- پروفیل فرونشست برای تغییرات درصد برگشت آب و برداشت ۵٪



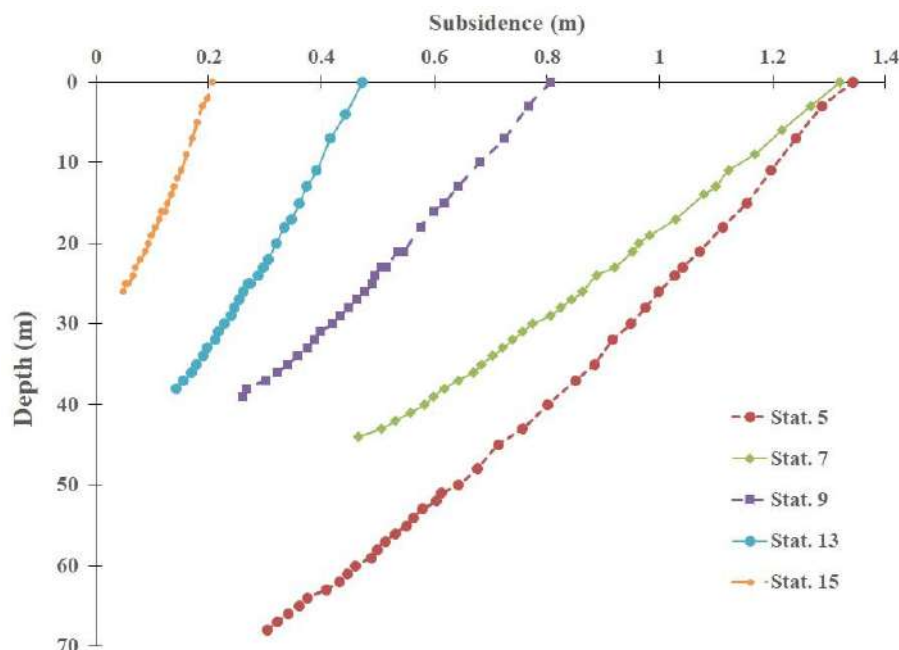
شکل ۱۲- فرونشست به دست آمده در برابر تغییرات درصد برداشت آب برای ایستگاه‌های برداشت مختلف

برداشت Stat. 5, Stat. 7, Stat. 9, Stat. 13, Stat. 15 و، پروفیل فرونشست نسبت به عمق چاه‌های برداشت ترسیم شده، مطابق نتایج به دست آمده می‌توان بیان نمود که با افزایش عمق چاه‌ها، میزان فرونشست کاهش یافته است. علت این پدیده، دور شدن عمق برداشت آب نسبت به سطح زمین بوده، به طوری که فاصله تاثیر بین محل فرونشست و محل تغییرات تنش مؤثر، افزایش یافته و در نتیجه میزان فرونشست در سطح زمین کاهش می‌یابد.

پروفیل فرونشست زمین نسبت به فاصله شعاعی از محور چاه‌های برداشت برای پنج ایستگاه برداشت Stat. 5, Stat. 7, Stat. 9, Stat. 13, Stat. 15 در شکل ۱۳ ترسیم شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با افزایش فاصله شعاعی از محور چاه‌ها میزان فرونشست کاهش یافته، به طوری که در فاصله‌ی محوری معادل دو برابر عمق چاه، مقادیر فرونشست‌ها تقریباً به صفر متمایل می‌شود. همچنین در شکل ۱۴ برای پنج ایستگاه



شکل ۱۳- پروفیل فرونشست زمین نسبت به فاصله شعاعی از محور چاه‌های برداشت



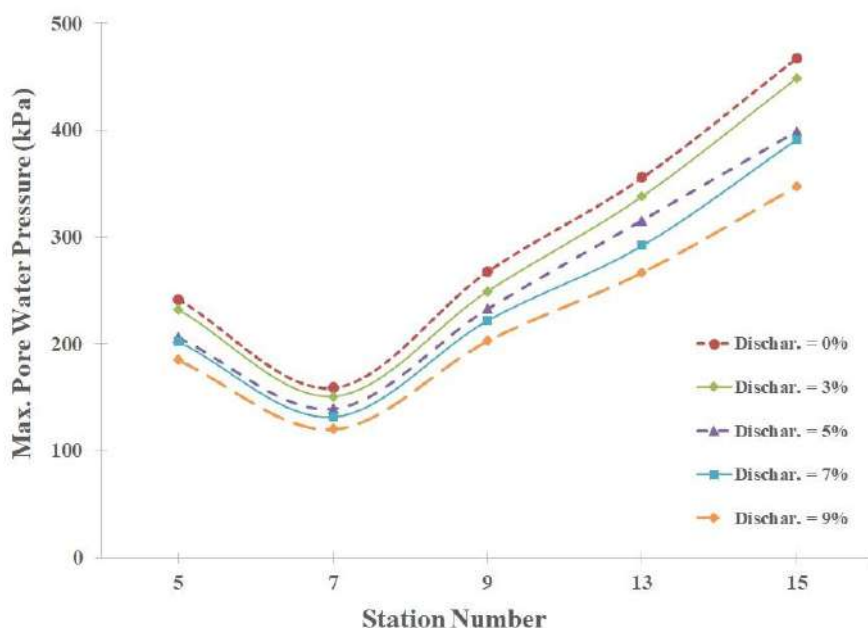
شکل ۱۴- پروفیل فرونشست نسبت به عمق چاه‌های برداشت

آب‌های سطحی به همراه استفاده از انواع روش‌های حفاظت از آبخوان‌ها و کاهش و بهینه‌سازی مصرف است.

۴-۲- بررسی تغییرات فشار آب حفره‌ای

پروفیل فشار آب حفره‌ای برای درصد‌های مختلف تغییرات برداشت سالانه برای پنج ایستگاه برداشت Stat.5, Stat.7, Stat.9, Stat.13 و Stat.15 در شکل ۱۵ نشان داده شده است. مطابق این شکل حداکثر فشار آب حفره‌ای در بین ایستگاه‌ها از ۴۷۵ کیلوپاسکال در ایستگاه Stat.15 تا ۱۲۵ کیلوپاسکال در ایستگاه Stat.5 متغیر بوده و همچنین با افزایش درصد تغییرات برداشت سالانه، میزان فشار آب حفره‌ای کاهش یافته است.

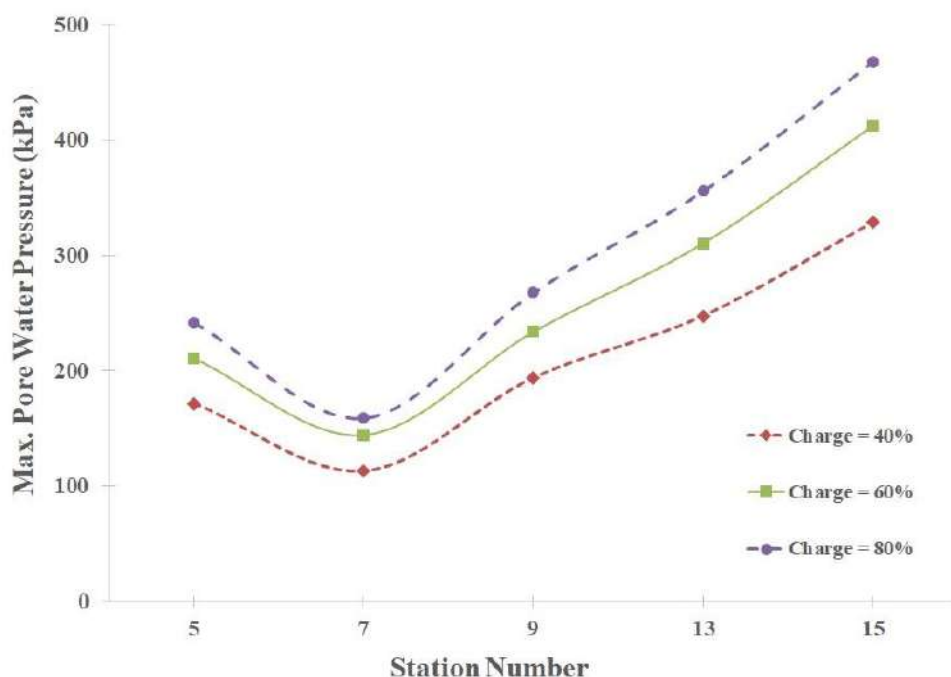
با توجه به این که بیش‌ترین میزان آب برداشتی از منابع آب زیرزمینی صرف آبیاری زمین‌های کشاورزی می‌شود، با حفاظت آب در مصارف کشاورزی و استفاده از روش‌های آبیاری نوین مانند آبیاری قطره‌ای به همراه انجام اقداماتی همچون بیان مشکلات و افزایش سطح دانش بهره‌برداران، عدم صدور مجوزهای جدید حفاری، طولانی نمودن دوره آبیاری، تغییر الگوی کشت و کنترل دقیق برداشت از منابع آب زیرزمینی با نصب کنتورهای حجمی و تعیین قیمت مناسبی به عنوان آب‌بهای کشاورزی، امکان کاهش میزان افت سطح آب زیرزمینی و پیامدهای ناشی از آن وجود دارد. لازم به ذکر است که الزاماً به کارگیری یک راه‌کار به تنهایی نمی‌تواند مثمر‌تر واقع شود. بنابراین راه‌حل مشکلات، اجرای تلفیقی از راه‌کارهای قابل اجرا برای بهره‌برداری حداکثری از



شکل ۱۵- پروفیل فشار آب حفره‌ای برای درصد‌های مختلف تغییرات برداشت سالانه

کیلوپاسکال در ایستگاه Stat.15 تا ۱۱۰ کیلوپاسکال در ایستگاه Stat.5 برای برگشت آب ۴۰٪ متغیر بوده و همچنین با افزایش درصد برگشت آب، میزان فشار آب حفره‌ای نیز افزایش یافته است.

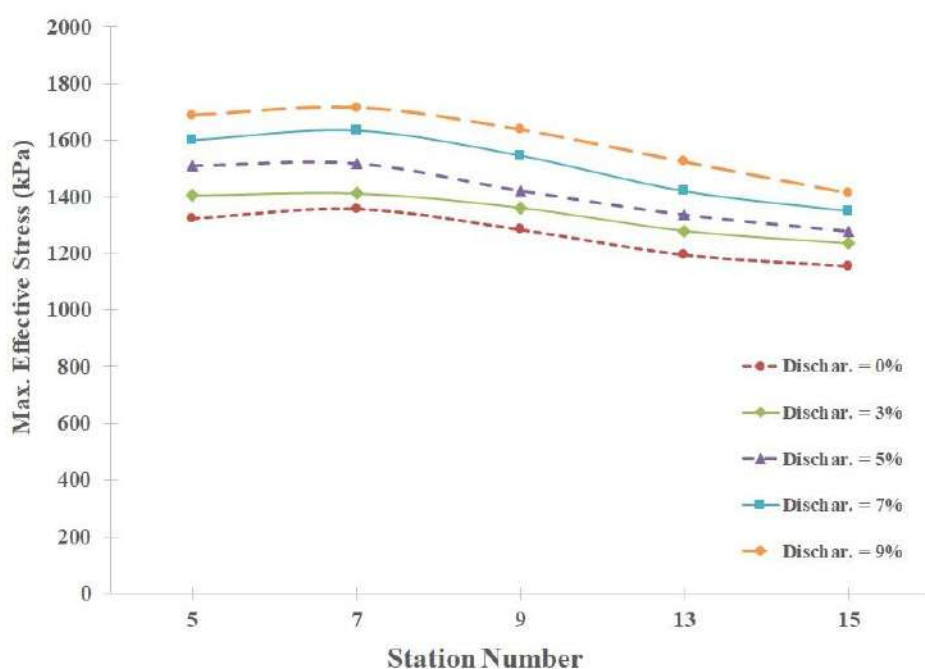
در شکل ۱۶ برای پنج ایستگاه برداشت Stat.5، Stat.7، Stat.9، Stat.13 و Stat.15 پروفیل فشار آب حفره‌ای برای درصدهای مختلف برگشت آب ترسیم شده است. مطابق این شکل حداکثر فشار آب حفره‌ای در بین ایستگاه‌ها حدوداً از ۴۷۰



شکل ۱۶- پروفیل فشار آب حفره‌ای برای درصدهای مختلف برگشت آب

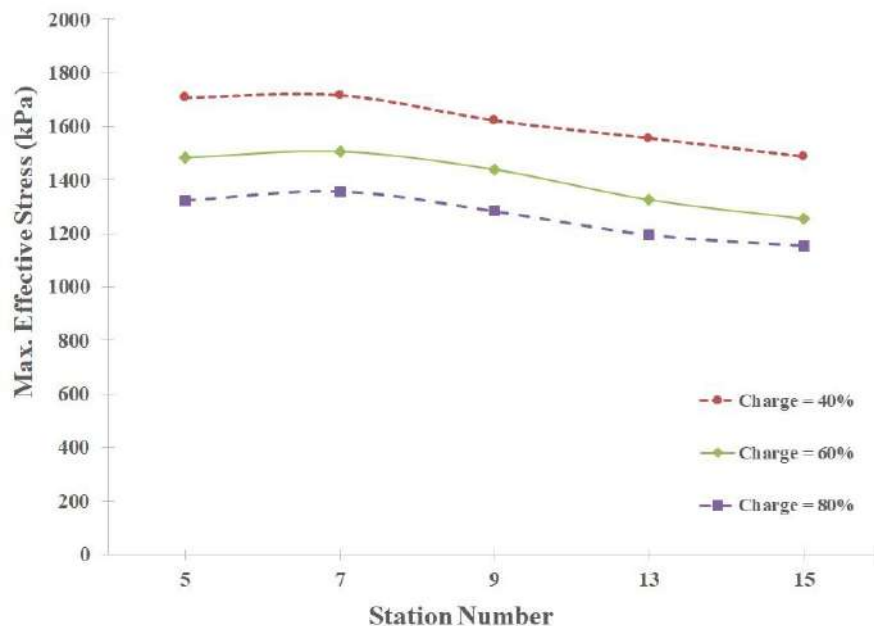
شکل، تغییرات حداکثر تنش مؤثر در بین ایستگاه‌ها از ۱۶۹۰ کیلوپاسکال در ایستگاه Stat.5 تا ۱۴۹۰ کیلوپاسکال در ایستگاه Stat.15 محاسبه شده و همچنین با افزایش درصد تغییرات برداشت سالانه، میزان تنش مؤثر نیز افزایش یافته است.

در شکل ۱۷ برای پنج ایستگاه برداشت Stat.5، Stat.7، Stat.9، Stat.13 و Stat.15 پروفیل تنش مؤثر برای درصدهای مختلف تغییرات برداشت سالانه ترسیم شده است. مطابق این



شکل ۱۷- پروفیل تنش مؤثر برای درصدهای مختلف تغییرات برداشت سالانه

در شکل ۱۸ برای پنج ایستگاه برداشت Stat.7، Stat.5، Stat.9، Stat.13 و Stat.15 پروفیل تنش مؤثر برای درصدهای مختلف برگشت آب ترسیم شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، حداکثر تنش مؤثر در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه از



شکل ۱۸- پروفیل تنش مؤثر برای درصدهای مختلف برگشت آب

۵- نتیجه‌گیری

در این تحقیق، به بررسی فرونشست ایجاد شده در دشت‌های جنوب شرقی تهران در اثر برداشت آب زیرزمینی با استفاده از نرم‌افزار المان محدود GEOSTUDIO پرداخته شد. ابتدا مدل‌سازی براساس برداشت میانگین سالانه انجام و سپس برای بررسی دقیق‌تر درصد تغییرات سالانه ۳، ۵، ۷ و ۹ درصد مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر برداشت، میزان برگشت آب به سفره آب زیرزمینی نیز در مدل‌سازی‌ها لحاظ شده، که برای درصدهای معادل ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد برداشت متوسط سالانه مطالعه شده است. نتایج بررسی شده شامل پروفیل فرونشست، تنش کلی و تنش مؤثر است. مهم‌ترین نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر به‌شرح ذیل است:

- میزان تغییرات سطح آب و عمق حفاری گمانه‌ها بر میزان فرونشست زمین مؤثر است به‌طوری که با افزایش عمق حفاری گمانه‌ها و افزایش تغییرات سطح آب (افزایش میزان برداشت آب) مقادیر فرونشست افزایش خواهد یافت؛
- با بررسی درصد تغییرات برداشت آب زیرزمینی از ایستگاه‌های برداشت موردنظر، ملاحظه می‌شود که میزان فرونشست حداکثر در ۲۱ ایستگاه برداشت، از ۱۱۲ سانتیمتر به ۱۳۶ سانتیمتر افزایش یافته و در حدود ۲۱ درصد افزایش داشته است؛

۱۸۰۰ کیلوپاسکال در ایستگاه Stat.5 تا ۱۴۸۰ کیلوپاسکال در ایستگاه Stat.15 متغیر بوده و با افزایش درصد تغییرات برداشت سالانه، از میزان تنش مؤثر کاسته شده است.

- با کاهش میزان درصد برگشت آب به سفره آب زیرزمینی، مقادیر فرونشست در ایستگاه‌های برداشت افزایش می‌یابد. به‌طوری که با کاهش درصد تغییرات برگشت از ۸۰ تا ۴۰ درصد و نصف شدن میزان برگشت آب، میزان فرونشست حداکثر در ۲۱ ایستگاه برداشت، از ۱۱۲ سانتیمتر به ۱۵۷ سانتیمتر افزایش یافته و در حدود ۳۹ درصد تغییرات داشته است؛
- با توجه به این‌که بیش‌ترین میزان آب برداشتی از منابع آب زیرزمینی صرف آبیاری زمین‌های کشاورزی می‌شود، با حفاظت آب در کشاورزی و بهبود روش‌های آبیاری به‌علاوه انجام اقداماتی همچون بیان مشکلات و افزایش سطح دانش بهره‌برداران و کنترل دقیق در برداشت از منابع آب زیرزمینی با نصب کنتورهای حجمی می‌توان میزان افت سطح آب زیرزمینی و پیامدهای ناشی از آن بخصوص نشست سطح زمین را به‌حداقل رساند.

۶- مراجع

باقری، م. و کاظمی آذر، ف.، (۱۳۸۵)، "فرونشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی در دشت رفسنجان"، *اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی*.
 بهرامی، س. و بذرافشان، ا.، (۱۳۹۶)، "عوامل مؤثر بر فرونشست زمین در دشت میناب"، *چهارمین کنفرانس بین‌المللی*

- نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب



آقای مهندس تقی زاده خامسی
معاون محترم آب و آبفا وزارت نیرو

* لطفا معرفی اجمالی از خودتان بفرمایید.

- به نام خدا. تقی زاده خامسی هستم. قبل از این سمت شهردار مشهد بودم و سوابق اجرایی اینجانب به شرح زیر است: مدیرعامل و رئیس هیئت مدیره سازمان آب منطقه‌ای تهران (۵ سال)، معاون شهرداری تهران (۱۰ سال)، معاون فنی و عمرانی استانداری خراسان (۷ سال) و ۱۲ سال نیز فعال بخش خصوصی بوده‌ام.

* مهم‌ترین چالش‌ها و فرصت‌های مدیریت آب کشور از نظر شما چیست؟

- براساس آنچه که در برنامه ششم توسعه مصوب شده است، مهم‌ترین چالش‌ها و فرصت‌های بخش آب کشور عبارتند از:

الف) چالش‌های عمده:

- تغییرات آب و هوایی و خشکسالی‌ها؛
- کاهش شدید سهم سرانه منابع آب تجدید شونده؛
- برداشت و استحصال بی‌رویه آب از منابع زیرزمینی و وجود اضافه برداشت تجمعی بیش از ۱۳۰ میلیارد مترمکعب؛
- بهره‌وری پایین در مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت؛
- وجود آلاینده‌های روزافزون و فاضلاب‌ها و افزایش روند آلودگی منابع آب کشور؛
- غفلت نسبی نسبت به منابع آب غیرمتعارف؛
- ساختار نامناسب و غیرمتوازن اقتصاد بنگاه‌داری در بخش آب و افزایش قیمت تمام‌شده طرح‌های آب در کشور؛
- فاصله زیاد بین هزینه تمام‌شده و قیمت فروش آب به مصرف‌کنندگان؛

- اتکای زیاد بخش آب به منابع مالی دولتی و عدم تنوع در منابع مالی برای اجرای طرح‌ها در وضع موجود؛
- کم‌توجهی به بسترسازی و ایجاد انگیزه و جذابیت‌های مورد نیاز برای توسعه مشارکت بخش خصوصی؛
- پایین بودن شاخص برخورداری جمعیت روستایی از آب آشامیدنی بهداشتی و کمبود آب برای آبرسانی به روستاها؛
- عدم تناسب ساختار مدیریت آب کشور با مدیریت مبتنی بر رویکرد حوضه‌ای و نگرش یکپارچه‌نگر با رعایت ملاحظات آمایش سرزمین؛
- ضعف در واگذاری مدیریت بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات آب و آبیاری به تشکلهای بهره‌برداران؛
- عدم تحویل حجمی آب؛
- فقدان رژیم حقوقی ناظر بر سرمایه‌گذاری در بخش آب به‌ویژه تخصیص آب به سرمایه‌گذاران در زمان خشکسالی؛
- رقابت بین‌بخشی در تقاضاهای فزاینده آب؛
- عدم تعادل در سرمایه‌گذاری و هم‌زمانی در اجرای طرح‌های بالادستی و پائین دستی آب و خاک؛
- عدم وجود سامانه منسجم آمار و اطلاعات در منابع و مصارف آب.

ب) فرصت‌ها

- وجود امکانات طبیعی مناسب در کشور و موقعیت مناسب جغرافیایی و هیدروژئوپولیتیک؛
- روند رو به رشد سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در زمینه‌های مختلف در بخش و وجود زمینه‌های مناسب برای حضور بخش خصوصی و نیز تنوع‌بخشی مالی و تجهیز و جلب سرمایه‌های بخش غیردولتی؛
- توجه ویژه مسئولان ارشد نظام به مهار آب‌های استانه‌ای مرزی و استفاده بهینه از این منابع؛
- توجه ویژه مسئولین بخش آب به مسائل نرم‌افزاری بخش آب و مدیریت صحیح در این بخش (در شرایط کنونی)؛
- توجه به یکپارچه‌سازی برنامه‌های کلان ملی و آمایش سرزمین با برنامه‌های بخش؛
- افزایش میزان همکاری بخش کشاورزی در زمینه کاهش مصرف در این بخش و ارتقای بهره‌وری؛
- گسترش کاربرد فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات (نظیر RS و GIS)؛
- توسعه بازار آب، توجه ویژه به اقتصاد آب و ارتقای بهره‌وری آب؛
- تولید و تعمیق دانش و فناوری با استفاده از پژوهش‌های

مبتنی بر نیازهای فعلی و آتی بخش؛

- ارتقای توانایی‌ها و دانش علمی و فنی برای دستیابی به روش‌های نوین تولید و استحصال آب شیرین؛
- امکان افزایش سهم بخش کشاورزی در اقتصاد ملی متناسب با سهم اعتبارات و سرمایه گذاری مناسب؛
- امکان جلب مشارکت بهره‌برداران در مدیریت بهره‌برداری، نگهداری و حفاظت از منابع آب و خاک؛
- امکان استفاده چندمنظوره از آب در تولید محصولات کشاورزی (آبزی، دام، زراعت و...)
- امکان بهره‌برداری بهینه از منابع آب در بخش کشاورزی؛
- امکان تولید برخی از محصولات کشاورزی با استفاده از منابع آب شور و لب شور؛
- امکان کشت در محیط‌های کنترل شده (گلخانه‌ها)؛
- امکان تولید برخی از محصولات کشاورزی با استفاده از منابع آب فراسرمزمینی؛

*** آیا ساختارهای فعلی وزارت نیرو اعم از مدیریتی و اجرایی برای مدیریت آب کشور مناسب است؟ اگر نه چه تغییراتی نیاز است؟**

- ساختارها اگرچه مهم هستند اما تمام مسئله ما نیستند. براساس مطالعات GWP (همکاری‌های جهانی آب) برای پیاده‌سازی مدیریت به‌هم‌پیوسته منابع آب، ۱۳ حوزه کلیدی نیازمند تغییرات وجود دارند که به شرح زیر هستند:

- سیاست‌گذاری‌ها، تعیین اهداف مصرف آب، حفاظت از منابع آب؛
- چارچوب‌های قانونی، وظایف برای تحقق اهداف و سیاست‌ها؛
- تأمین منابع مالی، ساختارهای تشویقی، تخصیص منابع مالی برای تحقق نیازهای آبی؛
- ایجاد یک چارچوب سازمانی، اشکال و کارکردها؛
- ظرفیت‌سازی نهادی، توسعه منابع انسانی؛
- ارزیابی منابع آب، شناخت منابع و نیازها؛
- برنامه‌ریزی برای IWRM، ترکیب گزینه‌های مختلف توسعه، نحوه تقابل جوامع انسانی و مصرف منابع؛
- مدیریت تقاضا، مصرف کارآمدتر منابع آبی؛
- ابزار تغییرات اجتماعی، بسترسازی برای ایجاد یک جامعه مدنی با توجه خاص به موضوع منابع آبی؛
- حل اختلاف، مدیریت تعارضات و تضمین تقسیم (عادلانه) منابع آب؛
- ابزار نظارتی، از جمله تعیین محدودیت‌های تخصیص و مصرف آب؛
- ابزار اقتصادی، استفاده از ارزش گذاری و قیمت‌گذاری برای

مصرف عادلانه و بهینه منابع آبی؛

- مدیریت و مبادله اطلاعات، بهبود وضعیت داده‌های موجود برای مدیریت بهتر منابع آبی؛
- همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، چارچوب سازمانی و ساختار یکی از این ۱۳ حوزه است. بنابراین چنانچه برون‌داد بخش آب مطلوب نیست، این امر نمی‌تواند تنها ناشی از ساختار باشد و باید سایر علل را نیز بررسی و نقاط ضعف را مرتفع نمود. در شرایط کنونی، فقدان ساختاری بر مبنای حوضه آبریز یکی از مشکلات بخش آب است که در حال حاضر وزارت نیرو با انجام مطالعاتی تلاش دارد تا به‌نحو مطلوب این ساختار را پیاده‌سازی نماید. البته این امر در قانون احکام دائمی نیز تکلیف شده و باید در گام بعدی برای موفقیت این امر، وفاق ملی نیز بر سر ساختار ایجاد شود که مقرر است در قالب تدوین آیین‌نامه برای این ماده قانونی، این امر محقق شود.

*** نقش بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری، اجرا و بهره‌برداری از تاسیسات آب و فاضلاب چگونه است و آیا نیاز به بازبینی وجود دارد؟**

- محدودیت اعتبارات در بخش دولتی و ضرورت اجرای پروژه‌های تأمین آب شرب و تصفیه فاضلاب، ظرفیت و توان بخش خصوصی از نظر سرعت و کیفیت اجرا و بهره‌برداری، کاربرد بیشتر نوآوری و فن‌آوری‌های جدید در بخش خصوصی و بهبود فضای کسب‌وکار را می‌توان از دلایل عمده مشارکت بخش آب و آبفا با بخش خصوصی در امر سرمایه‌گذاری، اجرا و بهره‌برداری از تأسیسات آب و فاضلاب دانست. در حال حاضر بیش از ۱۵۵ قرارداد در بخش آب و فاضلاب به‌روش‌های BOT، BOO و بیع‌مقابل از طریق سرمایه‌گذاری بخش خصوصی منعقد شده است که مجموع سرمایه‌گذاری صورت‌گرفته توسط بخش خصوصی در قراردادهای مذکور، با احتساب هزینه‌های بهره‌برداری بلندمدت و بازسازی و نوسازی اساسی در طول مدت قرارداد در دوره ۲۰ ساله (۱۴۱۷) به قیمت پایه سال ۱۳۹۷، بالغ بر ۱۲۰ هزار میلیارد ریال است. میزان تعهد پرداخت به سرمایه‌گذاران بخش خصوصی بابت خرید تضمینی آب و پساب نیز در یک دوره ۲۰ ساله به‌قیمت پایه سال ۱۳۹۷، حدود ۱۷۰ هزار میلیارد ریال است. این میزان در مقایسه با سرمایه‌گذاری انجام شده توسط بخش خصوصی در این دوره، که بیش از ۱۲۰ هزار میلیارد ریال برآورد شده و با در نظر گرفتن محدودیت منابع مالی عمومی و همچنین تعهدات وزارت نیرو در خصوص تأمین مطمئن آب شرب و تصفیه فاضلاب و استفاده از پساب به‌عنوان منبع جایگزین آب، در مجموع در جهت صرفه و صلاح دولت است.

یکی از چالش‌های اصلی در خصوص سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در پروژه‌های آب و آبفا واقعی نبودن قیمت آب است که

باعث شده بخش عمده مشارکت بخش خصوصی بر مبنای خرید تضمینی آب/پساب توسط دولت باشد (به جز قراردادهای بیع متقابل). از این رو ایجاد تعهد و بار مالی برای دولت با توجه به طولانی بودن مدت قراردادهای از جمله کاستی‌های این نوع مشارکت‌ها است. همچنین باتوجه به وضعیت درآمدی و محدودیت منابع مالی و زیان‌ده بودن بیشتر شرکت‌های زیرمجموعه بخش آب و آبفا، امکان خرید تضمینی محصول از محل منابع داخلی شرکت‌های سرمایه‌پذیر فراهم نیست و خرید تضمینی آب به‌ناچار باید از محل بودجه عمومی دولت انجام پذیرد. در این راستا، راه‌کار اساسی که می‌تواند منجر به خودگردان شدن طرح‌ها از طریق امکان فروش آب توسط بخش خصوصی به قیمت تمام‌شده باشد، اصلاح تعرفه و قیمت آب است که در صورت تعیین قیمت واقعی آب در بازار، ضمن ایجاد فضای رقابتی در بین سرمایه‌گذاران، تعهدات مالی دولت در فرآیند مشارکت کاهش می‌یابد. در این راستا باید زمینه اصلاح قوانین و مقررات موجود از طریق مراجع ذیربط در دستور کار وزارت نیرو قرار گیرد.

* برنامه‌های معاونت آب و آبفا برای عبور از شرایط بحرانی

آب کشور به ویژه در زمینه منابع آب زیرزمینی چیست؟
- وزارت نیرو برای بهبود شرایط منابع آب زیرزمینی و در نگاه حداقلی، حفظ شرایط موجود، طرح احیا و تعادل بخشی را پیشنهاد نموده که در پانزدهمین جلسه شورای عالی آب (سال ۱۳۹۴) به تصویب رسیده است. این طرح مشتمل بر ۱۵ پروژه است که ۱۱ پروژه وظیفه وزارت نیرو، ۳ پروژه وظیفه وزارت جهاد کشاورزی و ۱ پروژه وظیفه سازمان زمین‌شناسی کشور است. هدف از اجرای این طرح، کنترل کسری مخزن سالانه به میزان ۵/۶ میلیارد مترمکعب طی مدت ۶ سال و جبران کسری تجمعی آبخوان‌های کشور که بالغ بر ۱۲۰ میلیارد مترمکعب طی دوره ۲۰ ساله است. با وجود این که سه پروژه از ۱۵ پروژه به صورت مستقیم برعهده وزارت جهاد کشاورزی است، انجام کلیه پروژه‌ها و اقدامات، منوط به همکاری موثر و نزدیک دو وزارتخانه نیرو و جهاد کشاورزی است.
در راستای اجرای طرح احیا تاکنون اقدامات زیر انجام گردیده است:

- ۱- تدوین دستورالعمل‌های طرح احیا و تعادل بخشی آب زیرزمینی با همکاری وزارت جهاد کشاورزی؛
- ۲- تشکیل کارگروه‌های تخصصی مشترک با حضور دو وزارتخانه فوق و تدوین اهداف، سیاست‌ها و برنامه‌های اجرایی؛
- ۳- تشکیل کارگروه مشترک برای اجرای چهار طرح پایلوت در چهار استان کشور (اصفهان، تهران، سمنان و فارس) به منظور بررسی چالش‌های اجرای طرح و آرایه راه‌کارهای لازم که نتایج این پایلوت‌ها پس از نهایی شدن به کل کشور تسری خواهد یافت؛

۴- اجرای چهار پایلوت مدیریت مشارکتی در چهار استان کشور. همچنین در این راستا و به منظور افزایش اثربخشی طرح و دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده، اقدامات زیر ضروری است:
۱- عدم بخشی‌نگری و ترجیح منافع ملی در مقابل منافع سازمانی و توجه به تولید پایدار به جای اهداف کوتاه‌مدت مبنی بر افزایش تولید ناپایدار؛

۲- مطابق با مواد قانونی مرتبط با تأمین هزینه خرید و نصب کنتور هوشمند (ماده ۱۲ قانون توزیع عادلانه آب و تبصره ۱ قانون تعیین تکلیف و ...) در حال حاضر، تأمین هزینه خرید و نصب کنتور هوشمند حجمی برعهده کشاورز است. در لایحه بودجه سال ۱۳۹۷، وزارت نیرو به منظور کمک به کشاورزان پیشنهاد نمود هزینه کنتور از محل ۸۵٪ کمک‌های بلاعوض برای اجرای آبیاری نوین تأمین شود. ولی این موضوع در قانون بودجه لحاظ نشد و در تبصره ۸ قانون بودجه مذکور مقرر شد هزینه کنتور به عنوان ۱۵٪ آورده کشاورز پذیرفته شود. در این راستا لازم است اهتمام بیشتری برای اجرای تبصره مذکور به عمل آید.

۳- همکاری در زمینه پر و مسلوب‌المنفعه نمودن چاه‌های غیرمجاز، باتوجه به این که برداشت از چاه‌های غیرمجاز و اضافه برداشت چاه‌های مجاز دو عامل اصلی برهم‌زننده تعادل آبخوان‌های کشور است، لازم است با همکاری کلیه وزارتخانه‌های ذی‌مدخل از جمله نیرو و جهاد کشاورزی اقدام لازم برای این منظور به عمل آید. از جمله این اقدامات آزادسازی اراضی ملی است که به صورت غیرمجاز تصرف شده و با حفر چاه غیرمجاز اقدام به کشاورزی در آن‌ها شده است. در این راستا لازم است وزارتین جهاد کشاورزی و نیرو به صورت هم‌زمان اقدام لازم را برای رفع تصرف این اراضی و انسداد چاه‌های غیرمجاز به عمل آورند.

۴- با عنایت به مصوبات پانزدهمین جلسه شورای عالی آب، یکی از وظایف وزارت نیرو اصلاح و تعدیل پروانه بهره‌برداری چاه‌های کشاورزی براساس آب قابل برنامه‌ریزی ابلاغی و نیز آیین‌نامه بهینه‌سازی مصرف آب است که به‌طور قطع این مهم بدون همکاری وزارت جهاد کشاورزی میسر نخواهد بود. کمیسیون‌های رسیدگی به صدور پروانه‌ها که متشکل از اعضای وزارتین نیرو و جهاد کشاورزی است باید با سرعت و دقت نسبت به اصلاح و تعدیل پروانه‌ها اقدام و پروانه‌های جدید را صادر نمایند.

همچنین «سند تعادل بخشی آب‌های زیرزمینی (ذخیره استراتژیک)» توسط کارگروهی متشکل از دبیر کمیسیون آب شورای عالی امنیت ملی، مدیر مطالعات آب و محیط‌زیست مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، نمایندگان وزارتخانه‌های نیرو، کشور، جهاد کشاورزی، بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، ارتباطات و فناوری اطلاعات، آموزش و پرورش و نمایندگان دادستانی کل کشور، سازمان حفاظت محیط‌زیست و سازمان صدا

و سیما تهیه شده که مراحل تکمیل آن برای تصویب و ابلاغ در دست اقدام است.

*** در مورد شیرین سازی آب های شور دریاها و انتقال به مناطق کم آب نظرات موافق و مخالفی وجود دارد، جمع بندی وزارت نیرو در این زمینه چیست؟**

- مطابق با مواد ۱، ۲۱ و ۲۹ قانون توزیع عادلانه آب، اجازه و تخصیص بهره برداری از کلیه منابع آب کشور شامل منابع متعارف و غیرمتعارف که از مشترکات و در اختیار حکومت اسلامی است، منحصرأ با وزارت نیرو است. بر این اساس وزارت نیرو موظف است به منظور تأمین آب مورد نیاز کشور از هر طریق ممکن اقدام نماید. بدین لحاظ و در راستای عمل به وظایف ذاتی خود، وزارت نیرو انجام مطالعات و بهره برداری از منابع آب متعارف و غیرمتعارف و برنامه ریزی برای تأمین آب برای مصارف مختلف کشور را در دستور کار قرار داده است.

در همین راستا در شرایط حاضر یکی از سیاست های اصلی وزارت نیرو برای حل مشکل کمبود منابع آبی در حوضه های کم آب کشور، علاوه بر انجام فعالیت های مرتبط با مدیریت مصرف و تلاش برای اعمال سیاست های مدیریت تقاضا، استفاده از پتانسیل آب های غیرمتعارف (پساب ها، آب های شور و لب شور درون سرزمینی و نمک زدایی آب دریا و انتقال آن به مناطق مصرف) و ایجاد تعادل بین منابع و مصارف در حوضه های آبریز است. برای عملیاتی نمودن برنامه های استفاده از منابع آب غیرمتعارف در مناطق مختلف، وزارت نیرو حسب مطالعات و براساس میزان کمبود آب اقدام می نماید. در همین راستا درخصوص انتقال آب از دریا، مطالعات انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان به فلات مرکزی با پوشش ۱۷ استان در کشور در حال انجام است. ماهیت این طرح آبرسانی به مناطقی است که براساس مطالعات از نظر تنش آبی اولویت بندی شده و نیازمند آب سالم و بهداشتی برای مصارف شرب و صنعت هستند. در این طرح حجم آب انتقالی از آب دریا باید براساس پتانسیل منابع سطحی و زیرزمینی آب های متعارف و غیرمتعارف هر استان تعیین شود و استفاده از منابع آب دریاها و نمک زدایی آن ها براساس مطالعات مذکور عملیاتی شده و خواهد شد. لازم به گفتن است که وزارت نیرو ضمن آن که حسب وظیفه ذاتی خود، ملزم به تأمین آب مناطق مختلف کشور است، اما رعایت ملاحظات زیست محیطی را در اجرای برنامه ها و طرح های خود در اولویت قرار داده است و لذا اجرای هریک از طرح های توسعه منابع آب (اعم از متعارف و غیرمتعارف) با اخذ مجوزهای لازم از جمله مجوز ارزیابی زیست محیطی عملیاتی خواهد شد.

*** در مورد بازیافت و بازاستفاده از انواع پساب ها چه**

سیاستی را دنبال می کنید؟ تا چه اندازه این سیاست ها قابل اجرا است؟ چه موانعی بر سر راه است؟

- بهر حال یکی از برنامه های کلیدی وزارت نیرو در دولت دوازدهم، بازچرخانی پساب و استفاده مجدد از آب است و این برنامه با جدیت در وزارت نیرو دنبال می شود. البته باید توجه داشت که در حال حاضر تصفیه فاضلاب های شهری و روستایی در حیطه وظایف وزارت نیرو است و فاضلاب های صنعتی و زهاب های کشاورزی باید توسط خود واحدهای تولیدی، صنعتی، خدماتی و ... تصفیه و بازچرخانی شود. در این زمینه و باتوجه به کمبود آب در اغلب مناطق صنعتی کشور، صنایع اقدامات مناسبی را برای بازچرخانی پساب و استفاده مجدد از آن (به خصوص برای مصارف فضای سبز) انجام داده اند و این موضوع به نوعی در اغلب صنایع (به خصوص صنایع بزرگ) در حال انجام است. درخصوص فاضلاب های شهری و روستایی نیز شایان ذکر است که در حال حاضر بالغ بر ۵۰٪ جمعیت شهری کشور تحت پوشش سامانه های جمع آوری و تصفیه فاضلاب قرار دارند (۳۳۰ شهر) و تاکنون بالغ بر ۲۲۴ واحد تصفیه فاضلاب در کشور احداث شده است. ظرفیت اسمی (فعلی) تصفیه خانه های فاضلاب شهری در مدار، در حال حاضر بالغ بر ۴۸۰۰ مترمکعب در شبانه روز است. هم چنین وزارت نیرو فرآیندی را برای تخصیص پساب به مصارف مجاز (به لحاظ زیست محیطی) تهیه و تدوین نموده و در چارچوب آن پساب را به مصارف مختلف (اغلب صنعت و فضای سبز) اختصاص می دهد. درخصوص احداث تصفیه خانه های فاضلاب، شایان ذکر است که وزارت نیرو طی سال های اخیر تلاش نموده تا به دلیل مشکلات کمبود منابع مالی دولت (که عمده ترین مشکل در این زمینه است)، این تأسیسات را با استفاده از سرمایه گذاری بخش خصوصی و غیردولتی عملیاتی نماید که عملکرد موفقی نیز در این زمینه داشته است.

*** علت وجود تفکر سازه ای برای تأمین آب بیشتر (از جمله انتقال آب دریا به حوضه های غیرساحلی) که در تضاد با سیاست های اعلامی وزارت نیرو از جمله مدیریت مصرف و تقاضا و سازگاری با کم آبی قرار دارد در برنامه های کلان وزارت نیرو چیست؟**

- همان طور که گفته شد، وزارت نیرو مطابق قانون و حسب وظایف قانونی خود موظف است به منظور تأمین آب مورد نیاز کشور از هر طریق ممکن اقدام نماید. در این راستا و با توجه به این که کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشک دنیا قرار گرفته و لذا همواره در طول دوره های تاریخی با خشکسالی مواجه بوده، ضروری است وزارت نیرو مدیریت منابع آب را طوری تنظیم که فارغ از طول دوره این خشکسالی ها، کشور را با تنش و بحران آبی مواجه نکند. برخلاف آن چه شما عنوان کرده اید، حل مسئله کم آبی، در دیدگاه

وزارت نیرو صرفاً به معنی تأمین آب جدید نیست، بلکه تلاش بر این است که به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که نوع و شیوه مصرف را با منابع آب موجود هماهنگ نماییم. وزارت نیرو تلاش دارد تا به جای انجام طرح‌های متعدد سازه‌ای تأمین آب، موضوع مدیریت تقاضا، مصرف بهینه آب، بازچرخانی آب و اقداماتی از این دست را نهادینه نماید که در این زمینه اقدامات لازم را نیز آغاز کرده یا به انجام رسانده است.

می‌توان گفت در دوره‌های گذشته توجه اکثر دولت‌مردان به سازه و ساخت سد معطوف بوده و به رویکردهای مدیریتی و نرم‌افزاری کمتر پرداخته شده است. اما این امر دلیلی بر ناکارآمد بودن سدها و سازه‌های آبی ساخته شده و در دست ساخت و مطالعه نیست. همان گونه که نگاه صرفاً سازه‌ای در مدیریت منابع آب موردنظر نیست، بدون ایجاد سازه‌های کنترلی و بعضاً انتقال آب نیز نمی‌توان آب موردنیاز جمعیت کشور را که ظرف ۴۰ سال گذشته، دو برابر شده، تأمین نمود.

خوشبختانه در دولت دوازدهم نیز موضوع سازگاری با کم‌آبی در اولویت اقدامات وزارت نیرو قرار گرفته و با پیشنهاد وزارت نیرو کارگروه ملی و استانی سازگاری با کم‌آبی تشکیل شده که محورهای اصلی فعالیت آن‌ها به شرح زیر است:

- تعیین چگونگی توزیع کمبود آب بین مصارف مختلف؛
- برنامه‌ریزی و هماهنگی لازم برای انطباق الگوی کشت مناسب هر منطقه متناسب با شرایط کم‌آبی باتوجه به کاهش سهم منابع آب در اختیار بخش کشاورزی؛
- پشتیبانی از تدابیر استان‌ها در جلوگیری از بروز مشکلات و تعارضات اجتماعی؛
- نظارت بر عملکرد و پیشرفت برنامه‌ها در کارگروه استانی؛
- اجرای سیاست‌های وزارت جهاد کشاورزی برای کنترل سطح زیرکشت؛
- تحویل حجمی آب برای کلیه مصارف از جمله کشاورزی؛
- کاهش مصرف آب فضای سبز به میزان ۳۰ درصد نسبت به سال ۱۳۹۶؛
- تعیین تعرفه مصارف مازاد بر الگوی مصرف آب شرب و بهداشت؛
- همکاری فعالانه سازمان صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران.

*** وضعیت موجود کیفیت آب و راهکارهای اندیشیده شده برای حفظ کیفیت آب در آینده را ذکر کنید.**

- وزارت نیرو طی سال‌های اخیر با استقرار و اجرای نظام‌نامه مدیریت کیفیت منابع آب ایران در شرکت‌های مادر تخصصی مدیریت منابع آب ایران و مهندسی آب و فاضلاب کشور و شرکت‌های آب منطقه‌ای و آب و فاضلاب شهری و روستایی

کشور، برنامه‌های جامع و منسجمی را در حوزه مدیریت کیفیت منابع آب از مبدا تا نقطه مصرف طراحی و در دست اجرا دارد. در همین راستا، کارگروه‌های اجرایی مدیریت کیفیت منابع آب در استان‌ها متشکل از شرکت‌های آب منطقه‌ای و آب و فاضلاب شهری و روستایی، دانشگاه علوم پزشکی و اداره کل محیط‌زیست استان، ضمن هماهنگی و تعامل با یکدیگر، برنامه‌های ابلاغی کارگروه سیاست‌گذاری و راهبری مدیریت کیفیت آب وزارت نیرو را در محورهای زیر اجرا می‌نماید:

- شناسایی منابع آلاینده و چالش‌های کیفیت آب استان؛
- پیاده‌سازی شبکه پایش و سنجش کیفیت منابع آب؛
- اتخاذ راهکارها و اجرای برنامه‌های بهبود و ارتقاء کیفیت آب.

همچنین تفاهم‌نامه همکاری سه‌جانبه بین وزارت نیرو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان حفاظت محیط‌زیست در زمینه حفاظت کیفی از منابع آب منعقد شده است. اجرای مفاد این تفاهم‌نامه، با توجه به محدودیت منابع آب در دسترس، گام بزرگی در اجرای برنامه‌های حفاظت کیفی از منابع آب کشور به صورت مشترک توسط سه دستگاه اجرایی یاد شده است.

به منظور تضمین کیفیت آب آشامیدنی در حال حاضر پایش کیفیت آب به طور مستمر و با استفاده از ۴۸۱ آزمایشگاه در مجموعه شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و ۳۷۹ آزمایشگاه در مجموعه شرکت‌های آب و فاضلاب روستایی انجام می‌شود. همچنین مراکز بهداشت و خانه‌های بهداشت روستایی به عنوان ناظر، کیفیت آب را تحت نظر دارند.

جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب که در اکثر شهرهای کشور در حال مطالعه و یا اجرا است، از جمله اقدام‌های اساسی در جلوگیری از آلودگی منابع آب به نیترات است. لازم به یادآوری است که در برخی شهرها که میزان نیترات از حد استاندارد بالاتر است و در اختلاط با منابع آب سطحی این مشکل تعدیل می‌شود، لزوم تخصیص بودجه‌های موردنیاز برای تسریع اجرای پروژه‌های فاضلاب ضروری است.

از سوی دیگر اجرای برنامه ایمنی آب (Water Safty Plan) یکی از برنامه‌های تضمین کیفیت آب شرب بوده که توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) تهیه و به کشورهای عضو توصیه شده است. اجرای این برنامه به استناد سند راهبرد ملی بهبود کیفیت آب شرب (مصوب سال ۱۳۹۰ هیأت وزیران) برعهده وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و با همکاری وزارت نیرو، سازمان حفاظت محیط‌زیست، وزارت صنعت، معدن و تجارت، وزارت جهاد کشاورزی و وزارت نفت است. این برنامه اکنون در ۳۴ شهر کشور در دست اجرا است.

*** چرا بخشی از مردم به فعالیت‌های وزارت نیرو اعتماد**

لازم را ندارند و در برنامه‌ریزی‌های آن مشارکت فعال ندارند. به‌طور مثال در کاهش مصرف انگیزه لازم را نداشته و علی‌رغم هشدارهای مسئولین در مصرف آب تغییرات مورد انتظار اتفاق نمی‌افتد؟

- شکی نیست که اعتمادسازی بین مردم و دولت اقدام مهمی است که مستلزم فرهنگ‌سازی است. اما نکته مهم این است که این مسئله در هر حال مانع از اقدامات وزارت نیرو نبوده و به‌طور مثال در همین راستا یکی از اقدامات اصلی وزارت نیرو به‌خصوص در زمینه آب شرب، فرهنگ‌سازی در زمینه مصرف بهینه آب به‌خصوص از سنین مدرسه و در قالب طرح‌های مختلف، انجام برنامه‌های آگاهی‌رسانی، انجام مصاحبه، برگزاری نشست‌ها و ... سایر مواردی از این قبیل است.

*** تعاملات کنونی معاونت آب و آبفا با مجامع علمی به‌ویژه انجمن‌های علمی چگونه است؟ آیا نیاز به بازتعریف وظایف است؟ چرا از توان علمی این انجمن‌ها در اتاق‌های فکر، مجامع تصمیم‌گیری و هم‌چنین امور علمی نظیر آموزش و پژوهش به‌درستی استفاده نمی‌شود؟**

- انجمن‌های علمی درواقع به‌نوعی سازمان‌های مردم‌نهاد علمی هستند. این سازمان‌ها نقش مهمی در نزدیک کردن رابطه دانشگاه با صنعت می‌توانند داشته باشند. وزارت نیرو گسترش رابطه با انجمن‌های علمی را در برنامه دارد، در عین حال زیرساخت اداری و مالی همکاری یک وزارتخانه با انجمن‌های علمی باید تعریف شده باشد. در این راستا مرکز امور اجتماعی آب و انرژی وزارت نیرو در حال تدوین یک نظام‌نامه همکاری است.

*** ضرورت وجودی انجمن آب و فاضلاب ایران و ضرورت ارتباط نزدیک و پویای شرکت‌های تابعه (از جمله شرکت‌های آب منطقه‌ای و آبفا) و انجمن از دیدگاه شما چیست؟ به‌نظر شما چرا وقتی ارگان‌های مرتبط مثل انجمن‌های علمی وجود دارند این شرکت‌ها کماکان به‌طور مستقیم در برگزاری همایش‌ها، نمایشگاه‌ها، دوره‌های آموزشی و انتشار کتاب و مجلات درگیر می‌شوند؟**

- دلیل این کار آن است که در بیشتر مواقع بین یافته‌ها و آموزش‌های مجامع دانشگاهی و علمی با نیازهای واقعی صنعت فاصله جدی وجود دارد. لذا شرکت‌های دولتی برای پوشش نیازهای پژوهشی و آموزشی خود راسا اقدام می‌نمایند. برای حل این مسئله لازم است سیلابس دروس دانشگاه‌ها حسب نیازهای واقعی صنعت عوض شود و البته اعتمادسازی بین نهادهای علمی و نهادهای اجرایی صورت گیرد.

*** علت ضعف وضعیت آموزش و تحقیقات در شرکت‌های آب و آبفا و ارتباط ضعیف با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی را در چه می‌دانید و برای رفع این ضعف‌ها چه اقداماتی باید انجام شود؟**

- البته به‌نظر اینجانب این‌گونه نیست و ارتباط وزارت نیرو و مجموعه‌های تابعه با مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی مناسب است. البته این ارتباط به‌شدت تحت تاثیر موضوع تأمین اعتبارات لازم برای انجام تحقیقات و نیز آموزش است که در سال‌های اخیر با چالش مواجه بوده است. علی‌رغم این موضوع، بخش آب کشور در حال حاضر پروژه‌های تحقیقاتی بسیاری با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در دست انجام دارد و تلاش نموده تا در اغلب مسائل مهم بخش آب کشور، در قالب برگزاری جلسات و نشست‌ها، از نظرات دانشگاهیان استفاده مطلوب نماید.

*** انتظارات از مجامع علمی و تخصصی در زمینه مدیریت منابع آب چیست؟**

- توجه به مسائل واقعی مدیریت منابع آب ایران از جمله چگونگی اجرای طرح‌های آب و فاضلاب از غیر محل منابع مالی دولتی؛
- تقویت همکاری بین نهادها از جمله وزارتخانه‌ها و مجلس شورای اسلامی؛
- تقویت شورای عالی آب با ارائه پیشنهادهای خود به دبیرخانه آن در معاونت آب و آبفا؛
- توسعه ایده‌های فناورانه برای ترویج ایده‌های کاهش مصرف آب به‌خصوص در بخش کشاورزی؛
- نقد منصفانه طرح‌های انتقال آب با ملاحظه نیازهای شرب و صنعت و شرایط واقعی کشور.



میزگرد تخصصی مدیریت مصرف و سازگاری با کم آبی
(دومین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۲ آبان ۱۳۹۷)

اعضای میزگرد:

دکتر تابش (استاد دانشگاه تهران و مدیر جلسه)

دکتر سمسار یزدی (مدیرعامل شرکت مهندسی مشاور تمدن کاریزی)

دکتر جلیلی قاضی زاده (استادیار دانشگاه شهید بهشتی)

خانم مهندس ملاباشی (مدیر دفتر مدیریت مصرف شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان)

مهندس طاهری (عضو سازمان نظام مهندسی استان اصفهان)

دکتر سجادی فر (مدیر دفتر پژوهش و بهره‌وری شرکت آب و فاضلاب منطقه ۲ تهران)

مسئله بتواند با هم جفت‌وجور شوند بحث قانون‌گذاری، بحث تبلیغات و بحث آموزش و فرهنگ‌سازی هم نقش بسیار مهم و موثری را ایفا خواهند کرد. ان‌شالله از آقای دکتر سمساری یزدی که جزو پیشکسوتان این حوزه هستند و مدت‌ها در شهر یزد و جاهای مختلف کشور در این زمینه کار کردند و پروژه‌هایی را داشتند و مدتی هم مسئول بخش یونسکو بودند در شهر یزد، تقاضا می‌کنیم که بحث را شروع کنند و سپس از آقای دکتر جلیلی قاضی‌زاده درخواست می‌کنیم که به‌خصوص در رابطه با بحث‌هایی که به‌عنوان جیره‌بندی و محدودیت اعمال کردن برای مصارف، وجود دارد بحث را ادامه دهند.

خانم مهندس ملاباشی مسئول بخش مدیریت مصرف و کاهش آب بدون درآمد استان اصفهان هستند که با توجه به شرایط حاد و بحرانی که شهر اصفهان به‌خصوص در سال‌های اخیر و در تابستان گذشته داشته تجربیات خوبی در این زمینه حاصل کردند که بتوانند به‌نوعی همان‌طور که صبح هم گفته شد ۹۲٪ مشترکین اصفهان مدیریتی داشته باشند که در سطح الگوی مصرف آب را بخواهند مصرف کنند. این هم از توفیقاتی بوده که در این بخش حاصل شده و ان‌شالله تجربیات را خانم مهندس می‌فرمایند. آقای دکتر سجادی‌فر در رابطه با بحث قیمت‌گذاری و نقشی که کنترل قیمت و انگیزه‌های اقتصادی می‌تواند در کاهش مصرف ایجاد کند در خدمتشان هستیم. جناب آقای مهندس طاهری که هم از نظام مهندسی استان اصفهان تشریف آورده‌اند با توجه به بحثی هم که صبح آقای دکتر فاضلی فرمودند در رابطه با مبحث ۱۶ نظام مهندسی و بحث ساختمان برنامه‌ریزی‌هایی که در سطح نظام مهندسی در این زمینه شده را ان‌شالله توضیح خواهند داد.



دکتر تابش:

همان‌طور که می‌دانید با توجه به شرایطی که در کشور ما و بسیاری از کشورهای مختلف حاکم شده و کمبود منابع و عدم مدیریت مصارفی که اتفاق افتاده است، ما دچار تنش‌ها و بحران‌های آبی متعددی در اقصی نقاط دنیا هستیم که از جمله کشور عزیزمان هم از این موضوع بسیار رنج می‌برد. به‌همین خاطر بحث مدیریت مصرف و سازگاری با کم‌آبی جزو مباحثی است که در دستور کار وزارت نیرو قرار دارد و هم‌چنین به‌عنوان یک ضرورت مجبور هستیم که تمام توانمان را برای کاهش مصرف و مدیریت مصرف در حقیقت به‌کاربریم. با توجه به این که بحث مدیریت مصرف می‌تواند ابعاد مختلفی داشته باشد درحقیقت ما سعی کردیم از دوستان عزیز که با تخصص‌های گوناگون و از جنبه‌های مختلف در طول دوران کارشان به این بحث پرداختند استفاده کنیم، گرچه جامعیت موضوع بسیار بیشتر از این است و در حد چند دقیقه یا مدت زمانی که در خدمت شما هستیم، اصلاً نمی‌شود به کلیت موضوع به تمامی اشاره کرد و فقط به قسمت‌هایی از موضوع خواهیم پرداخت.

در رابطه با مدیریت مصرف آیتم‌هایی که ضرورت دارد مورد بحث قرارگیرد بحث کاهش آب بدون درآمد و هدررفت آب است که جزو وظایف شرکت‌های مهندسی آب و فاضلاب است ولی در قسمت داخل ملک در حقیقت استفاده از ابراز کاهنده و مباحثی که صبح هم مطرح شد که ما آب کمتری را به‌ازای تقاضایی که وجود دارد بتوانیم مصرف کنیم، در آن قسمت هم باید تجربیات و دانش فنی لازم را داشته باشیم. هم‌چنین برای این که این دو



دکتر سمساری یزدی:

به نام خدا. عصر به خیر می گویم خدمت عزیزان، آن چیزی را که قرار است من خدمتتان توضیح دهم راجع به بررسی روش های مختلف جداسازی آب شرب از سایر مصارف است که به نوعی در رده بندی مدیریت مصرف در دسترسی مدیریت کیفی قرار می گیرد. ما در طول سال های گذشته بنا به دلایل مختلف بیشتر به مدیریت متعارف که مدیریت عرضه آب بوده پرداختیم تا این که بپردازیم به مدیریت مصارف و تقاضا، برای این که می دانیم این مدیریت ها بسیار سخت هستند. مدیریت منابع آب و عرضه آب و مدیریت های سازه ای کار ساده ای بوده و معمولاً با پول مشکل شان حل می شده است.

در این جا ملاحظه می فرمایید که در بخش مصارف خانگی در مجموع طبق استاندارد صنعت آب کشور، حداکثر ۱۵ لیتر آب باید صرف شرب و پخت و پز کنیم، در حالی که باید ۱۷۰ لیتر آب خوب را برای این ۱۵ لیتر تامین کنیم. هدف ما این بوده که در حقیقت آب را به طبقات مختلف کیفیت دسته بندی کنیم و هر کیفیت را به رده خودش تخصیص دهیم. به این ترتیب ما انتظار داشتیم بعد از این که این کار انجام شود کیفیت آب شرب که به نوعی دسته بندی می شود، ارتقا پیدا کند، سیستم تامین و توزیع آب هم ارتقای پایدار داشته باشد و افزایش بهره وری نسبی آب هم داشته باشیم. پس بدین ترتیب جداسازی تفکیک آب یعنی مدیریت کیفی آب به گونه ای که ابتدا مصارف آب به رده های مختلف کیفی دسته بندی شده و سپس آب مورد نیاز هر رده متناسب با کیفیت مورد نیاز آن تامین شود. کاری که کمابیش هم در نقاط مختلف کشور برحسب شرایط و مقتضیات و شرایط محلی انجام شده است. این که ما بتوانیم آب شرب را از مصارف بهداشتی جدا کنیم و از فضای سبز عمومی هم جدا کنیم.

کاری که ما انجام دادیم ۴ روش را که روش های اصلی هستند بررسی کردیم و این ها را با هم مقایسه کردیم. (۱) تصفیه آب خانگی؛ (۲) برای جداسازی آب شبکه دوگانه توزیع آب تعریف کنیم؛ (۳) جایگاه عمومی برداشت آب و (۴) آب بسته بندی. در واقع هدف ما از انجام این پروژه این بوده که این چهار روش را بسنجیم، با هم مقایسه کنیم و ببینیم که برای یزد که می خواهیم اجرا کنیم کدام یک از این روش ها مناسب تر است.

اولین چیزی که لازم بود در این پروژه بدانیم سرانه ها بود. در سرانه شرب، نیاز انسان یک مبحث است و مصرفی که معمولاً می شود یک مبحث دیگر و استاندارد هم یک مبحث است. ما

کارهای زیادی چه در زمینه بررسی سوابق بین المللی چه در زمینه سوابق کشور خودمان که خیلی فرصت نیست این جا به آن اشاره شود انجام دادیم. در مجموع می توانم خدمتتان این را عرض کنم که با آماربرداری ای که ما در شهر اردکان انجام دادیم در مجموع به این نتیجه رسیدیم که برای یک نفر در روز تقریباً ۳/۲ لیتر آب شرب مورد نیاز است که در پروژه مان این رقم را ۴ لیتر در نظر گرفتیم. مقاله اش هم در مجله علوم و مهندسی آب و فاضلاب چاپ شده است.

برای این که این چهار روش را مورد بررسی قرار دهیم باید مزایا، محاسن و پتانسیل های آن ها را بررسی می کردیم. من فقط نگرانی هایی که در مورد هریک از روش ها داشتیم را به طور خلاصه خدمتتان عرض می کنم. در مورد آب بسته بندی نگرانی ای که است نگرانی مهاجرت ترکیبات مضر به داخل بطری است در صورتی که آب داخل بطری خیلی گرم شود و به بالای ۵۰-۶۰ درجه برسد که به خاطر تابش خورشید ممکن است اتفاق بیفتد، مسائل زیست محیطی اش و پسماندش است و این که ظرفی که در داخل کشور تولید می شود خیلی ظرفیت بازچرخانی ندارند و الی آخر.

در مورد تصفیه آب خانگی مهم ترین مشکلی که وجود داشت عدم آگاهی استفاده کنندگان از این دستگاه بود. این که یک مقداری آب مرتباً وارد شبکه آب فاضلاب می شود که مردم اطلاع ندارند. فیلترهایش و دفع فیلترهایش در محیط زیست واقعاً مشکل است و اصلاً تعویض فیلترهایش و گام های زمانی که باید فیلترها عوض شود، این که هیچ کس در کشور مسئولیتی در قبال این ها قبول نمی کند، این ها جزو ایراداتش بود.

در مورد جایگاه عمومی برداشت آب که همه رقمش را داریم، کارتی، عمومی که مردم مجانی مثل سقاخانه ها برداشت می کنند، شاید بالاترین نگرانی ای که در مورد آن وجود دارد ناتوانی سیستم در خصوص برقراری عدالت و برابری است. برای این که افراد مسن، معلول، کودکان نمی توانند از این سیستم مانند بقیه استفاده کنند و مسائلی مثل آب بها و تجمع آب در لوله ها و غیره از ایراداتش هستند.

در مورد شبکه دوگانه توزیع آب، هزینه سرمایه گذاری خیلی بالا، احتمال اختلاط آب بین دو تا شبکه، یعنی شبکه آب شرب و شبکه آب بهداشتی و سایر موضوعاتی که ملاحظه می فرمایید نگرانی های این موضوع هستند.

در مجموع برای این که ما بخواهیم این مدل ها را مقایسه کنیم با توجه به مزایا و محاسن و نگرانی هایی که از این ها دریافت کرده بودیم به این نتیجه رسیدیم که یک جلسه طوفان فکری با متخصصین داشته باشیم و معیارهای مقایسه را درآوریم. معیارهای قابل توجهی برای این که این چهار روش را باهم مقایسه کنیم استخراج شدند. معیارها، شامل معیار اقتصادی، اجتماعی،

زیست محیطی، امکان‌پذیری، پایداری و بهداشتی است. در واقع با این معیارها و با استفاده از مدل، آن چهار روش یعنی جایگاه برداشت آب، شبکه توزیع دو گانه، آب بسته‌بندی و تصفیه آب خانگی محک زده می‌شوند و در نهایت آن روش بهینه خارج می‌شود. بعد از این که این مدل اجرا شد در نهایت در مورد شهر یزد به این نتیجه رسیدیم که روشی که بالاترین امتیاز را کسب می‌کند جایگاه برداشت آب است و بعد از آن، آب بسته‌بندی است و بعد از آن، شبکه دوگانه است و در نهایت تصفیه آب خانگی در مرتبه آخر قرار می‌گیرد.

خدمتتان عرض کنم آن‌چه که برای ما در این روش‌ها مهم بود این بود که ببینیم در این منطقه خاص کدام یک از این روش‌ها بهتر جواب می‌دهد. شاید در یزد بهترین جواب را توانستیم از جایگاه عمومی برداشت آب بگیریم، اما شاید در جای دیگر واقعا به این ترتیب نباشد و یک‌روش دیگری بهترین امتیاز و بهترین نمره را بگیرد.



دکتر جلیلی زاده قاضی زاده:

من در واقع راجع به بحث جیره‌بندی آب می‌خواهم صحبت کنم. ضمن تشکر از دکتر سمسار یزدی عزیز یک نکته‌ای را اشاره کنم که بحث ایشان کامل شود. راجع به جداسازی آب شرب از آب غیرشرب، دوستان توجه داشته باشند که زمانی که ما آب را جدا می‌کنیم، مثلا با ایستگاه برداشت آب، یا با آب بسته‌بندی یا با هر روش دیگری، آب شرب تکلیفش روشن است. آن شبکه دومی که به نام بهداشتی گفته می‌شود یا به نام غیرشرب، این خیلی مهم است که دوستان بدانند کیفیت آن آب باید در حد آب شرب باشد. شما حق ندارید آب کمتر از آب شرب را برای استحمام و شست و شو استفاده کنید. این یک نکته‌ای است که بعضی از مدیران یا دوستان فکر می‌کنند که ما بیاییم فاضلاب را تصفیه کنیم، تصفیه شده‌اش را بفروستیم در شبکه با آن دوش بگیرند، یا بعضی از مصارف، این امکان‌پذیر نیست. در هیچ‌جای دنیا هم این کار انجام نشده، این نکته را خواستم یادآوری کنم. ما می‌توانیم کیفیت شبکه دوم را کف کیفیت آب شرب بگذاریم، اما نمی‌تواند غیر از آن باشد.

طبق آمار مصارف سال ۱۳۹۶ در شهرها و شرکت‌های آب و فاضلاب، مصرف سرانه از عدد ۱۴۰ تا ۲۳۸ است، یعنی یک نفر چند لیتر در روز آب مصرف می‌کند. ما می‌خواهیم این‌را کاهش دهیم یعنی مدیریت مصرف کنیم، روش‌های بسیار متنوعی است،

محورهای مختلف مدیریت مصرف دارد، محورهای فنی و مهندسی، روش‌هایی که دوستان اشاره کردند، بحث جداسازی، بحث استفاده از کاهنده‌های مصرف، استفاده از آب خاکستری، کاهش تلفات، این‌ها همه روش‌هایی هستند که وجود دارد. در بحث آموزش، آگاهی‌رسانی، این‌ها روش‌های در واقع با دیدگاه اجتماعی و آموزش است و همچنین روش‌های اقتصادی که آقای دکتر سجادی‌فر اشاره خواهند کرد. بحث‌های قانون‌گذاری، نظام مهندسی که اشاره خواهد شد، ما این‌ها را داریم. اما بنده یک مشکلی در بحث مدیریت مصرف می‌بینم، آن‌هم این است که وقتی که می‌خواهیم برای یک شهری انتخاب کنیم، بین این روش‌های مختلف نمی‌دانیم که چه‌طور روش برتر را انتخاب کنیم. این نیست که اگر یک شهری یک روشی را استفاده کرده باشد، این برای شهرهای دیگر هم قابل استفاده باشد. لذا این یک نکته کلیدی است که دوستان از نظر من باید روی آن توجه کنند که چه‌طور مابین ده‌ها راه‌حل، بهترین راه‌حل را برای پروژه خودمان انتخاب کنیم.

امسال بنده شنیدم که در اصفهان بحث جیره‌بندی مطرح شده بود. جیره‌بندی آب در شهرهای مختلف کشور انجام می‌شود. به‌عنوان یک‌روش مدیریت مصرف، دوستان به جیره‌بندی نگاه کنند. بنده می‌خواهم در این جلسه راجع به کارهایی که ما نباید در بحث مدیریت مصرف انجام دهیم صحبت کنم. جیره‌بندی البته با اهداف مختلف انجام می‌شود، با اهداف توزیع آب، کاهش تلفات. اما یکی از اهداف به‌ظاهر، متداول آن این است که ما جیره‌بندی می‌کنیم، توسط جیره‌بندی مصرف آب را کنترل می‌کنیم. مثلا من در شهری آب کم دارم، می‌آیم جیره‌بندی می‌کنم، هر چقدر آب دارم تقسیم می‌کنم، پس مشکل حل می‌شود. این دیدگاه صحیح نیست.

اگر ما جیره‌بندی انجام دهیم چه مشکلاتی دارد؟ مشکل اول، نارضایتی مشترکین است، یعنی ما وظیفه‌مان این است که آبرسانی انجام دهیم، صورت مسئله را پاک می‌کنیم. یک جورهایی هر وقت خواستیم آب می‌دهیم، هر وقت هم خواستیم نمی‌دهیم. خب مشترکین شکایت می‌کنند، بعد پول آب را پرداخت نمی‌کنند. مشخص است که اولین مسئله آن، کاهش رفاه است. در جیره‌بندی زیرساخت‌ها و شبکه به‌شدت آسیب می‌بیند. به‌دلیل جریان‌ات ناماندگار که داریم و ضربه قوچ و استهلاک شیرآلات به‌علت کار زیاد، اتفاقی که در جیره‌بندی می‌افتد این است که مقدار دبی نشت افزایش پیدا می‌کند. اگر الان مقداری نشت در لوله دارید، وقتی جیره‌بندی می‌کنید، در روز چندین دفعه شیر را می‌بندید و باز می‌کنید. مقدار نشت افزایش پیدا می‌کند، نشت‌یابی مشکل می‌شود. مثلا شما یک نشتی دارید، این آب نشت می‌کند و روی سطح زمین می‌آید. وقتی جیره‌بندی است تا می‌خواهد روی سطح بیاید شما آب را قطع می‌کنید. مثلا

فرض کنید ۱۲ ساعت ما آب را قطع کردیم و آب برای این که به سطح زمین برسد ۱۸ ساعت زمان نیاز دارد. تا می‌خواهد به سطح زمین برسد آب قطع می‌شود و دیده نمی‌شود. نشت‌های نامرئی در واقع زیاد می‌شوند. ترکیب‌گی لوله و حوادث زیاد می‌شوند. کیفیت آب به دلیل جریان‌های برگشتی کاهش پیدا می‌کند، به علت جریانات برگشتی، زنگاب در شبکه، افزایش هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری، این از مشکلات است.

دوستان ما در شرکت آب و فاضلاب می‌دانند که وقتی جیره‌بندی می‌کنند چه قدر کارشان سخت می‌شود. کنترلهای مشترکین خراب می‌شود، کنترلهای خطا می‌دهند، به علت وجود هوا مشترکین مجبور هستند پمپ در منزل بگذارند، یا این که مخزن تهیه کنند و یک سری هدر رفت آب داریم. یعنی مثلا در جیره‌بندی فرد ظرف‌ها را آب می‌کند برای وقتی که آب قطع می‌شود. بعد به هر دلیلی این اتفاق نمی‌افتد و دورریز دارد. بچه‌ای مثلا شیر آب را باز می‌کند، آب قطع است، بعد شیر را نمی‌بندد و نصف شب آب می‌آید و آب تلف می‌شود. سرریز مخازن در منازل وجود دارد. بنده با توجه به زمان فقط اشاره کردم. اما یک نکته‌ای که هست این است که دقت بفرمایید این موضوع خیلی تکنیکی است. چرا نشت‌ها زیاد می‌شود؟ فرض کنید یک شبکه‌ای دارید که نشت دارد، شما جیره‌بندی می‌کنید، به علت قطع و وصل و این جریان‌های غیردائمی که به این تحمیل می‌کنیم، دبی نشت‌ها زیاد می‌شود، چون حجم نشت برابر با دبی ضرب در زمان است. اینجا دبی زیاد می‌شود. حال ببینیم بحثی که بنده راجع به این جیره‌بندی دارم چیست. اسم این را گرداب جیره‌بندی می‌گذارند. یعنی مدیرانی که در این گرداب گرفتار می‌شوند ناخودآگاه در یک مشکلی درگیر می‌شوند، بدون این که بدانند چه اتفاقی خواهد افتاد.

بنده سعی می‌کنم در چند دقیقه برایتان یک مثال بزنم، فرض کنید که ما یک تولید آب داریم. معمولا تولید آب دو قسمت است، یک قسمتش مصرف می‌شود، یک قسمتش هم تلفات است. فرض کنید در یک مثالی ما ۷۰ واحد مصرف می‌کنیم، ۳۰ واحد هم نشت داریم، حالا مجموعش ۱۰۰ می‌شود، در واقع دیگر جیره‌بندی هم نداریم. الان شبکه در حال کار است. حالا مدیر این پروژه با یک مشکلی مواجه می‌شود. به او خبر می‌دهند که شما دیگر ۱۰۰ واحد آب نداری و ۸۰ واحد آب داری. می‌بیند چه کار کند. به این فکر می‌افتد که جیره‌بندی کند. می‌گوید من اگر جیره‌بندی کنم مردم کمتر مصرف می‌کنند، مشکلم حل می‌شود. مثلا فرض بفرمایید ۴ ساعت آب را قطع می‌کند، ۲۰ ساعت هم به مردم آب می‌دهد. خب اینجا چه اتفاقی می‌افتد؟ دقت کنید شما یک لوله‌ای را تصور کنید که از آن در طول ۲۴ ساعت آب دارد نشت می‌کند. حالا شما آمدید یک ساعت هایی آب را قطع کردید. وقتی آب قطع است دیگر از لوله آب نشت نمی‌کند، پس

نشت کم می‌شود. اگر ما مثلا در این مثال در ۲۴ ساعت، ۴ ساعت آب را قطع کنیم یعنی یک ششم، یعنی نشت یک ششم کم می‌شود، مثلا ۳۰ واحد، ۲۵ واحد می‌شود. سپس وقتی یک دفعه آب جیره‌بندی شده مردم کمتر آب مصرف می‌کنند، فرض کنید مردم ۵۵ واحد آب مصرف می‌کنند، نشت هم ۲۵ واحد شده، جمع آن ۸۰ واحد می‌شود. پس مشکل حل شد. الان این مدیر بسیار خوشحال است که مشکل کمبود آب را حل کرد.

حالا ببینیم چه اتفاقی می‌افتد؟ به علت این قطع و وصل شبکه، دبی نشت افزایش پیدا می‌کند. دقت کنید ۲۰ ساعت آب نشت می‌کند، اما دبی زیاد می‌شود. چون دبی زیاد می‌شود، مقدار نشت فرض کنید ۲۸ واحد می‌شود. از آن طرف مردم یاد می‌گیرند که مخزن و پمپ بخرند. پس مصرف دوباره زیاد می‌شود، نه این که از روز اول زیادتر شود، مثلا ۶۰ واحد می‌شود، پس در مجموع ۸۸ واحد می‌شود. مدیر ما دوباره ۸ واحد آب کم می‌آورد. می‌گوید چه کار کنم؟ دفعه قبل که جیره‌بندی کردم مشکل حل شد، الان این کار را ادامه دهم. این بار ۴ ساعت قطع آب را ۱۰ ساعت می‌کند (این فقط یک مثال عددی است)، یعنی زمان جیره‌بندی را زیاد می‌کند. هنگامی که زمان جیره‌بندی زیاد می‌شود، طبق آن بحثی که قبلا داشتیم، شبکه ساعت‌هایی از کار می‌افتد، پس نشتش هم کم می‌شود، نشت تقریبا ۱۹ واحد می‌شود. از آن طرف هم مصرف، کم‌وبیش همان مقدار باقی‌مانده، دوباره مشکل حل و تعادل برقرار می‌شود. دوباره زمان می‌گذرد، دبی نشت دوباره زیاد می‌شود، دبی نشت که زیاد می‌شود، فرض کنید مثلا ۲۷ واحد می‌شود. مردم هم یاد گرفتند می‌روند در خانه‌هایشان پمپ می‌زنند. قبلا فشار منزل شما یک مقدار متعادل بود، اما الان فشار بیشتر شده، پس الان با فشار بیشتر دوش می‌گیرید. پس مصرف کم نمی‌شود، بلکه زیادتر می‌شود. در نتیجه مثلا تولید آب ما ۹۰ واحد شد، بعد ما آب کم می‌آوریم. دوباره ساعت جیره‌بندی را زیاد می‌کنیم و در نتیجه نشت‌ها در مجموع کاهش پیدا می‌کنند و این داستان ادامه پیدا می‌کند. مرتب به علت افزایش دبی نشت آب کم می‌آوریم.

فرض کنید مصرف کم و بیش ثابت مانده باشد، حتی مصرف اگر کم شده باشد، نشت آن را جبران می‌کند. نهایتا فرض کنید به چنین شکلی می‌رسیم و زمان می‌گذرد و ما ۲۰ واحد نشت داریم، ۶۵ واحد هم مصرف داریم. الان ما ۸ ساعت به شبکه آب می‌دهیم، درواقع ۱۶ ساعت آب ندارد. الان شهرهایی داریم که ۲ ساعت آب می‌دهند روز اول، دو ساعت آب نمی‌دهند. روز اول ۴ ساعت قطع آب داشتند، الان ۲ ساعت آب می‌دهند. حالا ببینید به این مدیر یک خبر خوب می‌رسد. به او می‌گویند که آن کمبود آبی که داشتیم برطرف شد، یادتان هست روز اول ۱۰۰ واحد آب داشتیم و کم شد تا ۸۰ واحد. می‌گویند نه، آب شیرین کن آوردیم، آب تامین شد. حالا مدیر می‌گوید خب دیگر آب تامین شد، من

به روز اول برگردم. حالا که می‌خواهد به روز اول برگردد بینیم چه اتفاقی می‌افتد. الان ما ۸ ساعت آبرسانی داریم، نشتان ۲۰ واحد است. اگر ۸ ساعت را کردیم ۲۴ ساعت، نشت می‌شود ۶۰ واحد، مصرفمان هم به‌عنوان مثال ۶۵ واحد است. برای کل تولید آب، الان به ۱۲۵ واحد احتیاج داریم. دیگر نمی‌توانیم از جیره‌بندی بیرون بیایم مگر این که ۱۲۵ واحد آب تامین کنیم. تازه دقت کنید من مصرف را از ۷۰ واحد آوردم روی ۶۵ واحد. لذا این داستان جیره‌بندی است. ما فکر می‌کنیم مصرف کم شد، مشکل حل شد، ولی مشکل ما حل نمی‌شود. در واقع ما هر قدر مردم آب مصرف می‌کنند، این را می‌دهیم نشت‌ها را با این سیستم اضافه می‌کنیم. به عبارتی اگر حجم تولیدی و مصرف و حجم نشت ثابت باشد، شما هر چه ساعت آبرسانی را کم می‌کنید، دبی نشت زیاد می‌شود و این اتفاق می‌افتد. لذا به این، گرداب جیره‌بندی می‌گوییم. گردابی است که ما در آن گرفتار می‌شویم و یک شبکه سالمی که داشته کار می‌کرده، به جای این که دنبال روش‌هایی برویم که بهتر مدیریت مصرف را انجام دهیم، در واقع این جیره‌بندی را انجام می‌دهیم. هر چه بیشتر انجام می‌دهیم مصرف بیشتر می‌شود، تلفات بیشتر می‌شود، احتیاج به ساعت جیره‌بندی بیشتر داریم و این چرخه باطل ادامه پیدا می‌کند. ببخشید که اگر بیشتر وقت گرفتیم.

دکتر تابش:

خانم مهندس ملاحی بفرمایید با توجه به اقداماتی که انجام دادید در اصفهان دچار این گرداب شدید یا از گرداب عبور کردید؟



خانم مهندس ملاحی:

خیلی گفته‌اند که اصفهان جیره‌بندی شده، ولی عملاً در اصفهان جیره‌بندی نشده است. ما خودمان را آماده کردیم که اگر قرار است یک‌زمانی اتفاق بیفتد، بحث زون‌بندی شبکه در شهر اصفهان و حتی شهرهای تحت پوشش آبرسانی، کاملاً انجام شد. این که به این مرحله رسیدیم که باید به طرف زون‌بندی خوب برویم، اتفاقی بود که از اواخر سال ۱۳۹۶ (و اسم آن را بگوییم بحران آب یا به قول وزیر محترم بگوییم کم آبی) و تحویل آب و فاضلاب خیلی کمتر شد، یعنی بعضی اوقات به ۷۰٪ تحویل رسید و شاید هم کمتر. زمانی است که نیاز آب مورد استفاده اصفهان ۷/۵

مترمکعب است، حالا بعضی اوقات برسد به این که آب ۵ مترمکعب تحویل اصفهان داده شود، ببینید چه جوری باید این را مدیریت کرد و حتی زمزمه‌های این هم بود که به کمتر از این هم برسد. بنابراین یک اکویی در شرکت آب و فاضلاب از حوزه‌های مختلف، علی‌الخصوص حوزه محترم بهره‌برداری تشکیل شد و این آمادگی به‌دستور خود مدیرعامل ایجاد شد، که اگر به آن مرحله رسیدیم آماده باشیم. یعنی تمام مراحل انجام شد.

شبکه شهر اصفهان به ۲۲ عدد زون تقسیم شد. اگر چه به آن مرحله نرسیدیم که جایی آب را قطع کنیم، ولی آمادگی‌اش را پیدا کردیم. زون‌ها به‌ترتیبی تقسیم شدند، مرز زون‌ها مشخص شد و حتی مانور شیرآلات انجام شد، که اگر قرار شد که آب این زون‌ها قطع شود و آبرسانی انجام شود به یک زون دیگر، آمادگی داشته باشیم. حتی سناریو هم نوشته شد. یعنی این که اگر دبی تحویلی شهر اصفهان به ۷۰٪ برسد و حتی کمتر، ما چه جوری باید برنامه جیره‌بندی را انجام دهیم؟ برای تمامی این‌ها برنامه جیره‌بندی حتی نوشته شد، ولی خدا را شکر به این مرحله نرسیدیم. تا حدی بود که فشار شبکه پایین آمد ولی جوری نبود که ما بگوییم یک قسمتی از شهر را قطع کردیم و جیره‌بندی شد. با مدیریت توانمند مدیریت بهره‌برداری و اکویی که در سیستم وجود داشت، خیلی خوب این مدیریت انجام شد. فقط کمبود فشار را داشتیم. حتی این زون‌بندی اول با کمی خطا انجام شد، ولی این زون‌بندی بعداً به‌صورت هیدرولیکی در نرم‌افزار WaterGEMS ایجاد و تمامی این زون‌ها چک شد و الان آماده ایم که اگر خدایی نکرده دوباره به آن مرحله رسیدیم دوباره انجام دهیم.

علاوه بر این زون‌بندی که انجام شد، در بحث فنی می‌خواهم بگویم که در آبفای اصفهان در تمام اقدامات، همان‌طور که آقای دکتر تابش فرمودند، هم بحث‌های فرهنگی هست، هم بحث‌های فنی و بحث‌های قانونی. یعنی واقعا در تمامی این اقدامات، شرکت آب و فاضلاب فعالیت کرد. برای آموزش ما به طرق مختلف با آموزش و پرورش تفاهم‌نامه داشتیم. حتی صرف آموزش نبود. حتی تفاهم‌نامه طوری بودی که در حالت فنی هم به ما کمک کنند که اگر قرار شد چاه جدیدی در شهر اصفهان حفر شود ما بتوانیم از محوطه مدارس استفاده کنیم، اگر لازم شد بحث جیره‌بندی باشد، ما بتوانیم یک‌سری تانکرهای آب را در مدارس مستقر کنیم که مردم بتوانند از آن تانکرها استفاده کنند. با سازمان مردمنهاد تفاهم داشتیم که در واقع متشکل از یک‌سری پزشک و متخصصین روانشناسی و مشاور بوده که این‌ها یک‌سری آموزش‌ها را از آبفا دریافت کردند و در ادارات و جاهای مختلف پخش شدند و این آموزش‌ها داده می‌شد. می‌توان گفت حدود ۳۰۰۰ نفر از کارمندان دولت به این طریق آموزش داده شدند. غیر از این‌ها اداراتی بود و کارشناسانی که خود نمایندگان آبفا حضور پیدا می

کردند.

از لحاظ فنی یک کار جدید که در آبفای اصفهان انجام شد لوازم کاهنده مصرف بود. در قانون توسعه آب برای مصرف شرب شهری و روستایی این صراحتاً آمده که شرکت آب و فاضلاب می‌تواند لوازم کاهنده مصرف را در اختیار مشترکین محترم متقاضی قرار دهد و به صورت اقساط هزینه‌اش را دریافت کند. واقعاً هیچ‌جایی اجرا نشد ولی شروع در ۲۲ اردیبهشت ۱۳۹۶ در داخل آبفای اصفهان بود. به این طریق که کنار آن فرهنگ‌سازی و در واقع تبلیغات که انجام می‌شد به همه مشترکین اطلاع‌رسانی انجام شد که شماره ۱۵۲۲ سیستم خدمات‌رسانی غیرحضوری شرکت آب و فاضلاب با آن‌ها تماس می‌گیرند و درواقع نیاز خودشان را ثبت می‌کنند. سپس از طریق شرکت به محل مراجعه می‌شود و لوازم کاهنده مصرف در اختیارشان قرار می‌گیرد.

یک اتفاقی که افتاد ما تمام کارها و اقداماتمان به موازات هم انجام می‌شد. بله ما مشترکین را به سیستم پمپ و مخزن تشویق کردیم. خودمان هم می‌دانیم سیستم پمپ و مخزن از نظر هیدرولیکی روی شبکه ما تأثیرگذار خواهد بود. می‌دانیم مصارف را بالا می‌برد، ولی به خاطر رفاه مشترکین تشویقشان هم کردیم. ولی چون در کنارش فعالیت‌های دیگر مثل فرهنگی، لوازم کاهنده مصرف و غیره انجام می‌شد، می‌توان گفت که ما الان کاهش مصرفمان در ۶ ماه سال ۱۳۹۷ نسبت به ۱۳۹۶ به طور متوسط ۶٪ بود که حتی در بخش خانگی تا ۹٪ بود. اگر سیستم پمپ و مخزن را نصب نمی‌کردند، شاید واقعاً مصارفمان کمتر از این هم می‌شد، ولی خدا را شکر، ما کاهش مصرف را به‌عینه دیدیم.

دکتر تابش:

صحبتی که پیش می‌آید، بعضی از دوستان می‌گویند ما می‌توانیم با افزایش قیمت روی مصرف‌کننده تأثیر بگذاریم و به صورت انگیزه‌ای که قیمت تأثیر می‌گذارد، می‌توانیم مصرف را کاهش دهیم. بعضی از دوستان معتقدند که با توجه به شرایطی که در ایران وجود دارد ما هرچه افزایش قیمت دهیم در میزان مصرف تغییر قابل ملموسی را مشاهده نخواهیم کرد. باتوجه به تجربه آقای دکتر سجادی‌فر می‌خواستیم نظر ایشان را بدانیم و این‌که چگونه می‌توانیم با افزایش قیمت روی مدیریت مصرف کار کنیم؟



دکتر سجادی‌فر:

اینجانب مشغول ترجمه کتاب آقای جاب مدیر تامین مالی سیستم آب شرب آمریکا به نام اقتصاد آب زیرزمینی هستم. آقای جاب اظهار داشته است که پنج سال طول کشیده تا این کتاب را نوشته است. نامبرده برای نوشتن کتاب مذکور از نظرات ۱۵۰ مشاور استفاده کرده که بالغ بر ۵۰۰ مرجع نیز دارد. نکته آموزنده‌ای که بنده آموختم این است که موضوع آب یک علم چند وجهی است، یعنی اگر شما می‌خواهید به بحث اقتصاد آب بپردازید، باید مواردی همچون حقوق آب، زمین شناسی، جامعه شناسی، محیط زیست، فرهنگ و مباحث نهادی را نیز در نظر بگیرید. من معتقدم که این رویکرد جامع در ایران وجود ندارد. اولین نکته‌ای که من می‌خواستم به آن اشاره کنم این است که متأسفانه همه جزیره‌ای کار می‌کنیم و نمی‌توانیم تیمی کار کنیم. در بحث مدیریت تقاضا دو دیدگاه وجود دارد. در دیدگاه اول بر سیاست‌های قیمتی تمرکز می‌شود، که آقای دکتر تابش هم اشاره کردند. دیدگاه دوم سیاست‌های غیرقیمتی و به‌ویژه کاربرد اقتصاد رفتاری در مدیریت تقاضا مورد توجه قرار گرفته است. به دلیل اهمیت موضوع اقتصاد رفتاری، جایزه نوبل سال گذشته هم در این حوزه اعطا شد. در ادامه من قصد دارم که سیاست‌های قیمتی را بیشتر تشریح کنم.

بگذارید اول به نکته‌ای اشاره کنم. خیلی بحث بوده که آیا آب یک کالای اقتصادی است یا نه؟ این سوال کلیدی است. ما سال ۱۳۹۵ یک کنفرانس اقتصاد آب در ایران برگزار کردیم، خواستیم فقط این را جا بیندازیم که آب یک کالای اقتصادی است. خیلی جالب است در کل دنیا پذیرفته شده که آب یک کالای اقتصادی-اجتماعی است، من هم این را می‌پذیرم. از طرف دیگر حقوق انسانی هم هست. این را هم من می‌پذیرم. ولی این سه با هم دیگر هیچ تضادی ندارند که شما آب را به این سه وجه نگاه کنید. اما در ایران متأسفانه آب به عنوان یک کالای اقتصادی در نظر گرفته نمی‌شود. سوالی که مطرح می‌شود این است که ابزار و متغیرهای اقتصادی چگونه بر تقاضای آب تأثیر می‌گذارد؟ به نظر من بهترین و کامل‌ترین تعریف تقاضای آب توسط آقای تیت ارائه شده است. ایشان می‌گویند هر نوع فعالیتی مانند اقتصادی، فرهنگی، آموزشی، فنی مهندسی که بتواند حداکثر و یا میانگین مصرف را کاهش دهد، مدیریت تقاضا است.

دو نوع تقاضا برای آب وجود دارد، آب به عنوان یک کالای واسطه‌ای که صنایع، تجاری‌ها و خدمات استفاده می‌کنند و آب به عنوان یک کالای نهایی که خانوارها استفاده می‌کنند. خانوارها از طریق حداکثرسازی مطلوبیت خود و با توجه به محدودیت بودجه تقاضای نهایی خود را برای آب مشخص می‌کنند. از طرف دیگر بنگاه‌ها سودشان را حداکثر کرده و آب را به عنوان یک کالای واسطه‌ای استفاده می‌کنند.

من می‌خواهم تقاضای آب شرب را بیشتر تشریح کنم. اگر آب

واقعا یک کالای اقتصادی است چه عواملی بر تقاضای آن تأثیر می‌گذارد؟ ما اقتصاد خوانده‌ها متأسفانه یا خوشبختانه یک چکش داریم و یک میخ. میخ‌مان قیمت است. فقط دوست داریم چکش را روی میخ بزنیم و از جای مناسبی هم بزنیم. قیمت آب یکی از مهم‌ترین و کلیدی‌ترین فاکتورها در تقاضای آب است. اما نکته کلیدی وجود دارد که چون آب یک کالای ضروری و بدون جانشین است کشتش آن کمتر از ۱ است. در تمام مطالعات بین‌المللی و داخل کشور که انجام شده هیچ‌کس نگفته کشتش تقاضای قیمتی آب بیشتر از ۱ است. مفهومش چیست؟ مفهومش این است که اگر شما ۱۰٪ قیمت آب را افزایش بدهید، مصرفتان حتما کمتر از ۱۰٪ کاهش پیدا می‌کند. برای همین می‌گوییم اصطلاحاً آب بدون کشتش است. من در اراک هم محاسبه کردم که به آن می‌پردازم. خیلی هم طبیعی است، چون آب هم ضروری است، هم بدون جانشین است و از طرف دیگر سهم آب در سبد هزینه خانوار پایین است. جالب است بدانید سهم آب در سبد خانوار یک ایرانی حول و حوش ۰/۶ درصد است. تقریباً برابر با مصرف سیگار و قلیانی است که مردم استعمال می‌کنند. اندازه سهم آب در سبد هزینه خانوار یک چنین چیزی است. هیچ‌کس هم تا حالا نشان نداده که کشتش قیمتی آب صفر است. این هم خیلی جالب است، یعنی افزایش قیمت‌ها حتما مصرف آب را کاهش می‌دهد، اما این مشروط است، یعنی با فرض ثابت بودن سایر شرایط. یعنی درآمد خانوار تغییر نکند، شرایط جوی تغییر نکند، در این صورت حتما این داستان اتفاق می‌افتد.

بحث بعدی درآمد خانوار است. درآمد خانوار وقتی زیاد می‌شود، مصرف آب هم زیاد می‌شود. تحقیقات نشان داده است که هر کسی که درآمدش بیشتر است، آب بیشتری هم مصرف می‌کند، برخی ادعا می‌کنند که خانواده‌های کم‌درآمد آب بیشتری مصرف می‌کنند. اگر شما بعد خانوار را از آن حذف کنید، قطعاً خانواده‌های پردرآمد در مقایسه با خانواده‌های کم‌درآمد آب بیشتری مصرف می‌کنند. این نشان‌دهنده این است که آب یک کالای عادی است. اگر کسانی که درآمدشان کمتر است، آب بیشتری مصرف کنند، یعنی آب یک کالای پست است که غیرممکن است.

بحث بعدی که وجود دارد متغیرهای جوی است که من از آن می‌گذرم. درجه حرارت بر تقاضا اثر مستقیم دارد، بارندگی اثر منفی و کوتاه‌مدت دارد، در بلندمدت اثرش از بین می‌رود. بحث شرایط اجتماعی است. بحث جمعیت است که به تعداد افراد خانوار مربوط می‌شود که بحث کلیدی است، میزان تقاضای آب با افزایش بعد خانوار افزایش می‌یابد، اما به دلیل اقتصادی، درصد افزایش در میزان آب مصرفی کمتر از درصد افزایش بعد خانوار است. مطالعات نشان داده است که برای متغیر بعد خانوار، اندازه بهینه وجود دارد به طوری که بعد از آن اثر مقیاس محو خواهد شد. حتی

سن هم تأثیر دارد، شما بچه داشته باشید، بزرگسال داشته باشید، بازنشسته داشته باشید، همه این‌ها تأثیر دارد. فاصله زمانی صدور صورت‌حساب هم موثر است. شما هرچه بیشتر صورت‌حساب صادر کنید مصرف کم می‌شود. این هم نکته بسیار کلیدی است برای همکارهای آب و فاضلاب. چرا؟ چون شما اگر دیربه‌دیر قبض صادر کنید مردم یادشان می‌رود مصرف به چه صورتی بوده است. دو نوع مصرف داریم، مصرف داخلی و مصرف خارجی. این‌ها تفاوتشان روی ضرورتشان است. تحقیقات نشان داده که مصارف داخلی بسیار کم کشتش هستند، اما مصارف خارج از خانه بسیار پرکشتش هستند.

من کمی هم روی سیاست‌های مدیریت تقاضا بحث کنم که آقای دکتر هم اشاره کردند. تحقیقات آقای جان‌کین‌وو نشان داده که ۸ ساعت قطعی آب در چین ۳/۶ درصد مصرف آب را کم کرده، یعنی بحث‌های جیره‌بندی که آقای دکتر اشاره کردند نمی‌تواند خیلی بحث مهمی باشد. از طرف دیگر اگر شما می‌آمدید ۱۰٪ قیمت‌ها را افزایش می‌دادید تقریباً معادل ۸ ساعت جیره‌بندی آب بود. آقای دکتر خیلی کوتاه هم به من فرصت دهید تا کمی مباحث جدیدتر را مطرح کنم و بعد عرایضم را خاتمه دهم.

ما در تئوری اقتصاد کلاسیک می‌گفتیم که مصرف‌کننده منطقی است، اما در تئوری‌های جدید به کرات نشان داده شده است که ما منطقی نیستیم. به اصطلاح ما یک مصرف‌کننده معمولی هستیم. یعنی همه‌مان، که من وقت ندارم به آن اشاره کنم. حالا ببینیم از این‌ها در مدیریت تقاضا چه استفاده‌ای می‌کنیم. یک ترمی به نام مقایسه اجتماعی داریم. یعنی همه دوست دارند خودشان را با هم‌تراز خودشان مقایسه کنند، کاری که در آفریقای جنوبی انجام شده ببینید چقدر ساده نه هزینه داشته نه خیلی وقت صرف شده، اما با آزمایشگاه‌های رفتارشناسی این‌ها را انجام دادند. برای این‌که مصرف را کاهش دهند آمدند مصرف ماه قبل هر مشترک را در قبضش اعلام کردند، این باعث شده مصرف کاهش پیدا کند. مصرف ماه قبل همسایه میانه را هم آمدند اعلام کردند، این هم باعث شده مصرف کاهش پیدا کند. مصرف ماه قبل همسایه میانه را هم اعلام کردند. بعد یک بروشور روش‌های کاهش مصرف هم با آن فرستادند. این بیشترین اثر را داشت. یعنی اگر شما مصرف سایر همسایه‌ها را هم در قبضتان بیاید، یک پاداش هم به آن بدهید، مصرف‌کننده خیلی مصرف را کاهش می‌دهد. از طرفی آمدند مصرف ماه قبل آن همسایه‌ای را هم که حداقل مصرف را داشته اعلام کردند، که این هم مصرف را کاهش داده است.

آخرین بحثی که می‌خواهم مطرح کنم که آقای دکتر هم به آن اشاره کردند که در مورد کاهش تقاضا بود، ما به این اقتصادچرخشی می‌گوییم. اقتصادچرخشی می‌گوید که شما اصلاً ضایعات تولید نکنید. متأسفانه شما الان ببینید این بطری‌های آب

ضایعات است. در اروپا ممنوع شده است. پارلمان اروپا آب بسته‌بندی را تقریباً بیست روز پیش ممنوع اعلام کرد. اما ما همچنان داریم اینجا اجرا می‌کنیم. بحث این است که شما ضایعاتتان را هم به اشتراک گذارید. یعنی ضایعاتی را که یک بنگاه تولید می‌کند به عنوان یک نهاده در جای دیگر استفاده شود. آخرین بحث هم این است که آقای دکتر، ما الگوی مصرف نداریم. به شدت هم به این موضوع معتقد هستیم چرا؟ چون تعیین یک الگوی مصرف برای تمام کشور غیرمنطقی است، مثلاً بگویید اصفهان زیر الگوی مصرف است، اراک بالا است، تهران پایین است. هر شهری و یا هر منطقه‌ای الگوی مصرف خودش را دارد چرا؟ چون فاکتورهایی که بر تقاضای آب تأثیر می‌گذارند متفاوت است. ما اگر می‌خواهیم الگوی مصرف تعیین کنیم، حالا خیلی با اغماض بپذیریم، باید برای هر شهر تعیین کنیم. بحث‌های زیادی ماند که بنده عذرخواهی می‌کنم چون وقت کم است.

دکتر تابش:

خیلی ممنون. باتوجه به این که سوای از این بحث‌های تئوریک، همان‌طور که صبح مطرح شد اگر واقعا ساختمان‌هایمان را طبق مبحث ۱۶ به صورت موثر اجرا کنیم که میزان مصرف آب‌برهای ما به میزان کافی برسد، شاید خیلی لازم نباشد که وارد مباحث تئوریک شویم و به صورت اتوماتیک یک‌سری از این اهداف ما محقق خواهد شد. من از آقای مهندس طاهری باتوجه به نقشی که در سازمان نظام مهندسی استان اصفهان دارند خواهش می‌کنم که دیدگاه‌هایشان و اقداماتشان را که در این زمینه منجر به نتیجه مثبت یا منفی شده را بفرمایند.



مهندس طاهری:

بسم الله الرحمن الرحيم. عرض سلام و ادب و احترام. من بحث را با صحبت‌های آقای دکتر شروع می‌کنم، یعنی از تدوین معیار می‌آیم. ما در کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط‌زیست نظام مهندسی کشور که بنده مسئولیت آن را دارم چند بحث را داشتیم. اتفاقاً دیروز هم همین بحث را داشتیم. هم در بخش انرژی و هم در بخش مصرف آب، ما متأسفانه معیار نداریم و ما تا زمانی که تدوین معیار نکرده باشیم هم برای آب و هم برای انرژی نمی‌توانیم خودمان را آن‌طوری که آقای دکتر فرمودند مقایسه کنیم یا خودمان را تطبیق دهیم یا خودمان را به آن شرایط برسانیم.

ما الان مهم‌ترین بحثی که در نظام مهندسی داریم اصلاح خود مبحث ۱۶ است. مبحث ۱۶ ما با این که ویرایش جدیدش تازه سال پیش آمده ولی باز هم دچار اشکالات زیادی است. مبحث ۱۶ می‌آید مصرف آب داخل لوله‌ها را آن جایی که می‌خواهد آب را محاسبه کند، براساس واحد مصرف لحظه‌ای یا همان SFU می‌سجد. این تعیین مقدار واحد مصرف که الان وجود دارد که هر SFU یا هر یک واحد مصرف ۷/۵ گالن است و آن ۷/۵ گالن را ضرب در ۳/۸ کنیم می‌بینیم که چه میزان لیتر می‌شود. این بزرگترین معضلی است که ما در واحدها در انتخاب اندازه لوله‌ها مان شروع می‌شود و بعد می‌رویم وارد نصب تجهیزات می‌شویم. این یک معضل است که ما الان داریم پیگیری می‌کنیم در بحث اصلاح مقررات ساختمان روی آن تأکید کنیم.

بحث بعدی ما بحث معیار مصرف است که نظر به اقلیم‌های مختلف، یعنی اقلیم‌های چهارگانه کشورمان یا اقلیم ۸ گانه کشورمان بیاییم تدوین معیار مصرف هم در بخش انرژی و هم در بخش مصرف آب کنیم. قدم سومی که باید برداریم در بحث برچسب‌دهی است. ما تا زمانی که ترازویی برای سنجش نداشته باشیم و نتوانیم خودمان را مقایسه کنیم، برچسب‌دهی نداشته باشیم، همان بحث فرهنگی که الان آقای دکتر مطرح کردند، آن برچسب روی تجهیزاتمان نباشد نمی‌توانیم چیزی را اندازه‌گیری کنیم، صحنه‌گذاری کنیم یا بگوییم که داریم کم مصرف می‌کنیم یا زیاد مصرف می‌کنیم. قدم سوم ما بحث برچسب است. برچسب چه در بحث انرژی و چه در بخش انتشار آلاینده و چه در بخش بهره‌وری آب و متأسفانه در تجهیزاتمان هم ما برچسب نداریم. حالا در بحث انرژی آمده اما در تجهیزات آب‌برمان هنوز برچسب تجهیزات آب‌برمان را نداریم که بتوانیم بگوییم این شیر به ازای هر دور باز شدنش یا آن شیر اهرمی به میزان باز شدن نهایی یا متوسطش چه میزان آب را مصرف می‌کند و چقدر می‌تواند روی بهره‌وری آب تأثیر داشته باشد یا بقیه وسایل. ما وقتی که الان نگاه می‌کنیم یا در چند سال اخیر می‌بینیم که روی ماشین‌های لباس‌شویی یا ماشین‌های ظرف‌شویی برچسب‌های آب آمده که آن هم کار ما نبوده کار آن طرفی‌ها بوده است. ما الان در کشور خودمان متأسفانه در برچسب‌دهی تجهیزات آب‌برمان دچار ضعف بزرگی هستیم که من فکر می‌کنم یکی از ارگان‌هایمان که باید اقدام کند وزارت نیرو و سازمان آب و فاضلاب باشد که یک استارتی بزند یک آزمایشگاهی را مثل آزمایشگاه ملی صرفه‌جویی انرژی، یک آزمایشگاه صرفه‌جویی تجهیزات آب‌بر را هم داشته باشیم.

بحث بعدی تفکیک است. من چرا دارم انرژی و آب را قاطی می‌کنم چون هر دو بحران کشور ما است و لغایت آن بحث محیط‌زیست‌مان را هم به آن اضافه کنیم. تفکیک مصارف چیزی است که باید در کشورمان اتفاق بیفتد. الان در ساختمان‌ها به دلیل

این که یک کنتور آب بعضا وجود دارد ما این تفکیک مصارف را نداریم، به اضافه این که آن صفحه نمایشگرمان جلوی چشم مصرف کننده باشد، من وقتی از در خانه ام دارم بیرون می روم اگر شیر آبی باز باشد، نشستی وجود داشته باشد در مجموع ساختمان من، آن کنتور نشان دهد که من ببینم مصرفم چطور است. یا بحث صحبتی که آقای دکتر کردند، خیلی خوب است که ما بیاییم مصارف خودمان را با بقیه مقایسه کنیم، که من نسبت به طبقه پایینی، طبقه همجواری، چه جوری دارم مصرف می کنم. حالا جدیداً خوشبختانه این روش کار شده است. هفته پیش بنده در جلسه کمیسیون به دوستان اشاره کردم که بیاییم در نظام مهندسی یک بخشنامه صادر کنیم و بگوییم که کنتورهای تفکیک مصارف (که هم تفکیک مصارف آب و هم تفکیک انرژی و هم آب گرم را انجام می دهد و یک مونیتورینگ دارد که جلوی واحد نصب می شود، یا حتی روی گوشی همراه ما نشان می دهد که من الان چقدر دارم آب و انرژی مصرف می کنم) را در سراسر کشور ابلاغ کند که دوستان در جریان باشند که این تجهیزات روی سیستم ها نصب شود خیلی خیلی از لحاظ فرهنگی و از لحاظ این که من اگر شیر آب خانه ام نشت کرد بتوانم بفهمم که من نشستی آب نباید داشته باشم. این بحث تفکیک باز مورد دیگری است که ما الان در مباحث نظام مهندسی داریم روی آن کار می کنیم و به جد داریم جلو می رویم.

بحث بعدی که داریم بحث تبخیر و تعریق است که در سیستم های سرمایشی مان است. ما عدم تطابق سیستم ها و تجهیزات را با اقلیم مناطق مان داریم. در اقلیمی می بینیم که می گویند اسپیلت استفاده کنید، می گوییم چرا؟ می گویند این جا کم آبی است، اسپیلت مصرف شود که مناسب است. می گوییم اقلیم شما گرم و خشک است، چه طور می خواهید اسپیلت استفاده کنید؟ می گویند خوب اگر کولر آبی بگذاریم مصرف آبمان بالا می رود، اما هیچ وقت نمی آمدیم به این ها هم بگوییم که برای تولید هر کیلووات ساعت برق هم بنا به نوع نیروگاه مان هم از ۵/۰ لیتر تا ۲/۵ لیتر آب داریم مصرف می کنیم. پس آن جا هم به ازای هر کیلووات ساعت داریم آب را مصرف می کنیم. اگر مشکل آب است آن جا هم آب را داریم کنترل می کنیم. بیاییم سیستم هایمان را به روز کنیم. ما هنوز نتوانستیم به کارخانه های سازنده تجهیزات سرمایش و گرمایش عنوان کنیم که یک برچسب مصرف آب هم روی این کالا بگذارید. میزان مصرف آب را هم در این مشخص کنید. یک تولید کولر آبی را هنوز نتوانستیم بگوییم رنگ کولر را عوض کنید. چه دلیلی دارد کولرهای آبی ما همیشه سبز باشد. رنگ پوسته اش را عوض کنید، یک لایه عایقی روی سقف کولر تان داشته باشید. نمی خواهد بروید سیستم اینورتر بگذارید، نمی خواهد نحوه اتصال را عوض کنید، یک رنگ ساده را عوض کنید. این را هم هنوز در کشورمان نتوانستیم انجام دهیم. من

زیاد وقتتان را نگیرم.

بحث بعدی که می خواستم بگویم بحث اجرای قانون قیمت گذاری است. ما اعتقاد داریم که طبق صحبت های آقای دکتر تاثیر آن چنانی دارد یا ندارد؟ اما قیمت گذاری قطعا می تواند در مصرف قابل تأثیر باشد. بحث تجارت آب هست، بحثی که حالا بنده صحبت نمی کنم می گذارم خود خانم مهندس ملاباشی در مورد بحث آب خاکستری صحبت کنند. ما می توانیم، چرا نه؟ بزرگترین مشکلی که در انرژی و آب کشورمان هست که فکر می کنیم خصوصی هستند ولی هیچ وقت خصوصی نیستند و ما می گوییم که خصولتی و عموما دولتی هستند. ما می گوییم برق داریم اما وقتی می بینیم توزیع برق خودش دارد برق را می دهد پس این برق کیست؟ چرا می گویی بازار برق داریم؟ وقتی خود دولت دارد تولید می کند و خودش هم دارد توزیع می کند، پس چه بازار برقی دارد؟ بازار برق موقعی وجود دارد که بازار خصوصی بتواند قیمت خودش را پایین تر بدهد یا بالاتر بدهد، بگوید من برقم قطعی دارم، قیمتم پایین تر است یا قطعی ندارد قیمتم بالاتر است. در پیک ارزان می دهیم، در ساعت عادی گران می دهیم. خودش تعیین تکلیف کند، نه این که توانیر بیاید تعیین قیمت کند.

درباره آب هم همین است، درباره آب هم تا وقتی که ما بازار آب نداشته باشیم، تجارت آب نداشته باشیم، من در واحد نتوانم آب خاکستری که تولید کردم بفروشم و آن موقع تازه گیر اداره آب و فاضلاب باشم، گیر شهرداری باشم، گیر این که نمی دانم آب را کجا دهیم باشم، نمی توانیم روی آب هدف گذاری کنیم، پس بازار آب را می خواهیم، تجارت آب را می خواهیم که من راحت بتوانم آب خاکستری ام را باز یافت کنم، بفروشم، آن تجارت آب می شود. آن موقع است که آب ارزش خودش را پیدا می کند. من سعی می کنم که سیستم آب خاکستری را نصب کنم. ما جلسات مکرری را با آبفای اصفهان داریم که حالا خانم مهندس ملاباشی توضیح می دهند.

ما بحث بازبینی مقررات را شروع کردیم اینجا هم ما مشکل داریم. نظام مهندسی را به عنوان یک مرجع حساب می کنند. هر جا گیر می کنند می آیند یقه نظام مهندسی را می گیرند می گویند این جا آب زیاد مصرف شد، این جا انرژی زیاد مصرف شد، این جا محیط زیست آلوده شد. یک بازنگری مقررات ملی ساختمان را وقتی مدنظر قرار می دهیم وزارت راه و شهرسازی مدعی می شود، می گوید من باید مقررات بیرون بدهم. یعنی نگاه بخشی و نگاه سازمانی در کشور ما متأسفانه ما را به این مصیبت هایی که داریم آلوده کرده و گرفتار کرده که همه مان یک جایی باید دست و پای هم دیگر را ببندیم.

بحث بعدی که بحث آخر است که می خواهم خدمت دوستان بگویم، بحث محدود کردن مصرف آب در برخی فواصل زمانی است

که باید به آن توجه ویژه‌ای کنیم، بحث بازیافت آب باران است که بنابر اقلیم‌ها باید روی آن کار شود. روش تفکیک مصارف را هم که عرض کردم. آن شبکه دوگانه توزیع آب که خیلی‌ها صحبت می‌کنند و به نظام‌مهندسی می‌گویند که چرا دو لوله‌کشی را در ساختمان انجام نمی‌دهید هم برای آب شرب و هم برای آب سایر وسایل بهداشتی، غالباً ارزیابی‌ای که ما کردیم دیدیم هزینه‌های تأسیساتی آن بالاتر است، به‌اضافه این که زیرساخت‌های شهری‌اش هم هنوز وجود ندارد که ما بخواهیم در خانه‌ها این بار را تحمیل کنیم به ساختمان‌ها و بعد زیرساخت شهری وجود نداشته باشد یا اصلاً به‌وجود نیاید.

دکتر تابش:

ممنون. ما برای سه نفر از حضار که سه تا سوال مختصر داشته باشند فرصت داریم.

دکتر طالب بیدختی:

دستتان درد نکند، حساسی استفاده بردیم. از سخنران آخری، در بحث ارزش‌گذاری ساختمان‌ها واقعا ۱۰-۱۲ سال است که دارد صحبت می‌شود واقعا کمک می‌کند که از سیستم بومی‌سازی لیگ استفاده کنید یا صحبت‌هایی که در گوشه کنار است، این را واقعا باید دید، بحث دیگر چهار سال پیش از نظام‌مهندسی خواستیم که یعنی هنوز کمبود دارد درخصوص محیط‌زیست یا آب‌وفاضلاب در ساختمان‌ها، نیاز هست که یک مبحث جدیدی تحت عنوان محیط‌زیست و ساخت‌وساز پایدار در محیط شهری دیده شود. این یک موضوع بسیار مهمی است. موضوع دیگری که واقعا هنوز در رابطه با داده‌ها بحث است، آقای دکتر عزیز نشان دادند که در گلستان ۱۳۲ لیتر سرانه مصرف کل آب است و در بوشهر ۲۳۸ لیتر. واقعیت این است که چقدر می‌شود به این داده‌ها اطمینان داشت. من با آب‌وفاضلاب شهر شیراز و استان فارس صحبت کردم. خیلی نمی‌شود به این داده‌ها اطمینان داشت و امروزه هم اگر بشود گفت آن‌قدر کاهش پیدا کرده، خب یک امتیازی هم از وزارتخانه می‌گیرد. روی این‌ها خیلی جای بحث و سوال است.

بنابراین بحث این است که داده‌ها چه‌جوری به‌دست‌آمده است. واقعا چه کسی کنترل کرده‌است. حتما نیاز است که یک سازمان مستقلی در ارتباط با این داده‌ها بیاید بگوید این داده‌ها درست است؟ درست نیست؟ مثل همان سیستم‌های ارزش‌گذاری و چیزهای دیگر. در رابطه با افزایش قیمت دو هفته پیش یک جلسه‌ای داشتیم با ۷ نفر از کسانی که از شهر درسدن آلمان آمده بودند. یک شباهت‌هایی درسدن آلمان با کشور ما دارد، چون در آلمان شرقی بوده است و جالب این است که این‌هایی که آمده بودند از شهرداری این شهر بودند. بنابراین آب‌وفاضلاب و خیلی چیزهای دیگرشان به‌عهده خود شهرداری آن‌جاست، نه این‌که

سازمان‌های دیگر این مسائل را داشته باشد. قیمت آب در شهر درسدن در زمان آلمان شرقی ۰/۴۵ یورو به‌ازای هر مترمکعب بود. قیمت جدید آب با یک‌دوره ۶ تا ۱۰ سال جدید که طول کشید الان حدوداً ۵ یورو است. بنابراین بحثی که الان وجود دارد چند ده درصد افزایش قیمت و این‌ها نقش آن‌چنانی ندارد. الان اشاره کردند که سهم آب در سید خانوار حدود ۰/۶ درصد است پس ۳۰٪ و این‌ها نقش آن‌چنانی ندارد. قیمت‌ها باید واقعی شود و این نیاز است در همه چیز نه فقط آب، انرژی، چون آب و انرژی با هم ارتباط دارند. خوب این هم یک موضوعی است که مهم است. ممنون من بیشتر از این وقت را نمی‌گیرم.

مهندس طاهری:

آقای دکتر بحث‌تان خیلی خوب بود، اتفاقاً من یادداشت کرده‌بودم که این بحث را انجام‌دهم که بحث ساختمان سبز و معماری سبز هست که ما بحث بازنگری‌ای که داریم روی آن کار می‌کنیم که ساختمان‌هایی که سبز هستند، چون ما اعتقاد داریم که ساختمان‌های سبز مصرف آب را ۴۰٪ پایین می‌آورند، به‌اضافه این که تا ۵۰٪ مصرف انرژی را پایین می‌آورد، روی این بحث کار شده است. باز هم اگر دوستان نقطه‌نظری دارند که به‌ما کمک کند از آن استقبال می‌کنیم و می‌شود بگوییم که از نقطه‌نظرات دوستان استفاده می‌کنیم. بررسی می‌کنیم که ببینیم به اقلیم ما کدامشان بهتر تطابق دارد. رویش کار می‌کنیم و اینجا هم اگر جنابعالی و بقیه دوستان نقطه‌نظری دارند از آن استقبال می‌کنیم.

آقای دکتر جمشیدی از دانشگاه اصفهان:

به نام خدا، یک نکته‌ای در حوزه برچسب مصرف آب مطرح شد اگر که جلسه صبح دکتر فاضلی را حضورداشتید مشخصاً ذکر شد که برچسب مصرف آب تدوین شده و استانداردهایش موجود است و حداقل به‌طور خاص می‌توانم بگویم برای ماشین لباسشویی، سردوش، شیرآلات چنین برچسب‌هایی طبق استاندارد وجود دارد. در مرحله تدوین این برچسب‌ها هم آزمایشگاه‌های پتانسیل‌سنجی شد. یعنی ما به‌عنوان بخشی از آن پروژه آزمایشگاهی که برچسب مصرف انرژی را صادر می‌کرد پتانسیل‌سنجی کردیم که می‌تواند میزان مصرف آب را هم اندازه‌گیری کند یا خیر و ما فقط براساس همان ظرفیت‌ها در واقع معیار را تعریف کردیم و برچسب‌ها وجود دارد. این که الان اجباری شده است اما اجرا نمی‌شود علتش شاید تا حدی مقاومت صنایع و حوزه‌های مختلف باشد، در حوزه وزارت نیرو این پیش‌رفته است. حالا این در پاسخ به آن نکته که فرمودید وزارت نیرو می‌تواند این را انجام‌دهد. هرچند در حوزه چیلرها و کولرها و صنایع آبی هنوز این بحث وجود دارد.

درمورد مقررات ملی ساختمان در مبحث ۱۶ طرحی به نام

پساشهرخوانی ملی اجرا شد البته دو طرح موازی بود. یک نکته‌ای در آن وجود داشت که به یک بند مقررات ملی ساختمان اشاره شد و آن این بود که تسویه حساب و بازپس شهرخوانی‌اش می‌تواند در مجتمع مورد استفاده قرار گیرد. با حضور نماینده راه و مسکن و شهرسازی، البته نماینده تحقیقات آن‌ها در آن جلسه حضور داشت که گفت که این کاملاً شدنی است و می‌تواند برای بعضی ساختمان‌ها کاملاً اجباری شود. حالا این‌را می‌توانید در مورد مسائل دیگر مدنظر بگیرید، اما نظر مثبت وزارت شهرسازی این نکته بود و این می‌تواند به ایجاد سیستم‌های جمع‌آوری پساب در منازل کمک کند، هرچند نظارت و کنترل کیفی آن کار دشواری است چون شرکت آب‌وفاضلاب نمی‌تواند برود داخل خانه مردم را چک کند که چگونه است. باید مدیریتش کاملاً خودگردان باشد. نمی‌توانید شرکت آب‌وفاضلاب یا وزارت بهداشت را متولی نظارت روی این حوزه کنید. این نکته‌ی دومی بود که خواستم ذکر کنم.

مهندس مسعودی از شرکت آب و فاضلاب:

با سلام خدمت اعضای محترم. من ۳ تا عنوان را خیلی خلاصه خدمت شما عرض می‌کنم. یکی بحثی که آقای دکتر طالب‌بیدختی در مورد ارقام و شاخص‌هایی که شرکت آب‌وفاضلاب دارند اعلام می‌کنند مطرح کردند. بنده به عنوان کسی که ۱۷ سال است در این شرکت‌ها دارم کار می‌کنم کاملاً با این موضوع موافقم. یعنی باید این اعداد و ارقام یک‌جایی صحت‌سنجی شود یا حداقل یک‌سری بازخورهایی از این اعداد و ارقام داخل شبکه دیده شود. موضوع دیگر در بحث توزیع آب ما سه سطح داریم، بحث مدیریت تولید، مدیریت توزیع و مدیریت مصرف. به نظر می‌رسد که ما یک تغییر رویکردی این‌جا انجام دادیم که از مدیریت تولید می‌خواهیم روی مدیریت مصرف برویم. من سوالم این است که ما روی مدیریت توزیع چه کار کردیم؟ یعنی آیا این فعالیت‌هایی که ما روی مدیریت مصرف انجام دادیم، با هزینه و زمان کمتر روی مدیریت توزیع برای ما آن اهداف را محقق خواهد کرد یا نه؟

من این را سوال می‌کنم چندان از شرکت‌های آب‌وفاضلاب در شهرهای مختلف نقشه‌های شبکه‌هایشان را دارند؟ به این مفهوم که ما توزیع را در شبکه چگونه انجام می‌دهیم؟ این انرژی‌ای که داریم مصرف می‌کنیم آب را حالا به یک محیطی منتقل می‌کنیم و توزیع می‌کنیم این ارتباطی بین منابعی که دارد داخل شبکه ما آب را تجزیه می‌کند در کدام شبکه آب شهری ما شناخته شده؟ چه کسی رفته بررسی کرده این ارتباطات را بهینه کند؟ ما چگونه داریم خروجی مخازن‌مان را تنظیم می‌کنیم؟ چه‌طور داریم این آب را در شبکه ردیابی می‌کنیم؟ این انرژی که آب دارد بینیم که چه اتفاقی دارد برایش در شبکه می‌افتد؟ آیا امکان دارد ما این را پیدا کنیم؟ آیا می‌توانیم همین منابعی که هست که قاعدتاً در تمامی شهرها این اتفاق می‌افتد که ما گستردگی منابع داریم،

پراکندگی منابع داریم، منابع ممکن است به‌طور یکسان در اطراف شهر ما توزیع نشده باشد و یک بخش‌هایی از شهر و شبکه تحت پوشش کامل نباشد، چه‌قدر روی این موضوع کار کردیم که یک‌مرتبه روی مدیریت مصرف رفتیم. اصلاً این بحث نیست که این موضوع درست نیست. بحث اولویت‌ها است. بحث هزینه‌ها، بازخوردها و نتایج کار است. کدامش برای ما مهم‌تر است و نتایج بهتری دارد؟ چه‌قدر ما شبکه‌هایمان را می‌شناسیم؟ چه‌قدر ما ظرفیت‌های شبکه را می‌شناسیم؟ آیا روی این موضوع کار کردیم که حالا داریم حرف مدیریت مصرف را می‌زنیم؟

من یک سوال دیگر داشتم روی بحث سوراخ و افزایش نشتی که بابت جیره‌بندی است. بنده هم مخالف جیره‌بندی هستم، ولی می‌خواستم ببینم این بحثی که راجع به مصرف است مطلبی تایید شده است؟ با آن افزایش دبی، چون فشار ما که افزایش پیدا نمی‌کند، قاعدتاً باید سطح تغییر کند، آیا این یک مطلب تحقیق شده و ثابت شده است یا صرف یک موضوع تئوری است.

دکتر جلیلی قاضی‌زاده:

این سوالی که برای افزایش نشت فرمودید، این سوال کاملاً تایید شده است. مطالعات موردی مختلفی در دنیا کار شده است. دلیلی که نشت زیاد می‌شود این است که اولاً لوله‌ها همیشه صلب نیستند که سطح مقطع ثابت بماند. در لوله‌های پلی‌اتیلن با افزایش فشار، موضوع این است که شما وقتی شبکه را تحت تنش قرار می‌دهید ترک‌های پلی‌اتیلن می‌توانند باز شوند. چه‌طور یک ترک تولید شده همین‌طور می‌تواند توسعه پیدا کند؟ سوال فرمودید که این آمار از کجا آمده؟ من این آمار را از شرکت مهندسی گرفتم، از دفتر آقای مهندس سیدزاده. دقت بفرمایید که این‌ها آمار مصرف آب بوده، بعد ما یک آمار تلفات داریم که گاهی وقت‌ها این آمار را بیشتر دستکاری می‌کنند. من نمی‌خواهم بگویم که مصرف آب خیلی دقیق است، ولی می‌خواهم بگویم که گاهی یک شهری بیشتر از ۲ برابر یک شهر دیگر سرانه مصرف می‌کند، این جای سوال دارد. ولی این آمار رسمی کشور است، ضمن این‌که الان ما سیستم‌هایی داریم. سیستم سپتا در شرکت آب‌وفاضلاب این‌ها را ثبت می‌کند، بعد در بعضی از شهرها آب می‌آید تقسیم می‌شود بین آن و مثلاً خط‌کوثر این‌گونه است. لذا تولید آب معلوم است، یعنی چون بین شهرها تقسیم می‌شود کاملاً اندازه‌گیری می‌شود، ولی در عین حال این‌جا جای بحث بسیار زیاد است.

دو اصطلاح است که اینجا در ایران استفاده می‌شود که در دنیا نیست ۱- آب بهداشتی، چون بحث شبکه دوگانه بود ما چیزی به نام آب بهداشتی در دنیا نداریم. من از شما سوال می‌کنم تعریف آب بهداشتی چیست؟ یک نکته ظریفی است که بعضی‌ها می‌گویند ما آب شرب داریم، آنی که می‌ماند آب بهداشتی است.

چنین تعریفی نیست. تعریف خارجی اش Potable Water می‌شود که آب شرب که مخالفش Non-Potable Water می‌شود. دقت کنید Potable آب شربی که ما فکر می‌کنیم نیست بلکه آب شرب پخت‌وپز، حمام، ظرف‌شویی و لباس‌شویی است. بعضی اوقات شما می‌خوانید Non-Potable که برای فاضلاب استفاده کردند، بعد می‌گوییم که Potable آب شرب است، Non-Potable مثلاً آب شستشو است. دیگری بحث مدیریت مصرف که آقای دکتر فرمودند وقتی می‌گوییم مدیریت مصرف، بار این روی دوش مصرف‌کننده‌ها می‌افتد، در صورتی که ما مدیریت تقاضا داریم که بارش هم شامل تلفات می‌شود هم شامل مصرف.

دکتر سمساریزدی:

خدمتتان عرض کنم که درخصوص آب‌شرب و غیرشرب که آقای دکتر به‌درستی اشاره فرمودند، سوال این است که ما چرا علاقه داریم که آب شرب و آب‌غیرشرب را از هم‌دیگر تفکیک کنیم؟ علت این است که ما جاها و منابعی با کیفیت‌های مختلف داریم. البته آیا همه منابع کیفیت آبشان بهداشتی است ولی از نظر ترکیبات شیمیایی باهم مختلف‌اند، یکی می‌بینید که املاح بیشتری دارد و یکی املاح کمتری دارد، ولی همه در سقف و کف استاندارد مجاز هستند. خوب ما اگر بباییم همه منابع را باهم قاطی کنیم که متوسط یا زیرمتوسط شاید خیلی به انصاف نزدیک نباشد. بنابراین چه بهتر که منابعی را که املاح بهتری دارند در اختیار و با یکی از روش‌ها و ترفندها در اختیار بخش شرب قرار دهیم و سایر آب‌ها که آن‌ها هم بهداشتی هستند برای سایر شرب مصرف شود.

خانم مهندس ملاباشی:

من اول راجع به برچسب آب یک توضیح اضافه بدهم که در قانون توسعه آب شرب شهری و روستایی که مجلس در سال ۱۳۹۴ تصویب و در سال ۱۳۹۵ ابلاغ کرده، صراحتاً یکی از بندهایش راجع به این‌که اداره استاندارد به‌کمک وزارت صنایع ملزم هستند که درخصوص برچسب مصرف آب اقدام کنند و آن را بتوانند توسعه بدهند آمده است. این‌که هنوز اقداماتی نشده، خارج از عهده شرکت آب‌وفاضلاب است. کما این‌که واقعا هرجایی که هست راجع به این قضیه صحبت و تاکید می‌کنیم، ولی خوب خارج از وظایف این شرکت است. بحث آب خاکستری که یکی از دغدغه‌های این روزهای ما است این‌که ما از یک دهه اخیر داریم مرتب استفاده می‌کنیم و می‌گوییم که یکی از راه‌های مصرف، استفاده و بازچرخانی آب خاکستری است، ولی هیچ‌جایی نیامدند روش عملیاتی و دستورالعمل اجرایی برایش تعریف کنند. ما یک پروژه آب خاکستری برای دانشجویان خوابگاه دانشگاه اصفهان اجرا کردیم و سال ۱۳۹۶ به بهره‌برداری رسید و الان آب،

تصفیه‌شده و برای فضای سبز استفاده می‌شود.

الان یک پکیج دیگر در محل ستاد مرکزی خودمان در حال احداث و اجرا است که هدف آن هم استفاده از پساب تصفیه‌شده برای آبیاری فضای سبز است. ولی برای ساختمان‌های مسکونی هیچ‌وقت دستورالعملی نوشته نشد. در صورتی که این‌قدر نکات مهمی از لحاظ فنی، از لحاظ قانونی، از لحاظ بهداشتی، از لحاظ اجرایی پشتش است، همان‌طور که آقای مهندس طاهری فرمودند ما الان ماه‌ها است با کمک دوطرف متقابل مرتب هفته‌ای یک روز جلسه داریم و این جلسه نه فقط بین ما است و این‌که ما از اداره بهداشت درخواست کردیم حضور پیدا کنند، چون باید استانداردهای بهداشتی را به‌ما بگویند، این‌که محیط‌زیست حضور پیدا کرده استانداردهای لازم را به‌ما بگوید، از طرف دیگر شهرداری چون باید به‌ما بگوید که یکی از مصرف‌کننده‌های آب خاکستری که تصویب شده باشد باید به آن موارد هم اشاره شود و ما داریم این را به‌جایی می‌رسانیم که درواقع یک برنامه بازچرخانی آب بازیافت شده از آب خاکستری را تهیه کنیم.

نکته دیگر، ما خیلی اقدامات مدیریت مصرف و مدیریت تقاضا را انجام می‌دهیم، ولی تا زمانی که آن ضمانت اجرایی وجود نداشته باشد واقعا خیلی دستان بسته است. یعنی ما می‌گوییم که مشترک باید مصرفش بیش‌تر از این نشود، اما درواقع آن ضمانتی که به‌ما بدهند که بتوانیم آب را قطع کنیم و یک‌سری کارهای قانونی انجام دهیم عملاً وجود ندارد. تا زمانی که آن ضمانت اجرایی وجود نداشته باشد ما شاید به اهدافمان تا ۷۰ یا ۸۰ درصد برسیم و هیچ‌وقت ۱۰۰ درصد نخواهد شد.

آقای دکتر سجادی‌فر:

من خیلی مختصر بگویم که در قیمت‌گذاری چند اصل وجود دارد: کارایی، پوشش هزینه‌ها، انصاف یا عدالت و یا قدرت‌پرداخت. ما نباید از سیاست‌های قیمتی فقط برای مدیریت تقاضا استفاده کنیم. ما باید بر کارایی متمرکز شویم، ما متأسفانه در بخش آب در کل منابعمان، کارایی را قربانی عدالت کردیم ولی عدالت را به‌دست نیاوردیم. این مشکل ما است تا زمانی که ما کارایی را اصل نگذاریم، نه مشکل آب، نه مشکل انرژی، نه مشکل مترو، هیچ مشکلی حل نخواهد شد. ما باید کارایی را اصل بگذاریم. علتش این است که هم تاریخی است که من نمی‌خواهم وارد شوم، هم پول نفت داریم. تا زمانی که پول نفت دارد می‌آید، کارایی قربانی عدالت می‌شود که ما هیچ‌موقع به آن عدالت دست پیدا نخواهیم کرد.

رتبه دوم سومین دوره مسابقه پایان نامه برتر سال ۱۳۹۷ در مقطع کارشناسی ارشد
(برگزار شده توسط انجمن آب و فاضلاب ایران)



دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب

عنوان: مقایسه و ارزیابی الگوریتم های ژنتیک و بهینه سازی ازدحام ذرات در طراحی بهینه شبکه های توزیع آب شهری
نگارش: علیرضا مقدم

استادان راهنما: دکتر امین علیزاده، دکتر علیرضا فرید حسینی
استادان مشاور: دکتر علی نقی ضیایی، مهندس دانیال فلاح هروی
تاریخ: تیر ۱۳۹۲

چکیده

عملکرد بسیار بهتری نسبت به GA و حتی سایر الگوریتم ها داشت. پس از تعیین اندازه جمعیت اولیه متناسب با سائز شبکه برای هر دو الگوریتم GA و PSO، در PSO اگر مقادیر C_1 و C_2 ثابت و برابر ۲/۰۵ فرض شود با تغییر پارامترهای W و W_{damp} می توان راه حل بهینه را برای شبکه های توزیع آب پیدا نمود. در به کارگیری GA برای حل مسائل بهینه سازی سیستم های توزیع آب، پس از انتخاب روش چرخه رولت و عملگر آمیزش یکنواخت، باید پارامترهای P_m ، P_c و μ مورد بررسی قرار گیرند. پس از اثبات کارایی این الگوریتم ها بر روی شبکه های مرجع و شناخت پارامترهای آن ها، از نتایج حاصله در تحلیل شبکه شهر جنگل با توجه به افزایش وسعت شبکه و قیود طراحی استفاده و راه حل های ارائه شده با طراحی شرکت مشاور مقایسه شد. GA و PSO پس از طراحی و بهینه سازی هزینه شبکه را به ترتیب ۱۶ و ۲۱ درصد نسبت به شرکت مشاور کاهش دادند. در نهایت یک مدل هایبرید پیشنهادی به نام HGAPSO که بر پایه ترکیب دو الگوریتم GA و PSO رفتار می کند نیز برای طراحی شبکه توزیع آب شهر جنگل استفاده شد. HGAPSO راه حل بهینه را با کاهش ۲۶ درصدی در هزینه ها نسبت به شرکت مشاور ارائه نمود. بدین ترتیب می توان با استفاده از الگوریتم های تکاملی یک شبکه توزیع آب را با سرعت و دقت بسیار بالاتری در مقایسه با روش های سعی و خطای انسانی طراحی نمود.

کلمات کلیدی: الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات، الگوریتم ژنتیک، بهینه سازی، شبکه های توزیع آب، شهر جنگل

در تمدن مدرن، شبکه های توزیع آب شهری نقش قابل توجهی در حفظ استانداردهای لازم برای یک زندگی مطلوب را دارند. بهینه سازی این شبکه ها همواره یکی از مسائل بسیار پیچیده و اساسی برای طراحان در دهه های اخیر بوده است و هدف آن یافتن بهترین راه حل برای انتقال آب از مخزن به مصرف کنندگان است، به نحوی که تمام نیازهای آن ها با کمترین هزینه تأمین شود. در این شبکه ها مولفه های متفاوتی از قبیل لوله ها، پمپ ها و شیرهای کنترل نقش ایفا می کنند. اما در میان این مولفه ها، بهینه کردن سائز لوله ها بیشتر قابل توجه است، زیرا حدود ۷۰ درصد هزینه پروژه مربوط به لوله ها است. الگوریتم ژنتیک (GA) به عنوان یکی از مهم ترین الگوریتم های تکاملی نقش بسیار موفقی در حوزه مسائل بهینه سازی داشته است و تاکنون کمتر به صورت کاربردی برای بهینه سازی یک شبکه توزیع آب واقعی استفاده شده است. الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات (PSO) یکی از الگوریتم های نوین در حوزه بهینه سازی سامانه های آبی است که در ابتدا برای حل مسائل بهینه سازی با متغیرهای پیوسته معرفی شد، اما پس از مدتی برای مسائلی با متغیرهای گسسته نیز توسعه یافت. هدف اصلی در این پژوهش مقایسه و ارزیابی الگوریتم های GA و PSO در طراحی بهینه شبکه توزیع آب واقعی شهر جنگل است. بدین منظور برنامه این الگوریتم ها در محیط نرم افزار MATLAB پیاده سازی شد و سپس با تحلیل گر هیدرولیکی شبکه EPANET2.0 تلفیق شد. برای به دست آوردن بهترین مقادیر پارامترهای این الگوریتم ها، ابتدا بررسی ها بر روی سه شبکه مرجع دو حلقه ای، هانوی و کادو از مطالعات پیشین انجام شد. سپس نتایج با سایر محققین مقایسه شد که در این شبکه ها PSO

رتبه سوم سومین دوره مسابقه پایان نامه برتر سال ۱۳۹۷ در مقطع دکتری
(برگزار شده توسط انجمن آب و فاضلاب ایران)



دانشکده مهندسی عمران، گرایش مهندسی آب

عنوان: مدیریت دینامیک پیامدهای ناشی از تزریق مواد آلاینده در شبکه‌های توزیع آب شهری

نگارش: سیدناصر باشی ازغدی

استادان راهنما: دکتر عباس افشار و دکتر محمدهادی افشار

تاریخ: شهریورماه ۱۳۹۶

چکیده

مبتنی بر تامین فشار در مقایسه با روش تامین نیاز در هنگام مدیریت پیامد مناسب‌تر بوده و اعداد منطقی‌تری را باتوجه به شرایط شبکه در اختیار قرار می‌دهد. در رویکرد دوم امکان تغییر فعالیت‌های واکنشی در هر گام زمانی فراهم می‌آید. بدین ترتیب بهره‌بردار این امکان را دارد تا با توجه به توزیع غلظت ماده آلاینده در شبکه، فعالیت‌های واکنشی بهینه را به‌منظور کاهش اثرات آلودگی بر سلامت انسان‌ها به‌روزرسانی نموده و در صورت نیاز تغییر دهد. بر این اساس اثر فعالیت‌های بهینه دینامیک طی دوره مدیریت پیامد با حالت ثابت مقایسه شد که نتایج حاکی از کاهش مقدار آلودگی مصرف شده در شبکه در صورت استفاده از فعالیت‌های بهینه دینامیک دارد. در رویکرد سوم این پژوهش کاربرد استفاده از روش خوشه‌بندی در شبکه‌های بزرگ مقیاس به‌منظور شناسایی ناحیه آلوده شده و تمرکز بر آن ناحیه به‌منظور کاهش هزینه‌های محاسباتی و اجرایی مورد ارزیابی قرار گرفته است. روش خوشه‌بندی استفاده شده در این پایان‌نامه مبتنی بر هیدرولیک جریان در شبکه بوده و کمک می‌نماید تا شیرها و شیرهای آتش‌نشانی مهم برای انجام اقدامات واکنشی شناسایی شده و بدین ترتیب بخش زیادی از متغیرهای تصمیم غیرمفید مسئله حذف شوند. پس از شناسایی موقعیت شیرها و شیرهای آتش‌نشانی مهم بهینه‌سازی به‌منظور حداقل کردن جرم آلودگی مصرف شده انجام و موقعیت بهینه فعالیت‌های واکنشی مشخص خواهد شد. نتایج حاکی از عملکرد مناسب استفاده از خوشه‌بندی در مدیریت پیامد در شبکه‌های آب شهری بزرگ مقیاس دارد.

کلمات کلیدی: الگوریتم ژنتیک، برنامه‌ریزی پویا، خوشه‌بندی، شبیه‌سازی-بهینه‌سازی، EPANET

در این پژوهش، مدیریت دینامیک پیامد در شبکه‌های توزیع آب شهری ناشی از تزریق مواد آلاینده با استفاده از رویکردهای مختلف مورد توجه قرار گرفته است. به‌منظور تدوین سیاست‌های بهره‌برداری بهینه مدیریت پیامد در شبکه‌های توزیع آب شهری پس از رخداد آلودگی در این تحقیق از رویکرد تلفیق مدل شبیه‌سازی EPANET و قابلیت‌های الگوریتم‌های بهینه‌سازی مختلفی مانند برنامه‌ریزی پویا، ژنتیک تک‌هدفه و همچنین چندهدفه NSGA-II متناسب با رویکرد مورد استفاده بهره‌گرفته شده است. از مدل شبیه‌سازی EPANET به‌دلیل امکان تلفیق با زبان‌های برنامه‌نویسی مختلف به‌منظور شبیه‌سازی هیدرولیکی و کیفی جریان در شبکه استفاده می‌شود. تلفیق مدل شبیه‌سازی و بهینه‌سازی با استفاده از Toolkit موجود در برنامه EPANET انجام گرفته است. توابع هدف مورد استفاده در الگوریتم‌های بهینه‌سازی شامل حداقل کردن تعداد فعالیت‌های واکنشی، جرم آلودگی مصرف شده در شبکه و تعداد کل گره‌های آلوده شده است. متغیرهای تصمیم مسئله بهینه‌سازی نیز شامل اجزای مختلفی از شبکه که به مدیریت پیامد کمک می‌نماید شامل شیرها، شیرهای آتش‌نشانی و پمپ‌ها در نظر گرفته شده است. در این تحقیق مدیریت دینامیک پیامد در شبکه توزیع آب شهری پس از رخداد آلودگی با سه رویکرد مختلف مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. در رویکرد اول، مدیریت پیامد در شبکه آب شهری بر مبنای تحلیل هیدرولیکی مبتنی بر فشار اجرا و نتایج آن با تحلیل هیدرولیکی مبتنی بر تامین نیاز مقایسه شده است. انجام فعالیت‌های مدیریت پیامد مانند بستن شیرها و باز کردن شیرهای آتش‌نشانی می‌تواند باعث افت فشار در برخی نقاط شبکه شود. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که استفاده از روش تحلیل هیدرولیکی

عنوان: کیفیت آب: مبانی و محاسبات (Water Treatment and Reuse, Theory and Design Examples)

جلد اول: اصول، مبانی تصفیه پایه، فصل ۱ تا ۱۰

جلد دوم: تصفیه ثانویه، استفاده مجدد و دفع، فصل ۱۱ تا ۱۵

پدیدآورندگان: Seyed R Qasim, Guang Zhu

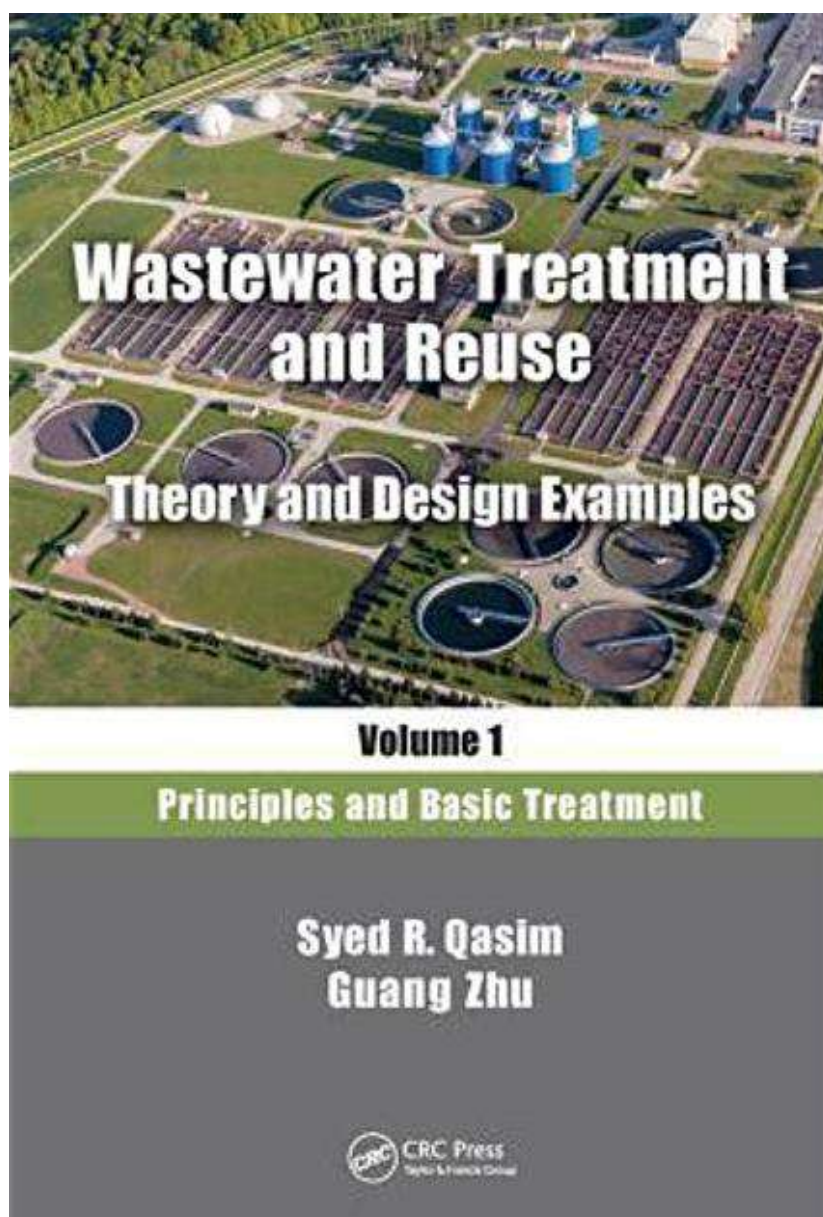
مترجمین: مهران سپید دست، زهرا سلیمی، سید فخرالدین طاهرزاده موسویان

ویراستار: عزیز موسوی

ناشر: CRC Press, Taylor & Francis Group

ناشر ترجمه: کتابراه

سال اولین چاپ: ۲۰۱۸



این کتاب ضمن آموزش و ارائه نمونه سوال‌های متعدد در زمینه فرآیندهای تصفیه فاضلاب و استفاده مجدد از آن، یک منبع تلفیقی با ارزش، برای دسترسی سریع و آسان به تعداد زیادی تمرین است. طی دهه گذشته، پیشرفت‌ها و تغییرات بسیار زیادی در زمینه تصفیه فاضلاب صورت گرفته است. شبیه‌سازی و مدل‌سازی کامپیوتری، بازیابی و استفاده مجدد از پساب، فرآیندهای غشایی، کاهش و استفاده از

جامدات آلی، بازیابی مواد مغذی و بهینه‌سازی مصرف انرژی، درک بیشتر نظریه و اصول فرآیندهای تصفیه و استفاده از این اصول در طراحی تأسیسات است. هدف نویسندگان کتاب عبارت است از: اول، ارائه تئوری مربوط به فرآیندهای تصفیه فاضلاب به صورت خلاصه؛ دوم، تعریف پارامترهای مهم طراحی دخیل در فرآیند و سوم، طراحی گام به گام مثال‌های عددی و واقعی از مراحل فرایندی.

این کتاب در دو جلد نوشته شده است. اصول، مبانی و تصفیه پایه در جلد ۱، که فصل ۱ تا ۱۰ را شامل می‌شود، و جلد ۲ شامل فصل‌های ۱۱ تا ۱۵ برای پوشش فرآیندهای پس از تصفیه است. جلد ۱: اصول، مبانی و تصفیه پایه. فصل ۱ شامل خلاصه‌ای از تاریخچه کلی تصفیه فاضلاب در گذشته، حال و آینده است. فصل ۲ و ۳ مباحث استوکیومتری واکنش جنبشی، بقای جرم، تئوری راکتورها و بقای جریان و جرم را پوشش می‌دهد. منابع فاضلاب شهری، جریان و ویژگی‌های آن در فصل‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. فصل ۶ با نگاهی عمیق‌تر به اهداف تصفیه فاضلاب، ملاحظات طراحی و فرآیندهای پردازش و نمودارهای فرایندی را ارائه می‌دهد. فرآیندهای پیش تصفیه در فصل‌های ۷ و ۸ پوشش داده شده است. این مرحله شامل آشغالگیر و حذف شن و ماسه (دانه‌گیر) است. فصل ۹ به تصفیه اولیه و رسوب‌گذاری ساده و یا به کمک مواد شیمیایی پرداخته است. در نهایت فصل ۱۰ به فرایند تصفیه بیولوژیکی و حذف مواد مغذی می‌پردازد.

جلد ۲: تصفیه ثانویه، استفاده مجدد و دفع. فصل ۱۱ شامل فرایندهای عمده گندزدایی پساب است، درحالی‌که فصل ۱۲ به دفع پساب و استفاده مجدد از آن می‌پردازد. فصل ۱۳ به مدیریت لجن، بازیابی منابع و استفاده مجدد از جامدات آلی اختصاص داده شده است. پلان تصفیه‌خانه، لوله‌کشی حیاط، هیدرولیک تصفیه‌خانه و ابزار دقیق و کنترل در فصل ۱۴ پوشش داده شده است. ارتقای امکانات تصفیه ثانویه، به کارگیری زمین، تالاب‌ها، فیلتراسیون، جذب کربنی، BNR و MBR و فرآیندهای پیشرفته تصفیه فاضلاب مانند تبادل یونی، فرآیندهای غشایی و تقطیر برای کانی‌زدائی در فصل ۱۵ مورد مطالعه قرار گرفته است.



جلد ۱ فصل‌های ۱-۳



اخبار و فعالیت های عمده انجام شده انجمن آب و فاضلاب ایران در سه ماهه دوم سال ۱۳۹۸ به شرح زیر است:

- انتشار پنجمین شماره از سال سوم نشریه علمی - ترویجی علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران
- برگزاری سومین جلسه کمیته کیفیت آب انجمن آب و فاضلاب ایران (۹۸/۰۴/۰۳)
- برگزاری سی و یکمین جلسه هیئت مدیره انجمن آب و فاضلاب ایران (۹۸/۰۴/۰۴)
- مشارکت در برگزاری نشست تخصصی آب و توسعه پایدار در کاشان (۹۸/۰۴/۰۶)
- تشکیل اولین جلسه شورای سیاست گذاری کنگره سال ۱۳۹۹ در دانشگاه شیراز (۹۸/۰۴/۰۹)
- تشکیل دومین جلسه شورای سیاست گذاری همایش همایش مدیریت مصرف (۹۸/۰۴/۱۱)
- برگزاری ششمین جلسه کمیته تخصصی بازیافت آب (۹۸/۰۴/۲۵)
- ملاقات نمایندگان انجمن آب و فاضلاب با نمایندگان اتاق بازرگانی (۹۸/۰۴/۲۵)
- سومین جلسه شورای سیاست گذاری همایش مدیریت مصرف (۹۸/۰۴/۲۵)
- مشارکت در برگزاری کارگاه تخصصی در رابطه با آموزش ایجاد استارت آپ در حوزه آب و فاضلاب توسط شرکت CEWAS سوئیس (۹۸/۰۴/۲۶)
- فراخوان ایده های کاربردی بازیافت آب خاکستری در محیط شهری (۹۸/۰۴/۳۱)
- انتشار چهارمین خبرنامه انجمن آب و فاضلاب ایران (تیرماه ۱۳۹۸)
- برگزاری دومین جلسه هیئت مدیره اتحادیه انجمن های علوم آب (۹۸/۰۵/۰۱)
- برگزاری چهاردهمین جلسه کمیته تخصصی تلفات آب (۹۸/۰۵/۰۸)
- برگزاری چهارمین جلسه شورای سیاست گذاری همایش مدیریت مصرف (۹۸/۰۵/۰۸)
- تشکیل سی و دومین جلسه هیئت مدیره انجمن آب و فاضلاب ایران (۹۸/۰۵/۱۵)
- تشکیل جلسه پنجم شورای سیاست گذاری همایش سال ۱۳۹۸ (۹۸/۰۵/۱۹)
- تشکیل جلسه ششم شورای سیاست گذاری همایش سال ۱۳۹۸ (۹۸/۰۵/۲۰)
- انتشار چهل و یکمین خبرنامه انجمن آب و فاضلاب ایران (مرداد ماه ۱۳۹۸)
- تشکیل هفتمین جلسه شورای سیاست گذاری دومین همایش ملی مدیریت مصرف (۹۸/۰۶/۰۵)
- تشکیل هشتمین جلسه شورای سیاست گذاری دومین همایش ملی مدیریت مصرف (۹۸/۰۶/۱۷)
- انتشار اولین شماره از سال چهارم نشریه علمی - ترویجی علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران
- تشکیل اولین جلسه کمیته علمی دومین همایش ملی مدیریت مصرف آب (۹۸/۰۶/۲۵)
- تشکیل جلسه مشترک با شورا و کمیسیون انجمن های آب (۹۸/۰۶/۲۶)
- انتشار چهل و دومین خبرنامه انجمن آب و فاضلاب ایران (شهریورماه ۱۳۹۸)



انجمن آب و فاضلاب ایران
IWWA
Iran Water & Wastewater Association

خبرنامه انجمن آب و فاضلاب ایران

IWWA Newsletter

<http://www.iwwa.ir>

خبرنامه انجمن آب و فاضلاب ایران سال سوم - شماره چهل و نهم - مرداد، ماه ۱۳۹۸

اطلاعات تماس:

info@iwwa.ir
۰۲۱-۸۸۳۹۱۳۹۰

تلفنی: بستی:

تهران، خیابان طالقانی، بین خیابان قفس و وصال، پلاک ۲۲۹، طبقه ۴، واحد ۷

نشانی تلگرام:

https://t.me/iwwa_news

نشانی لینکدین:

https://www.linkedin.com/in/iwwa-iwwa



مطالب این شماره:

- اخبار انجمن
- رویدادهای پیش رو
- اخبار صنعت

همکاران خبرنامه:

دکتر سارا نظیف

دکتر مسعود تلش

مهندس سید احمدرضا شاهنکیان

سروش تلش

سخن اول:

مسئله شماره ۳۳

به نظر می‌رسد مشکل کبر آب آسمان بارشها، بارشهای قابل توجه آن خورن چیست؟

۱- عدم وجود منابع کس

۲- عدم مدیریت صحیح منابع

۳- تراکم پیاپی میزان مصرف از ظرفیت آن

لطفاً شماره گزینه منتخب خود را به آدرس ایمیل comp.iwwa@gmail.com تا ۲۸ مهر ارسال فرمایید. فر فرست subject: شماره مسأله را وارد کنید. در پایان هر ماه به نفر برگزیده به شدت فرقه هدیای ارزشمند

بازهم با فرارسیدن تابستان مشکل کمبود آب و قطعی در برخی شهرهای کشور را شاهد بودیم هرچند که سال این جاری، سالی پر آب بوده است؛ به راستی مشکل چیست و چرا سیستم های تامین و توزیع آب در شرایط پیک مصرف همواره با مشکل مواجه هستند؟ آیا روند و شیوه طراحی ها با اشکال مواجه است؟ آیا در طراحی برآورد ها و تحلیل ها دقت لازم را ندارد؟ آیا مشکل در مدیریت سلفه و سیستمهای تامین و توزیع آب است؟ جایگاه مصرف کنندگان در این میان چیست؟ آیا اینجا میتوانست متغیر از تغییرات اقلیمی و فرهنگی در کشور باشد؟

اینجا و هزاران سوال دیگر مواریدی است که باید به صورت جدی و جامع در کشور مورد ملاحظه قرار گیرد تا بتوان این مشکل را برای همیشه رفع نمود و به خواسته های مصرف کنندگان پاسخی شایسته داد. رهايات مصرف کنندگان سرمایه ای ارزشمند است که نباید آن را به راحتی از دست داد.



انجمن آب و فاضلاب ایران
IWWA
Iran Water & Wastewater Association

خبرنامه انجمن آب و فاضلاب ایران

IWWA Newsletter

<http://www.iwwa.ir>

خبرنامه انجمن آب و فاضلاب ایران سال سوم - شماره چهلیم - تیر ماه ۱۳۹۸

اطلاعات تماس:

info@iwwa.ir
۰۲۱-۸۸۳۹۱۳۹۰

تلفنی: بستی:

تهران، بین خیابان طالقانی، بین خیابان قفس و وصال، پلاک ۲۲۹، طبقه ۴، واحد ۷

نشانی تلگرام:

https://t.me/iwwa_news

نشانی لینکدین:

https://www.linkedin.com/in/iwwa-iwwa



مطالب این شماره:

- اخبار انجمن
- رویدادهای پیش رو
- اخبار صنعت

همکاران خبرنامه:

دکتر سارا نظیف

دکتر مسعود تلش

مهندس سید احمدرضا شاهنکیان

سروش تلش

سخن اول:

مسئله شماره ۳۴

این دو مسأله را به طور جدی در مورد محتوای حرفه‌ای و فنی و ادبی و امین کنید. شرکت کنندگان به قیود یک بار یک جواب نه نه در سبب اجبار من خواهد گرفت.

به نظر می‌رسد چه روشی در خدمت به اهداف با اهمیت خواهد بود.

۱- انبار آوری

۲- انبار فنی

در زمانهای بحران و بحرانهای مرتبط

لطفاً شماره گزینه منتخب خود را به آدرس ایمیل comp.iwwa@gmail.com تا ۲۶ شهریور ارسال فرمایید. فر فرست subject: شماره مسأله را وارد کنید. در پایان هر ماه به نفر برگزیده به شدت فرقه هدیای ارزشمند

به چهلیمین شماره خبرنامه انجمن آب و فاضلاب ایران رسیدیم. بسیار خوشحالیم که در این ۴۰ ماه همراه شما بودیم و امیدواریم خبرنامه هرچند اندک توانسته باشد برای شما عزیزان مفید فایده واقع شود. بسیار سپاسگزار خواهیم شد اگر ما را مورد لطف خود قرار داده و انتقادات و پیشنهادات خود را در مورد محتوا و ساختار خبرنامه یا ما در میان بگذارید تا بتوانیم هرچه بیشتر در مسیر نظرات و خواسته های شما گام برداریم. درصددیم تغییرات بنیادی در خبرنامه ایجاد نماییم و دریافت نظرات شما مطمئناً کمکی بسیار بزرگ در این مسیر خواهد بود.



انجمن آب و فاضلاب ایران
IWWA
Iran Water & Wastewater Association

خبرنامه انجمن آب و فاضلاب ایران

IWWA Newsletter

<http://www.iwwa.ir>

خبرنامه انجمن آب و فاضلاب ایران سال چهارم - شماره چهل و دوم - شهریور ماه ۱۳۹۸

اطلاعات تماس:

info@iwwa.ir
۰۲۱-۸۸۳۹۱۳۹۰

تلفنی: بستی:

تهران، خیابان طالقانی، بین خیابان قفس و وصال، پلاک ۲۲۹، طبقه ۴، واحد ۷

نشانی تلگرام:

https://t.me/iwwa_news

نشانی لینکدین:

https://www.linkedin.com/in/iwwa-iwwa



مطالب این شماره:

- اخبار انجمن
- رویدادهای پیش رو
- اخبار صنعت
- هادش حدسوست صرف

همکاران خبرنامه:

دکتر سارا نظیف

دکتر مسعود تلش

مهندس سید احمدرضا شاهنکیان

پروا سلیمانی

سخن اول:

مسئله شماره ۳۸

به نظر شما فناوری از عوامل زیر عامل بهترین تاثیر منفی ناشی از طرحهای انتقال آب دریا است؟

۱- هزینه زیاد و قیمت تمام شده بالا

۲- اثرات زیست محیطی

۳- اثرات زیست محیطی

لطفاً شماره گزینه منتخب خود را به آدرس ایمیل comp.iwwa@gmail.com تا ۲۰ آبان ارسال فرمایید. فر فرست subject: شماره مسأله را وارد کنید. در پایان هر ماه به نفر برگزیده به شدت فرقه هدیای ارزشمند

در ماههای اخیر بحث در مورد نمک زدایی آب دریا و انتقال آن به فلات مرکزی بسیار داغ شده است. دو نمونه بارز این طرحها یکی انتقال آب دریای خزر به استان سمنان و دیگری انتقال آب دریای عمان به سه استان سیستان و بلوچستان و خراسانهای جنوبی و رضوی است. در این موارد چالشها و سوالات بسیاری مطرح است که لازم است قبل از اجرا، مطالعات و بررسیهای لازم در مورد آن انجام شود و پاسخهای قانع کننده ای برای جامعه علمی و کارشناسی کشور ارائه شود. ازجمله: مباحث زیست محیطی در طول مسیر اجرا و همچنین دفع نمک حاصل از آب شیرین کنها، هزینه برق مصرفی ایستگاههای پمپاژ و تبعات زیست محیطی مربوطه، قیمت تمام شده آب و توان پرداخت مصرف کنندگان، امکان تشویق توسعه فعالیتهای آب پر از جمله کشاورزی و مهمتر از همه کم رنگ شدن بحث مدیریت تلفات و مصرف و سازگاری با کم آبی.

کنفرانس‌های داخلی

عنوان کنفرانس	برگزارکننده	محل برگزاری	تاریخ برگزاری	سایت کنفرانس
دومین کنگره ملی شیمی و نانو شیمی از پژوهش تا فناوری	انجمن علوم و فناوری‌های شیمیایی ایران	تهران	۲۲ و ۲۳ آبان ۱۳۹۸	http://iccnrt.com/fa/
اولین کنگره بین‌المللی و چهارمین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران	انجمن آبیاری و زهکشی ایران - دانشگاه ارومیه	ارومیه	۲۲ و ۲۳ آبان ۱۳۹۸	http://inciid2019.ir/fa/
اولین همایش ملی راهبردهای سازگاری با کم آبی در مناطق خشک و نیمه خشک	دانشگاه حکیم سبزواری	سبزوار	۲۸ آبان ۱۳۹۸	https://www.symposia.ir/WRMS01
دومین همایش ملی حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی	دانشگاه صنعتی مالک اشتر، دانشگاه مازندران، نشریه مدیریت بحران و اداره کل پدافند غیرعامل استان	مازندران	۲۸ تا ۲۹ آبان ۱۳۹۸	http://www.cip2019.ir/
هشتمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران	دانشگاه فردوسی مشهد - انجمن سیستم‌های سطوح آبگیر ایران	مشهد	۵ و ۶ آذر ۱۳۹۸	https://rcsconf8.ir/fa/
دومین همایش ملی مدیریت مصرف آب با رویکرد کاهش هدررفت و بازیافت	انجمن آب و فاضلاب ایران - دانشگاه تهران	تهران	۱۹ تا ۲۱ آذر ۱۳۹۸	http://www.iwwa-conf.ir/
هجدهمین کنفرانس ملی هیدرولیک ایران	انجمن هیدرولیک ایران - دانشگاه تهران	تهران	۱۶ و ۱۷ بهمن ۱۳۹۸	http://www.conf.iha.ir/
هفدهمین همایش ملی ارزیابی اثرات محیط‌زیستی ایران	انجمن ارزیابی محیط‌زیست ایران	تهران	۳۰ بهمن و ۱ اسفند ۱۳۹۸	http://iraneia.ir/fa/AnnouncementDetails.aspx?AnnouncementId=5154
کنفرانس ملی پدافند غیرعامل با رویکرد حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی کشور CIP	انجمن علمی پدافند غیرعامل	تهران	۵ و ۶ اسفند ۱۳۹۸	https://www.symposia.ir/CIPD01
اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت یکپارچه منابع آب در گذر زمان	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری	ساری	۲۳ و ۲۴ مهر ۱۳۹۹	http://iwrmt2020.sanru.ac.ir/fa/

کنفرانس‌های خارجی

عنوان کنفرانس	محل برگزاری	تاریخ برگزاری	سایت کنفرانس
2019 Innovation Conference on Sustainable Wastewater Treatment and Resource Recovery	Shanghai, China	25 – 28 November 2019	http://www.nrr2019.com/
16th International Specialised Conferences on Small Water and Wastewater Systems	Murdoch, Australia	1 – 5 December 2019	http://www.swws2019.com/
IWA Water and Development Congress & Exhibition 2019	Colombo, Sri Lanka	1 – 5 December 2019	http://www.waterdevelopmentcongress.org/
The North American Water Loss Conference & Exposition – Supported	Nashville, USA	3 – 5 December 2019	https://www.awwa.org/Events-Education/Water-Loss
Water Management in Cold Climate 2020	Harbin, China	12 – 14 December 2019	https://wmcc2020.net/
15th IWA International Watershed & River Basin	Quy Nhon, Vietnam	9 – 13 February 2020	https://www.icisequynhon.com/conferences/2020/IWA_specialist_conference_on

water basin and river management/			Management Conference
http://iwa-ywp.pl/	12 – 14 February 2020	Warsaw, Poland	2nd IWA Polish Young Water Professionals Conference
http://www.ywpbenelux.org/	12 – 14 February 2020	Luxembourg, Luxembourg	6th IWA Young Water Professionals Conference of the BeNeLux
http://www.iwa-win.org/	30 March – 2 April 2020	Nanjing, China	IWA Conference Water in Industry 2020
http://wwetc2020.eap.gr/	28 – 30 April 2020	Istanbul, Turkey	6th IWA International Symposium on Water, Wastewater and Environment in Ancient Civilizations: Traditions and Cultures
http://www.lwwtp2020.net/	10 – 14 May 2020	Vienna, Austria	13th IWA Specialised Conference on Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants
http://iwa-ywp.eu/	20 – 23 May 2020	Riga, Latvia	12th Eastern European Young Water Professionals Conference : Water for All – Water for Nature, Reliable Water Supply, Wastewater Treatment
http://capdevsymposium.un-ihe.org/	27 – 29 May 2020	Delft, Netherlands	6th International Symposium on Knowledge and Capacity for the Water Sector: From capacity development to implementation science (Supported)
https://iwa-let.org/	1 – 5 Jun 2020	Reno, USA	LET2020 – The 17th IWA Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies
https://www.waterloss2020.org/en/index.html	7 – 10 June 2020	Shenzhen, China	Water Loss 2020
http://www.iwa-nrr.org/	8 – 12 June 2020	Espoo, Finland	Nutrient removal and recovery conference
http://www.ecostp2020.polimi.it/	22 – 26 Jun 2020	Milano, Italy	5th International Conference on Ecotechnologies for Wastewater Treatment (ecoSTP2020) “Impacting the environment with innovation in wastewater treatment”
https://www.siww.com.sg/events/details/water-convention-2020	5 – 9 July 2020	Singapore, Singapore	Singapore International Water Week – Water Convention 2020
https://www.futureafrica.science/	21 – 24 July 2020	Pretoria, South Africa	1st IWA Non-Sewered Sanitation Conference, 21 to 24 July 2020, Future Africa Campus, University of Pretoria, Pretoria – South Africa
https://www.wrrmod2020.org/	22 – 26 August 2020	Arosa, Switzerland	WRRmod2020: 7th IWA Water Resource Recovery Modelling Seminar
https://iwa-network.org/events/17th-specialised-conference-on-small-water-and-wastewater-systems-and-9th-specialised-conference-on-resources-oriented-sanitation/	14 – 17 September 2020	Belo Horizonte, Brazil	17th Specialised Conference on Small Water and Wastewater Systems and 9th Specialised Conference on Resources Oriented Sanitation
http://worldwatercongress.org/	18 – 23 October 2020	Copenhagen, Denmark	IWA World Water Congress & Exhibition 2020



دومین همایش ملی مدیریت مصرف آب بارویکرد کاهش هدررفت و بازیافت

زمان: ۱۹ تا ۲۱ آذر ماه ۱۳۹۸
مکان: دانشگاه تهران

2nd NATIONAL CONFERENCE ON
WATER CONSUMPTION MANAGEMENT
LOSS REDUCTION & REUSE
10-12 DEC. 2019 - TEHRAN-IRAN

محورهای همایش

- کاهش مصرف و ارتقای بهره‌وری آب در بخش‌های شرب و صنعت
- فناوری‌های ساده و ارزان قیمت بازیافت پساب و مدیریت مصرف
- پایش کمی و کیفی پساب بازیافتی و کاهش ریسک استفاده از آن
- تحلیل پایداری و پیوند آب-انرژی در سامانه‌های آبرسانی
- هوشمندسازی شبکه‌های توزیع آب، بهره‌برداری از تاسیسات آب و فاضلاب در شرایط بحرانی
- رویکردهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و حقوقی در مدیریت مصرف و استفاده از پساب
- کاهش آب بدون درآمد در سامانه‌های آبرسانی
- مدیریت و بازیافت زهاب کشاورزی

مهلت ارسال مقالات کامل: ۲۰ مهر ماه ۱۳۹۸



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



UNESCO Chair
on Water Issues
University of Tehran, Iran



آدرس دبیرخانه، تهران، خیابان انقلاب، خیابان قدس،
کوچه فردانش، پلاک ۱۱، دفتر گرسی یونسکو در بازیافت آب
تلفن: ۰۲۱-۸۸۹۷۰۳۷۵، فکس: ۰۲۱-۸۸۹۷۴۶۳۹

iwwa-conf.ir
info@iwwa-conf.ir
@WCM2

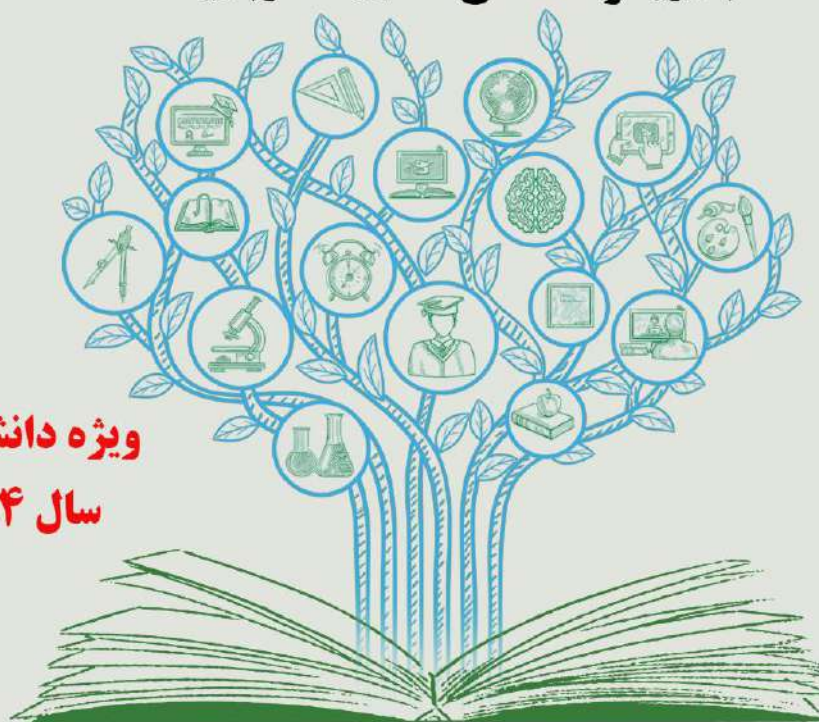


Sponsored and Indexed by
CIVILICA
We Respect the Science



فرخوان چهارمین دوره انتخاب پایان نامه برتر
باموضوع

مدیریت مصرف آب



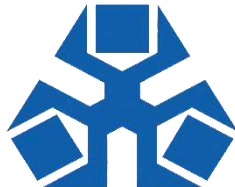
ویژه دانش آموختگان
سال ۱۳۹۴ به بعد

انجمن آب و فاضلاب ایران در نظر دارد در چهارمین دوره برگزاری مسابقات پایان نامه برتر، به منظور ترویج تحقیقات بنیادی و کاربردی در حوزه علوم و آب و فاضلاب، پایان نامه های برتر در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری با رویکردهای زیر را مورد تشویق قرار دهد.

- کاهش مصرف و ارتقای بهره‌وری آب در بخش‌های شرب و صنعت
- فناوری‌های ساده و ارزان قیمت بازیافت پساب و مدیریت مصرف
- پایش کمی و کیفی پساب بازیافتی و کاهش ریسک استفاد از آن
- تحلیل پایداری و پیوند آب-انرژی در سامانه‌های آبرسانی
- کاهش آب بدون درآمد در سامانه‌های آبرسانی
- هوشمندسازی شبکه‌های توزیع آب، بهره‌برداری از
- تاسیسات آب و فاضلاب در شرایط بحرانی
- رویکردهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و حقوقی در
- مدیریت مصرف و استفاده از پساب
- مدیریت و بازیافت زهاب کشاورزی

از علاقه‌مندان دعوت می‌شود تا برای شرکت در مابقی فایل پایان نامه به همراه مقالات منتشر شده علمی و پژوهشی خود را حداکثر تا تاریخ ۲۰ مهرماه ۱۳۹۸ از طریق سایت انجمن به نشانی IRWWA.IR برگزیداری نمایند. جوایز مابقی پایان نامه برتر همزمان با برگزیداری دومین همایش ملی مدیریت مصرف در آذرماه ۱۳۹۸ اعطا می‌شود.



 شرکت مهندسی کشفان	 سیال کنترل FLUID CONTROL ما راهی را پیدا می کنیم	 مهندسین مشاور آبخوان منابع آب - تأسیسات شهری - سدسازی - کشاورزی، منابع طبیعی و دامپروری - حفاظت و مهندسی رودخانه - محیط زیست
 MZA	 پادیاب تجهیز	 PERSIA ARAS JONOUB Co.
 S.A.A سنتجش افزار آسیا (با مسئولیت محدود)	 سپید یاس فراز (سهامی خاص)	 Hp Aida company شرکت مهندسی حلیل آب پایدار
 شرکت فناوری زیست محیط شیراز صبا تأسیسات ۱۵۲۲	 ماشین سازی اراک	 مهاب غودس شرکت مهندسی مشاور MAHAB GHODSS CONSULTING ENGINEERING CO.
 مهندسین مشاور آببران	 SafBon	 تالیه همیشه یک گام جلوتر TALAYEH INDUSTRIAL COMPLEX تأسیس ۱۳۵۹
 BOLANDA تجهیزات بهداشتی پلندا (خط ۰۲۱-۳۳۳۴۵۰۰۰ - ۰۲۱-۳۳۳۴۵۰۰۰) www.bolanda-co.com @bolandafaucets	 مهندسین مشاور آراب (سهامی خاص) رسته کارهای آبی - معماری و ژئوتکنیک	 آبساران مهندسین مشاور Absaran Consulting Engineers www.absaran-co.ir
 گوه مینا شرکت مهندسی و ساخت بویلر و تجهیزات مینا	 FAPCO شرکت فرآیند ارف کام پوداز	
 مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب فاضلاب	 هپیکو شرکت توسعه خط لوله هامون Hamoon Pipe Line Development Company Hapico	

شرکت ماشین سازی اراک

شرکت ماشین سازی اراک با توجه به توانایی‌های فنی و زیر ساختی اقدام به عقد تفاهم‌نامه تولید مشترک با شرکت اکسیر پویش دیبا نموده و از این طریق زمینه دستیابی پایدار و گسترده‌تر به بازار فناوری تصفیه فاضلاب و لجن حاصل از فرایند فراهم خواهد شد. از طرفی با توجه به ورود شرکت ماشین سازی اراک به طراحی و ساخت تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، در خصوص انجام آزمایشات اولیه برای طراحی سیستم تصفیه‌خانه و آزمایشات نهایی به‌منظور آگاهی از راندمان تصفیه‌خانه‌های طراحی شده نیاز به تجهیز آزمایشگاه تخصصی آب و فاضلاب امری الزامی به‌نظر می‌رسید، لذا در این خصوص با مذاکرات انجام شده با شرکت در تیم از طریق تنفیذ قرارداد مشارکت فضای آزمایشگاهی از سوی ماشین‌سازی و تجهیزات مورد نیاز از طریق انتقال بخشی از تجهیزات آزمایشگاهی واحد فنور به شرکت ماشین سازی اراک شرایط مناسب فراهم شده است. با استقرار این تجهیزات در محل آزمایشگاه مرکزی شرکت ماشین سازی اراک این مکان به یکی از بزرگترین آزمایشگاه‌های تخصصی در حوزه آب و فاضلاب در کشور تبدیل شده است.



شرکت معین زیست آریا

شرکت معین زیست آریا، تولیدکننده سامانه‌های آب شیرین کن بدون پساب (ZLD) و برج خنک‌کننده بسته (بدون مصرف آب) است. در سامانه ZLD، پساب‌های نامتعارف و با شوری بسیار بالا وارد سامانه شده و در مقابل آب مقطر و نمک خشک خارج می‌شود تا از این طریق، پساب‌های نامتعارف و مضر تصفیه شوند. در سامانه برج خنک‌کننده بسته، آب خنک مورد نیاز جهت سردسازی تجهیزات، بدون مصرف آب، بدون محدودیت دما و رطوبت و با راندمان ۱۰۰ درصد بازیابی آب تأمین می‌شود.



شرکت مهندسی و ساخت بویلر و تجهیزات مپنا

شرکت مهندسی و ساخت بویلر و تجهیزات مپنا، شرکتی است توانمند که مسئولیت طراحی، ساخت، تامین، نصب و راه‌اندازی و خدمات پس از فروش انواع بویلر و تجهیزات ثابت صنایع نیروگاهی، نفت و گاز و پتروشیمی و سیستم‌های آب شیرین کن و تصفیه‌خانه‌های آب را برعهده دارد. این شرکت با اتکا به نیروی انسانی کارآمد، جذب و ارتقا دانش فنی، بهره‌گیری حداکثری از ظرفیت تولید شرکت و همکاری با تامین‌کنندگان معتبر داخلی و خارجی، ضمن حفظ حقوق سهامداران و کسب رضایت مشتریان، در راستای توسعه پایدار جامعه و تحقق چشم‌انداز بیست ساله کشور گام برمی‌دارد.



از علاقه‌مندان به حوزه‌های مرتبط با علوم و صنعت آب و فاضلاب دعوت می‌شود تا برای شروع فرآیند عضویت خود در انجمن آب و فاضلاب ایران، از طریق لینک <http://irwwa.ir>، به سایت انجمن مراجعه و با ایجاد حساب کاربری در سایت، اقدام به دریافت نام کاربری و رمز ورود اقدام کنند. سپس وارد حساب کاربری خود شده و گزینه عضویت را انتخاب نموده و با تکمیل فرم عضویت حقیقی، عضویت خود را در انجمن تکمیل نمایند. مراحل پرداخت حق عضویت و اعطای کارت پس از ارسال ایمیل تأییدیه از سوی انجمن، شروع خواهد شد.

حق عضویت اعضای حقیقی

نوع	مبلغ (ریال)
حق عضویت با تاخیر سالهای ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ (به ازای هر سال)	۵۵۰۰۰۰
حق عضویت دو ساله (۱۳۹۸ و ۱۳۹۹)	۱۰۰۰۰۰۰
حق عضویت چهار ساله با تخفیف (۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱)	۱۸۰۰۰۰۰
هزینه صدور و ارسال کارت عضویت (در صورت تمایل به دریافت کارت غیر کاغذی)	۳۰۰۰۰۰

حق عضویت اعضای حقوقی

نوع شرکت	حق عضویت سالانه (ریال)
کوچک	۳۰۰۰۰۰۰
متوسط	۶۰۰۰۰۰۰
بزرگ	۱۰۰۰۰۰۰۰

هزینه چاپ آگهی در نشریات انجمن

نوع	مبلغ (ریال)
۱ صفحه در یک شماره	۱۲۵۰۰۰۰۰
۲ صفحه در یک شماره	۲۵۰۰۰۰۰۰
۱ صفحه در چهار شماره پیاپی*	۵۰۰۰۰۰۰۰
۲ صفحه در چهار شماره پیاپی*	۸۰۰۰۰۰۰۰

* شامل یک سال عضویت حقوقی انجمن

شماره حساب: ۱۳۵۷۲۰۶۲۳

شماره شبای: IR9301800000000000135720623

شماره کارت مجازی: ۵۸۵۹-۸۳۷۰-۰۰۱۲-۶۲۵۶

بانک تجارت شعبه اردیبهشت (کد ۱۸۷) به نام انجمن آب و فاضلاب ایران
لطفا اسکن فیش واریزی را به ایمیل انجمن (info@irwwa.ir) ارسال فرمایید.

مزایای عضویت در انجمن آب و فاضلاب ایران

مزایای عضویت					عضویت حقیقی			عضویت حقوقی (شرکت‌ها)	
					پیوسته	وابسته	کوچک	متوسط	بزرگ
تخفیف شرکت در کنفرانس‌های انجمن					٪۲۰	٪۲۰	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰
تخفیف شرکت در نمایشگاه‌های انجمن					-	-	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰
تخفیف شرکت در دوره‌های آموزشی انجمن					٪۲۰	٪۲۰	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰
تخفیف شرکت در کارگاه‌ها و بازدیدهای انجمن					٪۲۰	٪۲۰	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰
تخفیف چاپ مقالات در مجلات انجمن					٪۲۰	٪۲۰	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰
تخفیف چاپ آگهی در مجلات انجمن*					-	-	٪۲۰	٪۲۰	٪۲۰
تخفیف خرید مقاله از مجلات انجمن					٪۲۰	٪۲۰	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰
تخفیف خرید انتشارات انجمن					٪۲۰	٪۲۰	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰
امکان صدور معرفی‌نامه عضویت در انجمن					*	*	*	*	*
اطلاع‌رسانی و امکان حضور در نشست‌ها، گردهمایی‌ها و کارگاه‌های انجمن					*	*	*	*	*
دسترسی به اطلاعات سایت انجمن					*	*	*	*	*
					*	*	*	*	*
					*	*	*	*	*

محتویات مقاله است و شکل‌ها و جدول‌ها در جای خود جانمایی شده‌اند.

- فایل pdf مقاله بدون نام نویسندگان که شامل کلیه اجزا و محتویات مقاله است و شکل‌ها و جدول‌ها در جای خود جانمایی شده‌اند.

- فایل مشخصات نویسندگان.

- فایل حق چاپ (Copy Right): نامه‌ای است که نویسندگان با مضمون تعهد ارسال مقاله فقط برای مجله علوم و مهندسی آب و فاضلاب تهیه می‌کنند و با امضای کلیه مولفین با ترتیبی که قرار است چاپ شود، ارسال می‌نمایند (نمونه این نامه در زمان ثبت مقاله در قسمت نامه به سردبیر قابل رویت است).

❖ **نرم‌افزار حروف چینی:** نرم‌افزار Microsoft Word 2013

❖ **عنوان:** کوتاه اما معرف محتوای مقاله است و از ۱۵ واژه تجاوز نمی‌کند.

❖ **نام نویسنده(گان):**

به‌همان ترتیبی که در مقاله چاپ می‌شود، در یک فایل جداگانه به‌طور کامل آورده می‌شود. عناوین دانشگاهی نویسنده(گان) به‌ترتیب نویسنده: مرتبه علمی، گروه، دانشکده، دانشگاه، شهر، کشور نشان داده می‌شود. عناوین غیر دانشگاهی نیز به‌ترتیب عنوان آخرین مدرک دانشگاهی، سمت، محل کار، شهر و کشور نشان داده شود. ثبت اسامی تمامی نویسندگان به‌همراه پست الکترونیکی و اطلاعات تماس ایشان در سامانه الزامی است. با توجه به سیستم الکترونیک مجله برای پیشبرد وضعیت مقالات، مقاله مستقیماً برای داور ارسال می‌شود، لذا تاکید می‌شود که فایل‌های ارسالی به مجله فاقد نام نویسنده(گان) باشد. در غیر این‌صورت تا اصلاح شدن فایل، ارسال مقاله برای داوران متوقف می‌شود.

❖ **نام مؤسسه:**

نام مؤسسه در بخش فارسی و انگلیسی منطبق بر نام مصوب و رایج مؤسسه است (نام رسمی مندرج در سربرگ رسمی مؤسسات، دانشگاه‌ها، سازمانها و ...).

❖ **چکیده فارسی:**

شامل مقدمه، مواد و روش‌ها (روش تحقیق)، نتایج و بحث و نتیجه‌گیری است. حداقل تعداد کلمات در چکیده ۱۵۰ و حداکثر ۲۵۰ کلمه باشد.

❖ **چکیده انگلیسی:** باید دقیقاً معادل چکیده فارسی باشد.

❖ **واژه‌های کلیدی فارسی و انگلیسی:**

باید یکسان و شامل حداقل چهار و حداکثر شش واژه مجزا باشد که موضوع تحقیق، بیشتر پیرامون آن‌ها است.

❖ **متن مقاله:**

نویسندگان محترم پس از آماده‌سازی مقاله مطابق راهنمای تدوین مقالات، از طریق ثبت‌نام در سامانه الکترونیک مجله علوم و مهندسی آب و فاضلاب به آدرس jwwse.ir می‌توانند وارد صفحه شخصی خود شده و با تکمیل بخش‌های مربوطه، مقاله خود را ارسال نمایند.

توجه به نکات زیر در ارسال مقاله ضروری است:

- ارسال مقاله منحصراً از طریق ثبت‌نام در سامانه الکترونیک مجله علوم و مهندسی آب و فاضلاب انجام می‌شود.
- نویسنده‌ای که برای بار چندم اقدام به ارسال مقاله می‌نماید، حتماً باید از طریق صفحه شخصی قبلی خود نسبت به ارسال مقاله اقدام نموده و به‌هیچ عنوان دوباره در سامانه ثبت نام نکند.
- وارد کردن اسامی و اطلاعات کامل تمامی نویسندگان در سامانه و در محل مربوط به مشخصات نویسندگان مقاله، الزامی است.

- نویسندگان در طی مراحل ارسال مقاله، در قسمت نامه به سردبیر، متعهد می‌شوند که مقاله صرفاً برای مجله علوم و مهندسی آب و فاضلاب تهیه شده و برای چاپ یا ارزیابی به مجله دیگری ارائه نشده است.

- نویسندگان در قسمت ارسال فایل‌ها با ارسال یک فایل word که به امضای همه نویسندگان رسیده است، حق چاپ مقاله را به مجله علوم و مهندسی آب و فاضلاب واگذار می‌نمایند. در غیر این‌صورت مقاله در روند داوری قرار نخواهد گرفت.

- فایل‌هایی که نویسنده در مرحله اولیه ارسال می‌کنند شامل فایل word مقاله بدون نام نویسندگان، فایل pdf بدون نام نویسندگان، فایل مشخصات کامل نویسندگان و فایل اصلی شکل‌ها در محیط نرم‌افزاری مربوطه است.

❖ **دستورالعمل نگارش و تنظیم مقالات:**

مجله علمی علوم و مهندسی آب و فاضلاب به زبان فارسی و با چکیده انگلیسی چاپ می‌شود. تعداد صفحات مقاله کامل و نیز مروری حداکثر ۱۲ صفحه و یادداشت فنی بین ۴ تا ۶ صفحه قابل چاپ است. لازم به ذکر است که مقاله ارسالی نباید هم‌زمان در مجله دیگری چاپ شده یا تحت داوری باشد.

با توجه به آیین نامه جدید نشریات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، از این پس امکان چاپ مقالات پژوهشی نیز وجود دارد و نوع هر مقاله (پژوهشی، ترویجی، یادداشت فنی) در بالای آن درج خواهد شد.

❖ **فایل‌های لازم**

نویسنده مسئول مقاله به‌هنگام ثبت مقاله، فایل‌های زیر را برای دفتر مجله از طریق سامانه ارسال می‌نماید:

- فایل word مقاله بدون نام نویسندگان، که شامل کلیه اجزا و

متن کامل مقاله در دو فایل جداگانه شامل یک فایل ورد با قلم نازک B Nazanin با اندازه ۱۲ برای زبان فارسی و قلم Times New Roman با اندازه ۱۰ برای زبان انگلیسی و با فاصله بین خطوط ۱/۵ سانتیمتر به صورت تک ستونی و یک فایل با فرمت pdf ارائه می شود. فایل word مقاله، یک مقاله کامل و شامل تمامی اجزای ضروری است و با جانمایی درست شکل ها و جدول ها ارائه می شود. در فایل pdf، مقاله به صورت کامل و با جانمایی درست شکل ها و جدول ها ارائه می شود. همان طور که اشاره شد، در هر دو فایل word و pdf اسامی و مشخصات نویسندگان به طور کامل حذف می شوند.

متن مقاله شامل بخش های چکیده، مقدمه، مواد و روش ها (روش تحقیق)، نتایج و بحث، نتیجه گیری و مراجع و همچنین شکل ها و جدول ها است. در صورت لزوم، بخش قدردانی در انتهای مقاله و قبل از بخش مراجع نوشته می شود. بخش های مختلف متن و همه صفحات و همچنین تمام سطرها به ترتیب شماره گذاری می شوند.

- معادل انگلیسی کلمات فارسی که نیاز به توضیح به زبان اصلی دارد، وقتی برای اولین بار در مقاله به کار می روند، به صورت زیرنویس در صفحه مربوط درج می شوند. زیرنویس ها در هر صفحه با گذاردن شماره فارسی در گوشه بالای آخرین حرف از کلمه، در متن مشخص می شود.

❖ جدول ها و شکل ها:

در صفحات جداگانه در انتهای فایل word مقاله با کیفیت مناسب چاپ ارائه می شوند. همه جدول ها و شکل ها شماره گذاری شده و عنوان جدول در بالای آن و عنوان شکل در زیر آن نوشته می شود. در عنوان جداول و نمودارها باید سه ویژگی «چه، کجا و کی» برای محتوای آن مشخص شود. مثلاً نوشته شود: نوسان های دبی آب خام در تصفیه خانه بابا شیخ علی شهر اصفهان در سال ۱۳۹۵. در ضمن اگر شکل یا جدولی از مرجع دیگری اخذ شده است، به مرجع موردنظر در آخر عنوان جدول یا شکل اشاره می شود و مشخصات مأخذ در بخش مراجع درج می شود. همچنین ارسال فایل اصلی شکل ها در محیط نرم افزاری به همراه کاربرگ داده های نمودار نیز ضروری است. در فایل pdf مقاله، تمامی شکل ها و جدول ها در محل خودشان در متن مقاله جانمایی می شوند.

- در صورتی که در مقاله از عکس استفاده شده باشد، ارسال فایل اصلی آن الزامی است.

- در مورد نمودارهایی که با نرم افزارهای تخصصی تهیه شده اند، ارسال کاربرگ داده های رسم نمودار نیز ضروری است.

❖ معادلات:

معادلات به صورت خوانا با حروف و علائم مناسب با استفاده از Microsoft Equation تهیه می شوند. واحدها برحسب واحد بین المللی (SI) و معادلات به ترتیب شماره گذاری می شوند.

❖ مراجع:

نگارش مراجع در این مجله براساس شیوه مرجع نویسی هاروارد است. در متن مقاله به منظور اشاره به مرجع به صورت انگلیسی (نویسنده، سال) عمل می شود و در انتهای مقاله مرجع نویسی به صورت الفبایی است. ارجاع در داخل متن به بیش از یک مرجع در کنار هم، به این صورت است که مراجع با نقطه ویرگول (;) از هم جدا می شوند. لازم به ذکر است که همه مراجع فارسی به زبان انگلیسی ترجمه و ارائه می شوند. فقط مراجعی که در متن مقاله به آن ها اشاره شده است، در بخش مراجع آورده می شوند. تاکید می شود که در بخش فهرست مراجع نام تمامی مجلات- انتشارات- موسسات- کنفرانس ها و غیره به صورت کامل درج می شود و از به کار بردن نام اختصاری آن ها (Abbreviation) خودداری می شود. در متن مقاله نام نویسندگان مراجع فارسی (به صورت فارسی) و مراجع انگلیسی (به صورت انگلیسی) نوشته می شود. در صورتی که نویسندگان تا دو نفر باشند، نام هر دو نویسنده و در صورتی که بیش از دو نفر باشند، از عبارت (و همکاران) یا (et al.) در متن مقاله استفاده می شود.

❖ مقاله فارسی:

تابش، م.، بهبودیان، ص.، و بیگی، س.، (۱۳۹۳)، "پیش بینی بلندمدت تقاضای آب شرب (مطالعه موردی: شهر نیشابور)"، *تحقیقات منابع آب/ ایران*، ۱۰(۳)، ۱۴-۲۵.

عنبری، م.، (۱۳۹۲)، "تحلیل ریسک سیستم های فاضلاب با استفاده از شبکه های بیزین"، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران-آب، پردیس دانشکده های فنی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

❖ مقاله غیر فارسی:

Tabesh, M., Roozbahani, A., Roghani, B., Rasi Faghihi, N., and Heydarzadeh, R., (2018), "Risk assessment of factors influencing Non-Revenue Water using Bayesian Networks and Fuzzy Logic", *Water Resources Management*, 31(9), 2561-2578.

❖ مقاله منتشر نشده:

Foladori, P., Tamburini, S. and Bruni, L., (2017), "Bacteria permeabilisation and disruption caused by sludge reduction technologies evaluated by flow cytometry", *Journal of Water Research*, in press.

❖ کتاب:

Briere, F.G., (2014), *Drinking-water distribution, sewage, and rainfall collection*, Presses Internationales Polytechnique, Paris.

❖ بخشی از کتاب:

Meltzer, P.S., Kallioniemi, A., and Trent, J.M., (2002), "Chromosome alterations in human solid tumors", In: B. Vogelstein and K.W. Kinzler (eds.), *The genetic basis of human cancer*, pp. 93-113, McGraw-Hill, New York.

❖ موسسه به جای نویسنده:

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

❖ مقالات کنفرانسی:

Murphy, L.J., Dandy, G.C. and Simpson, A.R., (1994), "Optimum design and operation of pumped water distribution systems", *Proceeding Conference on Hydraulics in Civil Engineering, Institution of Engineers*, Brisbane, Australia, pp. 149-155.

❖ پایان نامه:

de Schaetzen, W., (2000), "Optimal calibration and sampling design for hydraulic network models", Doctoral Dissertation, University of Exeter, Exeter, UK.

❖ سایت اینترنتی:

Burka, L.P., (2003), "A hypertext history of multiuser dimensions", Viewed 5 Dec. 2015, <http://www.ccs.neu.edu/>

❖ تذکر مهم:

با توجه به افزایش شدید هزینه‌های انتشارنشریه در سال ۱۳۹۷، براساس مصوبه هیئت تحریریه و تایید هیئت مدیره انجمن آب و فاضلاب ایران، کلیه مقالاتی که از ابتدای سال ۱۳۹۸ به مجله ارسال می شود باید مبلغ ۵۰۰ هزار ریال برای هزینه داوری و در صورت پذیرش مقاله نیز مبلغ یک میلیون ریال برای هزینه انتشار به حساب انجمن واریز و فیش آن را به همراه فایل‌های مقاله در سایت نشریه بارگزاری کنند.

Journal of Water and Wastewater Science and Engineering

Vol. 4, No. 2, Summer 2019

Ministry of Science, Research and Technology of Iran has granted the Science and Promotion (Elmi-Tarviji) credit to JWWSE according to the letter No. 3/18/290129 on 6 March 2017.

Concessionaire: Iran Water and Wastewater Association (IWWA)
Director-in-Charge: Tabesh, M. (Ph.D.)
Editor-in-Chief: Safavi, H.R. (Ph.D.)

Editorial Board:

Azimi, A.A. (Ph.D.): Assistant Professor, University of Tehran
Bina, B. (Ph.D.): Professor, Isfahan University of Medical Science
Ghanadi, M. (M.Sc.): Advisor of Deputy of Engineering and Development, Iran National Water and Wastewater Engineering Company
Naseri, S. (Ph.D.): Professor, Tehran University of Medical Science
Nazif, S. (Ph.D.): Associate Professor, University of Tehran
Safavi, H.R. (Ph.D.): Professor, Isfahan University of Technology
Sajadifar, S.H. (Ph.D.): Tehran Water and Wastewater Engineering Company and Assistant Professor, Islamic Azad University
Sarrafzadeh, M.H. (Ph.D.): Associate Professor, University of Tehran and Chairholder of UNESCO Chair on Water Reuse
Tabesh, M. (Ph.D.): Professor, University of Tehran
Takdastan, A. (Ph.D.): Associate Professor, Ahwaz Jundishapur University of Medical Science
Talebbeydokhti, N. (Ph.D.): Professor, Shiraz University
Torabian, A. (Ph.D.): Professor, University of Tehran
Vosoghi, M. (Ph.D.): Professor, Sharif University of Technology



Industrial Water and Wastewater Policy Council:

Ghane, A.A. (M.Sc.): Advisor of Managing Director, Iran National Water and Wastewater Engineering Company
Sayahi, A. (Ph.D.): Director General of the Office of Research, Technology Development and Industry Relations, Iran Water and Wastewater Engineering Company
Hajhariri, A. (M.Sc.): Former Deputy of Supervision of Operation, Tehran Water and Wastewater Company

Editorial Staff:
Graphic Designer:
Page Setting:
English Editor:
Publisher:
No. of Prints:
Address:
Tel:
Fax:
Print ISSN:
Online ISSM:
E-Mail:

Akhtari, N.
Shahangian, S. A.
Akhtari, N.
Ostadrahimi, A.
Iran Water and Wastewater Association (IWWA)
1000
No. 7, 4th Floor, 429 Taleghani Street, Tehran, Iran
+98 21 88956097
+98 21 88391390
2588-3941
2588-396X
info@jwwse.ir



ISSN 2588-3941

Journal of Water and Wastewater Science and Engineering

Volume 4, No. 2, Summer 2019

Preface	2
Papers	
Drafting a Strategic Plan for Regional Water Companies (Case study: Regional Water Company of West Azarbaijan) Rahim Dabbagh and Sevda Janalipoor	4
Ranking of Consumption Management Strategies in Drinking Water Distribution Networks by Using Multiple Attribute Decision Making Abbas Jahangiri	17
Interpreting the Spent Cost for Water Supply and Transmission Projects in Semnan Province Mohammad Arabpanahan and Iraj Heidarian	27
Designing Solar Desalination System by Using Reverse Osmosis-Photovoltaic Method (Brackish Water of Sarband Village, Ardabil) Behnam Sami, Mahdi Zarghami, Reza Yegani and Mehran Sabahi	37
Locating Areas Suitable for Groundwater Artificial Recharge with Fuzzy Model (Case Study, Lorestan Province) Zahra Yarmoradi, Mehdi Khodadad, Behrouz Nasiri and Mostafa Karampoor	47
Investigation of the Effective Factors on the Subsidence in Tehran South-East Plain Due to Excessive Groundwater Exploitation Omid Tavasoli, Hasan Karbin, Mina Torabi and Adel Asakereh	58
General Section	
Interview	73
Round-Table	79
Best Thesis	91
Book Presentation	93
IWWA News	95