



دانشگاه شهید باهنر کرمان



شرکت مدیریت منابع آب ایران

قرارداد شماره ۰۲/۹۷ مورخ ۱۳۹۷/۱/۲۰
شرکت آب منطقه ای کرمان

مدیریت و بهره برداری بهینه از منابع آب با استفاده از سیستم پشتیبانی تصمیم گیری DSS

ارائه دهنده: سید حامد موسوی راد (دانشیار بخش مهندسی صنایع، دانشگاه شهید باهنر کرمان)

همکاران:

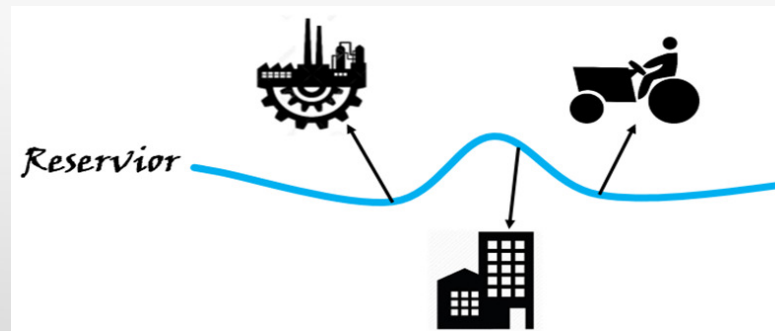
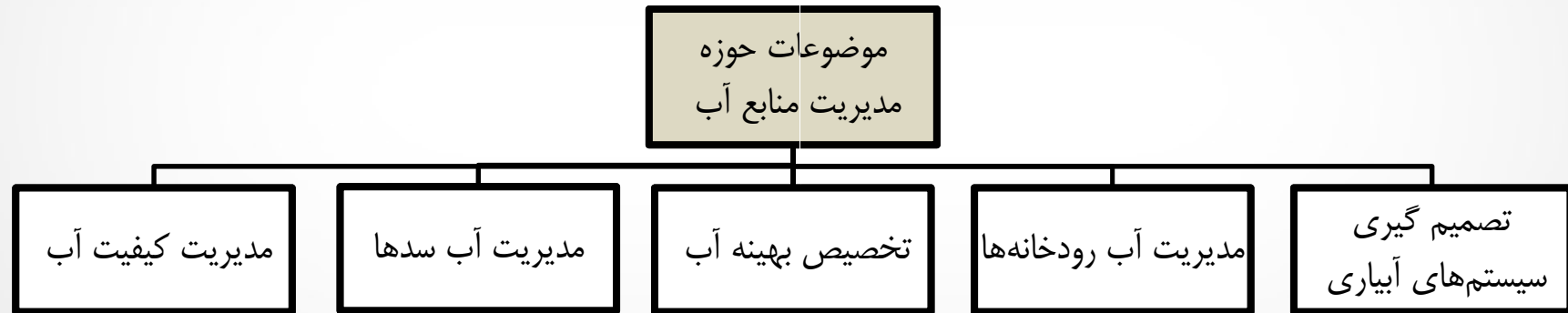
مهندس تورج خسروجردی (بخش مهندسی صنایع، دانشگاه شهید باهنر کرمان)

دکتر شهرام آریافر (بخش مهندسی صنایع، دانشگاه شهید باهنر کرمان)

دکتر مهناز قائینی حصاروئی (بخش مهندسی عمران (مهندسی آب)، دانشگاه شهید باهنر کرمان)

700 میلیون نفر در 43 کشور مختلف از کمبود منابع آب رنج می‌برند و این نیز پیش بینی شده است که تا سال 2025، 1.8 میلیارد نفر در مناطق و کشورهای زندگی خواهند کرد که با کمبود منابع آب مواجه خواهند شد

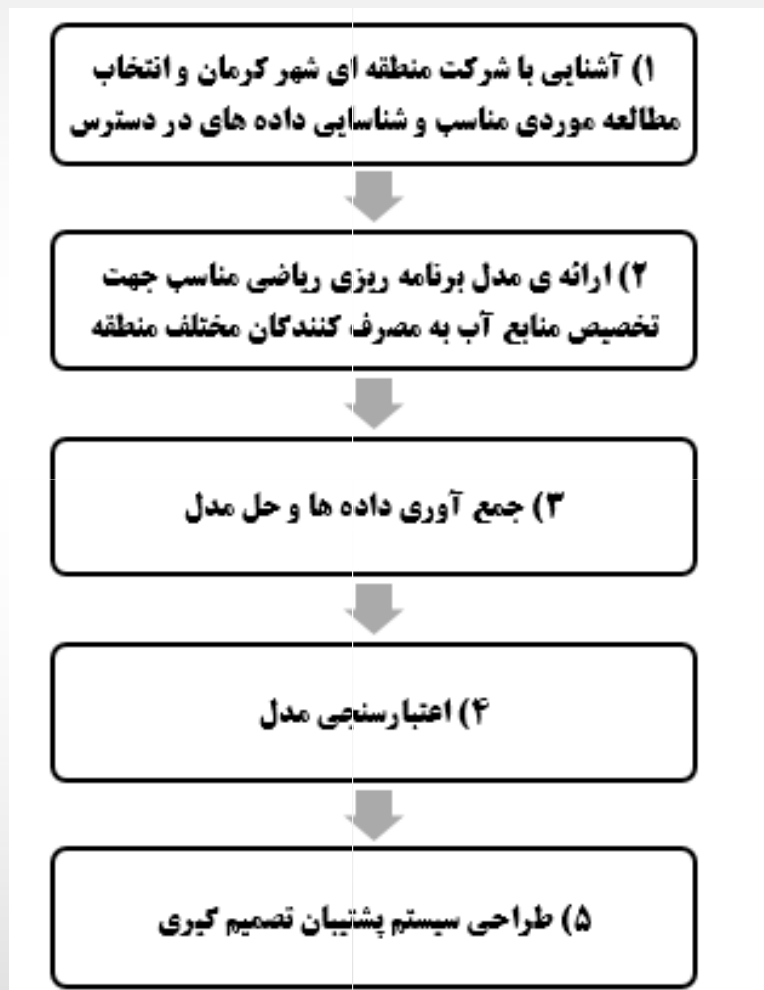
مدیریت منابع آب به علت وجود عدم قطعیت‌های شدید در پارامترها، دارای سیستم پیچیده‌ای است.



اهداف

➤ تخصیص بهینه‌ی منابع آب به مصرف کنندگان مختلف (مطالعه موردی: محدوده‌ی زرند استان کرمان)

➤ ایجاد یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری جهت تخصیص بهینه منابع آب به مصرف کنندگان مختلف در محدوده زرند استان کرمان

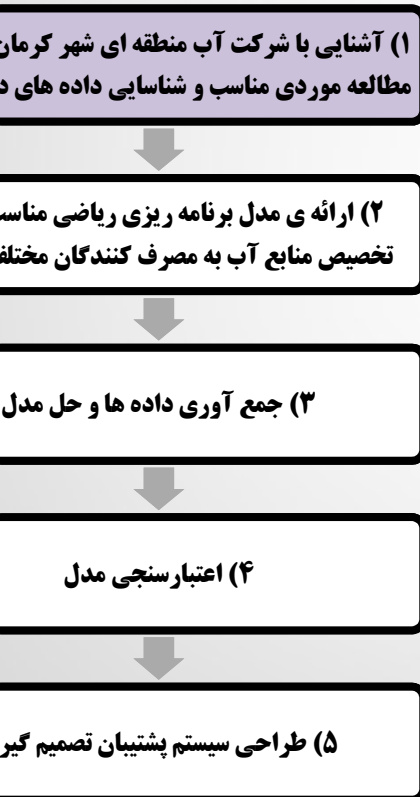


محدوده زرند

- موقعیت جغرافیایی
- کشاورزی
- صنعت و معدن
- آب های زیرزمینی

محدوده‌ی مطالعاتی زرند بخشی از حوزه آبریز جنوبی باتلاق بافق است که از شمال و شرق به ارتفاعات کرمان، از غرب به ارتفاعات داوران و از جنوب به دشت کرمان محدود می‌گردد. این محدوده‌ی مطالعاتی به نام دشت زرند با کد مطالعاتی ۴۹۱۱ ثبت شده است.

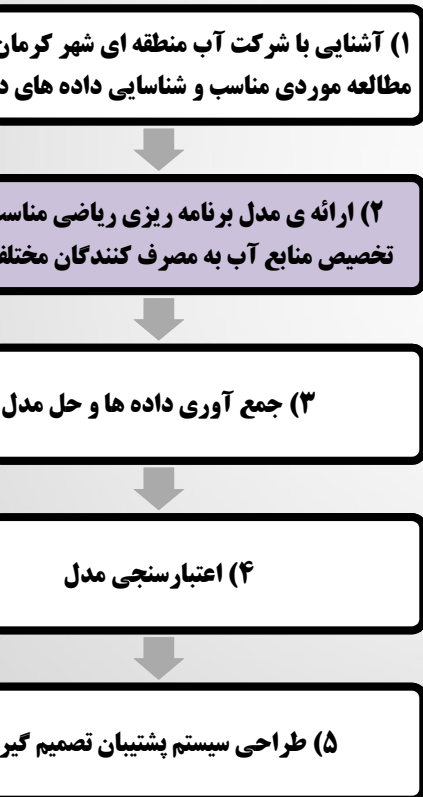
در حوزه‌ی آبریز زرند قسمت عمده‌ی نیازهای آبی کشاورزی، صنعت، شرب به وسیله چاه‌های عمیق و نیمه عمیق تأمین می‌گردد، به نحوی که بیش از ۹۰٪ بهره‌برداری از چاه‌ها و حدود ۱۰٪ بهره‌برداری از قنوات که اکثراً کوهستانی هستند صورت می‌گیرد.



Two-stage Stochastic Programming (TSP)

روش برنامه ریزی دو مرحله ای احتمالی + برنامه ریزی پارامترهای بازه ای + برنامه ریزی فازی

- مدل مورد استفاده در تحقیق جهت تخصیص منابع آب به مصرف کنندگان مختلف با تابع هدف بیشینه سازی درجه ارضای محدودیت‌ها و اهداف
- چند منبع آب (چاه، چشمه، قنات و فاضلاب تصفیه شده) در مدل لحاظ می‌شود.
- پارامتر ضریب هدررفت آب (در مسیر انتقال، جذب توسط زمین و تبخیر) در مدل پیشنهادی لحاظ می‌شود.
- پارامتر و متغیر آب باقی مانده در منبع چاه از دوره قبل و نیز برای دوره ی بعد در مدل لحاظ می‌شود.
- فاضلاب تصفیه شده به عنوان یک منبع قابل تخصیص (در قالب یک سناریو) در نظر گرفته می‌شود.
- پارامتری تحت عنوان نرخ تصفیه از هر واحد فاضلاب به وجود آمده در مدل به کار گرفته می‌شود.
- در انتها، سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری جهت تصمیم‌گیری در مورد تخصیص بهینه‌ی منابع آب، از مدل استفاده شده در تحقیق، در قالب یک برنامه طراحی می‌شود.



Two-stage Stochastic Programming (TSP)

روش برنامه ریزی دو مرحله ای احتمالی + برنامه ریزی پارامتر

بازه ای + برنامه ریزی فازی

$\max \alpha^\pm$;

s. t:

$$\begin{aligned} \text{v)} \quad & \sum_{i=1}^m NB_i^\pm (Ta_i^- + (\Delta Ta_i \cdot ya_i)) - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Pa_j \cdot C_i^\pm \cdot Da_{ij}^\pm + \\ & \sum_{i=1}^m NB_i^\pm (Tb_i^- + (\Delta Tb_i \cdot yb_i)) - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Pb_j \cdot C_i^\pm \cdot Db_{ij}^\pm + \\ & \sum_{i=1}^m NB_i^\pm (Tc_i^- + (\Delta Tc_i \cdot yc_i)) - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Pc_j \cdot C_i^\pm \cdot Dc_{ij}^\pm + \\ & \sum_{i=1}^m NB_i^\pm (Tw_i^- + (\Delta Tw_i \cdot yw_i)) - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Pw_j \cdot C_i^\pm \cdot Dw_{ij}^\pm - \alpha \widetilde{f} \geq \underline{f}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{w)} \quad & \sum_{i=1}^m [(Ta_i^- + (\Delta Ta_i \cdot ya_i) - Da_{ij}^\pm)] (1 + \varepsilon) + \alpha \Delta \widetilde{q} \widetilde{a}_j \leq \overline{qa}_j^\pm + sa0_j^\pm \\ & \forall j = 1,2,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{r)} \quad & \sum_{i=1}^m [(Tb_i^- + (\Delta Tb_i \cdot yb_i) - Db_{ij}^\pm)] (1 + \varepsilon) + \alpha \Delta \widetilde{q} \widetilde{b}_j \leq \overline{qb}_j^\pm \\ & \forall j = 1,2,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e)} \quad & \sum_{i=1}^m [(Tc_i^- + (\Delta Tc_i \cdot yc_i) - Dc_{ij}^\pm)] (1 + \varepsilon) + \alpha \Delta \widetilde{q} \widetilde{c}_j \leq \overline{qc}_j^\pm \\ & \forall j = 1,2,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d)} \quad & Sa1_j^\pm = \overline{qa}_j^\pm - \alpha \Delta \widetilde{q} \widetilde{a}_j - [\sum_{i=1}^m [(Ta_i^- + (\Delta Ta_i \cdot ya_i) - Da_{ij}^\pm)] (1 + \varepsilon) + \\ & Sa0_j^\pm \quad \forall j = 1,2,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{p)} \quad & \sum_{i=1}^m [(Tw_i^- + (\Delta Tw_i \cdot yw_i) - Dw_{ij}^\pm)] (1 + \varepsilon) \leq \theta_1 \cdot \beta_1 \left[(Ta_1^- + (\Delta Ta_1 \cdot ya_1) - Da_{1j}^\pm) + (Tb_1^- + (\Delta Tb_1 \cdot yb_1) - Db_{1j}^\pm) + (Tc_1^- + (\Delta Tc_1 \cdot yc_1) - Dc_{1j}^\pm) + (Tw_1^- + (\Delta Tw_1 \cdot yw_1) - Dw_{1j}^\pm) \right] + \\ & \theta_2 \cdot \beta_2 \left[(Ta_2^- + (\Delta Ta_2 \cdot ya_2) - Da_{2j}^\pm) + (Tb_2^- + (\Delta Tb_2 \cdot yb_2) - Db_{2j}^\pm) + (Tc_2^- + (\Delta Tc_2 \cdot yc_2) - Dc_{2j}^\pm) + (Tw_2^- + (\Delta Tw_2 \cdot yw_2) - Dw_{2j}^\pm) \right] + \\ & \theta_3 \cdot \beta_3 \left[(Ta_3^- + (\Delta Ta_3 \cdot ya_3) - Da_{3j}^\pm) + (Tb_3^- + (\Delta Tb_3 \cdot yb_3) - Db_{3j}^\pm) + (Tc_3^- + (\Delta Tc_3 \cdot yc_3) - Dc_{3j}^\pm) + (Tw_3^- + (\Delta Tw_3 \cdot yw_3) - Dw_{3j}^\pm) \right] \leq \overline{Sw}t_1^\pm - \alpha \Delta \widetilde{S}w\widetilde{t}_1 \quad \forall j = 1,2,3 \end{aligned}$$

$$\text{v)} \quad Ta_{imax}^\pm \geq (Ta_i^- + (\Delta Ta_i \cdot ya_i) - Da_{ij}^\pm) \geq Da_{ij}^\pm \geq 0 \quad \forall j = 1,2,3$$

$$\text{a)} \quad Tb_{imax}^\pm \geq (Tb_i^- + (\Delta Tb_i \cdot yb_i) - Db_{ij}^\pm) \geq Db_{ij}^\pm \geq 0 \quad \forall j = 1,2,3$$

$$\text{b)} \quad Tc_{imax}^\pm \geq (Tc_i^- + (\Delta Tc_i \cdot yc_i) - Dc_{ij}^\pm) \geq Dc_{ij}^\pm \geq 0 \quad \forall j = 1,2,3$$

$$\text{c)} \quad Tw_{imax}^\pm \geq (Tw_i^- + (\Delta Tw_i \cdot yw_i) - Dw_{ij}^\pm) \geq Dw_{ij}^\pm \geq 0 \quad \forall j = 1,2,3$$

$$\text{ii)} \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

$$\text{iii)} \quad 0 \leq ya_i, yb_i, yc_i \leq 1 \quad \forall i = 1,2,3$$

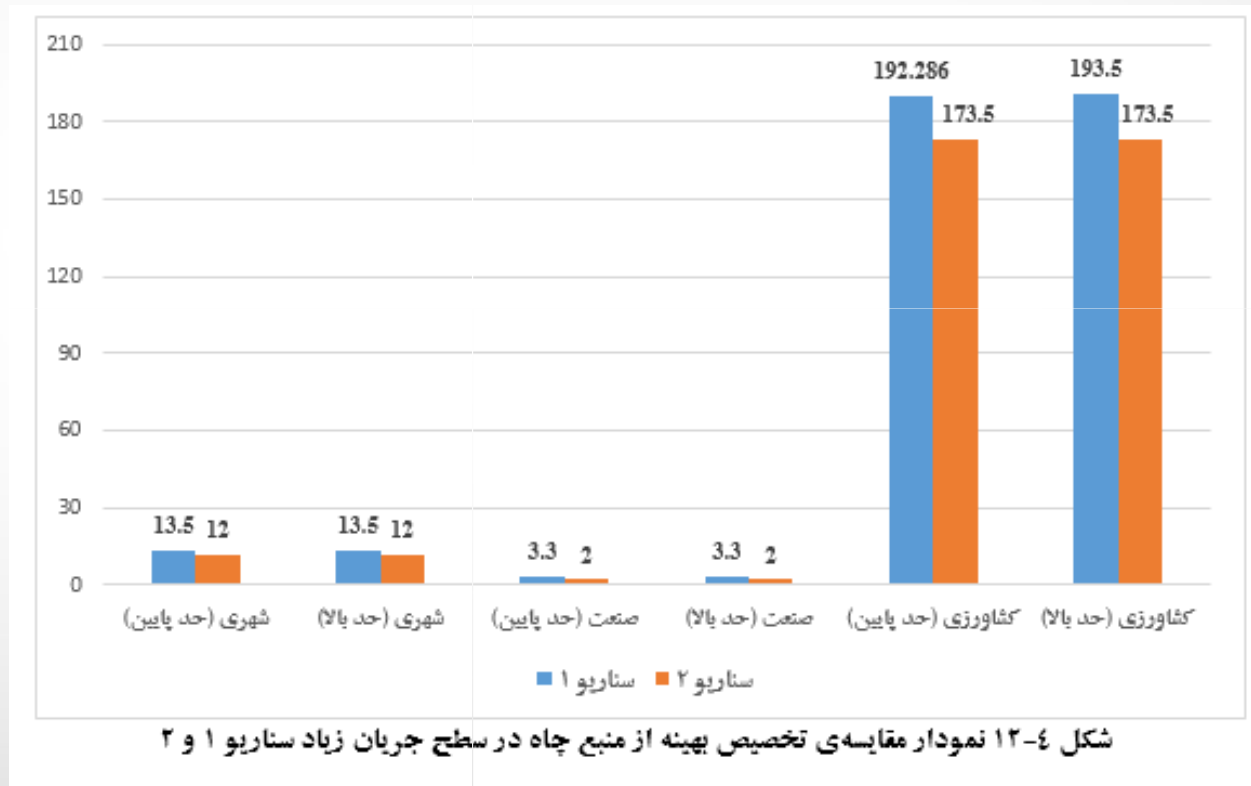
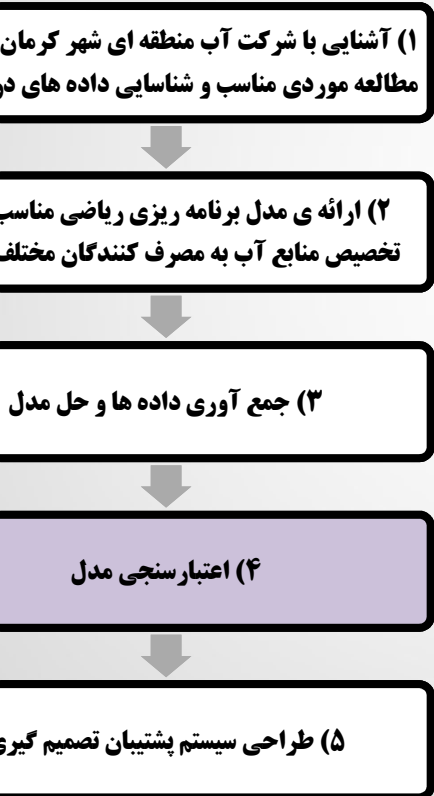
➤ سناریو نخست:

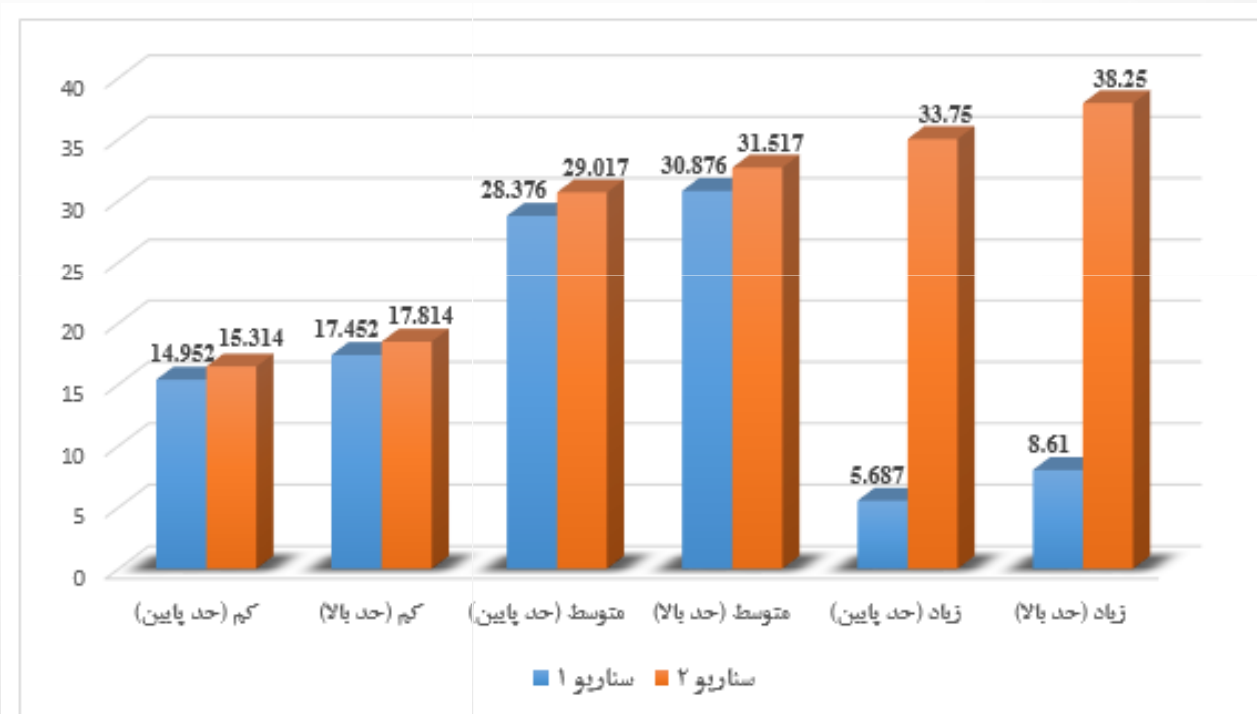
در نظر گرفتن شرایط حال حاضر مطالعه‌ی موردی (تمامی پارامترهای مدل به جز پارامترهای مربوط به تصفیه‌ی فاضلاب)

➤ سناریو دوم:

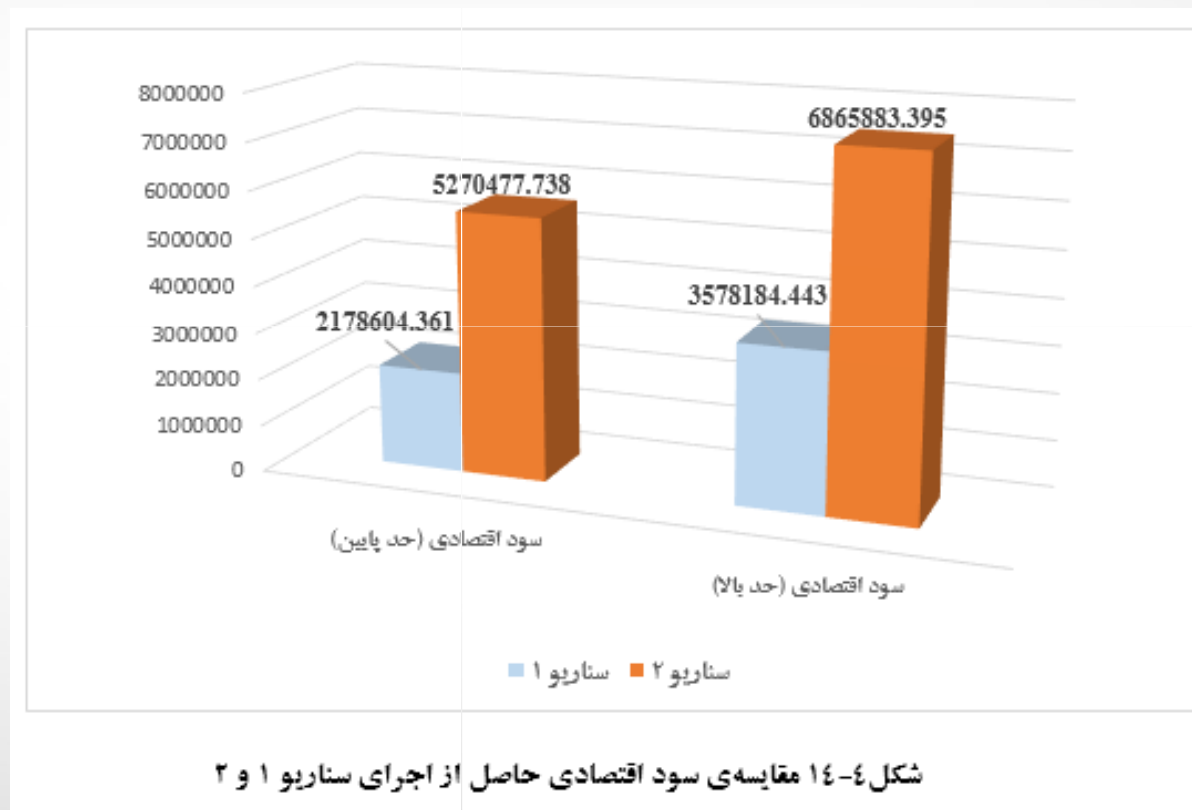
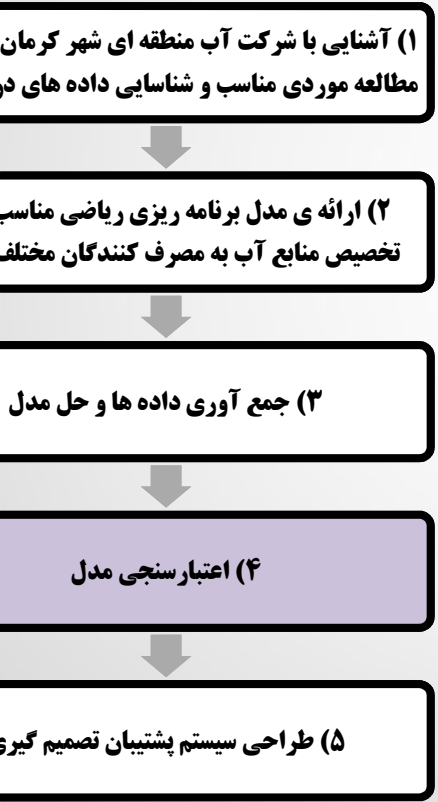
در نظر گرفتن آب فاضلاب تصفیه شده به عنوان یک منبع قابل تخصیص (تمامی پارامترهای مدل)





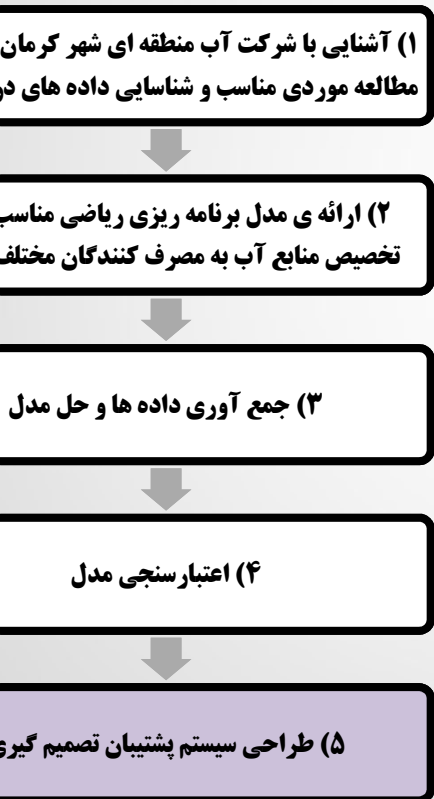


شکل ۴-۱۳ مقایسه ی آب باقی مانده در منبع چاه برای دوره ی بعد سناریو ۱ و ۲



برنامه ی طراحی شده به عنوان سیستم پشتیبان تصمیم گیری DSS

مدل ارائه شده توسط نرم افزارهای گمز و اکسل کددهی شد، به طوری که می توان در یک محیط کاربر دوست، در نرم افزار اکسل داده ها و اطلاعات را وارد نمود و با اجرای نرم افزار گمز پاسخ مدل ها را دوباره در نرم افزار اکسل مشاهده کرد.



منابع آب	مشاهده منابع	گمز	نرم افزار	اطلاعات منابع آب	اطلاعات ابتدایی	نرم افزار تصمیم
شهری	صنعتی	کشاورزی	هدف بهینه از چاه (میلیون متر مکعب)	شهری	صنعتی	کشاورزی
13.5	3.3	193.5		13.5	3.3	193.5
شهری	صنعتی	کشاورزی	هدف بهینه از چشم انداز (میلیون متر مکعب)	شهری	صنعتی	کشاورزی
0	0	3.15		0	0	3.15
شهری	صنعتی	کشاورزی	هدف بهینه از قنات (میلیون متر مکعب)	شهری	صنعتی	کشاورزی
0	0	12.6		0	0	12.6
شهری	صنعتی	کشاورزی	هدف بهینه از فاضلاب (میلیون متر مکعب)	شهری	صنعتی	کشاورزی
0	0	0		0	0	0
کم	متوسط	زیاد	آب باقی مانده در منبع چاه برای دوره بعد	کم	متوسط	زیاد
14.95211	17.45211	23.37681	30.87681	5.887663	8.61	
درجه رضایت نسبت	0	0.284333	0.671235			

تخصیص بهینه منبع چاه						
	کم	متوسط	زیاد	کم	متوسط	زیاد
شهری	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
صنعت	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
کشاورزی	132.8522	132.8522	160.9871	160.9871	192.2864	193.5

تخصیص بهینه منبع چشمه						
	کم	متوسط	زیاد	کم	متوسط	زیاد
شهری	0	0	0	0	0	0
صنعت	0	0	0	0	0	0
کشاورزی	2.254795	2.560588	3.15	3.15	3.15	3.15

تخصیص بهینه منبع قنات						
	کم	متوسط	زیاد	کم	متوسط	زیاد
شهری	0	0	0	0	0	0
صنعت	0	0	0	0	0	0
کشاورزی	0.408641	8.714435	10.66344	11.27502	12.6	12.6

تخصیص بهینه منبع فاضلاب						
	کم	متوسط	زیاد	کم	متوسط	زیاد
شهری	0	0	0	0	0	0
صنعت	0	0	0	0	0	0
کشاورزی	0	0	0	0	0	0

```

C:\Users\LAND\Documents\gamsdir\projdir\Untitled_41.gms
Untitled_40.gms | Untitled_41.gms

*****
parameter
fll lower bound of lower bound of goal benefit /4419667.518/
flr upper bound of lower bound of goal benefit /4600062.110/
frl lower bound of upper bound of goal benefit /7423660.659/
frr upper bound of upper bound of goal benefit /7726667.217/
*****
Z1 Sweage Rate of municipal/.7/
Z2 Sweage Rate of industrial/.7/
Z3 Sweage Rate of agricultural/.1/
o1 Recycling Rate of municipal sweage/.9/
o2 Recycling Rate of industrial sweage/.9/
o3 Recycling Rate of agricultural sweage/.9/
*****
    
```

حدود سود آرمانی

اطلاعات مربوط به تصفیه فاضلاب

- نتایج سناریو اول نشان داد که مصرف کنندگان شهری و صنعت نباید با کمبود روبرو شوند که این به علت سوددهی بیشتر به ازای هر مترمکعب آب تخصیص یافته و نیز زیان زیادی است که از عدم تحویل آب متحمل می شوند.
- در سناریوی دوم، مشخص شد که با در نظر گرفتن یک ایستگاه تصفیه فاضلاب می توان با کاهش کمبودها و متعاقبا ضررهای ناشی از تأمین آب از منابع گران تر یا تغییرات سوء در برنامه های تولیدی آنها، سود اقتصادی منطقه را افزایش داد، و نیز استفاده از منابع آب زیرزمینی را کاهش داد.
- بنابراین پیشنهاد می شود تا در محدوده ی زرند استان کرمان با توجه به کاهش روز افزون منابع آب و کسری مخازن، ابتدا نسبت به تخصیص منابع به مصرف کنندگان مختلف طبق روش های مدیریتی و علمی نوین بازنگری صورت پذیرد و برای ایجاد تصفیه خانه های فاضلاب هر چه سریعتر اقدام شود. هم چنین جهت نوسازی سیستم توزیع و انتقال آب اقدام شود.

Springer Link



Natural Resources Research

pp 1-18 | Cite as

Optimal Allocation of Water Resources Using a Two-Stage Stochastic Programming Method with Interval and Fuzzy Parameters

Authors

Authors and affiliations

Tooraj Khosrojerdi 1

Seyed Hamed Moosavirad

1

[Email author](#)

[View author's OrcID profile](#)

Shahram Ariafar 1

Mahnaz Ghaeini-Hessaroyeh 2

1. Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Islamic Republic of Iran
2. Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Islamic Republic of Iran



Natural Resources Research

Editor-in-Chief: John Carranza

ISSN: 1520-7439 (print version)

ISSN: 1573-8981 (electronic version)

Journal no. 11053

66,39 € Personal Rate e-only

[Get Subscription](#)



ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by Kerman Regional Water Company under Grant 97/02.

FOR AUTHORS AND EDITORS

[2017 Impact Factor](#) 3.094

[Aims and Scope](#)

[Submit Online](#)

[Open Choice - Your Way to Open Access](#)

[Instructions for Authors](#)



چهاردهمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع
14th International Industrial Engineering Conference
February 2018



مقالات استخراجی

مدیریت و بهره برداری بهینه از منابع آب با استفاده از روش دو مرحله ای احتمالی با پارامترهای فازی و بازه ای تحت شرایط عدم قطعیت

تورج خسروچردی^a، سید حامد موسوی راد^a، شهرام آریافر^a، مهتاز قانینی^b

^a بخش مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان

^b بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان

نویسنده مسئول: سید حامد موسوی راد (s.h.moosavirad@uk.ac.ir)

چکیده

در این تحقیق، مدیریت منابع آب جهت تخصیص بهینه به مصرف کنندگان مختلف، با استفاده از روش دو مرحله ای احتمالی فازی با پارامترهای بازه ای (IFTSP) در شرایط عدم قطعیت، مورد بررسی قرار گرفت. این روش عدم قطعیت ها را به صورت پارامترهای بازه ای، احتمالی و فازی در مدل مسئله در نظر می گیرد. در این مدل علاوه بر چاه و چشمه، فاضلاب تصفیه شده نیز جزو منابع آب قابل تخصیص در نظر گرفته شد. ضمن این که هدر رفت آب در مسیر انتقال در مدل مسئله لحاظ شد. این روش به صورت یک مثال عددی مورد استفاده قرار گرفت و نتایج نشان داد که تعداد زیادی جواب بصورت پارامترهای بازه ای تحت سناریوهای مختلف بدست می آید که مدیران را در اخذ تصمیم در مورد تخصیص بهینه ی منابع آب کمک می نماید.

دبیر و تشکر

تحقیق با حمایت شرکت آب منطقه ای استان کرمان انجام گرفته است.

با سپاس از حضور و توجه شما