Journal of Regional Planning

Summer 2022.Vol 12. Issue 46

ISSN (Print): 2251-6735 - ISSN (Online): 2423-7051

Research Paper

Feasibility Study of Zarghan Wetland Vitalization to Heading Zarghan urban regional development

Mohammad Hadi Fattahi[1*], Mohammad Hosseini [2], Sara Rahmati [1]

1. Department of Civil Engineering, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran
2. Department of Civil Engineering, Meymand Center, Islamic Azad University, Meymand, Iran

Received: 24 April 2019
Accepted: 27 February 2020
PP: 33- 48

Use your device to scan and read the article online

Keywords:
Sustainable development, socio-economic sustainability, Nash model, sewage efffluent

Abstract

The process of regional development, relying on its natural and environmental potentials, is a big step towards sustainable development. Finding places that have the capacity to create nuclei of economic and social prosperity in the region is the first step in development. Wetlands are one of the strategic natural resources of the regions in creating positive developments in agriculture, animal husbandry and tourism, many of which, unfortunately, have been destroyed due to drought or human misconduct. An important part of the dryness of wetlands is due to the lack of water rights for wetlands and also the uncontrolled extraction of surface and groundwater resources of the wetland catchment. The purpose of this study is to study the possibility of rehabilitating Zarghan wetland by using surface flow and sewage effluent in Zarghan and its suburbs for regional development. Considering the three sectors of drinking, industry and agriculture in the region, the Nash dispute resolution model has been used for the allocation decision-making process. The results of the simulation-optimization model of Zarghan Wetland and Forest, as expected, showed that in the current situation, the upstream consumer of Zarghan Wetland and Forest provides its water needs at a lower cost, and in the months of water shortage with a shortage. There will be less water, but in general for the entire Zarghan plain, due to the amount of surface and groundwater abstraction, which is 1.82 mcm and 1.32 mcm per year, respectively, the water needs of the wetland will not be met and with a shortage of 86 mcm / 1 per year. The results of simulation-optimization and Nash model showed that the system is facing many water shortages and therefore it is not possible to rehabilitate the wetland stably with the current conditions.

Citation: Mohammad Hadi Fattahi, Mohammad Hosseini, Sara Rahmati (2022): Evaluation of Zarghan regional development by rehabilitating Zarghan wetland. Journal of Regional Planning, Vol 12, No 46, PP: 33-48
DOI:

Corresponding author: Mohammad Hadi Fattahi
Address: Department of Civil Engineering, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran
Tell: +989171040309
Email: fattahi.mh@miau.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Today, There is a need for spatial planning to reduce inequalities through multiple programs, deprivation and comprehensive expansion based on the inherent and indigenous potentials of regions. Environmental problems are one of the most fundamental issues in the development of regions and the result of their conflict and confrontation with the natural environment. With the expansion of cities and suburbs, the manifestations and values of the natural environment have been exposed to further destruction and has been faced with numerous environmental issues and as a result the occurrence of various environmental pollution, destruction of resources and reduction of natural spaces. Wetlands are, in fact, the intermediate lands between terrestrial and aquatic ecosystems that provide goods and services through hunting, poultry and fish, livestock and ecotourism. The main objectives of this research are to study and study the feasibility of reviving Zarghan Lepui wetland and grove, so that by examining and searching for the necessary information before any cost, the possibility of preparing and implementing a plan can be examined first, because if a plan is not possible, start a study or Implemented, itself may have worse consequences.

Methodology

Zarghan plain watersheds with an area of 1728 square kilometers, about ten percent of which is approximately 170 square kilometers, which includes part of Bamoo National Park. The average annual discharge in 4318 Zarghan Beiza basin is calculated and estimated at 2.66 cubic meters per second, which is equal to 84 million cubic meters of discharge per year in a decision-making process, if the number of decision-makers is more than one person, Decision-making will be problematic because different people have different goals, perspectives, and priorities, and decisions must be made in such a way that all of these differences are taken into account. There are several ways to solve this type of problem, known as dispute resolution models. One method is to consider the issue as a multi-objective model, according to the goals of different decision makers. Another way to resolve disputes is to have the opinions of decision makers ranked according to their relative importance and to be considered in the final decision. The third method of dispute resolution is based on the bargaining theory proposed by John Nash in 1954.

Results and Discussion

The results of the simulation-optimization model of Zarghan Lepui wetland and grove as expected. Current situation The upstream consumer of Zarghan Lepui wetland and forest will meet its water needs at a lower cost and will face less water shortage in the months of water shortage, while the lower consumer The hand is struggling to meet its water needs from surface water and needs to pump more groundwater to meet its needs, which in addition to increasing costs for the downstream consumer with some limitations. It is also associated with the fact that the aquifer drop of Zarghan Lepui wetland and forest is limited. The system is facing many water shortages compared to the other two water years described in the previous sections. Especially in the case of agriculture, which has the lowest weight, these deficiencies are more so that in almost all months, surface water abstraction is zero and groundwater abstraction is also due to the reduction of water returned to the aquifer.) Has decreased compared to the other two blue years. The study of this blue year shows that the Nash model can distribute water among consumers in various urban, industrial and agricultural sectors, taking into account the limitations of the system.

Conclusion

In March to May, the inflow is high and because of this, both consumers have taken all their water needs. The monthly requirement of both consumers is a fixed amount equal to 5 mcm. The results of the Nash model in the study for the wet year of the wetland, which is a wet year, showed that the system faces many water shortages compared to the other two wet years described in the previous sections. . Especially in the case of agriculture, which has the lowest weight, these deficiencies are more, so that in almost all months, the withdrawal of surface water is zero and the withdrawal of groundwater (due to the reduction of water returned to the aquifer).) Has decreased compared to the other two blue years.

فصلنامه علمی برنامه ریزی منطقه ای

تابستان ۱۴۰۱ ،سال ۱۲ ،شماره ۴۶

شاپا چاپی: ۶۷۳۵ -۲۲۵۱ – شاپا الکترونیکی: ۷۰۵۱ -۲۴۲۳

مقاله پژوهشی

امکان‌سنجی احیای تالاب زرقان در راستای توسعه منطقه ای شهری زرقان

محمد هادی فتاحی [۱*]، محمد حسینی [۲]، سارا رحمتی [۱]

۱. گروه مهندسی عمران، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران

۲. گروه مهندسی عمران، مرکز میمند، دانشگاه آزاد اسلامی، میمند، ایران

تاریخ دریافت: ۴ اردیبهشت ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: ۸ اسفند ۱۳۹۸

شماره صفحات: ۳۳-۴۸

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

واژه‌های کلیدی:

توسعهٔ پایدار، پایداری اجتماعی- اقتصادی، مدل Nash، پساب فاضلاب.

چکیده

فرآیند توسعه منطقه‌ای با تکیه بر پتانسیل‌های طبیعی و زیست محیطی آن گامی بلند در راستای توسعه پایدار است. یافتن مکان‌هایی که ظرفیت ایجاد هسته‌های رونق اقتصادی و اجتماعی را در منطقه ایجاد نمایند اولین گام توسعه است. تالاب ها از ذخایر استراتژیک طبیعی مناظق در ایجاد تحولات مثبت در بخش کشاورزی، دامپروری و گردشگری می‌باشند که متاسفانه بسیاری از آنها دستخوش نابودی بواسطه عملکردهای اشتباه انسانی شده اند. بخش مهمی از خشکی تالاب‌ها ناشی از عدم تامین حقابه تالاب‌ها و همچنین برداشت بی‌رویه منابع آب سطحی و زیرزمینی حوضه آبخیز تالاب است. هدف از انجام این پژوهش مطالعه امکان احیای تالاب زرقان با استفاده از هدایت جریان سطحی و پساب فاضلاب شهر زرقان و حومه در راستای توسعه منطقه‌ای می باشد. با در نظر گرفتن سه بخش شرب، صنعت و کشاورزی در منطقه، جهت فرآیند تصمیم‌گیری در امر تخصیص از مدل حل اختلاف Nash استفاده شده است. نتایج حاصل از مدل شبیه‌سازی- بهینه‌سازی تالاب و بیشه زرقان چنان که انتظار می‌رود نشان داد که در وضعیت موجود مصرف کننده‌ی بالادست تالاب و بیشه زرقان با صرف هزینهٔ کمتر نیاز آبی خود را تأمین کرده و در ماه های کم آبی با کمبود آبی کمتری مواجه خواهد بود اما بطورکلی برای کل دشت زرقان، با توجه به مقادیر برداشت از آب‌های سطحی و زیرزمینی که به ترتیب ۱/۸۲mcm و۱/۳۲mcm در سال می‌باشد، نیاز آبی تالاب تامین نمی‌شود و با کمبود آب به میزان ۱/۸۶mcm در سال روبه رو است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی-بهینه‌سازی و مدل Nash در مطالعه‌ی موردنظر برای سال آبی تالاب نشان داد که سیستم با کمبودهای آبی بسیاری روبرو می‌باشد و از این جهت امکان احیای تالاب بصورت پایدار با شرایط فعلی نیست.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استناد: محمد هادی فتاحی، محمد حسینی، سارا رحمتی (۱۴۰۱): امکان سنجی احیای تالاب زرقان در راستای توسعه منطقه ای شهری زرقان ، فصلنامه برنامه ریزی منطقه ای، سال ۱۲ ،شماره ۴۶ ،مرودشت: صص ۳۳-۴۸

DOI: 10.30495/JZPM.2021.3942

* **نویسنده مسئول:** محمد هادی فتاحی

نشانی: گروه مهندسی عمران، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران

تلفن: ۹۸۹۱۷۱۰۴۰۳۰۹+

پست الکترونیکی: fattahi.mh@miau.ac.ir

مقدمه :

در چند دهه اخیر فرایند توسعه منطقه‌ای مورد توجه بسیاری از مدیران و برنامه‌ریزان قرار گرفته است. لذا آنها به دنبال کاهش چالشهای توسعه منطقه‌ای و تنوع بخشی به فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی و زیست محیطی و گردشگری در مناطق مختلف می‌باشند. ضرورت برنامه‌ریزی مکانی برای کاهش نابرابری‌ها از طریق برنامه های متعدد، محرومیت‌زدایی و گسترش همه جانبه با تکیه بر پتانسیل‌های ذاتی و بومی مناطق مطرح می‌باشد. مشکلات زیست محیطی یکی از اساسی‌ترین مسائل در توسعه مناطق و حاصل تعارض و تقابل آن‌ها با محیط طبیعی است. با گسترش شهرها و حومه‌ها، مظاهر و ارزش‌های محیط طبیعی در معرض نابودی بیشتر قرار گرفته و با مسائل متعدد زیست محیطی و در نتیجه بروز انواع آلودگی‌های زیست محیطی، تخریب منابع و کاهش فضاهای طبیعی روبرو شده است. تالاب‌ها در حقیقت، اراضی حد واسط بین اکوسیستم‌های خشکی و آبی می‌باشند که فراهم کننده کالاها و خدمات از طریق شکار، صید پرندگان و ماهیان، منبع تعلیف دام و اکوتوریسم هستند(Sugumaran et al., 2004). اهمیت و ضرورت طرح احیاء تالاب و بیشه زرقان لپویی در فاصله ۲۰ کیلومتری کلان شهر شیراز، احاطه شده بین سه شهر مهم: زرقان، لپویی و مرودشت و با نگاهی به بخش کشاورزی و آمار ۴۸۵۸ حلقه چاه موجود در این محدوده، بیانگر اهمیت موضوع و کشاورزی برای منطقه و وابستگی جمعیت بزرگی به آب و کشاورزی است. در حالی که هزاران هکتار زمین لم یزرع از حاشیه شهر زرقان به سمت لپویی و در ادامه به سمت بیضاء پدیدار است، بررسی اولیه نشان می‌دهد تا حدود سال ۱۳۵۰ شمسی، تالاب و بیشه برقرار بوده و زراعت دیم کاری و آبی در کل منطقه، ادامه داشته است ولیکن با اجرای یک رشته زهکش عظیم از وسط تالاب، موجبات خشک شدن آن فراهم گردیده است. بخش عمده اراضی، ناشی از خشک شدن تالاب حدود ۴۰ سال قبل به اشخاص واگذار گردیده، که به علت بی آبی منطقه، بیشتر بلااستفاده مانده است. از اهداف اصلی این تحقیق، مطالعه و بررسی امکان‌سنجی احیای تالاب و بیشه زرقان لپویی است، تا با بررسی و جستجوی اطلاعات لازم قبل از هر گونه هزینه ای، ابتداء امکان تهیه و اجرای طرح بررسی شود، چون اگر طرحی ممکن نباشد ولی مطالعه شروع یا به مرحله اجرا گذارده شود، خود عواقب بدتری ممکن است در پی داشته باشد.

پیشینه تحقیق و مبانی نظری

تقاضا برای آب در سراسر جهان در حال افزایش است و با توجه به افزایش جمعیت و محدودیت منابع آب تا سال ۲۰۲۵، بسیاری از کشورها با کمبود آب مواجه خواهند شد و رقابت برای آب شیرین افزایش می‌یابد (Hoshyar, 2013). شایان ذکر است که در حوزه مباحث زیست محیطی، ایده‌آل‌ترین مدیریت، در راستای تعادل محیط است. در چنین شرایط بحرانی برای نجات جان اکوسیستم و اجزای جانداران آن، آبگیری تالاب بسیار مهم است. حفاظت از این تالاب‌های طبیعی همواره به عنوان یکی از چالش‌های جهانی مطرح بوده است (Nikouei et al., 2012; Guan et al., 2015). اقبال ذینفعان (کشاورزان، دامداران و مسئولان محلی) برای احیا تالاب قابل توجه می‌باشد اگرچه بسته به نوع بهره‌برداری از تالاب، نوع مشارکت و تمایلات نیزمتفاوت است (Sharieifnia et al., 2015). در پژوهشی احیاء تالاب‌ها در استان خوزستان و آبگیری آنها توسط زه‌آب‌های کشت و صنعت نیشکر مورد توجه قرار گرفته است (Mohamadi et al., 2018; Obedavi et al., 2013). همچنین در تلاشی برای احیای تالاب‌های فارس، مطالعه راهکارهای حفاظت و احیای تالاب بین المللی بختگان در استان فارس با استفاده از تحلیل SWOT شناسایی و تدوین شده است. برای این منظور نقاط قوت، ضعف، فرصت ها و تهدیدهای احیای تالاب بختگان موردبررسی قرار گرفت (Tarazkar et al., 2016). استخراج راهکارهای احیای تالاب بین المللی بختگان از روش SWOT و برای اولویت‌بندی آن ها از روش FAHP استفاده شد که روش تجزیه و تحلیل و ارزیابی SWOT، هریک از عوامل قوت، ضعف، فرصت و تهدید را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و راهکارهای متناسب را منعکس می‌سازد (Zhou et al., 2020; Rizaldi et al., 2018; Ritzema et al., 2010; Makungu et al, 2021; Merriman et al, 2017). بررسی مشارکت عموم افراد در حفاظت از محیط زیست در کشور چین مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان می‌دهد که افزایش آگاهی افراد در مورد پژوهش‌های زیست محیطی، نگرش آن ها را تغییر می دهد و موجب افزایش مشارکت‌شان در این زمینه می‌شود (Zhou et al, 2020; Shi et al, 2022; Wang et al, 2021; Pelola et al, 2019; Evenson et al, 2018; Li et al., 2012). در پژوهشی دیگر عوامل موثر بر مشارکت روستاییان در طرح آیش گذاری اراضی کشاورزی برای احیای تالاب جازموریان مورد بررسی قرار گرفت و افزایش درصد مشارکت این روستاییان از طریق اعمال سیاست‌های ویژه دولت در صورت اجرایی شدن طرح آیش گذاری اراضی کشاورزی بود (Taheri et al., 2017). مدل‌های برنامه‌ریزی راهبردی فراوانی وجود دارند، اما اکثر آن‌ها از رویکرد تحلیلی SWOT ایده می‌گیرند (Saaty, 1980., Santos et al., 2015; Kheirkhah et al., 2009; Adami et al., 2016).

در این پژوهش همان‌گونه که پیشتر اشاره شد به دنبال امکان سنجی احیای تالاب زرقان با توجه به منابع آبی موجود می‌باشیم. طرح هدایت آب‌های سطحی و رواناب های ناشی از بارندگی و در کنار آن هدایت پساب فاضلاب شهری مرودشت، زرقان و لپویی به نقطه تمرکز تالاب به منظور احیای تالاب و توسعه منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است.

معرفی منطقه مطالعاتی

حوضه‌های آبخیز دشت زرقان بین طول‌های جغرافیایی ″۳۹ ′۴۲ ۵۲ و ″۱۹ ′۴۱ ۵۲ و عرض″۰۷ ′۴۸ ۲۹ و″۱۰ ′۴۶ ۲۹ واقع شده است که در شکل ۱ مشاهده می شود. از بررسی توپوگرافی منطقه مشخص گردید که از کل مساحت حوزه آبخیز ۱۷۲۸ کیلومتر مربع حدود ده درصد آن به مساحت تقریبی ۱۷۰ کیلومتر مربع از آن که شامل بخشی از پارک ملی بمو می‌باشد. متوسط آبدهی سالانه در حوزه ۴۳۱۸ زرقان بیضا را محاسبه و میزان ۲/۶۶ متر مکعب در ثانیه برآورد کرده است که برابر با ۸۴ میلیون متر مکعب آبدهی در سال می‌باشد همچنین برداشت از چاه‌های آهکی و آبهای تجدید ناپذیر طی آمار تقریبا دقیق در سال ۲/۶ میلیون متر مکعب آب وارد شبکه مصرف شهری زرقان می‌نماید و کم و کسر آن را با تزریق ۰/۳ میلیون متر مکعب از آب سد درودزن به بخشی از شبکه که به خط لوله سد درودزن نزدیک است تامین می‌نماید که جمع آب مصرفی اندکی کمتر از ۳ میلیون متر مکعب در سال است. برای به دست آوردن مقادیر قابل برداشت، آب سطحی و شبیه‌سازی پساب فاضلاب و جریان‌های سطحی در نرم افزار مادفلو انجام گردیده و ضرایب پاسخ محاسبه شده تا افت حاصله به دست آید. در جدول شماره ۱ مقادیر هدایت جریان سطحی و پساب فاضلاب نشان داده شده است که در آن w1 و w2 نشان دهنده‌ی قدرت نسبی تصمیم گیرنده‌ها می باشند. از داده ها بارش و رواناب برای یک سال آبی از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ در نظر گرفته شده است و همچنین نسبت به دو سال آبی دیگر مقایسه شده است. حجم کلی بارندگی و نزولات جوی که بصورت رواناب پس از جذب و تبخیر ، باقی مانده آن به حرکت در آمده و در محدوده مورد نظر برابر ۸۴/۰۰۰/۰۰۰/ مترمکعب معادل هشتادوچهارمیلیون متر مکعب روان آب برآورد گردیده است. در حوزه مورد مطالعه و بررسی ما منابع متعددی تولید کننده پسآب شهری و صنعتی هستند شهر زرقان بزرگ‌ترین آبادی و با جمعیت تقریبی ۳۰ هزار نفر که کل آب مصرفی این شهر با اندکی دست بالا در سال سه میلیون مترمکعب ۳/۰۰۰/۰۰۰۰ مترمکعب می‌باشد. شهرلپوئی که دومین شهر منطقه مزبور می‌باشد ومصرف سالیانه آبی که وارد شبکه می‌شود کمتر از یک میلیون متر مکعب/ ۰۰۰/ ۹۵۰ هزار متر مکعب وارد شبکه مصرف می‌شود. شهرک مهر امام رضا سومین آبادی بزرگ منطقه محسوب شده که سالانه موازی /۲۸۵/۰۰۰ هزار متر مکعب آب به شبکه بهره‌برداری این شهرک تزریق می‌شود. پالایشگاه شیراز در حاشیه شهر زرقان با مجوز برداشت ۱۰۰ لیتر آب درثانیه از آب‌های تجدید ناپذیر جمعا سالانه نزدیک به سه میلیون مترمکعب /۰۰/۰۰۰/۳ متر مکعب مصرف دارد. سرجمع صنایع مستقر در منطقه مانند شیر پگاه فارس –شهرک صنعتی آب‌باریک و ده‌ها کارخانه کوچک و بزرگ که در حوزه فعال می باشند و مصرف سالانه همگی کمتر از ۱/۰۰۰/۰۰۰ یک میلیون متر مکعب می‌باشد.

(الف)

(ب)

شکل ۱- محدوده مطالعاتی دشت زرقان، نقشه هوایی گوگل ازمحدوده آبخیز به سمت دشت بیضا زرقان(الف)، عکس هوایی توسط ارتش امریکا در سال ۱۹۵۵ از منطقه آبگیر (ب)

طی دهه اخیر، که نزولات جوی کم و کمتر شده است، رطوبت این دشت به حداقل ممکن رسیده، و اگر طرح احیاء تالاب عملی نگردد، دست کم سه شهر: زرقان، لپویی و مرودشت و منطقه تاریخی میراثی تخت جمشید، از خطرات ریزگردهای حاصل از این دشت، در امان نخواهند بود و خسارات جبران ناپذیری، پیش خواهد آمد. و چون سفره های زیرزمینی منطقه، تغذیه و تأمین نمی‌شوند، فعالیت کشاورزی در منطقه کاهش می‌یابد و به مرور زمان جمعیت روستایی و شهرهای همجوار کاهش یافته و به جمعیت به سمت کلان شهرها روانه خواهند شد که این امر مشکلات عدیده‌ای را به دنبال خواهد داشت.

جهت تهیه مدل، فرض شده است رژیم جریان در سیستم، غیرماندگار است و جریان در استفاده از هدایت جریان سطحی و پساب فاضلاب نرمال بوده و رابطه مانینگ قابل استفاده است و جریان های سطحی و پساب فاضلاب دارای ارتباط هیدرولیکی هستند. همچنین گام زمانی مدل ماهانه بوده و میزان تحریک اعمال شده بر سیستم در طول هر دوره‌ی زمانی ثابت است و جریان سطحی و پساب فاضلاب آزاد می‌باشد همچنین کسری از آب مصرفی به صورت جریان برگشتی به منابع آب باز می-گردد که فرض شده این کسر برای هر دو منبع سطحی و زیرزمینی معلوم و ثابت است.

جدول ۱- ماتریس‌های پاسخ استفاده از هدایت جریان سطحی w1 و پساب فاضلاب w2

	w1			w2	
Period	**w1**	**w2**	**Period**	**w1**	**w2**
1	5.1831	0.5908	1	0.5768	5.1228
2	0.514	0.2231	2	0.2156	0.4946
3	0.1558	0.1007	3	0.097	0.1447
4	0.0836	0.0599	4	0.0577	0.0765
5	0.0558	0.0422	5	0.0405	0.0517
6	0.0409	0.0322	6	0.0309	0.0387
7	0.0309	0.0252	7	0.0243	0.0299
8	0.0231	0.0197	8	0.0188	0.0231
9	0.0174	0.0154	9	0.0145	0.018
10	0.0133	0.0122	10	0.0115	0.0142
11	0.0102	0.0097	11	0.0091	0.0112
12	0.0079	0.0076	12	0.0072	0.0087

لازم به ذکر است که استفاده از روش ماتریس پاسخ واحد، برای جریان‌های تحت‌فشار در تالاب زرقان با استفاده از هدایت جریان سطحی و پساب فاضلاب شهری با مدل بهینه سازی تک هدفه صادق می‌باشد، در حالیکه جریان مفروض در این مسئله به صورت آزاد می‌باشد. بنابراین در این قسمت ابتدا این روش را برای مسئله، مورد آزمون قرار می‌دهیم. به این منظور، مقادیر فرضی برای هدایت جریان سطحی و پساب فاضلاب شهر زرقان و حومه در نظر گرفته شد و مقادیر افت به ازای پمپاژها با استفاده از ضرایب پاسخ، در مدل لینگو[1] محاسبه شد و با مقادیر افت به دست آمده در مدل مادفلو (مقادیر واقعی) مقایسه شد. با توجه به نزدیکی نتایج هر دو مدل، می‌توان اظهار داشت روش ماتریس پاسخ واحد، در محاسبه‌ی مقادیر افت در جریان آزاد نیز از دقت خوبی برخوردار می‌باشد

فرمول بندی امکان سنجی احیای تالاب با مدل شبیه سازی- بهینه سازی

با توجه به محدودیت منابع آبی و بدنبال آن محدودیت‌های خاک، بهره‌برداری از این عوامل، باید به شکل مطلوب و مؤثر به کار گرفته شود تا در تضمین توسعه پایدار به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای قرار گیرد. روش‌های بهینه‌سازی از دیرباز به منظور برنامه‌ریزی سیستم‌های منابع آب به کار رفته‌اند. این روش‌ها شامل مدل‌های بهینه‌سازی تک‌هدفه، و مدل‌های بهینه‌سازی چندهدفه می‌باشند. در یک فرآیند تصمیم‌گیری، چنانچه تعداد تصمیم‌گیرندگان بیش از یک نفر باشد، تصمیم‌گیری با مشکلات همراه خواهد بود چراکه افراد مختلف اهداف، دیدگاه‌ها و اولویت‌های متفاوتی دارند و تصمیم نهایی باید به گونه‌ای باشد که کلیه این اختلاف نظرات در آن لحاظ شده باشد. چندین روش برای حل این نوع مسائل وجود دارد که

[1] LINGO

به مدل‌های حل اختلاف معروف می‌باشند. یک روش این است که مسئله به صورت یک مدل چند هدفه، با توجه به اهداف تصمیم‌گیرندگان مختلف، در نظر گرفته شود. یکی دیگر از راه-حل‌های حل اختلاف این است که نظرات تصمیم‌گیرندگان با توجه به اهمیت نسبی آنها رتبه‌بندی شده و در تصمیم‌گیری نهایی مورد توجه قرار گیرد. روش سوم حل اختلاف بر پایه‌ی تئوری چانه‌زنی می‌باشد که توسط جان نش[۲] در سال ۱۹۵۴ ارائه شده است. نش مجموعه‌ی مشخصی از شرایطی را که جواب‌ها باید آنها را ارضا نمایند ارائه نمود و ثابت کرد که فقط یک جواب، که پاسخ مسئله‌ی حل اختلاف می‌باشد، این شرایط را ارضا می‌کند در این تحقیق از روش حل اختلاف حاصل-ضربی غیرمتقارن نش در حل مناقشه استفاده شده است است از اینرو در ادامه به توضیح روش حل اختلاف نش پرداخته می‌شود. با فرض اینکه n تصمیم‌گیرنده وجود داشته باشند و X فضای تصمیم‌گیری و f_i تابع هدف یا تابع مطلوبیت تصمیم-گیرنده i ام باشد. فضای هدف به صورت زیر در معادله ۱ تعریف می‌گردد:

$$H = \{u_i = f_i(x), \quad x \in X\} \quad , \quad i=1,\dots,n \qquad (۱)$$

همچنین فرض می‌شود که کلیه‌ی تصمیم‌گیرندگان در بیان تابع مطلوبیت خود، یک حداقل مطلوبیت را تعیین می‌نمایند که مقادیر کمتر از آن برای آن تصمیم‌گیرنده به هیچ وجه قابل قبول نمی‌باشد. این مقدار از تابع هدف نقطه عدم توافق نامیده می‌شود. اگر d_i نقطه عدم توافق برای تصمیم‌گیرنده i ام باشد، $\underline{d} = (d_1, d_2, \dots, d_n)$ بردار عدم توافق تصمیم‌گیرندگان نامیده می‌شود. جواب مسئله باید حل اختلاف به صورت تابعی از H و $\underline{d}$ در نظر گرفته می‌شود $(\varphi(H, \underline{d}))$ و محدودیت-های موجود را ارضا کرده و به عبارت دیگر امکان‌پذیر باشد. همچنین باید نقطه عدم توافق کلیه تصمیم‌گیرندگان را تأمین نماید$(\varphi(H, \underline{d}) \geq \underline{d})$ و جواب باید غیرپست باشد.اگر دو تصمیم‌گیرنده دارای نقطه‌ی عدم توافق یکسان و مطلوبیت‌های مشابه باشند، مقدار تابع هدف (مطلوبیت آنها) به ازای جواب نهایی مسئله‌ی حل اختلاف نباید متفاوت باشد.

به منظور مطالعه و بررسی امکان سنجی احیای تالاب و بیشه زرقان لپویی و محاسبه‌ی میزان برداشت بالادست و پایین‌دست از آب زیرزمینی با توجه به محدودیت افت از یک زیربخش بهینه‌سازی استفاده شده است که هدف آن مینیمم کردن مقدار کمبود و همچنین اولویت دادن مدل به برداشت آب سطحی نسبت به برداشت آب زیرزمینی می‌باشد. بنابراین تابع هدف در معادله ۲ عبارتست از:

$$\text{Min } Z = \sum_{n=1}^{12}\sum_{K=1}^{2} c_1 * \left(\frac{DEF_{k,n}}{D_{k,n}}\right) + c_2 * \left(\frac{RS_{k,n}}{D_{k,n}}\right) + c_3 * (L + Sw_{k,n}) * \left(\frac{RG_{k,n}}{D_{k,n}}\right) \qquad (۲)$$

در روابط بالا c_1 : ضریب هزینه کمبود آبی که مقدار آن ۱۰۰۰۰ فرض شده است، c_2 : ضریب هزینه برداشت از آبهای منطقه که مقدار آن ۳۰۰۰ فرض شده است و c_3 : ضریب هزینه برداشت از آبخوان که مقدار آن ۳۰۰ فرض شده است.$Sw_{k,n}$: میزان افت آبخوان در محل چاه k در انتهای دوره‌ی زمانی n و L: افت اولیه‌ی آبخوان که در این مسئله ۱۰ متر فرض شده است. محدودیت‌های معادله ۱ در روابط ۲ الی ۶ نشان داده شده اند که مجموع مقادیر کمبود و برداشت آب برابر با نیاز آبی سال مورد نظر می‌باشد. روابط دیگر نیز به ترتیب قیود مربوط به مقدار آب برگشتی آب‌های منطقه و آبخوان را بیان می‌کنند که کسری از مجموع برداشت از آب سطحی و زیرزمینی می‌باشند. رابطه‌ی دیگر مقدار جریان ورودی به پایین‌دست را تشریح می‌کند که حاصل از جریان ورودی به بالادست منهای برداشت از آب سطحی بالادست به علاوه‌ی آب برگشتی مصرف‌کننده‌ی بالادست می‌باشد.

$$RS_{k,n} + RG_{k,n} + DEF_{k,n} = D_{k,n} \qquad (۳)$$

$$RETS_{k,n} = rfs * rfu * (RS_{k,n} + RG_{k,n}) \qquad (۴)$$

$$RETg_{k,n} = rfg * rfu * (RS_{k,n} + RG_{k,n}) \qquad (۵)$$

$$Qdwn_n = Qin_n - RS_{1,n} + RETS_{1,n} \qquad (۶)$$

در روابط بالا $RS_{k,n}$: میزان برداشت از آبهای منطقه توسط مصرف‌کننده k ام در دوره زمانی n ، $RG_{k,n}$: میزان برداشت از آبخوان با استفاده از پمپاژ توسط مصرف‌کننده‌ی k ام در دوره-ی زمانی n، $DEF_{k,n}$: میزان کمبود آبی مصرف‌کننده‌ی k ام در دوره‌ی زمانی n، $D_{k,n}$: میزان نیاز آبی مصرف‌کننده‌ی k ام در دوره‌ی زمانی n، $RETS_{k,n}$: میزان آب برگشتی به تالاب از طریق مصرف‌کننده‌ی kام در دوره‌ی زمانی n، $RETg_{k,n}$: میزان آب برگشتی به آبخوان از طریق مصرف‌کننده‌ی k ام در دوره‌ی زمانی n، $D_{g,n}$: میزان نیاز زیست‌محیطی تعیین‌شده برای آبهای منطقه در دوره‌ی زمانی n، rfu : ضریب آب برگشتی از کل میزان آب مصرف‌شده ، rfs : ضریب آب برگشتی به آبهای منطقه و fg : ضریب آب برگشتی به آبخوان می باشد. رابطه‌ی ۷نیز مقدار جریان خروجی را که حاصل از جریان ورودی به پایین‌دست منهای برداشت از آب سطحی پایین‌دست به علاوه‌ی آب برگشتی مصرف‌کننده‌ی پایین‌دست می‌باشد را محاسبه می‌کند.

[۲] John Nash

$$\mathbf{Qout_n = Qdwn_n - RS_{2,n} + RETS_{2,n}} \quad (۷)$$

روابط ۷ و ۸ به ترتیب قیود مربوط به نیاز زیست‌محیطی بالادست و پایین‌دست می‌باشند که مربوط به بازه‌هایی از آبهای منطقه می‌باشند که جریان‌های برگشتی بالادست (در مورد نیاز زیست‌محیطی بالادست) و پایین‌دست (در مورد نیاز زیست-محیطی پایین‌دست) هنوز وارد آبهای منطقه نشده‌اند.

$$\mathbf{Qin_n - RS_{1,n} \geq D_{g,n}} \quad (۸)$$

$$\mathbf{Qdwn_n - RS_{2,n} \geq D_{g,n}} \quad (۹)$$

در روابط بالا Qin_n : میزان جریان ورودی به تالاب در دوره‌ی زمانی n ، $Qdwn_n$: میزان جریان ورودی به پایین‌دست آبهای منطقه در دوره‌ی زمانی n و $Qout_n$: میزان جریان خروجی از آبهای منطقه در دوره‌ی زمانی n می باشد رابطه‌ی ۹ مقدار افت حاصل از آب در تالاب و رابطه‌ی ۱۰ قید مقدار محدودیت افت را که ۱۰ متر در نظر گرفته شده است نشان می‌دهد.

(۱۰)

$$\mathbf{Sw_{k,n} = \sum_{t=1}^{n} \sum_{j=1}^{2} \beta_{k,j,n-t+1} * (RG_{j,t} - RETg_{j,t}) / Unp}$$

$$\mathbf{Sw_{k,n} \leq Smax} \quad (۱۱)$$

در روابط بالا $Smax$: حداکثر میزان افت مجاز که در مسئله ۲۰ متر می‌باشد، $\beta_{k,j,n-t+1}$: ضریب پاسخ واحد سیستم که عبارتست از مقدار افت واحد در سلول k در انتهای دوره‌ی زمانی n در اثر پمپاژ واحد از چاه j (j ممکن است مساوی k باشد) در طی دوره زمانی t ($t \leq n$) و unp : میزان پمپاژ یا تحریک واحد می باشد. در این بخش با استفاده از توابع مطلوبیت و محدودیت‌هایی که در بخش قبل تعریف شد مدل حل اختلاف نش[3] در حل مسئله به کار گرفته شده است. با توجه به اینکه اهمیت ذینفعان در تأمین نیازهایشان یکسان نمی‌باشد از تابع غیرمتقارن نش استفاده شده است. معادله تابع هدف غیرمتقارن نش به صورت ارائه شده در معادله‌ی ۱۲ می باشد.

(۱۲)

$$\text{Max } Z = \prod_{n=1}^{12}\Big(\prod_{k=1}^{m_k}(f_{k,n} - d_{k,n})^{w_k} * \prod_{s=1}^{m_s}(f_{s,n} - d_{s,n})^{w_s} * \prod_{c=1}^{m_c}(f_{c,n} - d_{c,n})^{w_c} * \prod_{g=1}^{m_g}(f_{g,n} - d_{g,n})^{w_g}\Big)$$

در رابطه بالا $f_{k,n}$ و $d_{k,n}$: به ترتیب تابع مطلوبیت و نقطه‌ی عدم توافق مرتبط با آب اختصاص یافته به مصرف‌کنندگان در دوره‌ی زمانی n، $f_{s,n}$ و $d_{s,n}$: به ترتیب تابع مطلوبیت و نقطه‌ی عدم توافق مرتبط با تراز آبخوان در محل تالاب مربوط به مصرف‌کنندگان در دوره‌ی زمانی n، $f_{c,n}$ و $d_{c,n}$: به ترتیب تابع مطلوبیت و نقطه‌ی عدم توافق مرتبط با هزینه‌های پرداخت شده توسط مصرف‌کنندگان در دوره‌ی زمانی n، $f_{g,n}$ و $d_{g,n}$: به ترتیب تابع مطلوبیت و نقطه‌ی عدم توافق دبی محیط زیست تالاب در دوره‌ی زمانی n و w : وزن نسبی مصرف‌کنندگان و تصمیم‌گیرندگان می باشد

بحث و نتایج

نتایج حاصل از امکان سنجی احیای تالاب

در مطالعه امکان احیای تالاب زرقان با استفاده از هدایت جریان سطحی و پساب فاضلاب شهر زرقان و حومه، عوامل واقع در بالادست تالاب، به اقتضای موقعیت خود که دسترسی مناسب تری به تالاب را فراهم می‌کند به برداشت غیراصولی از منابع آبی رو می‌آورند. این مسئله برای بخش پایین دست شرایط ناعادلانه‌ای را ایجاد می‌کند، چراکه از طرفی مجبور به تامین هزینه‌های بیشتری شده و از طرفی دیگر بایستی جهت تأمین کمبود آبی هزینه‌ی بیشتری را صرف کنند. شکل ۲ نمایی از رودخانه و فاضلاب منطقه را نشان می‌دهد. جدول ۲ مقادیر برداشت از آب‌های سطحی، آبخوان و میزان کمبود را برای هر دو مصرف کننده نمایش می دهد. شکل۳ مقادیر تخصیص‌ها و کمبودهای مربوط به بالادست و پایین‌دست را نشان می‌دهند. برای مثال در ماه آبی ۱، مقدار نیاز آبی تالاب برابر با ۵ mcm، مقدار برداشت از آب های سطحی ۱/۸۲ mcm، مقدار برداشت از آبخوان ۱/۳۲ mcm و مقدار کمبود آبی در این ماه ۱/۸۶ mcm می‌باشد.

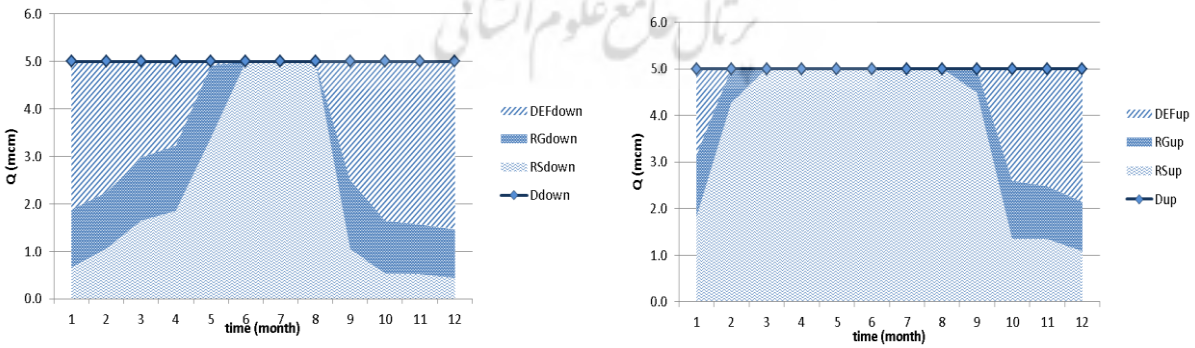
[3] Nash

(الف) (ب)

شکل۲- کانال فاضلاب اصلی شهر زرقان(الف)، رودخانه دشت زرقان (ب)

جدول ۲- مقایسه‌ی مقادیر برداشت و مقادیر کمبود دو مصرف‌کننده (مقادیر به میلیون متر مکعب)

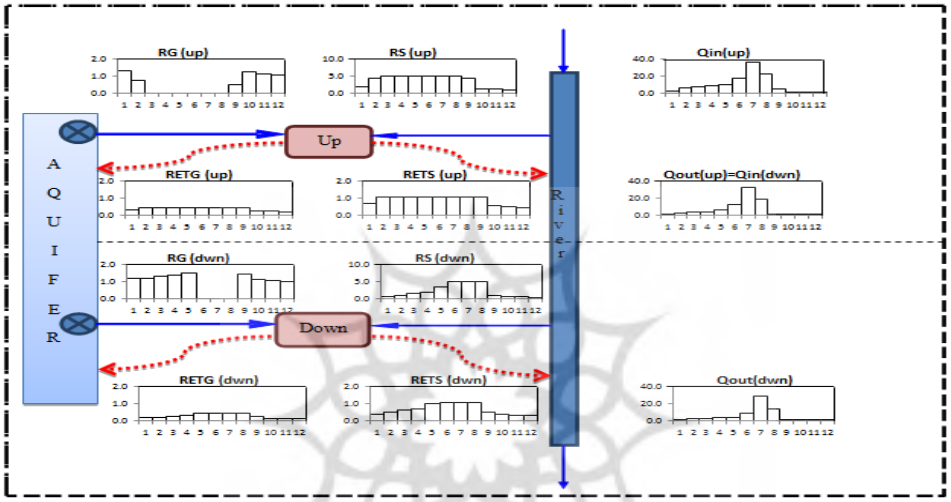
Month	Monthly deficit amounts		Amount of withdrawal from the aquifer		Extraction of surface water	
	Downstream	Upstream	Downstream	Upstream	Downstream	Upstream
October	3.12	1.86	1.22	1.32	0.66	1.82
November	2.75	0.00	1.20	0.73	1.05	4.27
December	2.02	0.00	1.33	0.00	1.65	5.00
January	1.77	0.00	1.37	0.00	1.86	5.00
February	0.08	0.00	1.52	0.00	3.40	5.00
March	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00
April	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00
May	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00
June	2.49	0.00	1.46	0.50	1.05	4.50
July	3.35	2.40	1.10	1.25	0.55	1.35
August	3.43	2.53	1.05	1.12	0.52	1.35
September	3.53	2.85	1.02	1.07	0.45	1.08



(ب) (الف)

شکل۳- مقادیر تخصیص و کمبود حاصل از شبیه سازی وضع موجود برای مصرف کننده ی پایین دست(ب) و بالا دست(الف) تالاب زرقان

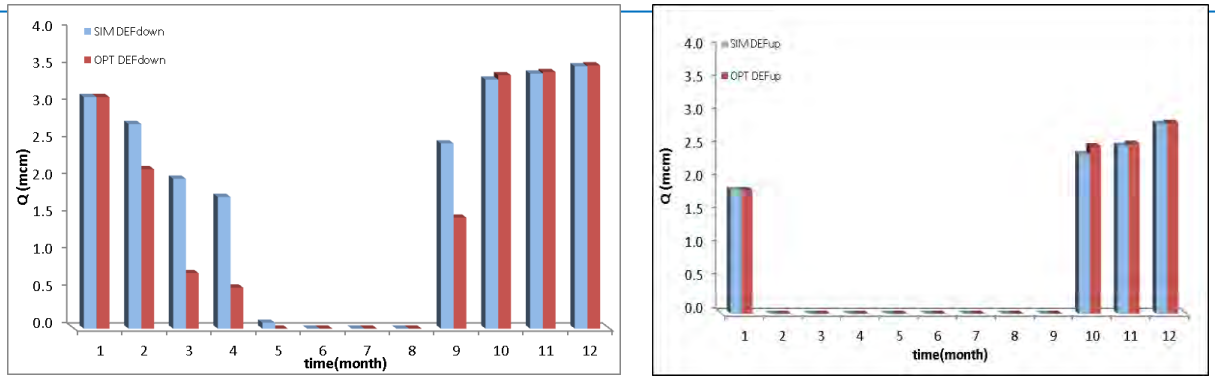
نتایج حاصل از مدل شبیه‌سازی- بهینه‌سازی تالاب و بیشه زرقان لپویی چنان که انتظار می‌رود در شکل ۴ نشان داد که در وضعیت موجود مصرف‌کننده‌ی بالادست تالاب و بیشه زرقان لپویی با صرف هزینهٔ کمتر نیاز آبی خود را تأمین کرده و در ماه‌های کم‌آبی با کمبود آبی کمتری مواجه خواهد بود و این در حالیست که مصرف‌کننده‌ی پایین‌دست برای تأمین نیاز آبی خود از آب سطحی دچار مشکل شده و برای جبران نیاز خود به پمپاژ بیشتری از آب زیرزمینی احتیاج پیدا می‌کند که این موضوع علاوه بر افزایش هزینه‌ها برای مصرف‌کننده‌ی پایین‌دست با محدودیت‌هایی نیز همراه است چرا که افت آبخوان تالاب و بیشه زرقان لپویی محدود شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود مقدار برداشت از آبها برای بالادست در تمامی ماه‌ها بیشتر از برداشت پایین‌دست می‌باشد که این موضوع روی میزان جریان برگشتی بالادست تأثیر می‌گذارد. مصرف‌کننده‌ی پایین‌دست تالاب و بیشه زرقان لپویی به دلیل کمبود آبی بیشتر مقدار بیشتری آب را از آبخوان برداشت می‌کند. در ماه‌های اسفند تا اردیبهشت میزان جریان ورودی بالا بوده و به همین علت هر دو مصرف‌کننده کل نیاز خود را از آب برداشت کرده‌اند. نیاز ماهانه هر دو مصرف‌کننده مقداری ثابت و برابر با ۵ mcm می‌باشد.



شکل٤- نتایج حاصل از شبیه‌سازی وضع موجود تالاب و بیشه زرقان

نتایج حاصل از امکان سنجی احیای تالاب

کمبود آبی دو مصرف‌کننده‌ی بالادست و پایین‌دست تالاب و بیشه زرقان را در دو حالت شبیه‌سازی و بهینه‌سازی مقایسه گردید. مقایسه‌ی مقادیر کمبود در دو مدل مذکور نشان می‌دهد که در مورد بخش بالادست (شکل ۵) تفاوت کمبودها در دو مدل چشمگیر نمی‌باشد، از آنجایی که برداشت آب به صورت تلفیقی می‌باشد و بالادست، کاهش برداشت از آبهای منطقه را می‌تواند با استفاده از پمپاژ جبران کند، این مسئله قابل توجیه است. هرچند این نوع تخصیص باعث افزایش هزینه‌های بالادست می‌شود. اما در مورد پایین‌دست تفاوت کمبودها در دو مدل این مسئله را نشان می‌دهد که در مدل شبیه‌سازی قسمت اعظم آب عاید بالادست شده و از آنجایی که برداشت از آبخوان، محدود شده است، پایین‌دست با کمبودهای بسیاری روبرو می‌شود. در حالیکه در مدل بهینه‌سازی برداشت از آب منطقه تالابی متعادل‌تر شده و به مصرف‌کننده‌ی پایین‌دست نسبت به مدل شبیه‌سازی سهم بیشتری از آب می‌رسد، با در نظر گرفتن پمپاژ آب زیرزمینی کمبودهای پایین‌دست در مدل بهینه‌سازی کاهش قابل‌توجهی دارد.



(الف) (ب)

شکل۵- مقایسه‌ی مقادیر کمبود در دو مدل برای پایین دست(الف) و بالادست(ب)تالاب و بیشه زرقان

نتایج فرمول بندی مدل امکان سنجی حل Nash

در یک مسئله‌ی حل اختلاف در احیای تالاب ممکن است اهمیت خواسته‌های ذینفعان یکسان نباشد، مثلاً در منطقه‌ای حفظ اکوسیستم بر تأمین نیاز اولویت داشته باشد یا اینکه تأمین نیازهای آبی اولویت ارجح را به خود اختصاص دهد. بنابراین وزن نسبی ذینفعان با توجه به مذاکراتی که در ابتدا صورت می-پذیرد تعیین می‌گردد. اما در این مسئله اوزان مصرف‌کنندگان با تحلیل حساسیت بر روی وزن‌ها محاسبه شده‌اند به طوری‌که نتایج معقول و منطقی به دست آید، از طرفی چون هدف این فصل مقایسه‌ی عملکرد مدل‌ها می‌باشد و برای این کار لازم است مدل‌ها قابل مقایسه باشند عملاً نیاز زیست‌محیطی و افت آبخوان تأثیر چندانی در رویکرد مدل نداشته و شباهت بیشتری به قید دارند تا مطلوبیت. مقادیر نهایی اوزان به صورت زیر می‌باشند.

وزن تأمین نیاز مصرف‌کنندگان بالادست و پایین‌دست $w_k = 0.2$

وزن محدودیت افت آبخوان $w_s = 0.1$

وزن مصرف‌کنندگان بالادست و پایین-دست در تأمین هزینه $w_c = 0.1$

وزن نیاز زیست‌محیطی $w_g = 0.1$

از آنجایی که هر یک از این اوزان متعلق به دو مطلوبیت (بالادست و پایین‌دست تالاب زرقان) در احیای تالاب می‌باشند مجموع این اوزان برابر ۱ خواهد بود. در امکان‌سنجی احیای تالاب و بیشه زرقان لپویی با توجه به اینکه مدل نش به شدت غیر خطی می‌باشد، در این تحقیق از مدل حل اختلاف مختلف با نام مدل CR(I) که تفاوت‌شان با مدل نش در توابع هدف آن‌ها می‌باشد، استفاده شده است تا ضمن بررسی صحت عملکرد مدل، نتایج‌شان با نتایج مدل حل اختلاف نش مقایسه شود. در این قسمت به عملکرد مدل حل اختلاف ۱ با تابع هدف زیر پرداخته شده است.

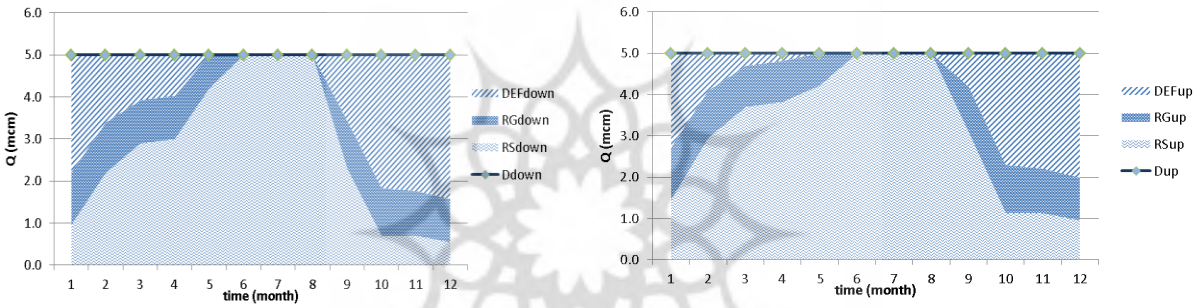
(۱۳)

$$Max\ Z = \sum_{t=1}^{12}\sum_{k=1}^{m_k} w_k(f_{k,n} - d_{k,n}) + \sum_{s=1}^{m_s} w_s(f_{s,n} - d_{s,n}) + \sum_{c=1}^{m_c} w_c(f_{c,n} - d_{c,n}) + \sum_{g=1}^{m_g} w_g(f_{g,n} - d_{g,n})$$

تمامی محدودیت‌ها و قیود و توابع در احیای تالاب مطلوبیت در این مدل مانند مدل نش می‌باشد. نتایج موجود نشان می‌دهد که مدل CR(I) با مجموع برداشت سالانه‌ی ۳۹/۳۸ میلیون متر مکعب از تالاب و مجموع سالانه‌ی ۱۰/۸۲ میلیون متر مکعب از آبخوان برای بالادست تالاب و مقادیر نظیر ۳۱/۱۴ و ۱۰/۳۰ میلیون متر مکعب برای پایین‌دست تالاب تفاوت چندانی با نتایج مدل بهینه‌سازی که تابع هدفش مینیمم کردن هزینه‌ها می‌باشد ندارد.

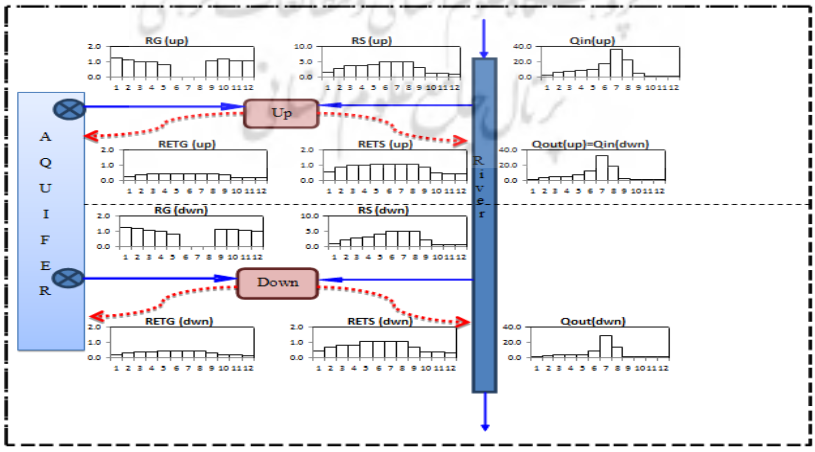
با تعیین توابع مطلوبیت هر یک از ذی‌نفعان و مشخص کردن اوزان آن‌ها از دو مدل مختلف حل اختلاف (نش و CR(II)) استفاده شد. هر دو مدل محدودیت‌های یکسانی را داشتند اما توابع هدف‌شان متفاوت بود. مدل CR تغییرات کاربری اراضی در زیر حوضه‌ها را در نظر نگرفته و بر اساس یکسان بودن کاربری اراضی زیر حوضه‌ها، بارش موثر بر مبنای مساحت هر زیر حوضه تقسیم می‌گردد بنابراین کاربرد مدل CR در حوضه‌های با کاربری اراضی متفاوت مناسب نبوده و جهت رسیدن به جواب‌های با دقت کافی باید اصلاحاتی در این مدل صورت گیرد در مدل CR برای هر زیر حوضه با توجه به خصوصیات ژئومورفولوژی مربوطه ضریب ذخیره متفاوتی در نظر

گرفته می‌شود که قابلیت شبیه‌سازی هیدروگراف خروجی در هر زیـر حوضه را دارا می‌باشد ؛ اما در این مدل به دلیل یکنواخـت فـرض نمودن حوضه از لحاظ کاربری اراضی، قابلیت پیشبینی هیدروگراف با دقت قابل قبول را در زیر حوضه‌های با کاربری متفاوت دارا نمی‌باشـد. نتایج این سه مدل با یکدیگر مقایسه گردید و مشخص شد مدل CR(II) نتایج بسیار نزدیکی به مدل بهینه‌سازی ارائه شده در بخش قبل داردکه علتش تابع هدف مشابه به تابع هدف مدل بهینه‌سازی بود. در این مدل ساده نتایج مشابهی به نتایج مدل نش نشان داد. در انتهای این فصل رویکردی در نظر گرفته شد که با استفاده از ویژگی غیرخطی بودن تابع هزینه می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های کمبود برای پایین‌دست شود، بدین شکل که بالادست مقداری از آب تالاب را رها کند تا در اختیار پایین‌دست قرار گیرد و هزینه‌های پایین دست کاهش یابد و سود حاصل از این کاهش هزینه‌ها میان این دو مصرف‌کننده تقسیم شود. لذا جهت حل مدل بهینه‌سازی حل اختلاف تامین آب تالاب زرقان و لپویی از فرمول‌بندی مربوط به رویکرد حل اختلاف نش استفاده شده است. شکل۶ به ترتیب مقادیر تخصیص و کمبود حاصل از مدل حل اختلاف نش را برای در احیای تالاب جهت مصرف‌کننده‌ی بالادست و پایین‌دست را نشان می‌دهند. **Error! Reference source not found.**۷ مقادیر تخصیص‌ها، جریان‌های برگشتی و مقادیر جریان‌های ورودی و خروجی حاصل از مدل بهینه‌سازی حل اختلاف نش را برای هر دو مصرف‌کننده در مسئله‌ی در احیای تالاب موردنظر به شکل گراف‌هایی نمایش می‌دهد.



ب) پایین دست تالاب　　الف) بالادست تالاب

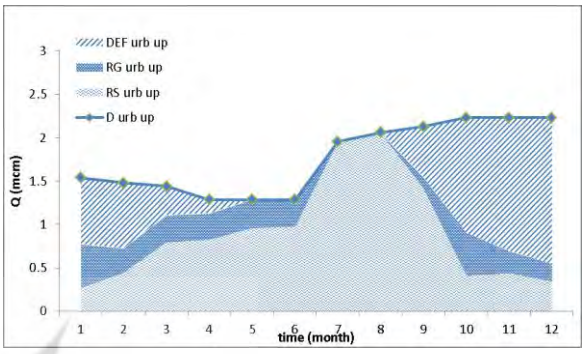
شکل٦- نمایش مقادیری از تخصیص و کمبود حاصل از مدل بهینه‌سازی Nash برای احیای تالاب زرقان، (الف) پایین دست و (ب) بالادست تالاب



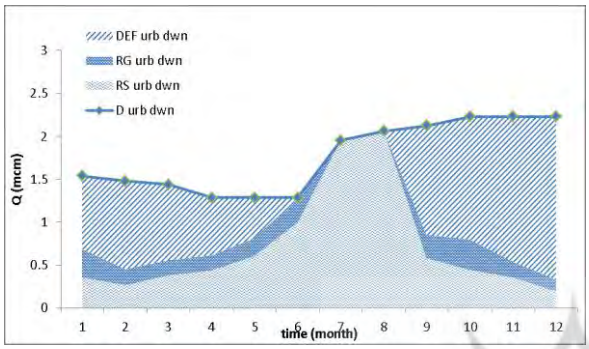
شکل۷- نتیجه حاصل از مدل بهینه‌سازی Nash در احیای تالاب زرقان

همان‌طور که ملاحظه می‌شود اجرای مدل حل در احیای تالاب نش مقادیر برداشت دو مصرف‌کننده از تالاب را بسیار به هم نزدیکتر کرده است، به طوریکه مجموع برداشت‌های آب از تالاب در طول تمام دوره‌ها برای بالادست ۳۷/۳۸ میلیون متر

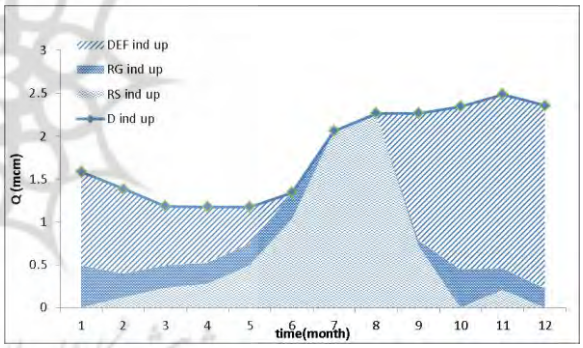
مکعب و برای پایین‌دست ۳۳/۴۱ میلیون متر مکعب می‌باشد که نسبت به مدل‌های ارائه شده در قسمت‌های قبلی برداشت‌ها از تالاب متعادل‌تر شده است. همچنین مقدار مجموع برداشت‌ها از آب زیرزمینی برای بالادست ۹/۶۱۴ میلیون متر مکعب و برای پایین‌دست ۹/۶۸۰ میلیون متر مکعب می‌باشد. چنانچه گفته شد، متأثر بودن مصرف‌کننده‌ی پایین‌دست از آب برگشتی مصرف‌کننده‌ی بالادست، سیستم را به سمت تخصیص بیشتر آب سطحی به بالادست هدایت می‌کند. همچنین این مدل به دلیل وارد کردن هزینه‌ها به عنوان توابع مطلوبیت به صورت مستقیم در مدل این امکان را فراهم می‌سازد که مصرف-کنندگان به میزان بودجه‌ی خود آب مورد نیاز را تأمین کنند.در امکان سنجی احیای تالاب و بیشه زرقان لپویی با توجه به اینکه مدل نش غیر خطی می‌باشد. چنانچه در قسمت‌های قبلی ذکر گردید، نیازهای موجود در منطقه شامل مصارف شرب، صنعت، کشاورزی و نیاز زیست‌محیطی می‌باشد که هر کدام در دو منطقه‌ی بالادست و پایین‌دست در احیای تالاب تخصیص یافته‌اند. در شکل ۸ نمودار تخصیص و کمبود حاصل در بخش های مختلف نشان داده شده است.



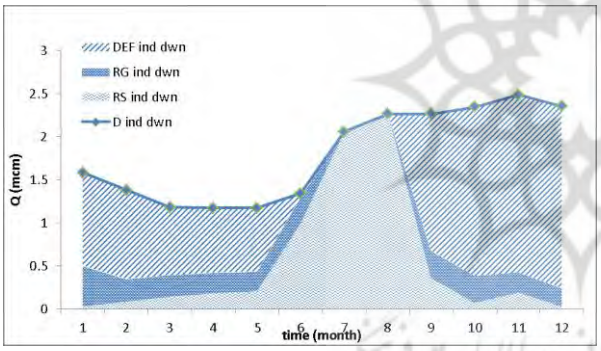
الف) مصرف آب شرب بالادست



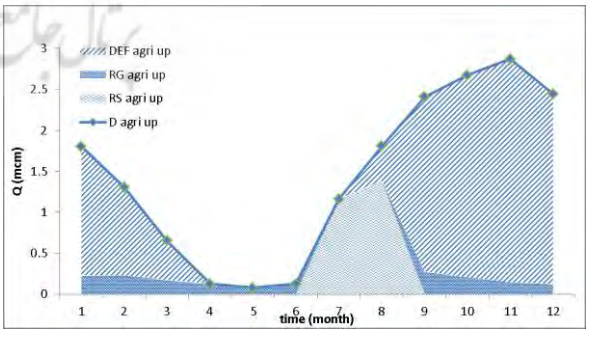
ب) مصرف آب شرب پایین دست



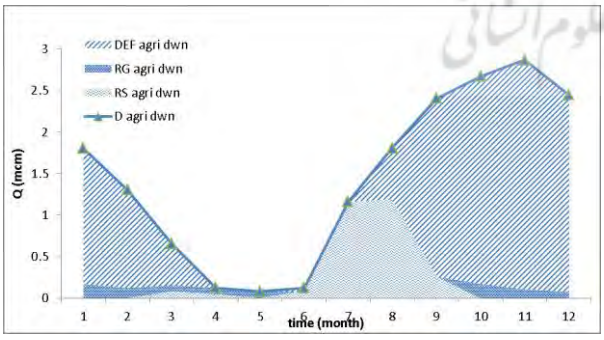
ج) مصرف آب صنعت بالادست



د) مصرف آب صنعت پایین دست



ر) مصرف آب کشاورزی بالادست

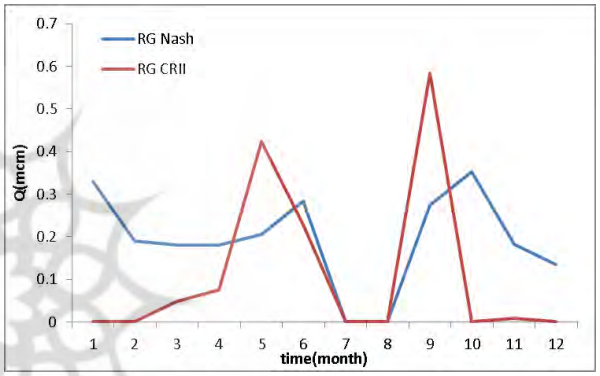


ز) مصرف آب کشاورزی پایین دست

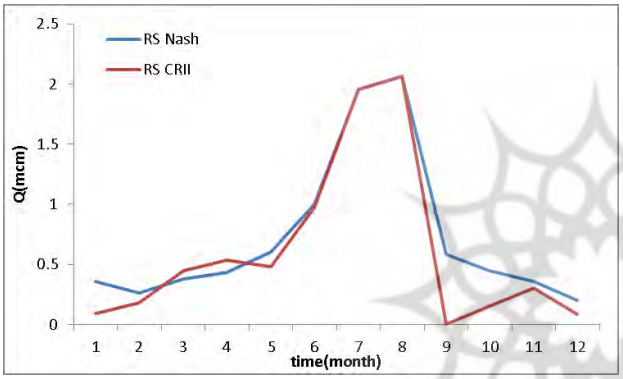
شکل ۸- نتایج تخصیص و کمبود حاصل از مدل برای مصارف شرب، صنعت و کشاورزی بالادست و پایین‌دست تالاب زرقان

نتایج حاصل از مدل نش در مطالعه‌ی موردنظر برای سال آبی تالاب که یک سال آبی محسوب می‌شود نشان داد که سیستم با کمبودهای آبی بسیاری نسبت به دو سال آبی دیگر که در قسمت‌های قبلی شرح داده شد، روبرو می‌باشد. به خصوص در

مورد نیاز کشاورزی که کمترین وزن را داراست، این کمبودها بیشتر می‌باشند به طوری که تقریباً در همه‌ی ماه‌ها برداشت از آب سطحی صفر بوده و برداشت از آب زیرزمینی نیز (با توجه به کاهش آب برگشتی به آبخوان) نسبت به دو سال آبی دیگر کمتر شده است. بررسی این سال آبی نشان می‌دهد که مدل نش می‌تواند با در نظر گرفتن محدودیت‌های سیستم اقدام به توزیع آب در بین مصرف‌کنندگان بخش‌های مختلف شهری، صنعت و کشاورزی کند. نتایج حاصل از مدل نش در مطالعه‌ی موردنظر برای سال آبی تالاب که یک سال آبی محسوب می‌شود نشان داد که سیستم با کمبودهای آبی بسیاری نسبت به دو سال آبی دیگر که در قسمت‌های قبلی شرح داده شد، روبرو می‌باشد. به خصوص در مورد نیاز کشاورزی که کمترین وزن را داراست، این کمبودها بیشتر می‌باشند به طوری که تقریباً در همه‌ی ماه‌ها برداشت از آب سطحی صفر بوده و برداشت از آب زیرزمینی نیز (با توجه به کاهش آب برگشتی به آبخوان) نسبت به دو سال آبی دیگر کمتر شده است. بررسی این سال آبی نشان می‌دهد که مدل نش می‌تواند با در نظر گرفتن محدودیت‌های سیستم اقدام به توزیع آب در بین مصرف‌کنندگان بخش‌های مختلف شهری، صنعت و کشاورزی کند. مقایسه‌ی نتایج مدل حل اختلاف نش و مدل CR(II) در مورد سیستم فرضی موجود با محدودیت‌ها و فرضیات به کار رفته نشان داد که تفاوت زیادی در نتایج این دو مدل وجود ندارد و تنها تفاوت‌شان در زمان اجرای‌شان در امکان سنجی احیای تالاب می‌باشد، بدین منظور برای تعمیم این موضوع در مدل‌های بزرگتر، این دو مدل در مطالعه‌ی موردی اجرا شد و نتایج‌شان با یکدیگر مقایسه شد. شکل ۹ به ترتیب مقادیر ماهانه‌ی برداشت از آب سطحی و برداشت از آب زیرزمینی مصرف‌کننده‌ی شرب را در دو مدل مقایسه می‌کنند.



الف) آب زیرزمینی



ب) آب سطحی

شکل۹- مقایسه‌ی نتایج برداشت از آب سطحی و آب زیرزمینی در احیای تالاب در دو مدل Nash و CR(II)

همان‌طور که در شکل‌ها مشاهده می‌شود، نتایج این دو مدل تطابق مناسبی با یکدیگر ندارند و به خصوص در مورد برداشت از آب زیرزمینی تفاوت‌ها مشهودتر می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهند که جایگزین کردن مدل CR(II) به جای مدل نش در مورد مدل‌های با تعداد شرکت‌کننده‌ی بیشتر برای کاهش زمان اجرای مدل راه‌حل مناسبی نمی‌باشد، چرا که در مدل‌های حل اختلاف هدف، احیای تالاب میان گروه‌های درگیر است و برای اینکه مدلی بتواند شرایط جایگزینی را داشته باشد، نیاز است که نتایج، تفاوهای چشمگیری را نمایش ندهند

نتیجه گیری

نتایج حاصل از مدل شبیه‌سازی- بهینه‌سازی تالاب و بیشه زرقان لپویی چنان که انتظار می‌رود نشان داد که در وضعیت موجود مصرف‌کننده‌ی بالادست تالاب و بیشه زرقان لپویی با صرف هزینهٔ کمتر نیاز آبی خود را تأمین کرده و در ماه‌های کم‌آبی با کمبود آبی کمتری مواجه خواهد بود و این در حالیست که مصرف‌کننده‌ی پایین‌دست برای تأمین نیاز آبی خود از آب سطحی دچار مشکل شده و برای جبران نیاز خود به پمپاژ بیشتری از آب زیرزمینی احتیاج پیدا می‌کند که این موضوع علاوه بر افزایش هزینه‌ها برای مصرف‌کننده‌ی پایین‌دست با محدودیت‌هایی نیز همراه است چرا که افت آبخوان تالاب و بیشه زرقان لپویی محدود شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود مقدار برداشت از آبها برای بالادست در تمامی ماه‌ها بیشتر از برداشت پایین‌دست می‌باشد که این موضوع روی میزان جریان برگشتی بالادست تأثیر می‌گذارد. مصرف‌کننده‌ی پایین‌دست تالاب و بیشه زرقان لپویی به دلیل کمبود آبی بیشتر مقدار بیشتری آب را از آبخوان برداشت می‌کند. در ماه‌های اسفند تا اردیبهشت میزان جریان ورودی بالا بوده و به همین علت هر دو مصرف‌کننده کل نیاز خود را از آب برداشت کرده‌اند.

نیاز ماهانه‌ی هر دو مصرف‌کننده مقداری ثابت و برابر با mcm ۵ می‌باشد. نتایج حاصل از مدل نش در مطالعه‌ی موردنظر برای سال آبی تالاب که یک سال آبی محسوب می‌شود نشان داد که سیستم با کمبودهای آبی بسیاری نسبت به دو سال آبی دیگر که در قسمت‌های قبلی شرح داده شد، روبرو می‌باشد. به خصوص در مورد نیاز کشاورزی که کمترین وزن را داراست، این کمبودها بیشتر می‌باشند به طوری که تقریباً در همه‌ی ماه‌ها برداشت از آب سطحی صفر بوده و برداشت از آب زیرزمینی نیز (با توجه به کاهش آب برگشتی به آبخوان) نسبت به دو سال آبی دیگر کمتر شده است. بررسی این سال آبی نشان می‌دهد که مدل نش می‌تواند با در نظر گرفتن محدودیت‌های سیستم اقدام به توزیع آب در بین مصرف‌کنندگان بخش‌های مختلف شهری، صنعت و کشاورزی کند. همچنین نتایج نشان داد که مدل توانسته است مقادیر آب سطحی را به ترتیب اولویت به مصرف شرب، صنعت و کشاورزی اختصاص دهد. ضمن اینکه مقدار نیاز زیست‌محیطی نیز در اکثر ماه‌ها به طور کامل تأمین شده است. برداشت از آب زیرزمینی در ماه‌هایی صورت گرفته که آب تالاب قادر به تأمین کل نیازها نبوده است، و از آنجایی که اثر برداشت از آبخوان در یک سلول در افت دیگر سلول‌ها، و برداشت از آبخوان در یک ماه بر افت سلول‌ها در ماه‌های بعدی تأثیر می‌گذارد مدل مقادیر برداشت از آبخوان را به نحوی تنظیم کرده است که تمامی سلول‌ها در تمام ماه‌ها به بیشترین مطلوبیت ممکن دست یابند همچنین با توجه به برداشت آب زیر زمینی در اطراف دریاچه توسط بهره برداران بالادستی، حتی در صورت تامین حق آبه، امکان احیای تالاب بصورت پایدار میسر نیست. مقایسه‌ی نتایج مدل حل اختلاف نش و مدل CR(II) در مورد سیستم فرضی موجود با محدودیت‌ها و فرضیات به کار رفته نشان داد که تفاوت زیادی در نتایج این دو مدل وجود ندارد و تنها تفاوت‌شان در زمان اجرای‌شان در امکان سنجی احیای تالاب می‌باشد، بدین منظور برای تعمیم این موضوع در مدل‌های بزرگتر، این دو مدل در مطالعه‌ی موردی اجرا شد و نتایج‌شان با یکدیگر مقایسه شد. شکل‌های مختلف به ترتیب مقادیر ماهانه‌ی برداشت از آب سطحی و برداشت از آب زیرزمینی مصرف‌کننده‌ی شرب را در دو مدل مقایسه می‌کنند برای بررسی رفتار و رویکرد مدل نش در سال‌های تر و خشک، دو سال آبی تر و خشک نیز انتخاب شد و نتایج‌شان مورد تحلیل قرار گرفت. همچنین دو مدل نش و CR(II) در این تحقیق نیز مورد مقایسه قرار گرفت و نتایج آن‌ها تطابق خوبی را نشان نداد. در انتها نیز رویکرد همکارانه در مورد مطالعه‌ی موردی انجام شد و مقادیر رهاسازی آب توسط مصرف‌کنندگان بالادست محاسبه گردید.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم میدانند از مدیریت عامل شرکت آب و فاضلاب استان فارس، مدیریت عامل آب منطقه ای استان فارس و مدیریت عامل سازمان جهاد کشاورزی استان فارس که ما را در انجام و ارتقاء کیفی این پژوهش یاری کرده اند، تشکر و قدردانی کنند.

References

Adami Ch, Schossau J, & Hintze A (2016) Evolutionary game theory using agent-based methods. Physics of Life Reviews 19(1): 1-26

Akbari N, Niksokhan M, & Ardestani M (2015) Optimization of water allocation using cooperative game theory case study: Zayandehrud basin. Journal of Environmental Studies 40(4): 875-889 (In Persian)

Ayoubikia R, Janatrostami S, Ashrafzadeh A, & Shafiei B (2018) Optimization of regional water resources allocation in sefidroud river basin by social equity approach. Journal of Iran-Water Resources Research 14(5): 236-252 (In Persian)

Chizari A H, & Keramatzadeh A (2006) Water resources management with optimal allocation among different sub-region of dam, (a case study of shirvan barzo dam). Pajouhesh and Sazandegi 18(4): 40-52 (In Persian)

Eskandari H, Noroozi H, Khosravi H, Rafiee H, & Taheri R (2015) Feasibility of implementing "low-crop planting" in order to restore jazmoryan wetland, case study: Jiroft county. Rural Development Strategies 2(3): 287-297 (In Persian)

Guan Z, Zhu H, & Wei X (2015) Information effect on farmers willingness to participaite in wetlands restoration: the case of china Poyang lake wetlands restoration program. AAEA and WAEA joint annal meeting, July 26-28, 2015, San Francisco, California

Hoshyar G (2013) Conservation strategies and rehabilitation of wetlands in arid and semi-arid regions of Iran. The First National Conference on Planning, Conservation, Environmental Protection and Sustainable Development (PCEPSD01), 1 May, Shahid Mofateh University, 52-60 (In Persian)

Kazemi P, & Araghinejad S (2015) Using the prey-predator equation for the water allocation problem and its comparison with conventional water allocation methods, a case study of the Atrak river basin. Journal of Water and Wastewater 26(5): 3-13 (In Persian)

Khani M, Karimi M, & Gomrokchi A (2017) optimization of water allocation between different crops in water stress conditions in Qazvin irrigation network. Water and Soil 31(1): 1-10 (In Persian)

Kheirkhah A S, Esmailzadeh A, & Ghazinoory S (2009) Developing strategies to reduce the risk of hazardous materials transportation in Iran using the method of fuzzy SWOT analysis. Transport 24(4): 325–332

Li W, Liu J, & Li D (2012) Getting their voive heard: three case of public participation in environmental protection in china. Journal of Environmental Management 98(1): 65-72

Mirzaei A, & Zibaei M (2019) Estimating the economic benefits of jazmourian wetland restoration and preservation programs. Journal of Agricultural Economic Research 11(1): 53-80 (In Persian)

Moghddasi M, Morid S, & Araghnejad SH (2009) Optimization of water allocation during water scarcity condition using non-linear programming, genetic algorithm and particle swarm optimization (case study). Journal of Iran-Water Resources Research 4(3): 1-13 (In Persian)

Mohamadi M, Choobkar N, Rezaie M, & Kakoolki S (2018) Rehabilitation of shadegan lagoon, aquaculture opportunity and dust inhibiting with khuzestan sugarcan industry drainage. Aquatic Exploitation and Breeding 7(4): 29-40 (In Persian)

Nikouei A., Zibaei M, & Ward F (2012) Incentetivd to adopt irrigation water saving measures for wetlands preserving: an integrated basin scale analysis. Journal of Hydrology, 464-465: 216-232

Niksokhan M, Tayefeh M, & Alimohammadi M (2018) Optimum water allocation considering prority of stackeholders in Qom province. Quarterly of Geogrphy (Regional Planning) 8(2): 297-312 (In Persian)

Obedavi M, Abyat A, & Ghafeli M (2013) Effect of sugarcane effluent on water pollution of Karun river. The First International Conference on Environmental Engineering (EICONF01), 9 July, Theran, 89-95 (In Persian)

Ordoo S, & Ofie F (2014) Environmental assessment of lake - Parishan international wetland (Fars Province) based on SWOT management analysis model. Scientific Journal Management System 8(1): 29-36 (In Persian)

Ramsar Convention Secretariat (2013) The Ramsar convention manual: a guide to the convention on wetlands (Ramsar, Iran, 1971)", 6th ed. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland, 78 p

Ritzema H, Froebrich J, Raju R, Sreenivas Ch, & Kselik R (2010) Using participatory modeling to compensate for data scarcity in environmental planning: a case study from India. Environmental Modeling and Software 25: 1450-1458

Rizaldi M A, & Limantara L M (2018) Wetland as revitalization pond at urban area based on the eco hydrology concept. International Journal of Engineering & Technology 7(3): 143-148

Saaty T L (1980) The analytic hierarchy process. McGraw Hill, New York, p 287

Santos N, & Laczniak, G (2015) Marketing to the poor: a SWOT analysis of the market construction model for engaging impoverished market segment. Social Business 5(1): 95-111

Sharieifnia R, Atashkhar F, Nafchi R, & Ashkani N (2015) Socio-economic study of gandeman wetland stakeholders and their willingness to participate in wetland rehabilitation. The Second International Conference on Wetland Management and Engineering (WETLANDC02), 26 oct, environment College, karaj, 115-125 (In Persian)

Sugumaran R, Harken J, & Gerjevic J (2004) Using remote sensing data to study wetland dynamics in Iowa. Iowa Space Grant (Seed) Final Technical Report 23(1):1-17

Taheri R, Eskandari H, Faryadras V, & Shaabanzadeh M (2017) Factors affecting the rural participation in the plan of laying agricultural lands farrow to restore jazmoryan wetland of Iran. Village and Development 20(2): 23-46 (In Persian)

Tarazkar M, Zibaye M, & Soltani, GH (2016) Identification and ranking of reviving strategies for bakhteganwetland using fuzzy-TOPSIS. Journal of Wetland Ecobiology 8(1): 23-39 (In Persian)

Zhou D, Yu J, Guan B, Li Y, Yu M, Qu F, Zhan C, Lv Z, Wu H, Wang Q, & Yangn J (2020) A comparison of the development of wetland restoration techniques in china and other nations. Wetlands 41(1): 41-51

Shi X, Jovanovic D, Zhang K, Meng Z, & Mccarthy D (2022) Modelling and real time control of pathogen dynamics in a stormwater constructed wetland. 12th Urban Drainage Modeling Conference, California.

Wang R, Xu L, Xu X, Xu Z, & Cong X (2021) Simulation and optimization of hydraulic performance of small baffled subsurface flow constructed wetland. Water Sci Technol, 84 (3): 632–643.

Peltola O, Vesala T, Gao Y, Raty O, & Friborg T (2019) Monthly gridded data product of northern wetland methane emissions based on upscaling eddy covariance observations. Earth System Science Data. 11(3): 1263-1289

Evenson G, Jones N, Mclaughlin D, Golden H, Lane C, & Alexander L (2018) A watershed-scale model for depressional wetland-rich landscapes. Journal of Hydrology X. 5(1): 15-24

Makungu E, & Hughes D. (2021) Understanding and modelling the effects of wetland on the hydrology and water resources of large African river basins. Journal of Hydrology. 603(1): 45-53

Merriman L, Hathaway J, Burchell M, & Hunt W. (2017) Adapting the Relaxed Tanks-in-Series Model for Stormwater Wetland Water Quality Performance. Water 9(1): 691-718