Research Paper

Forecasting the level of aquifers in the Ajab Shir Plain with regard to different management scenarios

Mohammad Jahi[1], Sina Fard Moradinia[2*]
1. Department of Civil Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

Received: 2022/09/05
Revised: 2022/06/27
Accepted: 2022/04/08

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/wej.2023.30212.2353

Keywords:
Ajabshir Plain, WEAP, Groundwater Resource, Plain Balance.

Abstract

Introduction: Nowadays, comprehensive and integrated water management, especially in areas facing relative limitations of water resources, is accepted as an unavoidable necessity and the main pioneer of this management is modeling the water resources system.

Methods: In this study, using the WEAP model, fluctuations in the flow level of the Zarrineh River aquifers in the Ajabshir catchment area, which is located in the southeast of Lake Urmia for a period of 15 years (1995 to 2009 AD) were calibrated and performed. Also, scenarios were considered according to the plans under study and implementation, which are the artificial feeding plan of Ajabshir plain and the plan of transferring water from Zarrineh river to Ajabshir plain (called Shahid Kazemi plan). Also, in developing some scenarios, consumption management measures (implementation of pressurized irrigation system in all agricultural lands of the plain, although it may not be completely practical) have been considered and in all scenarios, the plain is assumed to remain forbidden. This means that in the scenarios, no overdraft of groundwater has been applied. Also, in all scenarios, drought conditions are considered in the simulation period.

Findings: The results indicate that the groundwater balance of Ajabshir plain is very negative and if exploited with the current trend, Ajabshir plain will lose its groundwater storage in a 30-year period. Different scenarios were investigated and the results showed that in order to balance the groundwater resources of Ajabshir plain, reduction of harvest through consumption management programs and reduction of pressure on groundwater resources of the plain through water transfer from Zarrineh river (called Shahid Kazemi dam project) Is required.

Citation: Fard Moradi Nia S and Jahi M. Establishing a link between climate changes and Groundwater Level of the Ajabshir Basin Aquifer. Water Resources Engineering Journal. 2023; 16 (58): 85-100.

***Corresponding author:** Sina Fard Moradinia
Address: Assistant Professor , Department of Civil Engineering , Tabriz branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
Tell: +989143142619
Email: fardmoradinia@iaut.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Lack of comprehensive management of water resources since irreparable damage on water resources including surface and groundwater systems have been entered. So today a comprehensive and integrated water management, particularly in areas where water resources are relatively limited, it is accepted as an unavoidable and the main leading management, is water resources system modeling.Water resources planning, especially the allocation of water resources, regardless of the long-term effects of planning and combined analysis of hydrological, economic, social and biological characteristics An effective environment in a single framework can lead to huge costs in the fields of hydrology, socio-economics and the environment in the catchment area. Therefore, special attention to water resources management software is very important. One of the best and most efficient water resources management software is WEAP software.

Materials and Methods

In this study, using the WEAP model, fluctuations in the flow level of the Zarrineh River aquifers in the Ajabshir catchment area, which is located in the southeast of Lake Urmia for a period of 15 years (1995 to 2009 AD) were calibrated and performed. Also, scenarios were considered according to the plans under study and implementation, which are the artificial feeding plan of Ajabshir plain and the plan of transferring water from Zarrineh river to Ajabshir plain (called Shahid Kazemi plan). Also, in developing some scenarios, consumption management measures (implementation of pressurized irrigation system in all agricultural lands of the plain, although it may not be completely practical) have been considered and in all scenarios, the plain is assumed to remain forbidden. This means that in the scenarios, no overdraft of groundwater has been applied. Also, in all scenarios, drought conditions are considered in the simulation period.

Findings

The results indicate that the groundwater balance of Ajabshir plain is very negative and if exploited with the current trend, Ajabshir plain will lose its groundwater storage in a 30-year period. Different scenarios were investigated and the results showed that in order to balance the groundwater resources of Ajabshir plain, reduction of harvest through consumption management programs and reduction of pressure on groundwater resources of the plain through water transfer from Zarrineh river (called Shahid Kazemi dam project) Is required. The results also showed that if the water use efficiency in the plain is increased to 65%, it will be necessary to replace 45 million cubic meters of surface water resources per year (Shahid Kazemi water transfer project) with groundwater abstraction so that the plain is balanced during the simulation period. The results of the model indicate that without measures for surface water supply and increasing efficiency, if the area under cultivation in Ajabshir plain is reduced to 50%, it will reach equilibrium in the long run. This means that the withdrawal from the groundwater level of the plain is twice the allowable limit.

Discussion

In this study, the groundwater resources of Ajabshir plain in drought conditions were investigated. The results indicate that the groundwater balance of Ajabshir plain is very negative and if exploited with the current trend, Ajabshir plain in its 30-year groundwater storage period. Loses. Different scenarios were investigated and the results showed that to balance the groundwater resources of Ajabshir plain, reduce harvest through consumption management programs and reduce pressure on groundwater resources of the plain through water transfer from Zarrineh river (called Shahid Kazemi dam project) Is required.General directions should be in order to review the amount of water allocated to different uses, especially agriculture based on cultivation pattern, replacing part of the uses with treated effluent, increasing irrigation efficiency in agriculture through the development of new systems and equipment and land renewal

Also, effective pricing policies should be implemented based on the real value of water. As explained in the previous chapter, the use of water resources can be reduced by applying options such as increasing irrigation efficiency in agriculture.

Conclusion

In order to conserve water resources without reducing the allocation of water to the agricultural sector, it is possible to improve the GDP of the region by increasing water efficiency in the whole region based on the strategies of optimal management of water resources. This requires a holistic approach to managing water supply and demand.

Ethical Considerations compliance with ethical guidelines

The cooperation of the participants in the present study was voluntary and accompanied by their consent.

Funding

No funding.

Authors' contributions

Design and conceptualization: Sina Fard Moradi Nia and Mohammad Jahi.
Methodology and data analysis: Sina Fard Moradi Nia and Mohammad Jahi.
Supervision and final writing: Sina Fard Moradi Nia and Mohammad Jahi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

پیش بینی سطح آبخوان های دشت عجب شیر با لحاظ سناریوهای مختلف مدیریتی

محمد جاهی[۱]، سینا فرد مرادی نیا[۲*]
۱. گروه مهندسی عمران، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
۲. استادیار گروه مهندسی عمران، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۹
تاریخ داوری: ۱۴۰۱/۰۴/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۴

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

DOI:
10.30495/wej.2023.30212.2353

واژه‌های کلیدی:
دشت عجبشیر ، مدل وی‌پ ، منابع آب زیرزمینی، بیلان دشت.

چکیده

مقدمه: امروزه مدیریت جامع و یکپارچه آب به ویژه در مناطقی که با محدودیت های نسبی منابع آب مواجه هستند به عنوان یک ضرورت اجتناب ناپذیر پذیرفته شده است و پیشگام اصلی این مدیریت مدل سازی سیستم منابع آب است

روش: در این پژوهش نیز با استفاده از مدل WEAP نوسانات سطح جریان آبخوان‌های رودخانه زرینه رود در حوضه آبریز عجبشیر که در جنوب شرقی دریاچه ارومیه برای یک دوره ۱۵ساله (۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹ میلادی) واسنجی و اجرا گردید. همچنین سناریوهایی با توجه به طرحهای در دست مطالعه و اجرا که عبارت از طرح تغذیه مصنوعی دشت عجبشیر و طرح انتقال آب از زرینه رود به دشت عجبشیر (موسوم به طرح شهید کاظمی) می‌باشد در نظر گرفته شد. همچنین در تدوین برخی سناریوها اقدامات مدیریت مصرف (اجرای سیستم آبیاری تحت فشار در تمامی اراضی کشاورزی دشت هرچند ممکن است کاملاً عملی نباشد) نیز در نظر گرفته شده است و در کل سناریوها فرض شده دشت ممنوعه بماند. یعنی اینکه در سناریوها اضافه برداشت از آب زیرزمینی اعمال نشده است. هم چنین در تمام سناریوها شرایط خشکسالی در دوره شبیه‌سازی در نظر گرفته شده است.

یافته‌ها: نتایج حاکی از آن است که بیلان آب زیرزمینی دشت عجب شیر بسیار منفی است و در صورت بهره برداری با روند کنونی، دشت عجب شیر ذخیره آب زیرزمینی خود را در یک دوره ۳۰ ساله از دست می دهد. سناریوهای مختلفی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که به منظور تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی دشت عجب شیر، کاهش برداشت از طریق برنامه های مدیریت مصرف و کاهش فشار بر منابع آب زیرزمینی دشت از طریق انتقال آب از رودخانه زرینه رود (موسوم به پروژه سد شهید کاظمی) مورد نیاز است.

نتیجه‌گیری: با بررسی نتایج حاصل از سناریو ها به این نکته خواهیم رسید که جهت جلوگیری از بروز افت سطح آب زیرزمینی و ایجاد کسری ذخیره مخزن آب زیر زمینی ، ضرورت دارد حفر چاه و هرگونه توسعه بهره برداری از منابع آب زیرزمینی در منطقه صورت نگیرد.همچنین به منظور حفظ منابع آبی می‌باید بدون اینکه از تخصیص آب به بخش کشاورزی بکاهیم، با بالا بردن میزان بهره وری آب در کل منطقه بر مبنای راهکارهای مدیریت بهینه‌ی منابع آبی، تولید ناخالصی داخلی منطقه را بهبود بخشید که این امر مستلزم رویکردی جامع نگر در مدیریت عرضه و تقاضای آب می‌باشد.

* **نویسنده مسئول:** سینا فرد مرادی نیا
نشانی: استادیارگروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
تلفن: ۰۹۱۴۳۱۴۲۶۱۹
پست الکترونیکی: farsha212000@gmail.com

مقدمه

با توجه به مساله بحران آب و همچنین خشکسالی‌های چندسال اخیر، مساله مدیریت منابع آب از اهمیت مضاعفی برخوردار شده است.برنامه‌ریزی منابع آب، بویژه تخصیص منابع آب، بدون توجه به اثرات بلند مدت برنامه‌ریزی و تحلیل توامان خصوصیات هیدرولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مؤثر بر آن در یک چهارچوب واحد، می‌تواند منجر به هزینه‌های بسیار زیادی در عرصه‌های هیدرولوژیکی، اقتصادی-اجتماعی و زیست محیطی در سطح حوضه آبریز گردد. از اینرو توجه ویژه به نرم افزارهای مدیریت منابع آبی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. یکی از بهترین و کارامدترین نرم افزارهای مدیریت منابع آب نرم افزار WEAP می باشد.

روسگرانت و همکاران در سال ۲۰۰۰ اقدام به مدل کردن حوضه رودخانه Maipo نمودند(۱). لویت و همکاران (۲۰۰۳) حوضه رودخانه Olifants واقع در کشور آفریقای جنوبی را مورد بررسی قرار دادند(۲). آلفارا (۲۰۰۴) حوضه رودخانه دریاچه Naivasha واقع در کشور کنیا را با مدل WEAPمورد بررسی قرار دادند(۳). ون لون و راجرز (۲۰۰۶) در قالب پروژه WatManSup روش‌های پشتیبانی مدیریت یکپارچه آب اقدام به مدل‌سازی حوضه Kitui کنیا با کمک مدل WEAP نمودند(۴). یاتس و همکاران (۲۰۰۹) جهت مدیریت یکپارچه منابع آب حوضه رودخانه ساکرامنتو در ایالت کالیفرنیا اقدام کردند(۵). زائو و همکاران (۲۰۱۰) عامل اصلی کمبود منابع آبی در حوضه Souk-AHRAS، الجزایر را مربوط به مدیریت منابع آب میدانند(۶). هاف و همکاران (۲۰۱۱) حوضه رودخانه اردن که با کمبود شدید منابع آب روبرو است را مورد بررسی قرار دادند(۷). هارما و همکاران (۲۰۱۲) جریان آب سطحی حوضه Okanagan واقع در ایالت British Columbia، امریکا را با استفاده از نرم افزار WEAP مدل نمودند(۸). سادون و علی (2012) حوضه Selangor، مالزی را از جهت وضعیت عرضه و تقاضا بااستفاده از سیستم برنامه‌ریزی و ارزیابی WEAP، بررسی کردند(۹). بهیو و همکاران (۲۰۱۲) حوضه رودخانه Kangsabati واقع در هند را با استفاده از WEAP مدل نمودند(۱۰). هملت و همکاران (۲۰۱۲) جهت ارزیابی و آنالیز بیلان موجود و پیش‌بینی آیند و همچنین تحلیل سناریوهای ممکن در حوضه آبریز غربی الجزایر با کمک نرم افزار WEAP اقدام نمودند(۱۱). مبمن و همکاران (۲۰۱۲) جریان آب سطحی و زیرزمینی حوضه Zabadani واقع در شمال دمشق را با استفاده از لینک کردن دو مدل MODFLOW و WEAP، بررسی نمودند(۱۲). صمدی و همکاران (۲۰۱۳) با هدف بررسی تأثیرات درون حوضه‌ای انتقال آب از کارون شمالی به حوضه زاینده رود، حوضه کارون شمالی را مدل کردند(۱۳). امین و همکاران (۲۰۱۸) اقدام به شبیه سازی حوضه Upper Idus در پاکستان پرداختند و از مدل سازی WEAP جهت دستیابی به مدیریت یکپارچه استفاده نمودند(۱۴). تنا و همکاران (۲۰۱۹) از مدل WEAP جهت مدلسازی رودخانه کونگو و بررسی سناریو های مختلف استفاده نمودند(۱۵). ژالتا و همکاران (۲۰۱۹) اقدام به شبیه سازی حوضه آبریز Finchaa در اتیوپی با استفاده از WEAP اقدام نمودند(۱۶). پورهمت و همکاران (۲۰۱۹) به مدلسازی قره سو با استفاده از نرم افزارWEAP اقدام نمودند(۱۷). یزدان پناه و همکاران (۱۳۸۷) حوضه ازغند استان خراسان رضوی را با استفاده از مدل WEAP بررسی نمودند(۱۸). سعیدی نیا و همکاران (۱۳۸۷) با استفاده از مدل WEAP، اثرات طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای کارون شامل تونل‌های کوهرنگ ۱، ۲ و ۳ و تونل بهشت آباد (در دست مطالعه) بر وضعیت منابع آب سطحی حوضه-های بهشت آباد و کوهرنگ بررسی نمودند(۱۹). حافظ پرست و همکاران (۱۳۸۷) سناریوهای مختلف تخصیص آب از منابع سطحی و زیرزمینی به مصارف موجود در دشت تاکستان قبل و بعد اجرای سد پیشنهاد شده نهب مورد بررسی قرار دادند(۲۰). جلالی و همکاران (۱۳۸۷) با اشاره به کمبودهای نرم افزار WEAP روشی اصلاحی برای رفع آن ارائه نمودند. به منظور انجام محاسبات نرم‌افزارهای WEAP و اکسل با یکدیگر ارتباط داده شدند(۲۱). وفایی جوان و مفتاح حلقی (۱۳۹۱) با هدف برآورده کردن حداکثر نیازها با در نظر گرفتن اولویت‌بندی نیازها، برنامه‌ریزی منابع آب حوضه رامیان گلستان را با استفاده از مدل WEAP انجام دادند(۲۲). افضلی و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از مدل WEAP اقدام به برآورد توان انتقال طرح کوهرنگ سه نمودند(۲۳). خوش روش و نیکزاد طهرانی (۱۳۹۷)، اقدام به شبیه سازی و مدلسازی تخصیص منابع آب با استفاده از نرم افزار WEAP پرداختند.شهرکی و همکاران (۱۳۹۷)، اقدام به ارزیابی اثرهای اقتصادی سناریوهای توسعه مدیریت منابع آب در حوضه آبریز پیشین پرداختند(۲۴). صالح پور و همکاران (۱۳۹۷)، از ترکیب دو مدل SWAT و WEAP به منظور برنامه ریزی و مدیریت یکپارچه تخصیص منابع آب در حوضه آبریز حبله رود پرداختند که نتایج نشان داد بکارگیری هم زمان راهبردهای مختلف مدیریت مصرف بهترین گزینه است(۲۵). اشرفی و همکاران (۱۳۹۸)، اقدام به شبیه سازی جریان حوضه آبخیز الند با استفاده از WEAP پرداختند که نتایج نشان داد تامین آب شرب منطقه از سد آقا چای باعث کاهش در افت سطح آب زیرزمینی و افزایش حجم آبخوان می شود(۲۶). محمد پور و همکاران (۱۳۹۹)، اثرات توسعه سامانه های آبیاری تحت فشار بر منابع آب زیرزمینی دشت اهر در یک دوره ۱۶ ساله با نرم افزار WEAPرا مورد بررسی قرار دادند. پس از واسنجی و صحت سنجی، وضعیت موجود منطقه شبیه سازی شد، نتایج نشان داد توسعه سامانه های آبیاری تحت فشار تغییرات معنی داری در ذخیره آب دارد و سبب افت سطح آب زیرزمینی شده است(۲۷). سلیم پور ناغانی و همکاران(۱۴۰۰)، به پیش بینی اثرات احتمالی انتقال آب رودخانه بهشت آباد به فلات مرکزی ایران بر سطح و حجم یکی از آبخوان های منطقه مبدا انتقال به نام شلمزار و نیز ارایه راهبردهای مختلف در طول مدت ۳۰ سال پس از اجرای طرح پرداختند. برای این منظور از نرم افزار WEAP استفاده شد. براساس نتایج حاصل از این تحقیق انتقال

آب بین حوضه ای می تواند بر سطح و حجم آبخوان در منطقه مبدا انتقال تاثیر منفی داشته و موجب افت سطح آب زیر زمینی گردد(۲۸). مشایخی و همکاران (۱۴۰۱) به شبیه سازی و ایجاد مدل برنامه ریزی و مدیریت جامع منابع آب با استفاده از نرم افزار WEAP درمحدوده های مطالعاتی میناب، جغین توکهور، منوجان، رودان، نودژ، ده کهان، مسافرآباد و فاریاب گلاشگرد پرداختند. دو سناریوی: ۱) مرجع (RS)و ۲) توسعه محافظه کار کشاورزی(CAS) ، برای افق ۱۵ ساله از سال آبی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ تا ۱۴۱۰-۱۴۰۹، با استفاده از خروجی های مدل WEAP اجرا شد و ارزیابی بر اساس معیارهای عملکرد اطمینان پذیری در حجم، برگشت پذیری ، آسیب پذیری و شاخص پایداری در بخش مصارف انجام گرفت(۲۹).

اشنایدر و همکاران(۲۰۱۹) کاربرد ابزار مدیریت آب WEAP (سیستم ارزیابی و برنامه ریزی آب) را برای ارزیابی اثرات AWD بر مصرف آب و منابع آب در سطح مزرعه و سیستم آبیاری برای دو مطالعه موردی مختلف در لوزون مرکزی، فیلیپین بررسی کردند.(۳۰). آباانژه و همکاران(۲۰۲۱) در تحقیقی اثرات ترکیبی تغییر اقلیم، تغییر کاربری زمین/پوشش زمین و شرایط توسعه را بر منابع آب و تولید برق آبی با استفاده از مدل‌های آب و هوایی منطقه‌ای نظیر RCP RCP4.5 و RCP8.5. بررسی کردند.(۳۱). ابوسایمان و سلیمان(۲۰۲۲) اثرات بر تعادل آب و کیفیت آب برای سناریوهای خط پایه و آینده در سال ۲۰۱۳ را با استفاده از مدل ارزیابی و برنامه‌ریزی آب شبیه‌سازی نمودند. در این تحقیق مدل‌سازی حوضه لیتانی که جریان رودخانه در سراسر مناطق اندازه‌گیری نشده بود انجام گرفت. این تحقیق نیاز به کاهش آلودگی آب را که دسترسی به آب قابل استفاده را محدود می کند و به حداقل رساندن شکاف بین تقاضا و عرضه آب در ULRB برای حفظ عرضه و کیفیت آب، حتی پس از ۸۰ سال، برجسته می کند(۳۲).

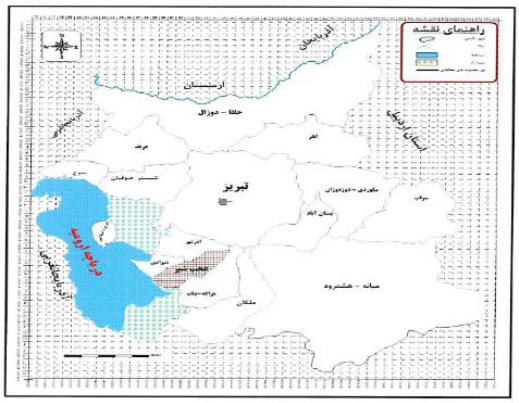
در این پژوهش نیز با استفاده از مدل WEAP نوسانات سطح جریان آبخوان‌های رودخانه زرینه رود در حوضه آبریز عجبشیر که در جنوب شرقی دریاچه ارومیه برای یک دوره ۱۵ساله (۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹ میلادی) واسنجی و اجرا گردید. همچنین سناریوهایی با توجه به طرحهای در دست مطالعه و اجرا که عبارت از طرح تغذیه مصنوعی دشت عجبشیر و طرح انتقال آب از زرینه رود به دشت عجبشیر (موسوم به طرح شهید کاظمی) می‌باشد در نظر گرفته شد. همچنین در تدوین برخی سناریوها اقدامات مدیریت مصرف (اجرای سیستم آبیاری تحت فشار در تمامی اراضی کشاورزی دشت هرچند ممکن است کاملاً عملی نباشد) نیز در نظر گرفته شده است و در کل سناریوها فرض شده دشت ممنوعه بماند. یعنی اینکه در سناریوها اضافه برداشت از آب زیرزمینی اعمال نشده است. هم چنین در تمام سناریوها شرایط خشکسالی در دوره شبیه‌سازی در نظر گرفته شده است.

مواد و روش‌ها

با توجه به بحران آب و اهمیت برنامه ریزی و مدیریت منابع آب در کشور ، تحقیق حاضر سعی بر این دارد تا با کاربرد مدل یکپارچه منابع آب درک بهتری از مدیریت منابع آب را ایجاد نموده و بعنوان یک پشتیبان موثر در تصمیم گیری های حال و آینده باشد. در این تحقیق از مدل WEAP جهت برنامه ریزی و مدیریت منابع آب استفاده شده است. این نرم افزار بر معادله های بیلان آب استوار است که در آن هم مدیریت منابع آب و هم مدیریت محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. ساختار مدیریتی در WEAP با استفاده از سناریو هایی که در آن نوشته می شود وضعیت آینده آب را نشان می دهدکه در آن می توان تاثیر آب و هوا ، مدیریت کاربری اراضی ، تقاضا، تنظیمات و برنامه ریزی ها را مشخص کرد. سناریو ها ازسال پایه اخذ می شوند.در این تحقیق به بررسی منابع آب‌های زیر زمینی دشت عجب شیر در شرایط خشکسالی بر نوسانات رودهای منتهی به حوضه عجب شیر با استفاده از نرم افزار WEAP پرداخته شده است. به منظور تحقق این هدف ابتدا سال ۲۰۰۷ (۸۷-۱۳۸۶) به عنوان سال پایه انتخاب گردید سپس سناریوهایی در بازه زمانی ۳۰ ساله (۲۰۳۷-۲۰۰۷) توسط مدل WEAP مورد ارزیابی قرار گرفت، در این دوره ۳۰ ساله داده‌های مورد نیاز مدل به طور قطعی بر اساس آمار دوره ۱۳۸۸ – ۱۳۵۹ تعیین شد. داده‌های مورد نیاز آبهای زیرزمینی در یک دوره ۱۵ ساله (از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۸) فراهم بود. لذا کالیبراسیون مدل در این دوره انجام شده است.

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه عجب شیر با وسعت کل ۶۹۹,۳۵ کیلومتر مربع در غرب استان آذربایجان شرقی واقع گردیده است. وسعت دشت عجبشیر برابر ۱۳۶ کیلومتر مربع می‌باشد.ارتفاع بلندترین و پست‌ترین نقطه منطقه نسبت به تراز متوسط دریا به ترتیب برابر با ۳۴۰۰ و ۱۲۷۵ متر است. دشت عجب شیر در حوضه آبریز دریاچه ارومیه از حوضه‌های سی گانه کشور واقع شده است.این محدوده از شمال و شمال غرب به محدوده مطالعاتی آذرشهر و شرامین، از شرق و جنوب به محدوده مطالعاتی مراغه- بناب و از جنوب غرب به دریاچه ارومیه محدود می‌گردد و مهمترین شهر آن عجب شیر می‌باشد که در فاصله حدود ۹۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان تبریز (مرکز استان) واقع است با توجه به شرایط خاک و توپوگرافی مسطح این دشت و آب و هوای مستعد آن، در حال حاضر از نظر تولید محصول این استان در صدر جدول استانی نیز قرار دارد. سطح زیرکشت آبی در دشت عجبشیر ۱۲۵۰۲ هکتار است و راندمان مصرف آب بین ۳۰ تا ۵۰ درصد متغیر می باشد(شکل ۱).



شکل ۱-موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی عجب شیر

ویژگی‌های سفره آبرفتی دشت عجبشیر

عملکرد گسل تبریز نقش موثری در نوع آبرفت دشت ایفا نموده است به طوری‌که آنرا می‌توان به دو قسمت عمده تقسیم کرد. آبرفت قسمت جنوب و غرب گسل که شامل دو بخش دانه درشت و دانه ریز است. آبرفت شرق و شمال شرقی گسل شامل رسوباتی با رنگ قرمز روشن بوده که از ذرات خرد شده آهک سورگاه و رسهای حاصل از آلتره شدن فسیل‌های حاشیه گنبدهای نمکی تشکیل شده است. جنس سنگ کف دشت نیز تا حدودی تابع گسل فوق الذکر بوده به طوری‌که در قسمت شمال و شرق این گسل بخش سنگ کف غالباً آهک بوده و در تغذیه سفره آب زیرزمینی محل نقش موثری ایفا می‌نماید. همچنین براساس بررسی‌های به عمل آمده جنس سنگ کف را در جنوب گسل مذکور غالباً کنگلومرا تشکیل می‌دهد. جهت جریان آب زیرزمینی در نواحی جنوبی حوضه از جنوب به شمال که سمت مرکزی دشت را می‌رساند بوده در نواحی شرقی حوضه نیز از شرق که ارتفاعات مشرف به روستای‌های اطراف را شامل می‌شود به غرب و نهایتاً از بخش مرکزی به طرف شمال غرب که خروجی دشت را تشکیل می‌دهد کشیده می‌شود. (گزارش مطالعات تفصیلی زریه رود، ۱۳۸۹ جدول-۱)

جدول-۱ اطلاعات پایه دشت و آبخوان عجبشیر (طرح جامع ظرفیت یابی منابع آب استان آذربایجان شرقی)

ردیف	مشخصه		مقدار	واحد
۱	محدوده جغرافیایی دشت	طول جغرافیایی	46°12'E	درجه
		عرض جغرافیایی	36°54'N	
۲	وسعت حوضه آبریز	دشت	۱٤۷	کیلومتر مربع
		کوهستان	۳۷۱	
۳	مساحت آبخوان		۱۳٦	کیلومتر مربع
٤	میانگین ضخامت آبرفت		۵۲	متر
۵	ضریب آبدهی ویژه		٤	درصد
٦	متوسط تخلیه سالیانه در دوره آماری موجود	چاه	۱۳۳	میلیون متر مکعب
		چشمه	۱۲/۵٦	
		قنات	۱/۱٤	
۷	تعداد چاه‌های اکتشافی در ۱۰ سال اخیر		۲۰	حلقه
۸	نام رودخانه تغذیه/تخلیه کننده آبخوان		رودخانه زرینه رود	
۹	تعداد چاه بهره برداری	عمیق	۳٦۵	حلقه
		نیمه عمیق	۲۷۸	
۱۰	تعداد قنات		۱۵	رشته
۱۱	تعداد چشمه		۵٦	دهنه
۱۲	متوسط بارش سالیانه حوضه		۵٤۸	میلیمتر
۱۳	متوسط پتانسیل تبخیر سالیانه حوضه		۱۸۰۰	میلیمتر

منابع آبهای زیرزمینی در آبخوان

منابع آبهای زیرزمینی دشت عجب شیر بر پایه آخرین آمار ارائه شده از معاونت مطالعات شرکت آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۸۹، شامل چاه‌های عمیق و نیمه عمیق، قنات‌ها و چشمه‌ها می‌باشد که به ترتیب تشریح می‌گردد(جداول ۲ و ۳).

-چاه‌ها

بر مبنای گزارش گروه گشت و بازرسی کارشناسان حفاظت و بهره‌برداری چاه‌های بازدید شده دشت عجبشیر از تعداد کل ۶۴۳ حلقه چاه، ۳۶۵ حلقه عمیق و ۲۷۸ حلقه نیمه عمیق می‌باشد. حجم کل تخلیه از طریق چاه‌ها ۱۳۳ میلیون متر مکعب مورد محاسبه قرار گرفته است که سهم آب تخلیه شده از چاه‌های عمیق و نیمه عمیق آن به ترتیب ۹۵/۵ و ۳۷/۵ میلیون متر مکعب بوده است.

-چشمه‌ها

در حوضه عجب شیر ۵۶ دهنه چشمه با آبدهی کل سالانه معادل ۱۲/۵۶ می‌لی‌ون متر مکعب وجود دارد.

-قنات ها

تعداد قنات‌های دشت عجب شیر ۱۵ رشته است که تخلیه سالانه آنها معادل ۱/۱۴ میلیون متر مکعب در سال است.

جدول۲ـ بی‌لان آب زی‌رزمی‌نی آبخوان آبرفتی دشت عجب شی‌ر (می‌لی‌ون متر مکعب)

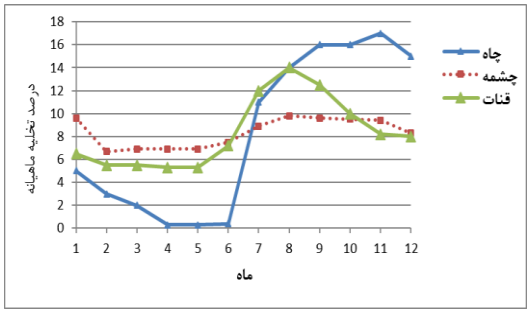
آبخوان	مساحت (کیلومتر مربع)	ورودی						خروجی					تغییرات حجم
		جریان زیرزمینی	نفوذ از بارندگی	نفوذ از جریان سطحی	نفوذ از پساب کشاورزی	نفوذ از	جمع	تخلیه و برداشت	جریان زیرزمینی	زهکشی آبخوان	تبخیر	جمع	
عجبشیر	۱۵۸	۱۲/۵	۷۸	۱۳/۸	۳۵/۶	۴/۶۸	۱۴/۵۴	۱۴۶/۷	۰	۲/۵	۱/۳۶	۱۵/۶۰	۶/۱-

جدول ۳ـ اطلاعات مربوط به مصارف محدوده مطالعاتی عجب‌شی‌ر

شرب (MCM)	درصد تامین آب شرب		میزان مصرف کشاورزی (ha)	درصد تامین آب کشاورزی		صنعت (MCM)	درصد تامین صنعت	
	سطحی	زیرزمینی	سالانه (متر مکعب بر هکتار)	سطحی	زیرزمینی		سطحی	زیرزمینی
۱۰,۵	۳۰	۷۰	۱۲۵۰۲	۱۲۱۰۰	۹	۹۱	۱,۵	۰	۱۰۰

توزی‌ع ماهانه تخلی‌ه از چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌های دشت عجبشی‌ر

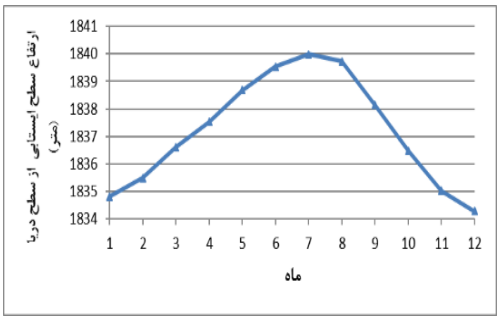
با توجه به ای‌نکه وضعی‌ت تخلی‌ه ماهانه چاه‌ها در دشت عجبشی‌ر ارائه نشده است، توزی‌ع تخلی‌ه ماهانه آنها بر اساس اندازه‌گی‌ری تخلی‌ه چشمه‌ها و قنات‌های معرف استوار است که در نمودار شکل۳ توزی‌ع ماهی‌انه تخلی‌ه آب زی‌رزمی‌نی به تفکی‌ک چاه، چشمه و قنات ارائه شده است.



شکل۳ -توزی‌ع ماهی‌انه تخلی‌ه آب زی‌رزمی‌نی دشت عجبشی‌ر به تفکی‌ک چاه، چشمه و قنات (گزارش مطالعات تفصی‌لی زری‌نه رود، ۱۳۸۹)

هی‌دروگراف شاخص (واحد) ۱۶ ساله آب زی‌رزمی‌نی دشت عجبشی‌ر

هی‌دروگراف واحد آب زی‌رزمی‌نی آبخوان آبرفتی دشت عجبشی‌ر براساس اطلاعات و آمار ۱۶ ساله چاه‌های مشاهده‌ای در محدوده ۱۳۶ کی‌لومتر مربع محاسبه و در شکل ۲ ارائه شده است. بر اساس ای‌ن اطلاعات هی‌دروگراف شاخص ۱۶ ساله نشان داده شده است نقاط بی‌شی‌نه ارتفاع سطح ای‌ستابی در ماه‌های مختلف اسفند، فروردی‌ن و اردی‌بهشت اتفاق افتاده و نقاط کمی‌نه آن در ماه‌های مختلف شهری‌ور و مهر رخ داده است.

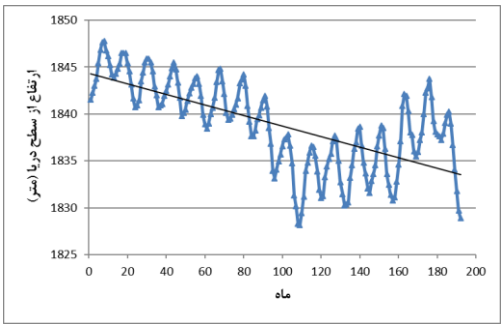


شکل۲-هی‌دروگراف شاخص (واحد) ۱۶ساله سطح ای‌ستابی دشت عجبشی‌ر (گزارش مطالعات تفصی‌لی زری‌نه رود، ۱۳۸۹)

نوسانات سطح آب زی‌رزمی‌نی در چاه‌های مشاهده‌ای

جهت بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی در گستره دشت عجبشیر از آمارسطح آب استاتیک ۱۴ حلقه چاه مشاهده‌ای دشت عجبشیر که

توسط شرکت آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی از مهر سال ۱۳۷۱ لغایت شهریور ۱۳۸۷ اندازه‌گیری و ارائه شده، مجموعاً به تعداد ۱۶ سال آبی استفاده گردید. در نمودار شکل ۴ متوسط تغییرات تراز ایستابی دشت عجبشیر نشان داده شده است. این نمودار نشان می‌دهد که سطح ایستابی سیر نزولی دارد ودر نتیجه بیانگر منفی بودن بیلان آب زیرزمینی دشت می‌باشد.



شکل ۴-نوسان سطح ایستابی دشت عجبشیر طی سال‌های ۷۲-۱۳۷۱ الی ۸۷- ۱۳۸۶(گزارش مطالعات تفصیلی زری‌نه رود، ۱۳۸۹)

فایل ورودی مدل WEAP

نحوه استفاده از مدل WEAP به این صورت است که یک سال پایه در نظر گرفته شده و اطلاعات مورد نیاز برای این سال وارد مدل می‌شود. سال پایه الزاماً بهترین تخمین از سال‌های موجود نمی‌باشد بلکه سالی است که داده‌های سالم با دقت مورد نیاز موجود باشد. در ادامه سال پایه، یک دوره آماری چند ساله به مدل داده می‌شود تا در این دوره آماری بتوان شبیه‌سازی لازم را انجام داد و نتایج مورد نظر را بدست آورد. در مطالعه حاضر سال ۲۰۰۷ میلادی (۸۷-۱۳۸۶) به عنوان سال پایه انتخاب شد و دوره آماری ۳۰ ساله برای انجام شبیه‌سازی‌ها انتخاب گردید. داده‌های دوره آماری مذکور به صورت تعیینی بر اساس آمار سال‌های گذشته (از سال ۵۵-۱۳۵۴ تا ۸۷-۱۳۸۶) در نظر گرفته شده است، لذا داده‌های مربوط به دبی رودخانه عجبشیر که در ایستگاه زرین درخت ثبت شده است، داده‌های آبهای زیر زمینی دشت (ظرفیت ذخیره، ذخیره اولیه، برداشت از آبخوان و شارژ طبیعی)، مقادیر تقاضای آب، اولویت مصرف کنندگان از منابع اطلاعاتی استخراج و در قالب فایل ورودی به مدل داده شد.

معادلات WEAP

مدل WEAP براساس معادلات بیلان آبی عمل می کند. دوره زمانی که WEAP براساس آن مدل سازی می کند، ماهانه است. این دوره از ماه اول سال پایه مدل سازی تا آخرین ماه سال تعریف شده برای سناریوها ادامه دارد. هر ماه از ماه قبلی مستقل است به جز برای مخزن، آب زیرزمینی و تراز رطوبت خاک حوضه. از آن جا که مقیاس زمانی ماهانه، نسبتا طولانی است، فرض می شود تمامی جریان یک دفعه رخ می دهد. بدین صورت، یک نیاز تامین شده می تواند آب را از رود برداشت کرده، بخشی از آن را مصرف کرده، باقی را به یک تصفیه خانه بفرستد. آب بازگشتی از تصفیه خانه نیز در همان ماه به رود بازگشته و دوباره استفاده شود. جریان های ورودی به گره ها و اتصالات و خروجی از آنها برای هر ماه در سیستم محاسبه می شود. این شامل محاسبه آب های برداشت شده از منابع ذخیره برای تامین تقاضاها نیز می باشد. برای آنکه با در نظر گرفتن محدودیت های تعریف شده، حداکثر مقدار نیازها تامین شود، از یک برنامه خطی (LP) استفاده می شود.

معادله تعادل جرم اساس محاسبه آب ماهانه در WEAP را تشکیل می دهند: مجموع آب ورودی برابر است با مجموع آب خروجی، هر تغییر خالص که در مخزن رخ می دهد (مخزن سد، سفره آب زیرزمینی و رطوبت خاک). هر گره و اتصال در WEAP یک معادله تعادل جرم دارد و برخی از آن ها معادلات دیگری نیز دارند، که جریان ورودی و خروجی آن ها را محدود می کند (به عنوان مثال: جریان ورودی به گره تقاضا نمی تواند از نیاز منبع بیشتر شود، جریان خروجی از سفره نمی تواند از حداکثر برداشت بیشتر شود، تلفات نیز بخشی از جریان هستند) اگر DS گره تقاضا و Src منبع تغذیه باشد، خواهیم داشت(رابطه ۱):

$$=\sum_{Src} TLO_{Src,DS} \qquad (۱)$$

که در آن I جریان ورودی و TLO جریان خروجی خط انتقال می باشند.

هر گره تقاضا یک نیاز آبی ماهانه دارد. جریان ورودی برابر این نیاز است، مگر آن که به دلایل هیدرولوژیکی، فیزیکی و یا محدودیت های دیگر با کسری آب مواجه شود. بر رابطه محدودیت زیر اعمال می شود(رابطه ۲):

$$I_{DS} \leq SR_{DS} \qquad (۲)$$

که در آن SR نیاز منبع می باشد.

بخشی از جریان ورودی مصرف شده، بخشی از آن دوباره استفاده می شود و باقی از گره خارج می گردد. این روند را می توان در معادلات۳ تا ۵ نشان داد:

$$C_{DS} = I_{DS} \times DSC_{DS} \qquad (۳)$$

$$ReO_{DS} = \sum TRO_{DS} \qquad (۴)$$

$$RtF = I_{DS} - C_{DS} - ReO_{DS} \qquad (۵)$$

در این معادلات، C میزان مصرف، I جریان ورودی، DSC مصرف گره تقاضا، ReO خروجی آبی است که دوباره مصرف می شود، TRO آب خروجی از خط انتقال است که در گره تقاضای دیگر مصرف می شود و RtF جریان بازگشتی از گره تقاضا است.

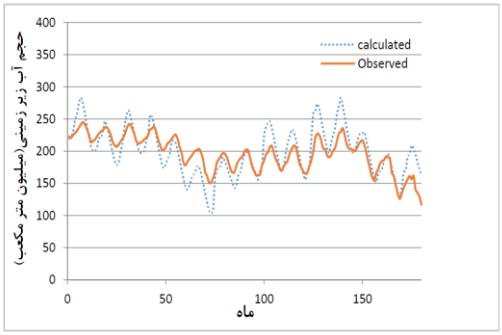
نتایج واسنجی

در بهترین حالت واسنجی مدل (واسنجی با پایین‌ترین درصد خطای واسنجی) پارامترهای کالیبراسیون به دست آمده برای دشت به شرح جدول ۴ می‌باشد وحجم ذخیره ماهانه آبخوان در دو حالت محاسبه شده از طریق مدل و مشاهده شده، در بهترین حالت کالیبراسیون در نمودار

شکل ۵ نشان داده شده است. شایان ذکر است ضریب آبدهی ویژه دشت در حالتی که برابر ۴درصد در نظر گرفته شد خطای مدل به حد اقل رسید.لذا این رقم به عنوان ضریب آبدهی ویژه استفاده شد. هم چنین نتایج نشان داد به صورت متوسط سالیانه ۴۵/۵ میلیون متر مکعب از نزولات جوی صرف تغذیه آبخوان می‌شود که در مقایسه با مقدار برداشت سالیانه ۹۳/۵ درصد کمتر می‌باشد.

جدول۳- مشخصات بهتری‌ن حالت واسنجی مدل WEAPبرای آبخوان دشت عجبشی‌ر

ردیف	شرح پارامتر	مقدار
۱	ظرفیت نهائی ذخیره آبخوان (MCM)	۲۸۳
۲	حجم آب در آبخوان در سال ۱۳۷۴ (MCM)	۲۳۰/۵
۳	درصدی از بارندگی که صرف تغذیه آبخوان می‌شود	۳۴٪
۴	متوسط بهره‌برداری سالانه از آبخوان در دوره واسنجی (MCM)	۹۷
۵	ضریب آبدهی ویژه دشت(٪)	۴
۶	متوسط قدر مطلق خطای مدل در دوره واسنجی (٪)	۱/۳



شکل ۵-ذخی‌ره آبخوان عجبشی‌ر در دو حالت شبی‌ه‌سازی و مشاهده‌ای در بهتری‌ن حالت واسنجی به صورت ماهانه

به‌منظور برآورد میزان خطای واسنجی و صحت‌سنجی در مدل شبیه-سازی، مقایسه آمار محاسباتی و مشاهداتی آبخوان محدوده عجب‌شیر به کمک شاخص میانگین قدر مطلق خطای نسبی (MARE) و جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) انجام شد (روابط ۶ و۷). به این صورت که از ۱۵ سال طول دوره مدلسازی، دوره واسنجی به مدت ۱۰ سال (۲۰۰۴-۱۹۹۵) و دوره صحت‌سنجی به مدت ۵ سال (۲۰۰۹-۲۰۰۵) در نظر گرفته شد. که در آن Qci دبی محاسبه شده توسط مدل در سال iام، Qoi دبی مشاهداتی ایستگاه آب‌سنجی در سال iام و n تعداد داده‌ها می‌باشد. (جدول ۴).

$$MARE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{|Q_{ci} - Q_{oi}|}{Q_{oi}} \qquad (۶)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{ci} - O_{oi})^2}{n}} \qquad (۷)$$

جدول۴- نتای‌ج واسنجی و اعتبار سنجی آبخوان دشت عجبشی‌ر در WEAP

دوره واسنجی		دوره اعتبارسنجی	
MARE	RMSE (MCM)	MARE	RMSE (MCM)
۰/۰۷۹	۱/۳۵	۰/۰۷۱	۱/۲۸

نتایج و بحث

تدوین سناریوها

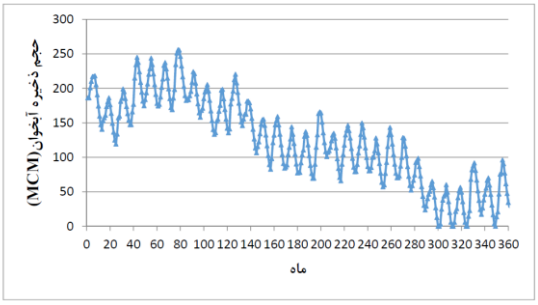
در مطالعات مدل‌سازی تعریف سناریوها با توجه به اهداف مطالعه انجام می‌شود و مدل برای هریک از سناریوها اجرا شده و نتایج آن مورد بحث قرار می‌گیرد. یکی از معیارهای سنجش نتایج بدست آمده در هر یک از سناریوها، جوابهای مربوط به سناریوی پایه است. سناریوی پایه در این مطالعه ادامه وضع موجود است. در وضع موجود راندمان آبیاری اراضی کشاورزی ۴۱/۵ درصد و سطح زیرکشت مطابق سرشماری سازمان جهاد کشاورزی برابر ۱۲۵۰۲ هکتار در نظر گرفته شده است. در این مطالعه سناریوها با توجه به طرحهای در دست مطالعه و اجرا که عبارت از طرح تغذیه مصنوعی دشت عجبشیر و طرح انتقال آب از زرینه رود به دشت عجبشیر (موسوم به طرح شهید کاظمی) می‌باشد. همچنین در تدوین برخی سناریوها اقدامات مدیریت مصرف (اجرای سیستم آبیاری تحت فشار در تمامی اراضی کشاورزی دشت هرچند ممکن است کاملاً عملی نباشد) نیز در نظر گرفته شده است و در کل سناریوها فرض شده دشت ممنوعه بماند. یعنی اینکه در سناریوها اضافه برداشت از آب زیرزمینی اعمال نشده است. هم چنین در تمام سناریوها شرایط خشکسالی در دوره شبیه‌سازی در نظر گرفته شده است.در جدول(۵) مشخصات و شرایط کلی سناریوها ارائه شده است.

جدول ۵-مشخصات و شرای‌ط کلی سناری‌وها

ردیف	گروه سناریو	نام سناریو	شرح
۱	S-0		ادامه وضع موجود بدون هیچ گونه اعمال مدیریت در عرضه و تقاضای آب
۲	S-1	S-1-1	ادامه وضع موجود (راندمان ۴۱/۵٪) با کاهش سطح زیر کشت محصولات با ارقام، ۵۰ و ۶۰ درصد
		S-1-2	افزایش راندمان آبیاری حال حاضر(۴۱/۵درصد) به ارقام ۶۰ و ۶۵ درصد
۳	S-2		اجرای طرح انتقال آب از زرینه رود با حجم‌های انتقالی مختلف سالیانه ۴۵و ۵۰ میلیون متر مکعب

نتایج مربوط به سناریوی پایه (S-0)

در این سناریو که ادامه وضع موجود بدون هیچ گونه اعمال مدیریت در عرضه و تقاضای آب است، وضعیت ذخیره آبخوان دشت مطابق شکل ۶ پیش‌بینی می‌شود. ملاحظه می‌شود ادامه روند برداشت کنونی موجب تخلیه کامل دشت خواهد شد که البته از نظر فیزیکی با افت سطح ایستابی، بسیاری از چشمه‌ها، قنوات و چاهها خواهند خشکید یا آبدهی آنها کاهش خواهد یافت. ولی در مدل این مسئله وارد نشده و فرض شده بتوان مطابق گذشته منابع آب زیرزمینی را تخلیه کرد که این نکته نشانگر وضعیت نامطلوب دشت با شرایط فعلی می‌باشد. در این حالت درصد تأمین آب اراضی کشاورزی موجود بطور متوسط برابر ۴۴/۳ درصد بدست می‌آید که نشانگر محدودیت جدی منابع آب منطقه است. این نتیجه گویای آنست که در آینده بدلیل محدودیت منابع آب امکان تأمین تنها ۴۴/۳ درصد آب مورد نیاز منطقه وجود خواهد داشت.

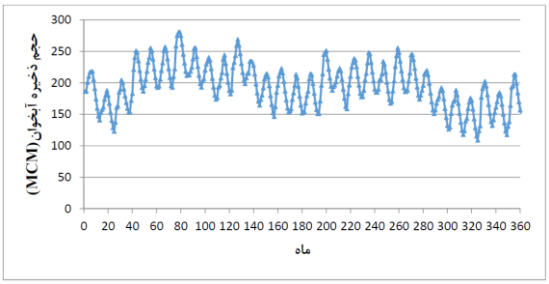


شکل ٦- تغییرات ذخیره آبخوان دشت عجبشیر در دوره ۳۰ ساله بهره‌برداری (S-0) از سال ۱۳۸۷ تا سال ۱٤۱۷

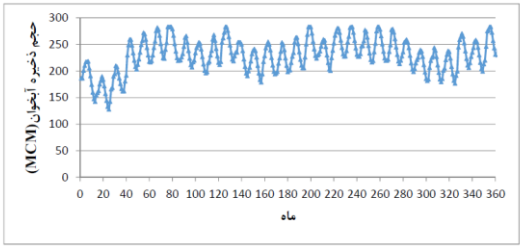
نتایج سناریوهای گروه S-1

سناریوی S-1-1

در این سناریو که ادامه وضع موجود (راندمان ۴۱/۵٪) ولی با کاهش سطح زیر کشت محصولات با ارقام ۵۰ و ۶۰ درصد، وضعیت ذخیره آبخوان دشت عجبشیر مطابق شکل‌های۷ تا ۸ پیش‌بینی می‌شود. ملاحظه می‌شود در این سناریو با کاهش سطح زیر کشت به مقدار ۵۰ درصدی سطح زیر کشت تا حدودی بیلان دشت به تعادل خواهد رسید. در حالت کاهش ۶۰ درصدی سطح زیر کشت همان گونه که مشاهده می‌گردد بیلان دشت به حالت تعادل می‌رسد



شکل ۷- تغی‌ی‌رات ذخی‌ره آبخوان دشت عجبشی‌ر در دوره ۳۰ ساله بهره‌برداری (S-1-1 با کاهش ۵۰درصدی سطح زی‌ر کشت) از سال ۱۳۸۷ تا سال ۱۴۱۷



شکل ۸- تغییرات ذخیره آبخوان دشت عجبشیر در دوره ۳۰ ساله بهره‌برداری (با کاهش S-1-1۶۰درصدی سطح زیر کشت) از سال ۱۳۸۷ تا سال ۱٤۱۷

نتایج سناریوی فوق به اختصار در جدول ۶ آورده شده است.در نمودار شکل۹ تغییرات درصد پوشش نیاز آبی کشاورزی در مقابل کاهش سطح زیر کشت مشخص شده است.

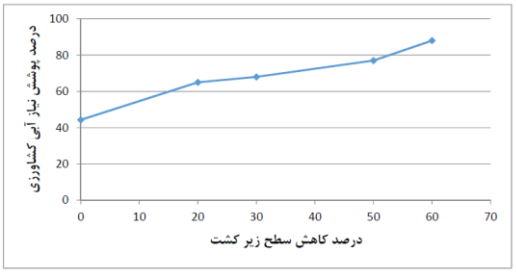
جدول۶- نتایج سناریوی S-1-1

درصد کاهش سطح زیر کشت	Coverage(%)	میزان ذخیره اولیه (MCM)	میزان ذخیره در انتهای دوره ۳۰ ساله با توجه به درصد کاهش سطح زیر کشت (MCM)
۰	۴۴/۳	۱۹۳/۵	۵۹/۷۶
۵۰	۷۷	۱۹۳/۵	۱۸۷/۰۹
۶۰	۸۸	۱۹۳/۵	۲۵۶/۵۸

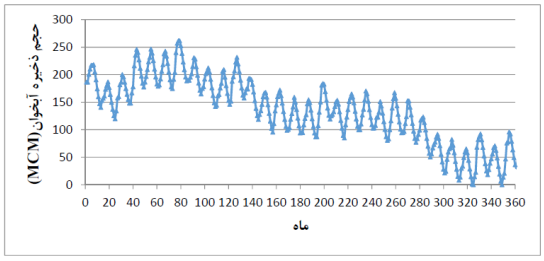
سناریوی S-1-2

در این سناریو که فرض شده در کلیه اراضی کشاورزی موجود راندمان آبیاری(۴۱/۵درصد) به درصدهای۶۰ و ۶۵ درصد(اجرای کامل سیستم آبیاری تحت فشار در دشت) ارتقاء یابد. وضعیت ذخیره آبخوان دشت مطابق نمودار شکل‌های ۱۰ تا ۱۱ بدست می‌آید. همان طور که

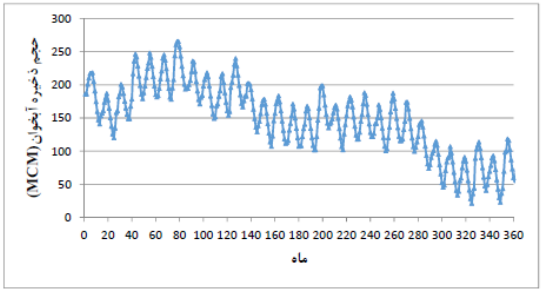
ملاحظه می‌شود، افزایش راندمان تأثیر قابل ملاحظه بر وضعیت دشت نداشته است و در راندمان ۶۰ درصد در اواخر دوره شبیه‌سازی سطح ایستابی دشت افت کرده و سرانجام دشت تخلیه شده است. این نشان دهنده آنست که این امر نتوانسته بیلان دشت را از حالت منفی خارج کند و در این شرایط همچنان دشت در خطر افت آب زیرزمینی می‌باشد. در راندمان ۶۵ درصد، آب زیرزمینی دشت به صورت کامل تخلیه نخواهد شد ولی حجم آب زیرزمینی در انتهای دوره شبیه‌سازی نسبت به حالت اولیه افت خواهد داشت که نشان می‌دهد با اجرای طرح آبیاری تحت فشار و افزایش راندمان آبیاری در تمام دشت نه تنها دشت به حالت تعادل پایدار نمی‌رسد بلکه نیاز آبی اراضی کشاورزی بطور کامل قابل تأمین نخواهد بود.



شکل ۹- تغییرات درصد پوشش نیاز آبی کشاورزی در مقابل کاهش سطح زیر کشت



شکل ۱۰- تغی‌ی‌رات ذخی‌ره آبخوان دشت عجبشی‌ر در دوره ۳۰ ساله بهره‌برداری (S-1-2 با افزای‌ش ۶۰درصدی راندمان آبی‌اری) از سال ۱۳۸۷ تا سال ۱۴۱۷



شکل ۱۱- تغی‌ی‌رات ذخی‌ره آبخوان دشت عجبشی‌ر در دوره ۳۰ ساله بهره‌برداری (S-1-2 با افزای‌ش ۶۵درصدی راندمان آبی‌اری) از سال ۱۳۸۷ تا سال ۱۴۱۷

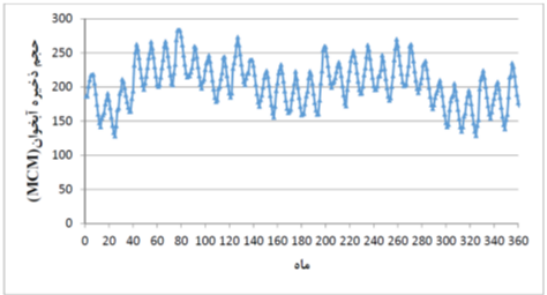
نتایج سناریوی فوق به اختصار در جدول۷ آورده شده است.

جدول۶- نتای‌ج سناری‌وی S-1-2

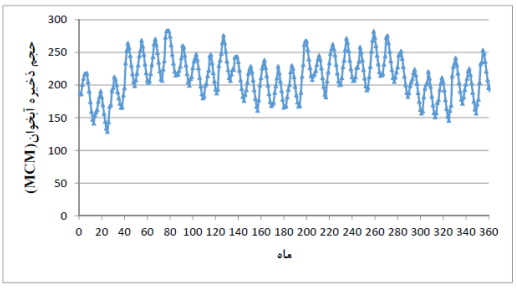
راندمان آبیاری	Coverage(%)	میزان ذخیره اولیه (MCM)	میزان ذخیره در انتهای دوره ۳۰ ساله با توجه به درصد کاهش سطح زیر کشت (MCM)
۴۱/۵	۴۴/۳	۱۹۳/۵	۵۹/۷۶
۵۰	۵۹	۱۹۳/۵	۶۰
۵۵	۶۱	۱۹۳/۵	۶۲
۶۰	۶۲	۱۹۳/۵	۶۳
۶۵	۶۵	۱۹۳/۵	۸۷

نتایج سناریوی S-2

منطقه عجبشیر به لحاظ پتانسیل خاک از وضعیت مناسبی برخوردار است بطوریکه این پتانسیل در حدود ۶۰ هزار هکتار برآورد شده که هم اکنون مجموع اراضی آبی و دیم منطقه تنها معادل یک سوم این پتانیل را شامل می‌شود. لذا در این منطقه آنچه توسعه کشاورزی را محدود کرده محدودیت آب می‌باشد و عملاً در توسعه کشاورزی منطقه محدودیت اراضی وجود ندارد. لذا در این مطالعه نیاز به انتقال آب در سطوح مختلف توسعه کشاورزی در قالب طرح انتقال آب از زرینه رود (شهید کاظمی) به عجبشیر مورد بررسی قرار گرفت. در تمامی سناریوهای این گروه اجرای طرح انتقال آب از زرینه رود به دشت عجبشیر (طرح سد زرینه رود) در نظر گرفته شده است .در این سناریو فرض بر اجرای طرح انتقال آب از زرینه رود با حجم‌های انتقالی مختلف با ارقام متوسط سالیانه ۴۰، ۴۵و ۵۰ میلیون متر مکعب در دشت عجبشیر و تاثیر آن بر وضعیت بیلان آب زیرزمینی دشت می‌باشد. نمودار شکل‌های ۱۲ و ۱۳ نمایانگر وضعیت منابع آب زیرزمینی دشت عجبشیر تحت اجرای سناریوی S-2-1 می‌باشند. با انتقال متوسط سالیانه ۴۰ میلیون متر مکعب بیلان دشت همچنان منفی خواهد بود . با انتقال سالیانه ۴۵ و ۵۰ میلیون متر مکعب بیلان آب زیرزمینی دشت مثبت خواهد بود و حجم ذخیره آبخوان در پایان دوره شبیه‌سازی نسبت به حالت اولیه افزایش خواهد داشت. نابراین برای به تعادل رسیدن بیلان آب زیرزمینی دشت باید سالیانه حداقل ۴۵میلیون متر مکعب آب از زرینه رود به دشت عجبشیر انتقال داده شود.



شکل ۱۲- تغی‌ی‌رات ذخی‌ره آبخوان دشت عجبشی‌ر در دوره ۳۰ ساله بهره‌برداری (S-2-1 با انتقال سالی‌انه ۴۵ MCM) از سال ۱۳۸۷ تا سال ۱۴۱۷



شکل۱۳- تغییرات ذخیره آبخوان دشت عجبشیر در دوره ۳۰ ساله بهره‌برداری (S-2-1 با انتقال سالیانه ۵۰ MCM) از سال ۱۳۸۷ تا سال ۱۴۱۷

نتایج سناریوی باختصار در جدول ۸ آورده شده است.

جدول ۸- نتایج سناریوی S2

متوسط حجم سالیانه انتقالی آب از زرینه رود	Coverage(%)	میزان ذخیره اولیه (MCM)	میزان ذخیره انتهای دوره ۳۰ (MCM)
۰	۴۴/۳	۱۹۳/۵	۵۹/۷۶
۴۵	۸۰	۱۹۳/۵	۲۰۶/۶۲
50	۸۵	۱۹۳/۵	۲۲۶/۴۸

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق به بررسی منابع آب‌های زیر زمینی دشت عجب شیر در شرایط خشکسالی پرداخته شد که نتایج حاکی از آن است که بیلان آب زیرزمینی دشت عجبشیر به شدت منفی است و در صورت بهره برداری با روند کنونی، دشت عجبشیر در دوره۳۰ساله ذخیره آب زیرزمینی خود را از دست می دهد. سناریوهای مختلفی بررسی گردید و نتایج نشان داد که برای تعادل بخشی منابع آب زیر زمینی دشت عجبشیر کاهش برداشت از طریق برنامه های مدیریت مصرف و کاهش فشار بر منابع آب زیرزمینی دشت از طریق انتقال آب از رودخانه زرینه رود (موسوم به طرح سد شهید کاظمی) الزامی می باشد. نتایج همچنین نشان داد در صورتیکه راندمان مصرف آب در دشت به ۶۵درصد ارتقا یابد نیاز خواهد بود سالیانه ۴۵میلیون متر مکعب از منابع آب سطحی منطقه (طرح انتقال آب شهید کاظمی) جایگزین برداشت از آب زیرزمینی دشت گردد تا دشت در دوره شبیه سازی به تعادل برسد. نتایج مدل حاکی از آن است بدون اقدامات تامین آب سطحی و افزایش راندمان اگر سطح زیر کشت در دشت عجبشیر به ۵۰ درصد کاهش یابد در دراز مدت دشت به حالت تعادل می رسد. این به معنی آن است که برداشت از سطح آب زیرزمینی دشت دو برابر رقم حد مجاز است.با مشاهده نتایج حاصل از سناریو ها به این نکته خواهیم رسید که جهت جلوگیری از بروز افت سطح آب زیرزمینی و ایجاد کسری ذخیره مخزن آب زیر زمینی ، ضرورت دارد حفر چاه و هرگونه توسعه بهره برداری از منابع آب زیرزمینی در منطقه صورت نگیرد.همچنین به منظور حفظ منابع آبی می‌باید بدون اینکه از تخصیص آب به بخش کشاورزی بکاهیم، با بالا بردن میزان بهره وری آب در کل منطقه بر مبنای راهکارهای مدیریت بهینه‌ی منابع آبی، تولید ناخالصی داخلی منطقه را بهبود بخشید که این امر مستلزم رویکردی جامع نگر در مدیریت عرضه و تقاضای آب می‌باشد. از این رو جهت گیری‌های کلی می‌باید در راستای بازنگری در میزان آب تخصیص داده شده به کاربری‌های مختلف بخصوص کشاورزی بر مبنای الگوی کشت، جایگزین نمودن بخشی از مصارف کاربری‌ها با پساب تصفیه شده، افزایش راندمان آبیاری در بخش کشاورزی از طریق توسعه سیستم‌های نوین و تجهیز و نوسازی اراضی و همچنین اعمال سیاست‌های قیمت گذاری موثر بر مبنای ارزش واقعی آب صورت پذیرد.

پیشنهادات

با توجه به وجود شوره زار های وسیع در نواحی ساحلی دریاچه ارومیه لزوم مدیریت صحیح در بهره برداری از چاه های دشت جهت جلوگیری از ایجاد جریان معکوس از سمت شوره زار ها به قسمت مرکزی آبخوان ها

ایجاد بانک اطلاعاتی جامعی از صنایع وابسته به محصولات کشاورزی به منظور دسترسی به آمار و اطلاعات مربوط به مصارف آب و تولید درآمد در این صنایع و بررسی نقش انها در سیستم‌های منابع آبی.

ایجاد و استفاده از فعالیت‌های نوین در بخش کشاورزی به منظور استفاده‌ی بهینه از منابع آب و ایجاد درامد بیشتر به ازای مصرف آب کمتر.

تغییر الگوی کشت با جایگزین کردن محصولاتی که به آب کمتری نیاز دارند.

تولید در صنایع آب بر و وابسته به کشاورزی و دامپروری در حد نیاز منطقه.

تفکیک آب شرب از سایر مصارف آب شهری در منطقه به منظور اختصاص دادن بخشی از فاضلاب تصفیه شده با کیفیت پایین به سایر مصارف شهری.

انجام مطالعات و اجرای طرح‌های لازم جهت بهینه‌سازی مصرف آب و تخصیص آب بیشتر به کاربری‌هایی که درامد بیشتری را برای منطقه ایجاد می‌نمایند. (در کشاورزی، صنایع و آب شهری)

ملاحظات اخلاقی پیروی از اصول اخلاق پژوهش

همکاری مشارکت‌کنندگان در تحقیق حاضر به صورت داوطلبانه و با رضایت آنان بوده است.

حامی مالی

هزینه تحقیق حاضر توسط نویسندگان مقاله تامین شده است.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی: سینا فرد مرادی نیا؛ محمد جاهی ;

روش‌شناسی و تحلیل داده‌ها: سینا فرد مرادی نیا؛ محمد جاهی ;
نظارت و نگارش نهایی: سینا فرد مرادی نیا؛ محمد جاهی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

1. Rosegrant, M. W., Ringler, C., McKinney, D. C., Cai, X., Keller, A., & Donoso, G. (2000). Integrated economic-hydrologic water modeling at the basin scale: The Maipo River basin. *Agricultural economics*, *24*(1), 33-46.
2. Lévite, H., Sally, H., & Cour, J. (2003). Testing water demand management scenarios in a water-stressed basin in South Africa: application of the WEAP model. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, *28*(20-27), 779-786.
3. Alfarra, A. (2004, March). Modelling water resource management in Lake Naivasha. ITC.
4. Van Loon, A., & Droogers, P. (2006). Water Evaluation And Planning System, Kitui-Kenya. *Wageningen: WatManSup Research. 69p*.
5. Yates, D., Purkey, D., Sieber, J., Huber, A., Galbraith, J., 2009. A Physically-Based, Water Resource Planning Model of the SACRAMENTO Basin, California USA. ASCE J. Of Water Resources planning and Management.
6. Zaoui, S. O., Snani, S., & Djebbar, Y. Management of Water Resources at Souk-Ahras Region (Algeria). In *Proceedings of the 14th International Water Technology Conference, IWTC* (Vol. 14, pp. 599-608).
7. Hoff, H., Bonzi, C., Joyce, B., & Tielbörger, K. (2011). A water resources planning tool for the Jordan River Basin. *Water*, *3*(3), 718-736.
8. Harma, K. J., Johnson, M. S., & Cohen, S. J. (2012). Future water supply and demand in the Okanagan Basin, British Columbia: a scenario-based analysis of multiple, interacting stressors. *Water Resources Management*, *26*(3), 667-689.
9. Saadon, A., & Ali, M. F. ASSESSMENT OF WATER DEMAND IN LANGAT CATCHMENT USING WATER EVALUATION AND PLANNING (WEAP).
10. Bhave A G, Gajanan A, Mishra A, Singh N, Raghuwanshi N S (2012) Integrated assessment of climate change adaptation options for water resources management using participatory and hydrological modelling approaches. In Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, Germany: 6
11. Hamlat, A., Errih, M., & Guidoum, A. (2013). Simulation of water resources management scenarios in western Algeria watersheds using WEAP model. *Arabian Journal of Geosciences*, *6*(7), 2225-2236.
12. Maßmann, J., Wolfer, J., Huber, M., Schelkes, K., Hennings, V., Droubi, A. & Al-Sibai .(2012). WEAP-MODFLOW as a Decision Support System (DSS) for integrated water resources management: Design of the coupled model and results from a pilot study in Syria, Groundwater Quality Sustainability,isbn:978-0415-69841-2,173-188.
13. Samadi-Boroujeni, H., & Saeedinia, M. (2013). Study on the impacts of inter-basin water transfer: Northern Karun. *African journal of agricultural research*, *8*(18), 1996-2002.
14. Amin, A., Iqbal, J., Asghar, A., & Ribbe, L. (2018). Analysis of current and future water demands in the Upper Indus Basin under IPCC climate and socio-economic scenarios using a hydro-economic WEAP model. *Water*, *10*(5), 537.
15. Tena, T. M., Mwaanga, P., & Nguvulu, A. (2019). Hydrological modelling and water resources assessment of Chongwe River Catchment using WEAP model. *Water*, *11*(4), 839.

16. Jaleta, T. N., Yesuf, M. B., & Hirko, D. B. Modeling Surface Water Resources for Effective Water Allocation Using Water Evaluation and Planning (WEAP) Model, A Case Study on Finchaa Sub basin, Ethiopia.
17. Porhemmat, J., Sedghi, H., Babazadeh, H., & Fotovat, M. (2019). Evaluation of WEAP-MODFLOW model as an integrated water resources management model for sustainable development (a case study: Gharesoo at Doab-Merek, Kermanshah, Iran). *Civil Engineering Infrastructures Journal*, *52*(1), 167-183.
18. Yazdanpanah, T., Khodashenas, S. R., Davari, K.,& Gahraman, Bijan. (2008). Basin Water Resources Management Using WEAP Model (Case Study: Arghand Basin), Journal of Water and Soil (Agricultural Sciences and Industries), No. 1, Volume 22, 222-213.
19. Saeedinia, M., Samadi Borujeni, H., & Fattahi, R. (2008). Investigation of inter-basin water transfer schemes using WEAP model (Case study: Beheshtabad tunnel). Iranian Journal of Water Research, No. 3, Fall and Winter 2008, 44-33.
20. Hafizparast Movadat, M., Khalqi, M.,& Fatemi, S. E. (2008). Evaluation and planning of water resources of Takestan plain with LINGO and WEAP models, 4th National Congress of Civil Engineering, Tehran, University of Tehran, 8-1.
21. Jalali, M. R., Azaranfar, A.,& Afzali, R. (2008). Development of Hydropower Capabilities in WEAP Integrated Water Resources Management Software, 3rd Water Resources Management Conference, Tabriz, Iranian Association of Water Resources Science and Engineering, University of Tabriz.
22. Vafayee Javan, A, & Muftah Halqi, M. (2012). Water Resources Planning Using WEAP Model (Case Study: Ramian Watershed from Golestan Province), Second National Conference on Comprehensive Water Resources Management, Kerman, Shahid Bahonar University of Kerman, Irrigation and Water Engineering Association.
23. Afzali, S. H., Rahnama, Mohammad B.,& Samadi Borujeni, H. (2017). Simulation and evaluation of Koohrang 3 inter-basin water transfer plan, water systems management, first year, No. 1, 73-65.
24. Khosh Roush, M., Nikzad Tehrani, I. (2017). Evaluation of different scenarios of water resources management in Talar plain using groundwater modeling and integrated water resources systems, Journal of Irrigation and Water Engineering, Year 9, No. 33.
25. Salehpoor Laghani J., Ashrafzadeh A., Moussavi S.A. (2018). Water Resources Allocation Management In Hablehroud Basin Using A Combination Of The Swat And Weap Models IRAN-WATER RESOURCES RESEARCH Volume 14 , Number 3 ; Page(s) 278 To 290..
26. Ashrafi, M., Zeinalzadeh, K., Besharat, S., & Yasi, M. (2018). Performance of WEAP model in hydrological simulation of الland watershed, Echohidology, Volume 6, Number 2, 352-341.
27. Mohammadpour, M., , Zeinalzadeh, K., Rezaverdinejad, V., & Hessari, B.(2021). Investigation of groundwater fluctuations influence of climate change and improved irrigation method (Case Study: Ahar plain), *Journal of Hydrogeology,* 5(2), 99-112. magiran.com/p2248146
28. Salimpour, S., Hashemi Monfared ,S.A., Azhdary Moghaddam, M. (2021). A Modeling the Effects of Inter-basin Water Transfer on the Surface and Volume of the Aquifer of the Origin Catchment by Using WEAP Software (Case Study: Effect of Water transfer of Behesht Abad River on Surface and Volume of Shalamar Aquifer), *Geography and Development Iranian*

Journal, 19(62), 183-208. magiran.com/p2259400

29. Mashayekhi, S., Ebrahimi,K., Modaresi,F., & Araghinejad, S. (2022). Integrated Water Resources Management of Minab Basin, Southern Iran, Using Modified Sustainability Index, *Irrigation & Water Engineering,* 12(47), 182-199. magiran.com/p2416442
30. Schneider, P., Sander, B. O., Wassmann, R., & Asch, F. (2019). Potential and versatility of WEAP model (Water Evaluation and Planning System) for hydrological assessments of AWD (Alternate Wetting and Drying) in irrigated rice. Agricultural Water Management, 224, 105559.
31. Obahoundje, S., Youan Ta, M., Diedhiou, A., Amoussou, E., & Kouadio, K. (2021). Sensitivity of hydropower generation to changes in climate and land use in the Mono Basin (West Africa) using CORDEX dataset and WEAP model. Environmental Processes, 8(3), 1073-1097.
32. Abou Slaymane, R., & Soliman, M. R. (2022). Integrated water balance and water quality management under future climate change and population growth: a case study of Upper Litani Basin, Lebanon. Climatic Change, 172(3), 1-24.