Shahid Chamran University of Ahvaz

Irrigation Sciences and Engineering (JISE)
Vol. 45, No. 4, winter 2023, p117-130
Journal homepage: https://jise.scu.ac.ir

Research Paper

EXTENDED ABSTRACT

Approach evaluation of the role of Dry lands development in water management optimization and planning

H. Nasseri Nejad [1], A.M. Akhond – Ali[2], M.R. Sharifi[3*]and A. Haghizadeh[4]

1- Master of Science in Water Resources Engineering, Faculty of Water Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz.
2- Professor of Hydrology and Water Resources, Faculty of Water Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz.
3- Corresponding Author, Associate Professor, Department of Hydrology and Water Resources, Faculty of Water Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz. ((msharifi@scu.ac.ir).
4- Associate Professor, Department of Agricultural and Natural Resources, Lorestan University.

ARTICLE INFO

Artlcle history:
Received: 19 September 2018
Revised: 20 February 2019
Accepted: 24 February 2019

Keywords:
Limitation of Water Resources, Storage of Soil Moisture, Change cropping pattern.

TO CITE THIS ARTICLE:

Nasseri Nejad, H., Akhond Ali, A. M., Sharifi, M. R., Haghizadeh, A. (2023). 'Approach evaluation of the role of Dry lands development in water management optimization and planning', *Irrigation Sciences and Engineering*, 45(4), pp. 117-130. doi: 10.22055/jise.2019.17207.1787.

Introduction

The growing population and, consequently, the need to produce crops on the one hand and the limitation of water resources as an important factor in agricultural production have led to the intensification of the problem of dehydration in many parts of the world, including Iran. Therefore, a balance between water resource constraints and agricultural development is essential. In this regard, the International Water Management Organization (IMO) has estimated in its comprehensive assessment that water management in agriculture in rainforests could lead to a 75% increase in global food products (Di Dono, 2009). Therefore, agricultural development through the development of dry land areas can be considered as a logical solution in the context of the water crisis (Akhavan et al. 2013).

Methodology

In this study, in order to plan and optimize the management of water resources through land development, we proposed a method based on surveying the areas that are susceptible and consequently reducing the uncertainty of farming. So, using SWAT hydrologic model, we evaluated the time and location of soil moisture storage in order to determine the susceptible areas of rainfed farming in the sub basins of Khorramabad Basin. Required data for implementation of the model include maps, land use, elevation digital, soil map, climatic and hydrometric information. The weather information required for this model includes daily rainfall, minimum and maximum temperature, relative humidity, solar radiation, wind speed, and medium long-term reagents for the synoptic station. For this purpose, 6 rain-gauge stations, 3 thermometer stations and 1 synoptic station were used for a period of 14 years (2002-2005). In this research, management was used such as the date of beginning and end of cultivation, fertilization rate, type of irrigation system, irrigation time, water requirement, irrigation water harvesting source and cropping pattern for cropping. After the initial implementation

of the model in the ArcSWAT software, calibration and validation of the model in the SWAT-CUP software were performed using the SUFI2 algorithm. For this purpose, at first, 22 parameters were selected along with their initial values... The choice of these parameters was based on the study (Faramarzi et al 2009). For each replication, 500 simulations were considered. In the next step, observations were made for the calibration period of 2011- 2005 monthly. Since the calibration of the model is based on the discharge observations of the basin outlet, the outlet of the basin, the Aquifer station, was introduced to the SWAT-CUP software. In this research, the coefficients NS and R^2 were used to evaluate the model's efficiency in runoff simulation at the basin outlet.

Results and Discusspn

Based on the results, annual soil moisture content was classified in five classes. The lowest amount of soil moisture storage in sub-basin No. 13 is estimated and its maximum value is estimated in basins 2, 4, 8, 10 and 15. Despite the fact that all the parameters of the climate affect the growth and production of crops. Seasonal and spatial distribution of annual precipitation is the most important climate variable in planting two wheat and barley crops (Rastegar, 1992). Given that the minimum moisture content for these two products is 300 mm of rainfall during the growth period (Behnia. 1997). These two products can be grown in all sub-basins. But due to the slope limiting factor of more than 20% in agriculture, these products under sub basins 23, 22, 13, 6, 1 are not suitable for the cultivation of these two products. Due to the water requirement of different crops, crops of beans, chickpeas, lentils and maize can be grown in all sub-basins of this basin, especially sub-basins in the northern part of the basin, which account for more than atmospheric precipitation in the spring. Data was cultivated in rain fed. In this regard, the results of the soil texture grading and the characteristics of the soil do not constrain the use of land, and only the percentage of gradient in some of the sub-basins prevents the ease of working in the field and eventually the dumping of this The region is influential. Based on the results, the Khorramabad catchment area has good moisture storage potential, which makes it possible to cultivate some crops in dry land. Given the limited water resources and the ability to substitute blue crops for wheat, barley, pea and lentil, rainfed farming could save 153/61 million cubic meters of water in water used by the agricultural sector of the basin. This saving amount is presented in Table (1). In this basin, harvesting groundwater resources for the cultivation of water plants such as alfalfa, watermelon, apple and rice has led to a drop in the level of the central aqueduct of Kamalwand and Central. Therefore, by reviewing these changes, the best model should be selected, which is proportional to the increase in water productivity. In the two central plains and Kamalwand, 17900 hectares of land are allocated to the cultivation of water plants. In order to cultivate these products in a crop, 117/68 million cubic meters of groundwater resources are harvested. Based on the results of this study, it is possible to change the cropping pattern of susceptible crops and eliminate water products totaling 271/29 million cubic meters of water saving in agricultural crops. The results are presented in Table (2).

Table 1- Consumption of water from water conversion to dry land

product type	water area (ha)	Water requirement (m^3/ha)	Total water consumption (mm^3)
Wheat	47216	2190	103/40
barley	24917	1560	38/87
Pea	2000	2680	5/36
Lentils	2000	2680	5/98
Total	76333	9110	153/61

Table2- Consumption of water consumed by removing products with high water requirements

product type	water area (ha)	Water requirement (m^3/ha)	Total water consumption (mm^3)
Alfalfa	8200	7980	65/43
Watermelon	4500	5230	23/53
Potato	2800	6420	17/97
Rough Rice	2400	4480	10/75
Total	17900	24110	117/68

Conclusions

Spatial and temporal distribution The soil moisture storage potential resulting from annual rainfall in the study area is such that it can be used to provide water for dry farming of wheat, barley, peas and lentils. Thus, with the replacement of 76323 hectares of land with rainwater, 153.61 million cubic meters are expected to be expected to save on agricultural water consumption in the catchment area. It is also suggested that in two central plains and Kamalwand with a total area of 17,900 hectares, water products including alfalfa, watermelon, potatoes and rice, with high economic value crops and low water requirements, including saffron, medicinal plants and Mustache, to be replacedReferences. In this way, it is anticipated that by replacing the crop with rain and changing the cropping pattern and eliminating water supplies, as mentioned, a total of 217.29 million cubic meters will be saved in irrigation water of the study area.

Gratefull

Hereby, the studies unit,base company reginal water organizatin, and weather lorestan province because of the cooperatin necessry particularly to provide data for this research thanks and appreciation to action comes.

Acknowledgment

We would like to express our gratitude to Regional water Company, Organization of Jihad Agriculture and Meteorology of Lorestan Province for the necessary cooperation.

References

1- Akhavan, S., Abedikopaei, j.,Mosavi, F., Abaspour, Karim., Afyoni, Majid., Eslameian, Saeeid., 2013. Estimation of Hydrophilic Water and Green Waters Using the SWAT Model. *Journal of Agricultural Science and Technology, Vol. 4, No.53.*

2- Behnia, M., 1997. *Cold Cereals of Tehran University Press.*

3- Di Dono, P., 2009. Managing green water Soil moisture management. *IFAD International Fund for Agricultural Development, Rome, Italy.*

4- Faramarzi, M., K. C. Abbaspour., 2009. Modelling blue and green water resources availability in Iran. *Hydrol. Proc. 23: 486-501.*

5- Rastegar, M. A.,1992. *Dry farming. Barhammand Publications*

© 2023 Shahid Chamran Universiry of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

علوم و مهندسی آبیاری جلد ٤٥، شماره‌ی٤، زمستان ١٤٠١، مقاله پژوهشی، ص. ١٣٠-١١٧

ارزیابی رویکرد توسعه اراضی دیم در مدیریت و برنامه‌ریزی بهینه منابع آب

حسام ناصری نژاد[۱]، علی‌محمد آخوندعلی [۲]، محمدرضا شریفی [۳*]و علی حقی زاده [۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۲- گروه منابع آب، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۳* - نویسنده مسئول، دانشیار گروه منابع آب، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز (msharifi@scu.ac.ir)

۴- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان.

دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۲۸ بازنگری: ۱۳۹۷/۱۲/۰۱ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۰۵

چکیده

نیاز به تولید محصولات کشاورزی از یک‌سو و محدودیت منابع آب، به‌عنوان عامل مهم در تولیدات کشاورزی از سویی دیگر، منجر به تشدید کم‌آبی در بسیاری از نقاط جهان شده است. سازمان بین‌المللی مدیریت آب (IOM) با تأکید بر مدیریت آب آبیاری از طریق توسعه اراضی دیم، امکان افزایش تولیدات مواد غذایی را در جهان پیش‌بینی کرده است. در مطالعه حاضر با توجه به نقش مؤثر رویکرد توسعه کشت دیم در برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه منابع آب، با استفاده از مدل هیدرولوژیکی SWAT به ارزیابی توزیع زمانی و مکانی ذخیره رطوبت خاک به‌منظور پایش مناطق مستعد و کاهش عدم قطعیت زراعت دیم، در سطح زیر حوضه‌های حوضه آبریز خرم‌آباد پرداخته‌شده است. نتایج نشان داد، پتانسیل ذخیره رطوبتی خاک، بین ٦٠٠ تا ٤٢٠ میلی‌متر در سال است. ازاین‌رو می‌توان از میان الگوی زراعی موجود کشت محصولات گندم، جو، نخود و عدس به‌صورت دیم کشت نمود جایگزینی زراعت دیم محصولات مذکور می‌تواند ١٥٣/٦١ میلیون مترمکعب، صرفه‌جویی آب مصرفی حاصل از تغییر کشت آبی به دیم را به همراه داشته باشد. در دشت‌های مرکزی و کمالوند ١٧٩٠٠ هکتار به کشت محصولات آب‌بر یونجه، هندوانه، سیب‌زمینی و برنج اختصاص داده‌شده است. جایگزین نمودن محصولات آب‌بر با محصولات زراعی باارزش اقتصادی بالا و نیاز آبی پایین مانند زعفران و موسیر باعث صرفه‌جویی ١١٧/٦٨ میلیون مترمکعب آب آبیاری در یک‌فصل زراعی خواهد شد. نتایج نشان داد که تغییر الگوی آبیاری محصولات مستعد زراعت دیم از آبی به دیم و همچنین حذف محصولات آب‌بر، در مجموع باعث صرفه‌جویی ٢٧١/٢٩ میلیون مترمکعب آب مصرفی طی یک دوره زراعی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: محدودیت منابع آب، ذخیره رطوبت خاک، تغییر الگوی کشت،SWAT.

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت و درنتیجه آن نیاز به تولید محصولات کشاورزی از یک‌سو و محدودیت منابع آب به‌عنوان عامل مهم در تولیدات کشاورزی از سویی دیگر، منجر به تشدید مسئله کم‌آبی در بسیاری از نقاط جهان ازجمله ایران شده است. لذا ایجاد توازن بین محدودیت منابع آب و توسعه کشاورزی ضروری است (Di Dono.,2009). توسعه کشاورزی معمولاً با افزایش سطح زیر کشت اراضی آبی و دیم صورت می‌گیرد. زراعت دیم دارای خصوصیات متمایز و متفاوتی نسبت به زراعت آبی است. تغییرات سالانه بارندگی و نحوه پراکنش نزولات جوی در اکثر مناطق، سبب می‌شود عدم اطمینان و خطرپذیری در زراعت دیم بالا بوده به‌طوری‌که مانع جدی در مقابل توسعه این زراعت به شمار می‌آیند (Tenkinel et al.,1992). لذا راهکار و شیوه‌های مختلفی که در کاهش عدم قطعیت، ایجاد ثبات و پایداری عملکرد محصولات دیم مؤثر باشد، باید مورد توجه قرار گیرد. در این خصوص سازمان بین‌المللی مدیریت آب (IOM)، با تأکید بر مدیریت آب آبیاری از طریق توسعه اراضی دیم، افزایش ۷۵ درصدی تولیدات مواد غذایی را در جهان پیش‌بینی کرده است (Di Dono., 2009). بنابراین توسعه کشاورزی از طریق توسعه مناطق دیم می‌تواند به‌عنوان یک راه‌حل در شرایط بحران کم‌آبی تلقی شود (Akhavan et al., 2013). تاکنون در مطالعه‌های منابع آب بیشتر به مؤلفه‌های رواناب و تغذیه عمیق آب زیرزمینی توجه شده است. این در حالی است که ذخیره رطوبت خاک به‌عنوان یکی دیگر از مؤلفه‌های منابع آب، در محاسبه‌های بیلان آبی نادیده گرفته می‌شود. در واقع ذخیره رطوبت خاک قسمتی از منابع آب تجدید پذیر با برگشت اقتصادی بوده که منبع اصلی در کشاورزی دیم به‌حساب می‌آید (Schuol et al., 2008). بنابراین مدیریت و برنامه‌ریزی منابع‌آب در زمینه کشاورزی نیازمند ارزیابی مکانی و زمانی این مؤلفه در سطح حوضه‌ها است. تاکنون پژوهشگران مختلفی به ارزیابی مؤلفه‌های منابع پرداخته‌اند در این خصوص می‌توان به مطالعه‌های زیر اشاره نمود.

Rockström et al. (2007) سهم نسبی از ذخیره رطوبت خاک و مقدار افزایش کارایی مصرف آب را به‌منظور کاهش فشار بر منابع آب موردبررسی قرار دادند. نتایج نشان داد با افزایش کارایی

مصرف آب، نیاز آب در کشاورزی ۱۶ و ۴۵ درصد به ترتیب در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۵۰ کاهش می‌یابد.

رطوبت خاک (Valinejad And Ghorbanei., 2014) به‌عنوان یک متغیرکلیدی در فرآیندهای هیدرولوژیکی معرفی و اهمیت این مطالعه را تعیین رطوبت خاک به‌منظور استفاده در طرح‌های آبیاری، مدیریت زراعی و پیش‌بینی خشکسالی دانسته است. از نتایج این مطالعه می‌توان در تحلیل سناریوهای مدیریتی برای افزایش رطوبت خاک در راستای توسعه زراعت دیم استفاده کرد. Vassel و Sayyad (2014)حوضه آبخیز رودخانه کهنک به دلیل پراکنش نامنظم بارش و وجود خشکسالی‌های متناوب دچار محدودیت منابع آب شده است. در این پژوهش مؤلفه‌های آب آبی و سبز به‌منظور شناسایی مناطق بحرانی تعیین شد. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، در نواحی دارای ذخیره رطوبت خاک بیشتر در صورت مناسب بودن شیب، کشت دیم توصیه می‌شود تا میزان آبیاری و هدرروی آب کاهش یابد. Faramarzi et al. (2009) مؤلفه‌های قابل‌دسترس شامل آب آبی و سبز را در کشور ایران بررسی کردند. این مطالعه اطلاعات خوب و جامعی در مورد منابع آب در سطح هر استان فراهم می‌نماید. با توجه به اینکه از نقشه‌های با مقیاس بزرگ، در سطح کشور استفاده شد، امکان بررسی جزییات به‌علت بزرگ بودن محدوده مطالعاتی نبوده، درنتیجه دارای دقت مکانی کم در مقیاس زیر حوضه است.

مطالعه‌های مذکور نشان می‌دهند دسترسی به منابع آب پایدار در مقیاس جهانی و منطقه‌ای نیازی ضروری است و یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیشروی بشر در حال حاضر و آینده خواهد بود. بنابراین لازم است که هر کشور برای امنیت منابع آب، برنامه‌ریزی-های بلندمدتی داشته باشد. وضعیت کنونی بحران آب نشان می‌دهد که روش‌های موجود چه در زمینه افزایش بازده آبیاری، بهره‌برداری بیشتر از منابع آب سطحی و زیرزمینی، نتوانسته است به‌طور کامل پاسخگوی نیازهای آبی کشور باشد. الگوی کشت نامناسب یکی از دلایل اصلی و عمده این مشکلات است؛ بنابراین طراحی الگوی کشت مناسب، برای کاهش بحران آب در بسیاری از نقاط مختلف ضروری به‌نظر می‌رسد. پایش و ارزیابی مؤلفه‌های هیدرولوژیکی منابع آب به‌عنوان یکی از راهکارهای مهم در جهت مدیریت منابع آب از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از این مؤلفه‌ها ذخیره رطوبت خاک است؛ که از آن می‌توان در اولویت‌بندی زیر حوضه‌ها شامل، تعیین الگوی کشت مناسب، پتانسیل‌یابی مناطق مستعد زراعت دیم و توسعه این اراضی استفاده نمود. ارزیابی توزیع زمانی و مکانی ذخیره رطوبت خاک به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های منابع آب موجود منجر به برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه استفاده از اراضی خواهد شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مطالعاتی

حوضه آبریز خرم‌آباد با مساحت ۲۴۸۰ کیلومترمربع در استان لرستان با موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۸ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی، در بخش مرکزی رشته‌کوه‌های چین‌خورده زاگرس واقع‌شده است. از نظر شرایط آب‌وهوایی، متأثر از رژیم آب‌وهوای زاگرس در غرب و جنوب غرب ایران است و با داشتن موقعیت خاص جغرافیایی، از ویژگی‌های متنوعی برخوردار است و با دارا بودن بیش از ۲۵۰۰۰۰ هکتار اراضی زراعی از دشت‌های مهم کشاورزی در استان لرستان است. بهره‌برداری بیش‌ازحد از منابع آب زیرزمینی در این منطقه به‌منظور کشت محصولات با نیاز آبی بالا باعث افت سطح ایستابی در دو آبخوان دشت مرکزی و کمالوند گردیده است. لذا به‌منظور اتخاذ تمهیدات لازم، آگاهی یافتن از وضعیت توزیع زمانی و مکانی رطوبت خاک به‌عنوان یکی از منابع آب موجود منجر به پایش مناطق مستعد زراعت دیم خواهد شد؛ بنابراین می‌توان با پیشنهاد الگوی کشت دیم مناسب در مناطقی که از پتانسیل بالای ذخیره رطوبت خاک برخوردار هستند، با صرفه‌جویی در میزان آب آبیاری در راستای برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه منابع آب گام برداشت. اغلب حوضه‌های آبریز معمولاً با کمبود امکانات و عدم اندازه‌گیری به‌موقع یا دقیق پارامترهای بیلان آب مواجه هستند؛ بنابراین مدل‌سازی و استفاده از روش‌های پیش‌بینی مؤلفه‌های منابع آب در حوضه‌های آبریز بزرگ با توجه به‌صرف زمان و سرمایه اندک در استفاده از مدل‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

مدل SWAT

مدل SWAT از دسته مدل‌های نیمه توزیعی و دارای اساس فیزیکی است. این مدل می‌تواند با استفاده از چرخه هیدرولوژی و فرموله کردن تمام فرآیندهای فیزیکی، جریان حوضه‌های آبریز را برآورد نماید (Demirel et al., 2009). این مدل توسط سرویس تحقیقات کشاورزی ایالات متحده برای پیش‌بینی تأثیر روش‌های مدیریتی گوناگون بر جریان آب، رسوب، عناصر غذایی و تعادل مواد شیمیایی در حوضه‌های آبریز بزرگ و پیچیده با کاربری‌های اراضی و شرایط مدیریتی متفاوت برای دوره‌های زمانی طولانی‌مدت ارائه شده است. این مدل در مقیاس حوضه آبریز است و شبیه‌سازی را در مقیاس روزانه انجام می‌دهد. بخش‌های اصلی مدل شامل آب‌وهوا، هیدرولوژی، واحدهای پاسخ هیدرولوژیک، تالاب، آب زیرزمینی،- رشد گیاهان، فرسایش، عناصر غذایی، آفت‌کش‌ها، باکتری‌ها، مدیریت اراضی و روندیابی جریان است. یکی از بخش‌های اصلی مدل SWAT، بخش هیدرولوژی این مدل است. شبیه‌سازی هیدرولوژی حوضه شامل دو بخش فاز زمینی و روندیابی است. فاز زمینی در این چرخه کنترل‌کننده میزان آب، رسوب، عناصر غذایی و آفت‌کش‌ها برای آبراهه اصلی در هر زیر حوضه و فاز روندیابی شامل روندیابی حرکت آب، رسوب و عناصر از طریق شبکه آبراهه‌ها به خروجی حوضه است. در فاز زمینی چرخه هیدرولوژیکی، عواملی هستند که درحرکت آب و شبیه‌سازی تعادل آبی مؤثر هستند. تابش خورشیدی و درجه حرارت، عواملی هستند که بر ذوب برف، بارش برف و تبخیر مؤثر بوده و این عوامل به‌عنوان عوامل مؤثر بر دقت

DOI: 10.22055/JISE.2019.17207.1787

شبیه‌سازی تعادل آبی، توسط مدل در نظر گرفته شده‌اند. بنابراین در مدل SWAT، شبیه‌سازی بر اساس چرخه هیدرولوژی و بر پایه رابطه بیلان آبی انجام می‌شود (Neitsch, 2005). ناهمگنی‌های در منطقه مطالعاتی با تقسیم حوضه به زیر حوضه بررسی می‌شود. زیر حوضه‌ها به تعدادی واحد هیدرولوژیک (HRU) تقسیم می‌شوند، این واحدها دارای ترکیبات یکسانی از خاک، شیب و کاربری اراضی می‌باشند. اجزاء بیلان آب در سطح واحدهای واکنش هیدرولوژیک محاسبه و سپس برای زیر حوضه‌ها میانگین‌گیری وزنی می‌شود. رواناب محاسبه‌شده از هر زیر حوضه از طریق شبکه جریان به روش ذخیره متغیر، به سمت خروجی حوضه روندیابی می‌گردد. محاسبه بیلان آب برای هر واحد هیدرولوژیک به‌وسیله چهار حجم ذخیره شامل ذوب برف، رطوبت پروفیل خاک (عمق ۲-۰ متری)، آبخوان-های عمیق و کم‌عمق و باران، تبخیر و تعرق، رواناب سطحی، نفوذ عمقی و جریان زیرسطحی بررسی می‌شود. مدل SWAT به‌عنوان یک واسط گرافیکی، به‌منظور تسهیل مدیریت داده‌ها با نرم‌افزار ArcGIS ارتباط داده شده است. ازاین‌رو اجرای مدل SWAT در محیط نرم‌افزار ArcGIS انجام گرفت. در این پژوهش از نرم‌افزار ArcSWAT نسخه ۱۹-۲۰۱۲ استفاده شد. برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل، با در دسترس بودن پارامترهای دمای هوا، تشعشات خورشیدی، رطوبت نسبی و سرعت باد از روش پنمن – مانتیس که منطقی‌ترین روش ممکن محاسبه تبخیر و تعرق در این مدل است استفاده شد. همچنین برای محاسبه رواناب از روش شماره منحنی SCS و برای روندیابی جریان در رودخانه از روش ماسکینگام استفاده شد.

واسنجی و اعتبارسنجی مدل SWAT

واسنجی فرآیندی است که تخمین اولیه پارامترهای مدل تعدیل پیدا می‌کند تا بهترین برازش بین مقادیر شبیه‌سازی‌شده توسط مدل و داده‌های مشاهده‌ای موجود، حاصل شود. پس از واسنجی، مدل با عواملی که از طریق واسنجی تعدیل‌شده‌اند مورد ارزیابی و اعتبارسنجی قرار می‌گیرد که با این عمل دقت و قابلیت مدل برای شبیه‌سازی رخدادهای آینده سنجیده می‌شود. چنانچه مدل شبیه-سازی خوبی در این مرحله داشته باشد، قادر خواهد بود که رخدادهای آینده را نیز به‌خوبی پیش‌بینی کند (Raeissiyan and Charkhebi 2003). در این پژوهش پس از اجرای اولیه مدل در نرم‌افزار ArcSWAT واسنجی و اعتبارسنجی مدل در نرم‌افزار SWAT-CUP و با استفاده از الگوریتم SUFI2 انجام شد. این نرم‌افزار مقادیر شبیه‌سازی‌شده توسط مدل SWAT را دریافت کرده و با مقادیر مشاهداتی که توسط کاربر به این نرم‌افزار معرفی‌شده است واسنجی و اعتبارسنجی مدل را انجام می‌دهد. برای واسنجی پس از معرفی مقادیر شبیه‌سازی‌شده به نرم‌افزار SWAT-CUP ابتدا پارامترهای موردنیاز برای واسنجی تعیین شد. به این منظور ابتدا ۲۲ پارامتر به همراه حدود اولیه آن‌ها بر اساس مطالعه (Faramarzi et al., 2009) برگزیده شد. در گام بعدی دبی مشاهداتی برای دوره واسنجی ۲۰۱۱- ۲۰۰۵ به‌صورت ماهانه به مدل معرفی شد. ازآنجایی‌که واسنجی مدل بر اساس دبی مشاهداتی خروجی حوضه صورت می‌گیرد، خروجی حوضه یعنی ایستگاه آب-سنجی ویسیان به نرم‌افزار SWAT-CUP معرفی گردید. از ضرایب NS و R^2 برای ارزیابی کارایی مدل در شبیه‌سازی رواناب در خروجی حوضه استفاده شد.

ضریب نش - ساتکلیف

این ضریب برای ارزیابی قدرت پیش‌بینی مدل‌های هیدرولوژیکی استفاده می‌شود. مقدار این ضریب از منفی بی‌نهایت تا یک تغییر می‌کند. مقدار ۰/۵ بیانگر شبیه‌سازی خوب مدل و مقدار NS=1 تطابق کامل بین داده‌های شبیه‌سازی‌شده و محاسبه‌شده را نشان می‌دهد. این ضریب به‌صورت رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$NS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} (Q_{obs,i} - Q_{sim})^2}{\sum_{i=1}^{n} (Q_{obs,i} - \overline{Q_{obs}})^2} \qquad (۱)$$

ضریب تبیین

ضریب تبیین بیان‌کننده بخشی از واریانس مقادیر مشاهده‌ای است که توسط مقادیر شبیه‌سازی‌شده توجیه می‌شود. به‌بیان‌دیگر، قسمتی از واریانس کل است که به‌وسیله رابطه خطی موجود بین مقادیر مشاهده‌ای و شبیه‌سازی‌شده توجیه می‌گردد. ضریب تبیین بین صفرتا یک تغییر می‌کند و مقدار بهینه آن یک است و از رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$R^2 = \frac{(\sum_{i=1}^{n} (Q_{obs,i} - \overline{Q_{obs}})(Q_{sim,i} - \overline{Q_{sim}}))^2}{\sum_{i=1}^{n} (Q_{obs,i} - \overline{Q_{obs}})^2 \sum_{i=1}^{n} (Q_{sim,i} - \overline{Q_{sim}})^2} \qquad (۲)$$

در روابط (۱) و (۲)، Q_{obs} مقادیر اندازه‌گیری شده رواناب، $\overline{Q_{obs}}$ متوسط اندازه‌گیری شده رواناب، Q_{sim} مقادیر شبیه‌سازی‌شده رواناب، $\overline{Q_{sim}}$ متوسط مقادیر شبیه‌سازی‌شده رواناب و n تعداد مشاهدات است (Abbaspour et al., 2006).

داده‌های موردنیاز مدل SWAT

نقشه رقومی ارتفاع (DEM)

دقت تقسیم حوضه به زیر حوضه‌های مختلف تابعی از دقت مکانی نقشه رقومی ارتفاعی مورداستفاده است. این نقشه به‌طور زیادی جریان آب سطحی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این پژوهش از نقشه رقومی ارتفاع با مقیاس ۲۵۰۰۰ تهیه‌شده توسط سازمان نقشه‌برداری ایران استفاده‌شده است.

نقشه خاک

خصوصیات خاک‌شناسی از اساسی‌ترین پارامترهای تأثیرگذار در خروجی مدل است که شامل اطلاعاتی از قبیل نوع بافت خاک،

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مانند، ظرفیت آب قابل‌دسترس، هدایت هیدرولیکی، وزن مخصوص ظاهری، محتوای کربن آلی برای هر لایه خاک است. نقشه بافت خاک رقومی شده در مقیاس ۲۵۰۰۰۰ از مؤسسه حفاظت خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی تهیه‌شده است. بر اساس این نقشه کلاس‌های نفوذپذیری بافت خاک حوضه آبریز خرم‌آباد شامل: خاک‌های با بافت سبک، بافت سبک تا متوسط، بافت متوسط و بافت سنگین است.

نقشه کاربری اراضی

نقشه کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که مقادیر رواناب، تبخیر و تعرق و فرسایش سطحی حوضه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نقشه کاربری اراضی مورداستفاده با دقت ۲۵۰۰۰۰ و دارای نه کلاس است. این کلاس‌ها شامل زراعت آبی، دیم، جنگل با تاج پوشش انبوه، جنگل با تاج پوشش متوسط، مرتع مشجر بسته، مرتع مشجر باز، بیشه‌زار و بوته‌زار، مرتع با پوشش طبیعی و محدوده شهر است.

اطلاعات آب و هوایی

اطلاعات آب و هوایی مورد نیاز شامل باران روزانه، دمای حداقل و حداکثر، رطوبت نسبی هوا، تشعشات خورشیدی، سرعت باد و فایل معرف متوسط بلندمدت ایستگاه سینوپتیک است. به همین منظور داده‌های شش ایستگاه باران‌سنج، سه ایستگاه دماسنج و یک ایستگاه سینوپتیک، در بازه زمانی ۱۴ ساله (۲۰۱۵-۲۰۰۲) استفاده شد. موقعیت و نوع ایستگاه‌های مورداستفاده در جدول (۱) ارائه‌شده است.

اطلاعات هیدرومتری

به‌منظور ارزیابی و اعتبارسنجی داده‌های شبیه‌سازی‌شده توسط مدل SWAT، از داده‌های دبی ایستگاه آب‌سنجی دوآب ویسیان در بازه زمانی (۲۰۱۵- ۲۰۰۲) استفاده شده است

اطلاعات مدیریت کشاورزی

در این پژوهش مدیریت‌هایی از قبیل تاریخ شروع و پایان کشت، میزان کود دهی، نوع سیستم آبیاری، زمان آبیاری، نیاز آبی، منبع برداشت آب آبیاری و تسهیم الگوی زراعی به محصولات زراعی موجود در جدول (۲) استفاده‌شده است.

جدول ۱- موقعیت و نوع ایستگاه‌های مورد استفاده (آب منطقه‌ای لرستان)

Table 1- The position and type of station used (Regional Water Company of Lorestan)

Statin name	Type of Station	High (m)	Latitude	Longitude
Khorramabad	Synoptic	1287	3711610	255484
Cham anjir	Rain gauge - Thermometer	1140	3703432	244227
Horro - Dehno	Rain gauge	1800	3709142	293932
Horro - Kakareza	Rain gauge	1550	3734680	245846
Sarab – seyed Ali	Rain gauge	1530	3742034	241409
Kahman	Rain gauge - Thermometer	1720	3775580	245842
Doab veiseiyan	Hydrometri	946	3709851	220228

جدول۲- اطلاعات و نیاز آبی محصولات زراعی شهرستان خرم‌آباد (جهاد کشاورزی لرستان)

Table 2- Information and need the water crops of khorramabad city (Agricultural jihad of lorestan)

Product type	Planting area (ha)		Planting date	Harvest date	Waterequirement
	Water area	Dray area			(m^3/ha)
Wheat	47216	113175	12 october	20 June	2190
Barley	24917	64962	12 october		1560
Pea	2000	22357	10 march	20 June	2680
Lentils	2200	6700	10 march	20 June	2680
Potato	2800	-	8 april	30 may	6420
Alfalfa	8200	-	30 march	20 october	7980
Watermelon	4500	-	30 april	1 Septamber	5230
Rough Rice	2400	-	10 may	10 Septamber	4480

DOI: 10.22055/JISE.2019.17207.1787

نتایج و بحث

واسنجی و اعتبارسنجی مدل

در این مطالعه پس از تعیین پارامترهای حساس از طریق انجام تحلیل حساسیت، از الگوریتم SUFI2 موجود دربسته نرم‌افزاری SWAT-CUP برای واسنجی مدل استفاده شد. برای واسنجی، باید نتایج شبیه‌سازی‌شده رواناب توسط مدل با مقادیر مشاهده‌ای در ایستگاه خروجی حوضه سنجیده شوند. به‌همین منظور از دوسوم داده‌های دبی ماهانه اندازه‌گیری شده (۲۰۰۱–۲۰۰۵) برای واسنجی و از یک‌سوم آن‌ها (۲۰۱۵–۲۰۱۱) برای اعتبارسنجی مورد استفاده قرار گرفت. ضریب نش _ ساتکلیف به‌عنوان تابع هدف برای بهینه-سازی استفاده شد. همچنین برای ارزیابی کارایی مدل در مراحل واسنجی و اعتبارسنجی از ضرایب تبیین،نش – ساتکلیف، r-factor و P-factor استفاده شد. نتایج واسنجی مدل در دوره آماری (۲۰۱۱–۲۰۰۵) و اعتبارسنجی مدل در دوره آماری (۲۰۱۵–۲۰۱۲) برای ایستگاه آب‌سنجی دوآب ویسیان در جدول (۳) ارائه شده است. مقدار نش–ساتکلیف و ضریب تبین به‌دست آمده بیانگر آن است که مدل در شبیه‌سازی رواناب ایستگاه آب‌سنجی دوآب ویسیان توانایی بسیار بالایی داشته و روند تغییرات جریان در مرحله واسنجی و صحت-سنجی به‌خوبی شبیه‌سازی شده است که توانایی مدل را در برآورد رواناب حوضه مذکور تأیید می‌کند. شکل‌های (۱) و (۲) به‌ترتیب سری زمانی شبیه‌سازی جریان خروجی رودخانه حوضه آبریز خرم‌آباد را در مراحل واسنجی و اعتبارسنجی و در شکل (۳) همبستگی بین داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده ایستگاه دوآب ویسیان را نشان می‌دهد.

جدول ۳- پارامترهای ارزیابی کارایی مدل SWAT

Table 3- The parameters for evaluating the performance of SWAT model

process	R-Factor	P-Factor	R^2	NS
Calibration	0.75	0.44	0.86	0.85
Validation	0.85	0.84	0.79	0.75

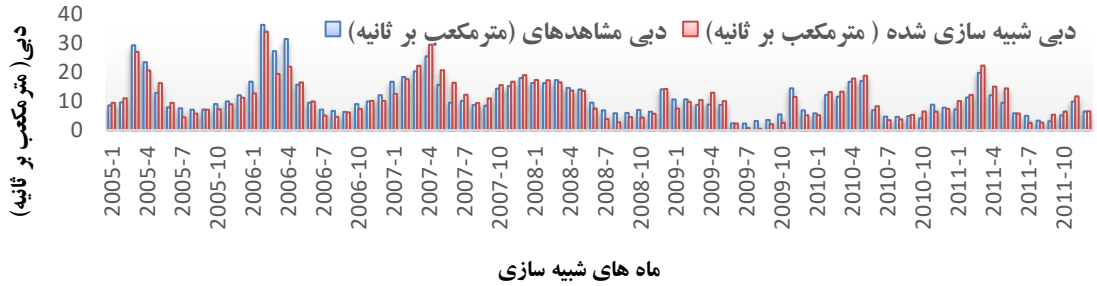

Fig. 1- Time series of simulated output current of the river khorramabd at the stage of calibration

شکل ۱- سری زمانی شبیه‌سازی جریان خروجی رودخانه حوضه آبریز خرم‌آباد در مرحله واسنجی

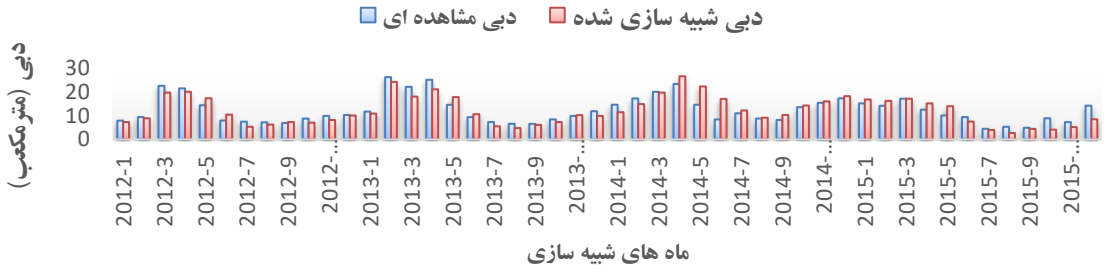

Fig. 2- Time series of simulated output current of the river khorramabd at the stage of validation

شکل ۲- سری زمانی شبیه‌سازی جریان خروجی رودخانه حوضه آبریز خرم‌آباد در مرحله اعتبارسنجی

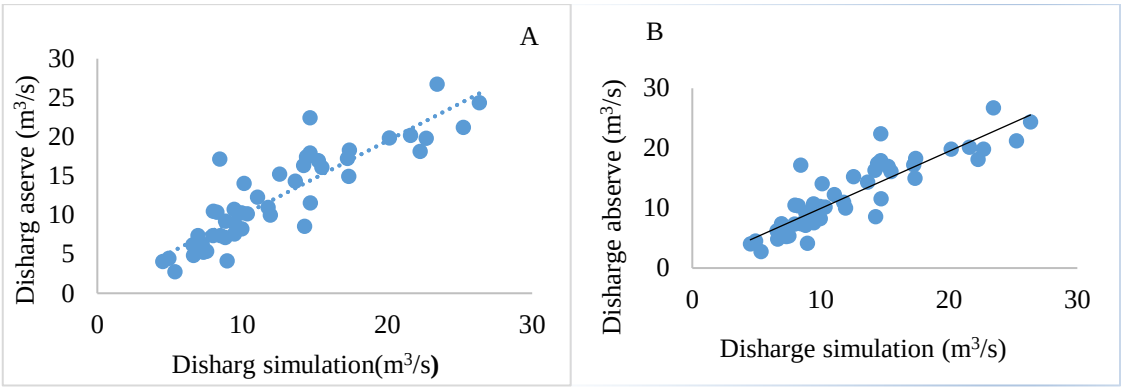

Fig. 3- The correlation between data observation and the simulated (a) step calibration (b) step validation stase

شکل ۳- همبستگی بین دبی‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شده الف) مرحله اعتبارسنجی، ب) مرحله صحت‌سنجی

ذخیره رطوبت خاک

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده جدول (۴)، مقادیر سالانه ذخیره رطوبت خاک در پنج کلاس طبقه‌بندی گردید شکل (۴). کمترین مقدار ذخیره رطوبت خاک در زیر حوضه شماره ۱۳ و بیشترین مقدار آن در زیر حوضه‌های دو، چهار، هشت، ۱۰ و ۱۵ برآورد شده است. میزان ذخیره رطوبت خاک در بخش شمالی حوضه شامل زیر حوضه‌های دو، سه، چهار و ۱۴ بین ۶۰۰ تا ۵۷۱ میلی‌متر بر سال برآورد شده است. دریافت سهم بیشتری از نزولات جوی در این قسمت حوضه نسبت به سایر زیر حوضه‌ها، همگن بودن خاک و پوشش گیاهی مناسب حاصل از زراعت دیم باعث ایجاد نفوذپذیری مناسب خاک و ذخیره رطوبت خاک مطلوب در این مناطق شده است. میزان ذخیره رطوبت زیر حوضه‌های واقع در بخش شرقی حوضه شامل، یک، پنج، شش، هفت، هشت، نه، ۱۰،۱۲ و ۱۵ متغیر است. در این بین میزان ذخیره رطوبت خاک در زیر حوضه‌های هشت، ۱۰ و ۱۵ بین ۵۷۰ – ۵۴۱ میلی‌متر در سال برآورد شده است. ذخیره خیلی زیاد رطوبت خاک در این زیر حوضه‌ها عمدتاً ناشی از وجود خاک‌های آبرفتی، اراضی پست و مسطحی است که قابلیت بیشتری در ذخیره رطوبت خاک دارند. وجود خاک-های همگن، شیب مناسب کمتر از ۱۵ درجه به نفوذپذیری بیشتر آب در خاک این زیر حوضه‌ها کمک می‌کند. همچنین این زیر حوضه‌ها تحت کشت آبی بوده و عملیات آبیاری به‌ویژه در فصل گرم سال که بارندگی رخ نمی‌دهد سبب متمایز شدن میزان ذخیره رطوبت خاک این زیر حوضه‌ها شده است. در این مناطق زیر حوضه‌های هفت، هشت، نه و ۱۵ تحت کشت محصولات با نیاز آبی بالا شامل، هندوانه، سیب‌زمینی و نباتات علوفه‌ای (شبدر و یونجه) می‌باشند که باعث ایجاد یک جهش رطوبتی در این مناطق نسبت به سایر زیر حوضه‌های این بخش شده است. علت افزایش ذخیره رطوبت خاک در زیر حوضه شماره ۱۰ وجود رودخانه در تمام قسمت‌های این زیر حوضه کوچک است. این امر باعث به وجود آمدن اراضی حاصل‌خیز ناشی از آبرفت رودخانه شده است. این زیر حوضه تحت کشت عمده برنج بوده که عملاً باعث ایجاد شرایط مانداب شده است. بررسی نوع کاربری اراضی، شیب و بافت خاک در زیر حوضه‌های یک و شش نشان داد که در زیر حوضه شماره یک وجود شیب غالب بیش از ۳۵ درجه در اکثر قسمت‌ها و همچنین زراعت نامناسب محصولات دیم با توجه به محدودیت شیب باعث کاهش ذخیره رطوبت خاک در این منطقه شده است؛ اما در مورد زیر حوضه شماره شش، وجود خاک کم‌عمق، پوشش گیاهی ضعیف و شیب بیش از ۴۰ درجه باعث کاهش ذخیره رطوبت خاک در این منطقه شده است. وجود بافت خاک شنی در این زیر حوضه که در طبقه‌بندی خاک‌ها شامل زیررده آنتی‌سول (Anti Soil) است. این نوع خاک جزء خاک‌های تکامل نیافته به‌حساب می‌آیند. زیر حوضه‌های بخش غربی حوضه شامل زیر حوضه‌های ۱۶، ۱۸، ۲۴، ۲۵ و ۲۹ است. این بخش حوضه، ازنظر میزان ذخیره رطوبت خاک از وضعیت یکسانی برخوردار هستند. این زیر حوضه‌ها دو آبخوان دشت مرکزی و کمالوند را تشکیل می‌دهند. وجود ذخیره رطوبت بین ۵۷۰–۵۲۰ میلی‌متر بر سال در این زیر حوضه‌ها ناشی از برداشت آب این دو آبخوان در این مناطق است. این امر افت تراز سطح ایستابی در این آبخوان‌ها را به‌همراه داشته است. زیر حوضه شماره ۱۳ زیر حوضه‌ای است که تقریباً در بخش میانی این حوضه آبریز قرارگرفته است. پوشش گیاهی بسیار نامناسب، شامل بوته‌های جنگلی نازک و بسیار تنک، شیب بیشتر از ۳۰ درجه باعث کاهش چشم‌گیر ذخیره رطوبت خاک این منطقه شده است به‌طوری‌که میزان ذخیره رطوبت خاک در آن ۴۲۰ میلی‌متر بر سال برآورد شده است. میزان ذخیره رطوبت خاک زیر حوضه‌های واقع در بخش جنوبی، به‌استثنای دو زیر حوضه ۲۲ و ۲۳ در طبقه‌بندی کم تا متوسط قرار می‌گیرند. علت این امر کمتر بودن میانگین بارش سالیانه نسبت به سایر بخش‌های حوضه، پوشش‌های بسیار نازک، عدم انجام عملیات زراعی است. در شکل (۵) و (۶) به ترتیب میانگین ذخیره رطوبت خاک و تبخیر و تعرق ماه‌های مختلف در حوضه آبریز خرم‌آباد نشان داده شده است. در شکل‌های (۶) و (۷) میانگین ذخیره رطوبت خاک و تبخیروتعرق در ماه‌های مختلف در حوضه آبریز خرم‌آباد نمایش داده شده است.

DOI: 10.22055/JISE.2019.17207.1787

جدول ٤- نتایج متوسط پارامترهای هیدرولوژیکی و فیزیوگرافی حوضه آبریز خرم‌آباد

Table 4 - Results the average parameters of the hydrological catchment khorramabad

Soil textures	Slop (%)	Evapotranspiration (mm)	Soil moisture (mm)	Sub basin	Soil textures	Slope (%)	Evapotranspiration (mm)	Soil moisture (mm)	Sub basin
Sandy Loam	17	620	549	17	Sandy Clay Loam	22	530	510	1
Sandy Loam	23	740	522	18	Sandy Clay Loam	28	548	590	2
Clay	37	580	530	19	Sandy Clay Loam	20	550	545	3
Sandy Loam	17	620	560	20	Sandy Loam	16	598	600	4
Sandy Clay Loam	24	740	476	21	Sandy Clay Loam	22	640	560	5
Sandy Clay Loam	16	630	551	22	Sandy Clay Loam	39	510	425	6
Sandy Clay Loam, Sandy Loam	17	745	548	23	Sandy Clay Loam, Sandy Loam	14	620	562	7
Sandy Loam, Clay Loam	12	739	530	24	Sandy Clay Loam	11	540	600	8
Sandy Loam, Clay Loam	19	750	538	25	Sandy Loam	15	630	570	9
Sandy Loam	15	743	531	26	Sandy Loam	20	700	599	10
Sandy Clay Loam	17	725	510	27	Sandy Clay Loam, Sandy Loam	20	602	480	11
Sandy Clay Loam	22	690	514	28	Sandy Clay Loam	41	540	473	12
	22	694	529	29	Clay	34	500	420	13
Sandy Clay Loam	31	651	425	30	Sandy Loam, Clay Loam	18	520	548	14
Sandy Clay Loam	30	747	536	31	Sandy Loam	15	600	598	15
-	-	-	-	-	Sandy Loam, Clay	22	680	534	16

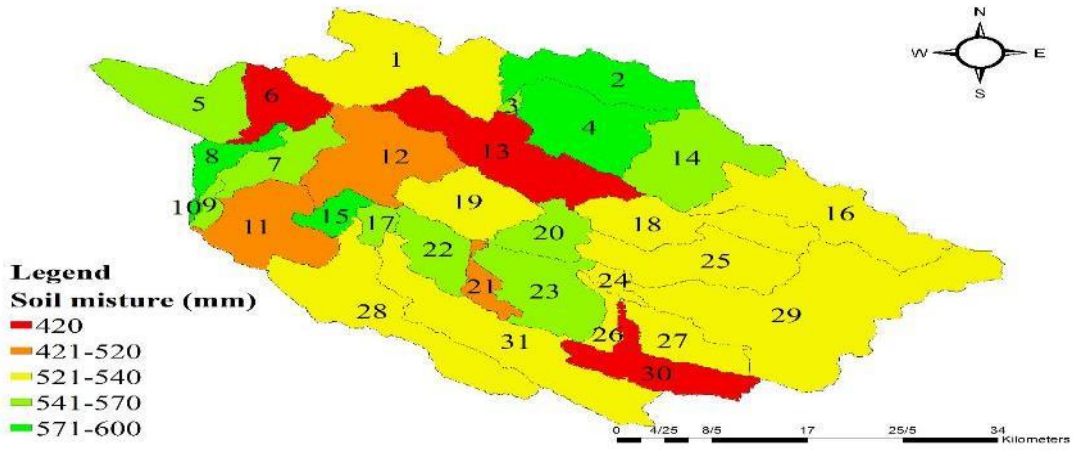

Fig. 4- Storage the annual soil moisture at the watershed khorramabad

شکل ٤- ذخیره سالانه رطوبت خاک حوضه آبریز خرم‌آباد

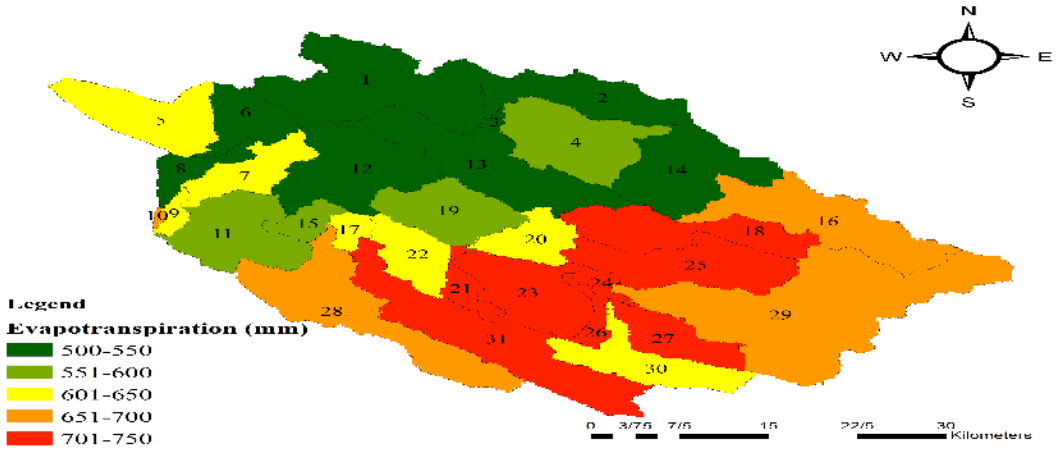

Fig. 5- Evapotranspiration annual watershed khorramabad

شکل ٥- تبخیر و تعرق سالانه حوضه آبریز خرم‌آباد

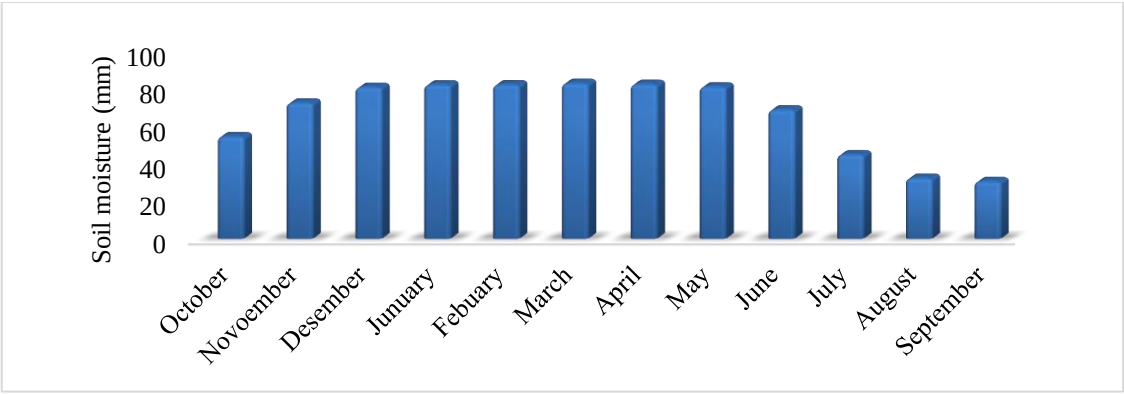

Fig. 6-Average storage of soil moisture in different months watershed khorramabad

شکل ٦- میانگین ذخیره رطوبت خاک در ماه‌های مختلف حوضه آبریز خرم‌آباد

DOI: 10.22055/JISE.2019.17207.1787

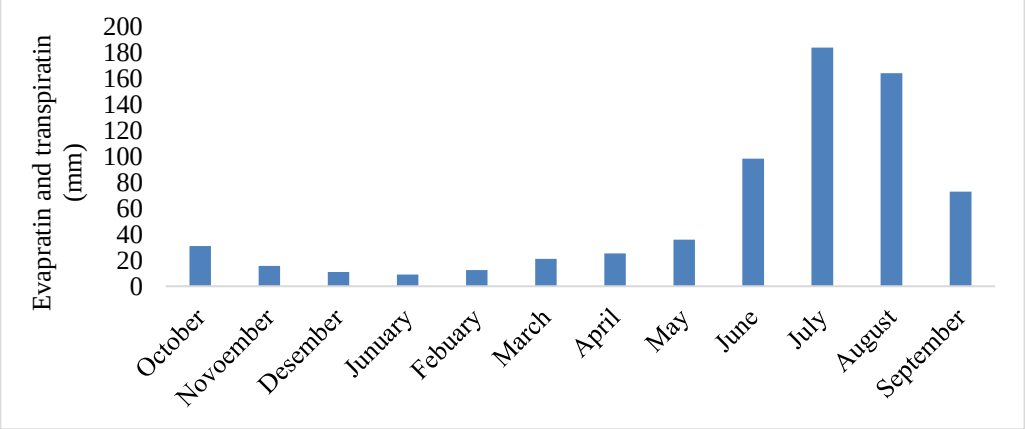

Fig. 7- Average evapotranspiration in different months watershed khorramabad

شکل ۷- میانگین تبخیر و تعرق در ماه‌های مختلف حوضه آبریز خرم‌آباد

تبخیر و تعرق

بر اساس نتایج شکل (۵)، زیر حوضه‌های واقع در بخش‌های غربی وضعیتی بسیار متفاوت نسبت به سایر مناطق دارند. میزان تبخیر و تعرق زیر حوضه‌های این مناطق بین ۷۵۰ تا ۷۰۱ میلی‌متر در سال متغیر است. علت زیاد بودن تبخیر و تعرق در این مناطق، وجود دو آبخوان دشت مرکزی و کمالوند است. تراکم کشت محصولات زراعی در محدوده این دو آبخوان که عمدتاً تحت کشت آبی بوده و اغلب محصولاتی با نیاز آبی بالا شامل هندوانه، سیب‌زمینی، یونجه و شبدر می‌باشند موجب افزایش بیش‌ازحد تبخیر و تعرق در این مناطق شده است. در میان زیر حوضه‌های بخش جنوبی میزان تبخیر و تعرق در زیر حوضه‌های ۲۹ و ۳۰ اندک مقداری کمتر بود و حدود ۷۰۰-۶۵۱ میلی‌متر در سال برآورد شده است. کمتر بودن میزان تبخیر و تعرق این مناطق نسبت به سایر زیر حوضه‌های واقع در بخش جنوبی تشکیل شدن کاربری اراضی این زیر حوضه‌ها از بوته‌های جنگلی بسیار تنک و شیب بسیار زیاد این مناطق بوده که زمان نفوذ آب را در این مناطق پایین آورده است. زیر حوضه‌های واقع در بخش شرقی حوضه تقریباً وضعیت یکسانی از میزان تبخیر و تعرق دارند. علت این امر وجود درختان جنگلی بلند که مانع از تابش بیش‌ازحد تشعشات خورشیدی به سطح خاک می‌شوند و عدم وجود رودخانه و همچنین ارتفاع بیش از ۲۹۰۰ متر از سطح دریا در این مناطق است.

تناسب اراضی منطقه برای کشت دیم

علی‌رغم اینکه کلیه پارامترهای آب و هوایی بر رشد و تولید محصولات زراعی تأثیرگذار هستند. توزیع زمانی و مکانی بارش سالانه مهم‌ترین متغیر آب و هوایی در کاشت دو محصول گندم و جو دیم است (Rastegar.,1992). با توجه به اینکه حداقل میزان رطوبت، برای کشت این دو محصول معادل ۳۰۰ میلی‌متر بارش در طول دوره رشد است (Behnia., 1997). می‌توان این دو محصول را در تمامی زیر حوضه‌ها کشت نمود. اما با توجه به عامل محدودکننده شیب بیشتر از ۲۰ درصد در زراعت این محصولات زیر حوضه‌های ۲۳، ۲۲، ۱۳، ۶ و ۱ برای زراعت این دو محصول مناسب نمی‌باشند. با توجه به نیاز آبی محصولات زراعی مختلف، می‌توان محصولات زراعی لوبیا، نخود، عدس و ذرت را در تمامی زیر حوضه‌های زراعی این حوضه به ویژه زیر حوضه‌های واقع در بخش شمالی حوضه شامل دو، سه، چهار و ۱۴ که سهم بیشتری از نزولات جوی را در فصل بهار به خود اختصاص داده به‌صورت دیم کشت نمود. دراین‌بین نتایج حاصل از درجه‌بندی بافت خاک و ویژگی‌هایی که مربوط به خاک هستند، محدودیتی برای استفاده از اراضی ایجاد نمی‌کنند و فقط ویژگی درصد شیب در برخی از زیر حوضه‌ها مانع از سهولت کار در مزرعه بوده و درنهایت برکشت دیم این منطقه تأثیرگذار است.

صرفه‌جویی آب مصرفی حاصل از جایگزینی کشت دیم

با توجه به محدودیت منابع آب، استفاده بهینه از آن ضروری است. به عقیده بیشتر صاحب‌نظران مدیریت آب در کشورهایی که با بحران آب مواجه هستند در صورتی می‌توانند نسبت به آینده خود امیدوار باشند که به منظور افزایش و بهره‌وری آب به‌ویژه در بخش کشاورزی که مصرف‌کننده آب است تلاش کنند. بر این اساس، استفاده معقول از آب کشاورزی نیازمند برنامه‌ریزی صحیح هست. یکی از این روش‌ها جایگزینی کشت دیم با کشت آبی در مناطقی است که از پتانسیل رطوبتی بالا برخوردار می‌باشند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده شکل (۴) حوضه آبریز خرم‌آباد از پتانسیل ذخیره رطوبتی مناسبی برخوردار بوده که این مهم امکان زراعت برخی از محصولات زراعی را به‌صورت کشت دیم فراهم می‌کند. با توجه به آخرین آماربرداری حوضه شهرستان خرم‌آباد از ۳۱۱۴۲۷ هکتار اراضی زراعی برخوردار بوده که ۹۴۲۳۳ هکتار را اراضی آبی و ۲۱۷۱۹۵ هکتار آن را اراضی زراعی دیم تشکیل می‌دهند. از بین اراضی آبی، ۴۷۲۱۶ هکتار گندم، ۲۴۹۱۷ هکتار جو، ۲۲۰۰ هکتار عدس و ۲۰۰۰ هکتار زیر کشت نخود است. با توجه به محدودیت منابع آب و قابلیت جایگزینی زراعت آبی محصولات گندم، جو، نخود و عدس با زراعت دیم می‌توان ۱۵۳/۶۱ میلیون مترمکعب در هکتار،

در آب مصرفی بخش کشاورزی این حوضه صرفه‌جویی به عمل آورد جدول (۵). تولید محصولات کشاورزی آب‌بر یا با آب مصرفی بیشتر می‌تواند فضا را برای صادرات آب مجازی فراهم آورد درحالی‌که با برنامه‌ریزی صحیح در ارتباط با الگوی بهره‌برداری از اراضی می‌توان تقاضا برای آب را مدیریت کرد. در این حوضه برداشت منابع آب زیرزمینی به‌منظور کشت محصولات آب‌بر از قبیل یونجه، هندوانه، سیب‌زمینی و برنج موجب افت تراز سطح ایستابی آبخوان‌های کمالوند و مرکزی را به همراه داشته است. ازاین‌رو باید با بررسی این تغییرات، بهترین الگو که متناسب با افزایش بهره‌وری آب باشد انتخاب شود. در دو دشت مرکزی و کمالوند ۱۷۹۰۰ هکتار از اراضی به کشت محصولات آب‌بر اختصاص داده‌شده است. از این میزان اراضی، ۸۲۰۰ هکتار یونجه، ۴۵۰۰ هکتار هندوانه، ۲۸۰۰ هکتار سیب‌زمینی و ۲۴۰۰ هکتار زیر کشت برنج است. به‌منظور کشت این محصولات در یک فصل زراعی، ۱۱۷/۶۸ میلیون مترمکعب از منابع آب زیرزمینی برداشت می‌شود. لذا با توجه جدی بودن بحران آب جایگزین نمودن محصولات زراعی باارزش اقتصادی و نیاز آبی پایین از قبیل زعفران به‌جای این محصولات می‌توان در راستای برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه منابع آب، بهینه-سازی الگوی کشت و همچنین رونق اقتصادی این منطقه قدم برداشت. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان با تغییر الگوی کشت محصولات مستعد زراعت دیم و حذف محصولات آب‌بر جمعاً ۲۷۱/۲۹ میلیون مترمکعب صرفه‌جویی در آب مصرفی محصولات کشاورزی این منطقه به عمل آورد جدول (۶).

نتیجه‌گیری

توزیع زمانی و مکانی پتانسیل ذخیره رطوبتی خاک حاصل از بارش سالانه در محدوده مورد مطالعه به‌گونه‌ای است که می‌توان از آن برای تأمین نیاز آبی کشت دیم محصولات زراعی شامل گندم، جو، نخود و عدس استفاده نمود. بدین ترتیب با جایگزین نمودن ۷۶۳۲۳ هکتار از اراضی آبی، با اراضی دیم، انتظار می‌رود ۱۵۳/۶۱ میلیون مترمکعب، صرفه‌جویی در آب مصرفی کشاورزی در حوضه مورد مطالعه می‌رود. همچنین پیشنهاد می‌شود، در دو دشت مرکزی و کمالوند با مساحتی بالغبر ۱۷۹۰۰ هکتار، محصولات آب‌بر شامل یونجه، هندوانه، سیب‌زمینی و برنج، با محصولات زراعی باارزش اقتصادی بالا و نیاز آبی کم، شامل زعفران، گیاهان دارویی و موسیر، جایگزین گردد. بدین ترتیب پیش‌بینی می‌شود، با جایگزینی کشت آبی با دیم و تغییر الگوی کشت مزبور و حذف محصولات آب‌بر، به‌نحوی‌که اشاره شد، جمعاً ۲۷۱/۲۹ میلیون مترمکعب، در آب آبیاری محدوده موردمطالعه، صرفه‌جویی به عمل آید. این پژوهش اطلاعات مفیدی را در مورد وضعیت رطوبت خاک، تبخیر و تعرق، شیب و بافت غالب خاک در مقیاس زیرحوضه‌های آبریز خرم‌آباد فراهم نموده است. این اطلاعات می‌تواند به پایش مناطق مهم در راستای تحلیل دقیق‌تر وضعیت مدیریت منابع آب و خاک، روش-های کاهش تبخیر از سطوح خاک و عملیات آبخیزداری کمک نماید.

جدول ۵- صرفه‌جویی حاصل ازتغییر کشت آبی به دیم (جهاد کشاورزی لرستان، نرم‌افزار NETWAT)

Table 5. Consumption of water from water conversion to dry land

product type	water area (ha)	Water requirement (m^3/ha)	Total water consumption (mm^3)
Wheat	47216	2190	103/40
barley	24917	1560	38/87
Pea	2000	2680	5/36
Lentils	2000	2680	5/98
Total	76333	9110	153/61

جدول ٦- صرفه‌جویی حاصل از حذف محصولات با نیاز آبی بالا (جهاد کشاورزی لرستان، نرم‌افزار NETWAT)

Table 6 - Consumption of water consumed by removing products with high water requirements

product type	water area (ha)	Water requirement (m^3/ha)	Total water consumption (mm^3)
Alfalfa	8200	7980	65/43
Watermelon	4500	5230	23/53
Potato	2800	6420	17/97
Rough Rice	2400	4480	10/75
Total	17900	24110	117/68

DOI: 10.22055/JISE.2019.17207.1787

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از واحد مطالعات پایه شرکت آب منطقه‌ای، سازمان جهاد کشاورزی و هواشناسی استان لرستان به خاطر همکاری لازم در خصوص در اختیار گذاشتن داده‌های این پژوهش نهایت تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

References

1- Akhavan, S., Abedikopaei, j.,Mosavi, F., Abaspour, Karim., Afyoni, Majid., Eslameian, Saeeid., 2013. Estimation of Hydrophilic Water and Green Waters Using the SWAT Model. *Journal of Agricultural Science and Technology, Vol. 4, No.53.*

2- Abbaspour, K.C., Yang, J., Maximov, I., Siber, R., Bogner, K., Mieleitner, J., Zobrist, J. and Srinivasan, R., 2007. Modelling hydrology and water quality in the pre-alpine/alpine Thur watershed using SWAT. *Journal of Hydrology*, *333*(2-4), pp.413-430.

3- Behnia, M., 1997. *Cold Cereals of Tehran University Press 1997,644.* (in Persian).

4- Di Dono, P., 2009. Managing green water: Soil moisture management. IFAD: *International Fund for Agricultural Development, Rome, Italy.*

5- Demirel, M.C., Venancio, A. and Kahya, E., 2009. Flow forecast by SWAT model and ANN in Pracana basin, Portugal. *Advances in Engineering Software*, *40*(7), pp.467-473.

6- Faramarzi, M., Abbaspour, K.C., Schulin, R. and Yang, H., 2009. Modelling blue and green water resources availability in Iran. *Hydrological Processes: An International Journal*, *23*(3), pp.486-501.

7- Neitsch, S.L., 2005. Soil and water assessment tool. *User's Manual Version 2005, 476.*

8- Rockström, J., Lannerstad, M. and Falkenmark, M., 2007. Assessing the water challenge of a new green revolution in developing countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(15), pp.6253-6260.

9- Raeissiyan, R., A. C. Charkhebi., 2003. Investigation of the effect of slope and land use on erosion and sediment in the area Gregak. *Proceedings of the First Conference on Watershed Management and Water and Soil Management. Kerman, 150- 151.* (in Persian).

10- Rastegar, M. A.,1992. *Dry farming. Barhammand Publications.*

11- Schuol, J., Abbaspour, K.C., Yang, H., Srinivasan, R. and Zehnder, A.J., 2008. Modeling blue and green water availability in Africa. *Water Resources Research*, *44*(7). *1-18*

12- Tenkinel, Kanber, R., and O.,Yazar, A.,1992. Drought conditions and supplemental irrigation inTurkey. *In international Conference on Supplementory Irrigation and Drought Water Management. Volume 1. Sep. 27- oct. 2. Bari. Italy*

13- Vassel, L., and Sayyad, Gha., 2014. Estimation of Soil Loss in the Kahnak River Basin Using SWAT Model. *Master's degree in Soil Science, Shahid Chamran University of Ahvaz*.(in Persian).

14- Valinejad, F., Ghorbanei, kh., 2014. Evaluate the perform of SWAT model to estimate soil moisture. *Journal of water and sustainable development. 57-64*