Advanced Technologies in Water Efficiency
homepage:https://atwe.razi.ac.ir
Online ISSN:2783-4964

Evaluating the methods of estimating the runoff input to the reservoir and factors affecting calculation errors (a case study of Gilan Gharb dam, Kermanshah province)

Naser Farzi [1], Mohammad Reza Sharifi [2]✉, Ali Mohammad Akhundali [3]

[1] Ph.D. Student of Depatment Water&amp, Hydrology Faculty of water and Environmental Chamran University Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: nfarzi6@ gmail.com

[2] Corresponding Author, Associate Professor, Department of Hydrology and Water Resources, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: msharifi@Scu.ac.ir

[3] Professor, Department of Hydrology and Water Resources, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: aliakh@Scu.ac.ir

ABSTRACT

Gilan-e Gharb Reservoir Dam in Gilan-e Gharb County in the southwest of Kermanshah Province is one of the dams designed to provide agricultural water to downstream lands in a hot and dry region. This dam is one of the structures where the calculation errors in the estimation of the water entering the reservoir have caused the failure of the planned goals in such a way that to compensate for this calculation error and to supply agricultural water to the Gilan-e Gharb dyke area in front of the Gilan-e Gharb spring flow, it was designed and was executed After 25 years of dewatering this dam, the volume of the reservoir has not yet reached the estimated value. The studying consulting engineers company mentioned the reason for this failure due to the quality of the reservoir dam inlet station, the quality of statistics and information, the occurrence of drought, and finally the effects of watershed operations in the catchment area of this dam. The main purpose of this research is to evaluate the methods of estimating the inflow to the Gilan-e Gharb dam reservoir and to investigate the factors affecting the calculation errors by using HEC-HMS software to analyze the runoff rainfall model of the Gilan-e Gharb dam reservoir and to investigate the effect of water management operations on the productive runoff and peak flood discharge. In this study, maps of land use, geology, vegetation and soil hydrological groups were prepared along with field assessments, and then the CN map of the basin was prepared from the integration of the said maps using GIS software. According to the historical record of the statistics and information of the inlet station of the Gilan-e Gharb Reservoir Dam in recent periods and even before the construction of the Reservoir Dam, the volume of the reservoir due to several reasons such as the low amount of incoming runoff, the existence of karst formations that collect most of the runoff, the volume of runoff with the amount 17 million cubic meters does not match. The results of this research showed that the estimation of the dam inlet was accompanied by gross errors due to the lack of knowledge of the hydrological conditions of the reservoir dam area. Taking into consideration that the watershed operations in the carried-out periods have also had an impact on the water intake of the mentioned reservoir dam, the watershed cannot be the main obstacle for not reaching the predicted watershed.

Keywords: Runoff estimation, CN map, HEC-HMS, Gilan Gharb dam

Article Type: Research Article
Article history: Received: 16 January 2024 **Revised:** 05 March 2024 **Accepted:** 23 March 2024 **ePublished:** 26 March 2024

1.Introduction

Experience has shown that the application of experimental methods of watershed estimation from watersheds without knowing and obtaining the required parameters and their appropriate estimation and without considering the studied watershed system has not led to acceptable results. In addition, the restoration and extension of the data using the statistics and information of watersheds which have nothing in common with the studied watershed, do not yield reliable results. In many cases, consultants of contracting parties of employing companies use hydrological models and generalization and extension of data to analyze water structures, to evaluate water resources. Determining the amount of runoff and the shape of the flood water feature, while being used in determining the flood process in a basin for the design of flow control structures, organizing the river and designing other water structures, will indicate the response of the basin to rainfall. Among the different hydrology models, the HEC-HMS model is more useful in hydrology evaluations for the design of hydraulic structures. The main purpose of this research is to evaluate the methods of estimating the inflow to the Gilangreb dam reservoir and to investigate the factors affecting the calculation errors by using HEC-HMS software to analyze the runoff rainfall model of the Gilangreb dam reservoir and to investigate the effect of water management operations on the productive runoff and peak flood discharge. In this study, maps of land use, geology, vegetation and soil hydrological groups were prepared along with field assessments, and then the CN map of the basin was prepared from the integration of the said maps using GIS software. One of the reasons for choosing the Gilangreb Reservoir Dam in order to carry out pathological studies on the estimation of the inflow and design discharge of the mentioned spillway is the significant difference between the long-term inflow of the dam and the design flow.

2. Methodology

In this survey, the statistics and information of the studied catchment area and its adjacent areas were used (Tables No. 1 and 2). Considering

the statistical gaps in the water and meteorological stations in the region, especially due to the imposed war, it was tried to use the recorded statistics and information to repair the statistical gaps, and to use the statistics and information of other stations whose catchment areas are not similar. It does not have a hydrological relationship with the study area and should not be used. However, in view of this, in inevitable cases, the rainfall statistics of Kermanshah synoptic station, which is more reliable than other stations in the region, and the statistics and information of Qasr Shirin stability rain gauge station and the number of rainy days of this station and the mentioned parameter and the maximum 24, 48 and 72 rain gauge stations of Pol Shah and Qasr Shirin were used. Also, by using digital maps (DEM) and satellite images, various thematic maps (Figure No. 3) were created in order to use the results in the Hec-Hms model (Figure No. 4 A).) is presented.

3. Results and discussion

The results of the trend test are based on the existence of a trend in the data in irrigation, although in the case of some data such as monthly irrigation, the results of the Kendall test and the turning point were not the same. Also, using the available statistics of the water measuring station at the entrance of Gilangharb dam, the water level of some years, such as the water years of 70-71, 72-71, 74-73, 77 and 98, 97, is different from other years. The outlier test has been used, and according to the recommendation of the American Water Resources Association in 1981, considering that the skewness coefficient is greater than 0.4, the outlier data test has been performed for large values. Based on this test and considering the k value of the test, the upper limit of 22.74 and the lower limit of 0.44 have been calculated as 2.448, except for the water year of 89-90, when the volume of water produced is 0.35 million. Yes, no outliers have been observed in the data. In addition, with field observations and the use of satellite images, watershed operations were also investigated. Due to the limitation of surface and nderground water resources, as well as the border and exclusion of the studied area, in the initial approach and field visits during 30 years, a major change in land use, which is mainly pasture agricultural land, oak forests and villages located in the area No major change has been achieved (Figure No. 4).

4. Conclusions

Before the management and development and review and analysis of water resources systems, it is necessary that its infrastructures are prepared in the form of basic studies of water resources, and with the advancement of technology, the monitoring quality of the water resources measurement network is improved both from the quantitative and It should also be done from a qualitative point of view. In addition, it is necessary to know and study methods in the form of systematic and integrated management of water resources, development studies without considering the above levels may cause a waste of time, cost and opportunities, and at the time of occurrence Natural phenomena such as droughts and floods and even climate changes make management difficult and sometimes impossible. In the study area, by establishing a water measuring station and exploiting it, important facts and facts of the area were determined that the use of empirical relationships and the restoration and extension of statistics using the information of areas that have no hydrological commonality with the study area. It does not work, it is useless and non-technical. The studied area up to the Gilangreb Reservoir Dam, based on the documentation in the past and in normal time conditions, had a runoff potential of 7 to 8 million cubic meters (in the form of floods), which in the current dry period (at least in the last ten years) and the events that happened in the area (watershed operations) on the one hand and on the other hand the poor potential of the underground water in the basin (which has caused a negligible base flow in it) and possible uses on a case-by-case basis, the river's drainage has reached less than 2 million cubic meters. This is despite the fact that according to the conditions of the study basin, the river reaches the super-alashare water level only in normal years, when the annual rainfall in the basin is more than 600 mm and there are high intensity showers in a few days. that the probability is low every year. The analysis carried out shows that the watershed operation has not completely reduced the water level and the volume of floods in the Gilangarb reservoir dam area, and the water level has alternated between wet and dry periods, and there have been no continuous wet or dry periods. The volume of floods and flooding has decreased by 43% and 34% respectively. The error that happened from the previous studies was that the runoff was not available for at least 100 square kilometers of the catchment area, which is made of karst formation (mainly limestone) and has had a preventive effect on the real area and the topographical area. The results of this study showed that the methods of estimating the water input to the Gilangreb dam reservoir due to the use of statistical relationships and its extension could not be in accordance with the basin realities and the construction of this dam with high costs actually did not reach the pre-designed goals.

5. References

Arekhi, S. (2012). Runoff Modeling by HEC-HMS Model, Case Study: Kan Watershed, Iran. Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4(23), 1807-1811. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:131681817

Razi, M. M., Ariffin, J., Tahir, W., & Arish, N. A. M. (2010). Flood estimation studies using hydrologic modeling system (HEC-HMS) for Johor River, Malaysia. Journal of Applied Sciences, 10(11), 930-939. https://doi.org/10.3923/jas.2010.930.939

Yusop, Z., Chan, C. H., & Katimon, A. (2007). Runoff characteristics and application of HEC-HMS for modelling stormflow hydrograph in an oil palm catchment. Water Science and Technology, 56(8), 41-48. http://dx.doi.org/10.2166/wst.2007.690

6. Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

7. Acknowledgments

The authors of this article are grateful for the good cooperation of the National Meteorological Organization and Kermanshah Regional Water Company for providing some of the statistics and information of this research.

Cite this article: Farzi, N., Sharifi, M.R., & Akhundali, A.M. (2024). Evaluating the methods of estimating the runoff input to the reservoir and factors affecting calculation errors (a case study of Gilan Gharb dam, Kermanshah province), *Advanced Technologies in Water Efficiency*, 4(1), 19-39. DOI: 10.22126/atwe.2024.10300.1107

Publisher: Razi University

© The Author(s).

فناوری های پیشرفته در بهره وری آب
وبگاه نشریه: https://atwe.razi.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۹۶۴

ارزیابی روش‌های تخمین آبدهی ورودی به مخزن و عوامل مؤثر بر خطاهای محاسباتی (مطالعه موردی سد گیلان غرب در استان کرمانشاه)

ناصر فرضی[۱]، محمدرضا شریفی[۲]✉، علی‌محمد آخوند علی[۳]

[۱] دانشجوی دکتری منابع آب، دانشکده مهندسی آب و محیطزیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: nfarzi6@ gmail.com

[۲] نویسنده مسئول، دانشیار دانشکده مهندسی آب و محیطزیست دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: msharifi@Scu.ac.ir

[۳] استاد دانشکده مهندسی آب و محیطزیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: aliakh@Scu.ac.ir

چکیده

سد مخزنی گیلان غرب ازجمله سازه‌هایی است که اشتباهات محاسباتی در برآورد آب ورودی به مخزن باعث عدم موفقیت در اهداف طرح‌شده است به‌گونه‌ای که برای جبران این اشتباه محاسباتی و تأمین آب کشاورزی منطقه، دایک گیلان غرب در مسیر جریان چشمه گیلان غرب (چشمه مورد) طراحی و اجرا گردید. بعد از ۲۵ سال از آبگیری این سد، حجم مخزن هنوز به مقدار برآورد شده نرسیده است. شرکت مهندسین مشاور مطالعه کننده این سد، این عدم موفقیت را ناشی از کیفیت ایستگاه ورودی سد مخزنی، کیفیت آمار و اطلاعات و وقوع خشک‌سالی و نهایتاً اثرات عملیات آبخیزداری حوضه آبریز این سد ذکر نموده است. هدف اصلی این پژوهش ارزیابی روش‌های تخمین آبدهی ورودی به مخزن سد گیلان غرب و بررسی عوامل مؤثر بر خطاهای محاسباتی با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS برای تحلیل مدل بارش رواناب حوضه سد و بررسی تأثیر عملیات آبخیزداری بر رواناب تولیدی و دبی اوج سیلاب است. در این بررسی نقشه‌های کاربری اراضی، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک به همراه ارزیابی‌های صحرایی تهیه و سپس نقشه CN حوضه از ادغام نقشه‌های گفته‌شده با استفاده از نرم‌افزار GIS تهیه گردید. با توجه به ثبت تاریخی آمار و اطلاعات ایستگاه ورودی سد مخزنی گیلان غرب در دوره‌های اخیر و حتی قبل از احداث سد مخزنی حجم مخزن به دلایل متعددی همچون کم بودن میزان رواناب ورودی، وجود سازندهای کارستی که بیشتر رواناب‌ها را جذب می‌کند حجم رواناب با میزان ۱۷ میلیون مترمکعب پیش‌بینی‌شده همخوانی ندارد. نتایج این پژوهش نشان داد که تخمین آورد ورودی سد (از ۲۵ به ۱۹ و از ۱۹ به ۱۷ میلیون مترمکعب) به دلیل عدم شناخت شرایط هیدرولوژیکی حوزه سد مخزنی با خطاهای فاحشی همراه بوده است. با در نظر گرفتن اینکه عملیات آبخیزداری در دوره‌های انجام‌شده نیز بر آبدهی ورودی سد مخزنی مذکور تأثیرگذار بوده است آبخیزداری نمی‌تواند مانع اصلی برای عدم رسیدن به آبدهی پیش‌بینی‌شده باشد.

واژه‌های کلیدی: تخمین ورودی به مخزن سد، نقشه CN، HEC-HMS، سد گیلان غرب

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

سابقه مقاله: دریافت: ۲۶ دی ۱۴۰۲ **اصلاح:** ۱۵ اسفند ۱۴۰۲ **پذیرش:** ۰۴ فروردین ۱۴۰۳ **چاپ الکترونیکی:** ۰۷ فروردین ۱۴۰۳

استناد: فرضی، ن.، شریفی، م.ر.، و آخوند علی، ع.م. (۱۴۰۳). ارزیابی روش‌های تخمین آبدهی ورودی به مخزن و عوامل مؤثر بر خطاهای محاسباتی (مطالعه موردی سد گیلان غرب در استان کرمانشاه)، *فناوری‌های پیشرفته در بهره‌وری آب*، ۴(۱)، ۳۹-۱۹، شناسه دیجیتال:10.22126/atwe.2024.10300.1107

ناشر: دانشگاه رازی

© نویسندگان.

مقدمه

تحلیل سیستم‌های منابع آب در مقیاس‌های مختلف بدون وجود داده و اطلاعات معتبر امکان‌پذیر نیست. ایجاد شبکه‌های سنجش آب و هواشناسی و پایش مستمر آن به‌عنوان پایه تحلیل منابع آب نقش اساسی داشته و بدون بررسی همه‌جانبه و نگرش سیستمی نمی‌توان تحلیل درستی از منابع آب و رفتارهای آن داشت. علاوه بر این عدم شناخت کافی از عملکرد سیستم در مقیاس‌های مختلف و فقدان جامع‌نگری منابع آب، موجب تولید داده و اطلاعات غلط شده و این داده‌های تعمیم داده‌شده باعث اشتباه فاحش در تصمیم‌گیری می‌شوند. چنین روندی نه‌تنها موجب هدر رفتن زمان و اتلاف سرمایه می‌گردد بلکه منجر به از دست رفتن فرصت‌ها و اطمینان زدایی از ذی‌نفعان این پروژه‌ها می‌گردد. در شرایط طبیعی (خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌ها) و غیرطبیعی (دخالت انسان بر کمیت و کیفیت منابع آب در حوضه‌های آبریز اصلی و فرعی) تحلیل‌های منابع آب که بدون در نظر گرفتن واقعیت‌های زمین‌شناسی/هیدرولوژیکی انجام‌شده است موفقیت پروژه را با ابهام مواجه می‌سازد. صرف‌نظر از ایجاد شبکه سنجش آب‌های سطحی و زیرزمینی در حوضه‌های آبریز اصلی و فرعی و لزوم پایش منظم آن و بهنگام سازی آماربرداری‌های سراسر منابع آب، لازم است که در طرح‌ها و پروژه‌های توسعه منابع آب حداقل از زمان شروع مطالعات ولو با نصب یک اشل ساده، با اندازه‌گیری‌ها و نمونه‌برداری‌های منظم شناخت بهتری از منابع آب حوضه آبریز موردمطالعه به دست آورد.

تجربه نشان داده است که اعمال روش‌های تجربی برآورد آبدهی از حوزه‌های آبریز بدون شناخت و دست‌یابی به پارامترهای موردنیاز و برآورد مناسب آن و بدون توجه به سیستم حوزه آبریز موردمطالعه منجر به نتایج قابل قبولی نشده است. ضمن اینکه از ترمیم و تطویل داده‌ها با استفاده از آمار و اطلاعات حوزه‌های آبریزی که هیچ‌وجه مشترکی با حوزه آبریز موردمطالعه را ندارد، نتایج مطمئنی حاصل نمی‌گردد. در بسیاری از موارد مشاورین طرف قرارداد شرکت‌های کارفرمایی برای تحلیل سازه‌های آبی، برای ارزیابی‌های منابع آب از مدل‌های هیدرولوژی و تعمیم و تطویل داده‌ها استفاده می‌کنند. تعیین میزان رواناب و شکل آبنمود سیل، ضمن کاربرد در تعیین چگونگی روند سیل در یک حوضه برای طراحی سازه‌های کنترل جریان، ساماندهی رودخانه و طراحی سایر سازه‌های آبی، حاکی از عکس‌العمل حوضه در مقابل بارش خواهد بود. از میان مدل‌های هیدرولوژی مختلف، مدل HEC-HMS کاربرد بیشتری در ارزیابی‌های هیدرولوژی برای طراحی سازه‌های هیدرولیکی دارد (شقاقی، ۱۳۸۰.، و خسروشاهی و ثقفیان، ۱۳۷۳). محققان مختلفی در ایران برای بررسی‌های هیدرولوژی از این مدل استفاده کرده‌اند (موسوی ندوشنی و داننده مهر، ۱۳۸۴.، آورند و همکاران، ۱۳۸۶.، محمودی و همکاران،۱۳۸۶.، افتخاری و همکاران، ۱۳۸۸.، چامه، .،۳۸۹؛ اردلان خواه، ۱۳۹۰.، یمانی و مهرجونژاد، ۱۳۹۱.، عشقی زاده و همکاران، ۱۳۹۲.، پروانه، ۱۳۹۵.، گراوند و همکاران، ۱۴۰۰.، و نعیمی هوشمند و احمدزاده کلیبر، ۱۴۰۱).

برای تحلیل مدل بارش رواناب حوضه سد مخزنی و بررسی تأثیر عملیات آبخیزداری بر رواناب تولیدی و دبی اوج سیلاب می‌توان از نرم‌افزار HEC-HMS استفاده نمود (یوساپ و همکاران[1]، ۲۰۰۷.، رازی و همکاران[2]، ۲۰۱۰.، و آرخی[3]، ۲۰۱۲). هدف اصلی این پژوهش ارزیابی روش‌های تخمین آبدهی ورودی به مخزن سد گیلان غرب و بررسی عوامل مؤثر بر خطاهای محاسباتی با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS برای تحلیل مدل بارش رواناب حوضه سد مخزنی گیلان غرب و بررسی تأثیر عملیات آبخیزداری بر رواناب تولیدی و دبی اوج سیلاب است. در این بررسی نقشه‌های کاربری اراضی، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک به همراه ارزیابی‌های صحرایی تهیه و سپس نقشه CN حوضه از ادغام نقشه‌های گفته‌شده با استفاده از نرم‌افزار GIS تهیه شد. از دلایل انتخاب سد مخزنی گیلان غرب به‌منظور انجام مطالعات آسیب‌شناسی برآورد آبدهی ورودی و دبی طراحی سرریز مذکور اختلاف فاحش میزان آبدهی ورودی درازمدت سد با میزان آورد طراحی در نظر گرفته‌شده است.

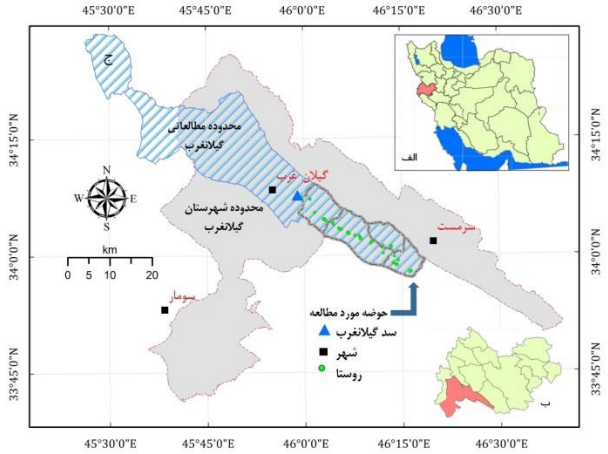
مبانی نظری و پیشینه پژوهش

سد گیلان غرب در جنوب غربی شهر گیلان غرب و بر روی رودخانه گیلان غرب در ۵ کیلومتری شرق شهرستان گیلان غرب (با مختصات جغرافیایی محل سد در ' ۵۸-۰۴۵ طول جغرافیایی و '۰۷-۰۳۴ عرض جغرافیایی) و در ۱۶۰ کیلومتری غرب استان کرمانشاه واقع‌شده است. ارتفاع بستر رودخانه در محل سد ۸۸۸ متر از سطح دریا است. متوسط ارتفاع دشت گیلان غرب از سطح دریا ۷۵۰ متر و عرض متوسط دشت ۳/۵ کیلومتر و طول آن حدود ۲۴ کیلومتر است. مساحت دشت در حدود ۸۴ کیلومترمربع بوده که رودخانه گیلان غرب دشت را

[1] Yusop et al
[2] Razi et al
[3] Arekhi

به دو ساحل چپ و راست تقسیم می‌نماید. مسیر جریان رودخانه در دشت مذکور از جنوب شرقی به‌طرف شمال غربی است. رودخانه در امتداد طولی دشت جریان می‌یابد. بخش اعظم اراضی دشت گیلان غرب در ساحل چپ رودخانه واقع‌شده است.

داده‌های آب‌شناسی حوزه موردمطالعه شامل آمار و اطلاعات ایستگاه آب‌سنجی نصرآباد بر روی رودخانه تنگاب (گیلان غرب) که قبل از الصاق به رودخانه الوند در سال آبی ۱۳۳۸ تأسیس و آماربرداری گردیده و در سال آبی ۵۹–۵۸ به دلیل وقوع جنگ تحمیلی عملاً تعطیل گردید و مجدداً در سال ۱۳۸۶ در محل سابق احداث و آماربرداری‌های جدید شروع‌شده است. اندازه‌گیری‌های سراب (چشمه مورد) گیلان غرب نیز به‌صورت ماهانه از سال آبی ۶۲–۶۱ قابل‌دسترسی بوده (صرف‌نظر از چند ماه خلأ اندازه‌گیری در سال‌های آبی ۸۱–۸۰ و ۸۲–۸۱ و ۸۷–۸۸) و آماربرداری و اندازه‌گیری چشمه‌ها و سراب‌های مهم و مجاور آن نیز در همان سال آبی شروع‌شده اما از زمان شروع عملیات اجرایی دایک و مخزن گیلان غرب و حتی در زمان بهره‌برداری با توجه به تعدد آبگیرها اندازه‌گیری از دقت لازم برخوردار نیست. با شروع مطالعات سد مخزنی گیلان غرب از سال آبی ۱۳۷۰–۱۳۶۹ با نصب اشل در محل سد (کاسه‌گران و کلاشک) اندازه‌گیری‌های موردی انجام و با تأسیس ایستگاه درجه‌یک در سال ۱۳۷۶ تداوم یافت. پس از دخل و تصرفات و شرایط نامساعد مقطع اندازه‌گیری به دلیل تعریض جاده اصلی دسترسی به گیلان غرب محل جدید ایستگاه درجه‌یک در سال ۱۳۸۵ به‌عنوان ورودی سد احداث و با لوازم مدرن اندازه‌گیری تجهیز گردیده است. شبکه سنجش آب‌های زیرزمینی که عمدتاً اندازه‌گیری پیزومترها را شامل می‌گردد در سال‌های اخیر تکمیل‌شده است. دشت پاچله (حوزه سد مخزنی) به دلیل فقر آب زیرزمینی فاقد شبکه سنجش است که در شکل (۱) نشان داده‌شده است.



شکل ۱. موقعیت استان کرمانشاه: الف) در ایران، ب) شهر گیلان غرب در استان کرمانشاه، ج) محدوده مطالعاتی گیلان غرب

به‌طورکلی به دلیل خلأهای آماری ناشی از هشت سال جنگ تحمیلی و پس‌ازآن تعیین محل‌های جدید ایستگاه‌های آب و هواشناسی مرزی که خود مستلزم پاک‌سازی از میدان‌ها مین بوده و چند سال نیز صرف احداث و تکمیل شبکه سنجش آب‌های سطحی و زیرزمینی (در جداول (۱) و (۲) مشخصات ایستگاه‌های مورداستفاده در این پژوهش ارائه گردیده است) در منطقه گردیده مطالعه منابع آب حوزه‌های آبریز مرزی را با دشواری همراه نموده است. آبگیری سد مخزنی گیلان غرب پس از خاتمه عملیات اجرایی در اسفندماه ۱۳۸۳ و به‌صورت رسمی در اواسط بهمن‌ماه سال ۱۳۸۴ شروع گردید. عملیات آبخیزداری در سرشاخه‌های رودخانه گیلان غرب با احداث کانال‌های خاکی با طول در حدود ۱۷ کیلومتر در سمت چپ و راست ارتفاعات مشرف به دشت پاچله توسط سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه در بازه‌های زمانی مختلف و در چهار محدودهٔ اصلی در حوزه سد مخزنی گیلان غرب از سال ۱۳۷۵ لغایت ۱۳۹۳ انجام‌شده است که در جدول (۳) نشان داده‌شده است. بررسی نقطه‌ای اثر تغییرات آب و هوایی در منطقه و حوزه که تاکنون انجام‌نشده است به نظر می‌رسد این پدیده درشدت و مدت خشک‌سالی‌های منطقه تأثیر داشته باشد. بررسی تأثیر موارد بالا در تعدیل میزان رواناب مبهم بوده و نیاز به مطالعات دقیق‌تر و وسیع‌تر دارد بااین‌حال آنچه مسلم است، تأثیر خشک‌سالی‌های اخیر بر منابع آب مشخص‌شده و در ادامه تحلیل آبدهی رودخانه موردمطالعه سعی گردیده است که با تأثیر عوامل فوق و در نظر گرفتن اثرات آن تحلیل مذکور صورت پذیرد.

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری موجود در منطقه موردمطالعه و حوزه‌های آبریز مجاور آن

نام رودخانه	امکانات ایستگاه			سال تأسیس	سطح حوزه تا محل ایستگاه km ۲	ارتفاع ایستگاه به متر	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
	پل تلفریک	لمینگراف	اشل					
گیلان غرب	*	*	*	۱۳۷۴	۲۷۸	۹۷۰	۶۰۰-۳۴	۳۳-۴۶
زمکان		*	*	۱۳۵۳	۱۴۱۰	۱۱۰۰	۶۰-۳۴	۱۶-۴۶
زمکان	*		*	۱۳۴۹	۲۳۵۶	۵۸۰	۰۱-۳۵	۵۵-۴۵
الوند	*	*		۱۳۴۰	۲۶۱۲	۲۸۰	۲۲-۳۴	۲۳-۴۵
الوند	*	*	*	۱۳۳۱	۱۵۲۸	۳۵۰	۳۱-۳۴	۲۵-۴۵
کرند	*	*	*	۱۳۵۳	۲۵۰	۱۳۷۱	۱۰-۳۴	۲۲-۴۶
دیره	*		*	۱۳۳۹	۷۰۰	۷۲۰	۱۷-۳۴	۵۵-۴۵
چم راوند	*	*	*	۱۳۷۱	۱۰۹۷	۱۲۷۴	۵۷-۳۳	۴۵-۴۶
زمکان		*	*	۱۳۵۳	۳۴۲	۱۵۵۳	۱۲-۳۴	۲۱-۴۶
ماهیت				۱۳۳۶	۱۹۰	۵۷۵	۲۸-۳۴	۵۳-۴۵
دیره			*	۱۳۳۸	۸۴۴	۵۳۰	۲۷-۳۴	۴۸-۴۵
امام حسن			*	۱۳۳۶	۱۷۹	۲۸۰	۲۴-۳۴	۲۶-۴۵
ماهیت			*	۱۳۵۳	۱۶۲	۷۰۰	۲۶-۳۴	۵۷-۴۵
تنگاب			*	۱۳۳۸	۷۶۸	۲۳۰	۲۲-۳۴	۳۳-۴۵
آب نفت			*	۱۳۴۸	۵۴۸	۱۶۰	۰۰-۳۴	۳۰-۴۵

پیشینه ارزیابی‌های آورد ورودی به مخزن سد گیلان غرب

از ابتدای شروع مطالعات هیدرولوژی سد مخزنی گیلان غرب تا زمان بهره‌برداری میزان آبدهی ویرایش و توجیهات مختلفی توسط شرکت مطالعه کننده صورت گرفته که گزارش‌های مطالعات شناخت و مرحله اوّل برآورد ۲۵-۲۱ میلیون مترمکعب در سال اشاره دارد. بعد از بررسی‌های کارشناسی و کارفرمایی و به دلیل فقر آمار و اطلاعات رودخانه‌های مرزی، طراحی سد مخزنی بر اساس آورد ۱۹ میلیون مترمکعب نهایی گردید. در طول دورهٔ ساخت و حتی بهره‌برداری با توجه به‌اندازه گیری های آورد ورودی و جابجایی ایستگاه هیدرومتری و ارتقاء کیفیت آمار و اطلاعات آبدهی، اختلاف فاحش در میزان آورد و تخصیص آب به سد گیلان غرب آشکار شد. به‌طوری‌که شرکت مطالعه کننده سد، علت این اختلاف را به دوره‌های خشک‌سالی، کیفیت نامناسب آمار و اطلاعات ایستگاه ورودی سد مخزنی و درنهایت انجام عملیات آبخیزداری در حوزه آبریز ربط داد. علاوه بر این در گزارشی با عنوان نتایج مطالعات هیدرولوژی نهایی و برنامه‌ریزی منابع آب که مشاور مطالعه کننده سد گیلان غرب در اردیبهشت سال ۱۳۸۴ منتشر نمود آورد سالانه ورودی به سد ۱۷ میلیون مترمکعب در سال برآورد گردید که عملاً حجم آب ورودی به این احجام نرسید. برای جبران این نقیصه و به‌منظور جبران بخشی از نیاز آب کشاورزی در پائین‌دست محل احداث سد و در خارج از

حوضه آن، با خاک‌برداری و احداث دایک خاکی به حجم ۸/۲ میلیون مترمکعب در پایاب چشمه سراب گیلان غرب اقدام گردید. در مطالعه پیش رو مبانی محاسبات تخمین آورد ورودی سد به چالش کشیده شده و مشخص گردید که توجیهات شرکت مطالعه کننده سد مخزنی گیلان غرب در مورد علل ناکافی بودن دبی ورودی سد مبنای منطقی و علمی ندارد.

جدول ۲. مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری موجود در منطقه موردمطالعه و حوزه‌های آبریز مجاور آن

نام رودخانه	امکانات ایستگاه			سال تأسیس	سطح حوزه تا محل ایستگاه km ۲	ارتفاع ایستگاه به متر	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
	پل تلفریک	لمینگراف	اشل					
گیلان غرب	*	*	*	۱۳۷۴	۲۷۸	۹۷۰	۶۰۰-۳۴	۳۳-۴۶
زمکان		*	*	۱۳۵۳	۱۴۱۰	۱۱۰۰	۶۰-۳۴	۱۶-۴۶
زمکان	*		*	۱۳۴۹	۲۳۵۶	۵۸۰	۰۱-۳۵	۵۵-۴۵
الوند	*	*		۱۳۴۰	۲۶۱۲	۲۸۰	۲۲-۳۴	۲۳-۴۵
الوند	*	*	*	۱۳۳۱	۱۵۲۸	۳۵۰	۳۱-۳۴	۲۵-۴۵
کرند	*	*	*	۱۳۵۳	۲۵۰	۱۳۷۱	۱۰-۳۴	۲۲-۴۶
دیره	*		*	۱۳۳۹	۷۰۰	۷۲۰	۱۷-۳۴	۵۵-۴۵
چم راوند	*	*	*	۱۳۷۱	۱۰۹۷	۱۲۷۴	۵۷-۳۳	۴۵-۴۶
زمکان		*	*	۱۳۵۳	۳۴۲	۱۵۵۳	۱۲-۳۴	۲۱-۴۶
ماهیت				۱۳۳۶	۱۹۰	۵۷۵	۲۸-۳۴	۵۳-۴۵
دیره			*	۱۳۳۸	۸۴۴	۵۳۰	۲۷-۳۴	۴۸-۴۵
امام حسن			*	۱۳۳۶	۱۷۹	۲۸۰	۲۴-۳۴	۲۶-۴۵
ماهیت			*	۱۳۵۳	۱۶۲	۷۰۰	۲۶-۳۴	۵۷-۴۵
تنگاب			*	۱۳۳۸	۷۶۸	۲۳۰	۲۲-۳۴	۳۳-۴۵
آب نفت			*	۱۳۴۸	۵۴۸	۱۶۰	۰۰-۳۴	۳۰-۴۵

در این بررسی از آمار و اطلاعات حوزه آبریز موردمطالعه و مناطق مجاور آن استفاده گردید که در جداول (۱) و (۲) ارائه شد. با توجه به خلأهای آماری ایستگاه‌های آب و هواشناسی منطقه بخصوص ناشی از جنگ تحمیلی، سعی گردید که جهت ترمیم خلأهای آماری از آمار و اطلاعات ثبت‌شده استفاده و از آمار و اطلاعات سایر ایستگاه‌هایی که حوزه‌های آبریز مرتبط آن هیچ‌گونه شباهت هیدرولوژیکی با حوزه موردمطالعه ندارد استفاده نگردد. بااین‌همه با توجه به این امر در مواردی ناگزیر از آمار بارش‌های ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه که دارای اعتبار بیشتری به سایر ایستگاه‌های منطقه است و آمار و اطلاعات ایستگاه باران‌سنجی ثبات قصر شیرین و تعداد روزهای بارانی این ایستگاه و پارامتر مذکور و حداکثرهای بارش ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ایستگاه باران‌سنجی پل شاه و قصر شیرین استفاده گردید. همان‌طور که در شکل (۴، الف) نشان داده‌شده است، با استفاده از نقشه‌های رقومی (DEM) و تصاویر ماهواره‌ای نقشه‌های مختلف مطابق شکل (۳) به‌منظور استفاده از نتایج در مدل Hec-Hms ایجاد گردید روند نمای مراحل پژوهش در شکل (۲) ارائه گردیده است. برای تست روند و همگنی داده‌ها از روش کندال، نقطه برگشت و ران تست استفاده گردیده است، برای انجام آزمایش‌های فوق از ماکروهای نوشته‌شده در محیط صفحه گسترده Excel (XlsTat)و نرم‌افزار spss و Minitab استفاده شد. به‌منظور برآورد آبدهی حوزه‌های آبریز و با در نظر گرفتن شرایط هیدرولوژیکی آن و وجود یا عدم وجود شبکه سنجش می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده نمود که شامل روش ضریب جریان، روش دبی و مساحت، روابط منطقه‌ای (آبدهی و بارش و پارامترهای فیزیوگرافی حوزه آبریز) روش آبدهی- بارش- مساحت، روش‌های تجربی و آمار و اطلاعات ایستگاه آب‌سنجی به شرح زیر استفاده گردید:

ضریب جریان ضریب جریان رودخانه گیلان غرب در ایستگاه تنگاب ۰/۱۵ محاسبه گردیده است (رابطه منطقه‌ای دبی و مساحت) رابطه منطقه‌ای ۱/۲۸۹۵ ^Q/۰۰۰۶A۰ با R2=۰/۹۴۱۶ که از ایستگاه‌های منطقه رودخانه ماهیت در میانکل، دیره در پل شاه، الوند در قصر شیرین، کنگیر در شرفشاه، چم امام حسن در سیف‌اله، آب نفت در نفت شهر و الوند در گرصدف و تنگاب در نصرآباد استفاده گردیده است.

روش‌های تجربی انجمن زراعی هند و جاستین این روش تقریباً در تمامی مراجع هیدرولوژی وجود دارد؛ و با توجه به تغییرات ضریب روابط مذکور نتایج مختلفی به دست می‌آید و تعیین ضرایب دقیق‌تر مستلزم تحقیق کامل‌تری در حوزه است ضمناً بارش و دمای متوسط حوزه که در روابط فوق استفاده گردیده است از آمار سایت سازمان هواشناسی و گزارش‌های مطالعات قبلی حوزه موردمطالعه استفاده گردیده است. اساس روش تجربی جاستین در برآورد ارتفاع رواناب حوضه‌های فاقد آمار، بر عملکرد مشابه حوضه‌ها استوار است. در این روش علاوه بر خصوصیات اقلیمی، شرایط فیزیوگرافی حوضه هم در نظر گرفته می‌شود؛ و از معادله (۱) محاسبه قابل‌محاسبه است:

$$R=\frac{KS^{0.155}P^2}{1.8T+32} \quad (۱)$$

که در آن، R ارتفاع رواناب سالانه برحسب سانتی‌متر، S شیب حوضه برحسب درصد، P ارتفاع بارندگی متوسط سالانه حوضه برحسب سانتی‌متر، T درجه حرارت متوسط سالانه برحسب سانتی‌گراد و K ضریب منطقه‌ای جاستین است. شیب حوضه از معادله (۲) به دست می‌آید:

$$S=\frac{H_{max}-H_{min}}{\sqrt{A}} \quad (۲)$$

که در آن مساحت حوضه به کیلومترمربع A ارتفاع حداقل حوضه به کیلومتر وHmin ، ارتفاع حداکثر حوضه به کیلومتر.Hmax است.

روش انجمن تحقیقات کشاورزی هندوستان مدلی است که توسط انجمن تحقیقات کشاورزی هندوستان به‌دست‌آمده و از رابطه (۳) تعیین می‌گردد.

$$R=KP^{1.44}/T^{1.34}A^{0.0613} \quad (۳)$$

که در آن R ارتفاع رواناب سالانه به سانتیمتر، P ارتفاع بارندگی سالانه به سانتیمتر و A مساحت حوضه به کیلومترمربع و Tدرجه حرارت متوسط سالانه به سانتی‌گراد و K ضریب ایکار است.

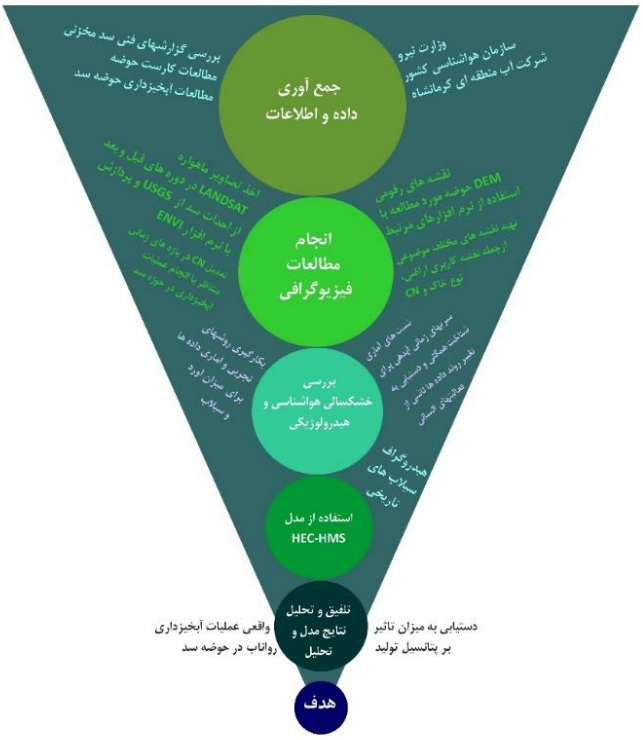
روش کتاین بر مبنای میزان کمبود جریان در حوضه، استوار است و رابطه این روش به‌صورت زیر است:

$$D=P-\lambda P^2 \quad (۴)$$

$$\lambda=\frac{1}{0.8+0.14T} \quad (۵)$$

$$R=P-D=\lambda P^2 \quad (۶)$$

که در آن، P میانگین بارندگی سالانه حوضه به متر، T دمای متوسط حوضه به سانتی‌گراد، D کمبود جریان سالانه به متر، λ ضریب کتاین و R ارتفاع رواناب سالانه حوضه به متر است.



شکل ۲. روند نمای انجام مراحل پژوهش

مدل مصرفی آب در حوزه در این مدل آبریز در محل تنگاب، میزان آب خروجی از سراب و آمار و اطلاعات بهره‌برداری شرکت آب منطقه‌ی کرمانشاه و در نظر گرفتن میزان آب برگشتی ناشی از آبیاری‌ها و به‌صورت معکوس میزان آبدهی حوزه سد گیلان غرب برآورد گردیده است.

نسبت حجمی در این روش تناسب مساحت و بارش و آبدهی در محل تنگاب و محل ایستگاه ورودی سد برقرار گردیده است.

داده‌های ایستگاه آب‌سنجی ورودی سد در این روش از میانگین بیست‌وسه سال آمار مثبت شده استفاده گردیده است.

استفاده از روش تجربی کتاین در این روش محاسبه تبخیر واقعی کمبود جریان و رواناب به دست می‌آید. پارامترهای دما و بارش نیز مطابق روابط تجربی جاستین و انجمن زراعی هند است که در جدول (۵) ارائه‌شده است. علاوه بر بازدیدهای میدانی ثبت مختصات گونه‌های گیاهی و مرتع و زمین‌های کشاورزی، (طبقه‌بندی نظارت‌شده) از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و لند ست و تحلیل‌های ذی‌ربط در محیط نرم‌افزار ENVI تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۳ و ۲۰۲۱ تهیه و پس از انجام روند انجام طبقه‌بندی (انتخاب روش، اعمال الگوریتم طبقه‌بندی انجام پس پردازش موردنیاز و ارزیابی طبقه‌بندی) نقشه کاربری اراضی و تغییرات آن احصا گردید.

جدول ۳: مشخصات و دوره‌های زمانی اجرای عملیات آبخیزداری

نام حوزه	تعداد کانال‌ها	مساحت $(km)^z$	مساحت بالادست کانال $(km)^z$	طول کانال (km)	حجم کانال $(1000km)^3$	دورهٔ عملیات اجرایی شمسی – میلادی
چشمه نظامی	۴۳	۴۷	۴/۸	۸/۶	۴۸/۴	[1977-2003]-[1375-1381]
شاعران	۱۴۲	۴۴	۹/۱	۱۶/۳	۹۱/۹	[2004-2006]-[1382-1384]
کلاه دراز	۴۶۸	۹۴	۱۴/۷	۲۶/۵	۱۴۹/۹	[2007-2008]-[1385-1386]
کلاشک*	–	۹۱	–	–	–	[2008-2015]-[1386-1393]
جمع	۶۵۳	۲۷۶	۲۸/۶	۵۱/۴	۲۹۰/۲	[1977-2015]-[1375-1393]

* در محدوده کلاشک بجای احداث کانال بند گابیونی و چک دم بر روی آبراهه ها احداث گردیده است.

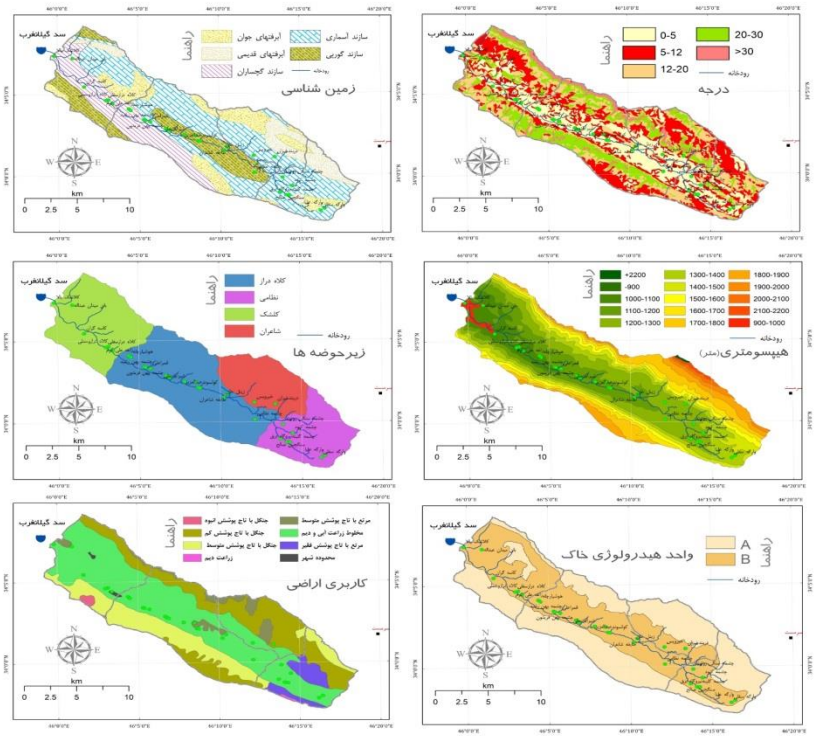
جدول ٤. (الف) CN هر محدود و کل حوزه آبریز سد مخزنی گیلان غرب در بازه‌های زمانی مطالعاتی و عملیاتی آبخیزداری (ب) پارامترهای موردنیاز جهت دست‌یابی به هیدرو گراف واحد حوزه سد مخزنی گیلان غرب در تفکیک قبل و بعد از انجام عملیات آبخیزداری

الف

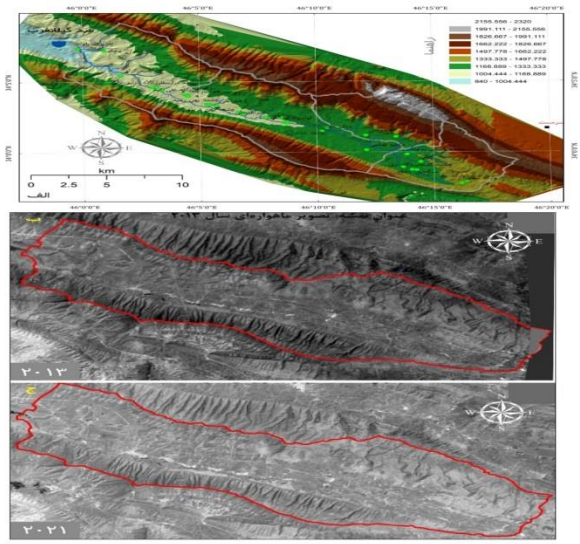
دوره مطالعاتی و عملیاتی آبخیزداری از حوزه آبریز سد مخزنی گیلان غرب	نام محدوده	CN هر محدوده (اصلاحی)	CN حوزه
۱۳۷۵–۱۳۸۱	چشمه نظامی	۶۳	۶۳
۱۳۸۲–۱۳۸۴	شاعران	۵۰	۶۱
۱۳۸۵–۱۳۸۶	کلاه دراز	۵۶	۵۸
۱۳۸۶–۱۳۹۳	کلاشک	۵۳	۵۵

ب

پارامتر دوره	T_f (hr)	T_c (hr)	T_p (hr)	Q_p (m^3/s)	CN
قبل از انجام آبخیزداری	۴/۶۹	۷/۷۹	۵/۱۴	۷/۲۸	۶۵
بعد از انجام آبخیزداری	۷/۱۹	۱۱/۹۳	۷/۸۷	۴/۷۶	۵۵



شکل ۳. نقشه‌های موضوعی مختلف که به‌تناسب در این بررسی مورداستفاده و استناد قرارگرفته‌اند



. شکل ٤. الف) تصویر مدل ارتفاعی حوضه موردبررسی؛ ب و ج) تصاویر ماهواره‌ای لندست از سایت USGS در بازه‌های زمانی ۲۰۱۳ و ۲۰۲۱ که نشان می‌دهد در کاربری اراضی حوزه سد مخزنی گیلان غرب تغییر محسوسی حاصل نشده است (ب و ج)

یافته‌ها

نتایج تست روند، مبنی بر وجود روند درداده در آبدهی است اگرچه در مورد برخی داده‌ها مثل آبدهی‌های ماهانه، نتیجه تست کندال و نقطه برگشت مشابه نبوده است. همچنین با استفاده آمار موجود ایستگاه آب‌سنجی ورودی سد گیلان غرب برخی از سال‌ها مثل سال‌های آبی ۷۱-۷۰، ۷۲-۷۱، ۷۴-۷۳، ۷۷ و ۹۸، ۹۷ میزان آبدهی با سایر سال‌ها تفاوت دارد که دراین‌باره از تست کنترل مقادیر حدی (out lier test) استفاده گردیده است که با توجه به توصیه انجمن منابع آب امریکا در سال ۱۹۸۱ نظر به اینکه ضریب چولگی از ۰/۴ بیشتر است آزمون داده‌های پرت برای مقادیر زیاد انجام‌گرفته است. بر اساس این تست و در نظر گرفتن مقدار k تست به میزان ۲/۴۴۸ حد بالا ۲۲/۷۴ و حد پایین ۰/۴۴ محاسبه گردیده است که غیر از سال آبی ۹۰-۸۹ که عدد حجم آب تولیدشده ۰/۳۵ میلیون متر مکعب است، داده پرتی در داده‌ها مشاهده نگردیده است.

علاوه بر این با مشاهدات میدانی و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای عملیات آبخیزداری نیز بررسی گردید. با توجه به محدودیت منابع آب سطحی و زیرزمینی و همچنین مرزی بودن و محرومیت منطقه موردمطالعه در برخورد اولیه و بازدیدهای میدانی در طول ۳۰ سال تغییر عمده‌ای در کاربری اراضی که عمدتاً زمین‌های کشاورزی مرتع، جنگ‌های بلوط و روستاهای واقع در حوزه تغییر عمده‌ای حاصل نشده است که در شکل (۴) نشان داده‌شده است.

در جدول (۵) کاربرد روش‌های برآورد آبدهی حوزه آبریز بدون در نظر گرفتن سیستم حوزه آبریز موردمطالعه ارائه‌شده است. همان‌گونه که از نتایج حاصل از اعمال روش‌های مختلف استنباط می‌گردد، تشتت و ابهام در نتیجه‌گیری وجود دارد بااین‌حال نتیجه آمار ثبت‌شده تاریخی از تمامی نتایج معتبرتر است.

جدول ۵. نتایج کاربرد روش‌های برآورد آبدهی رودخانه گیلان غرب تا محل ایستگاه ورودی سد

روش	**آبدهی** (میلیون مترمکعب)
ضریب جریان	۵/۱
رابطه منطقه‌ای دبی و مساحت	۳/۵۹
روش‌های تجربی انجمن زراعی هند و جاستین	۹
مدل مصرفی آب در حوزه	۱۰
نسبت حجمی	۵/۸
داده‌های ایستگاه آب‌سنجی ورودی سد	۶/۶ (۹/۵ پس از حذف روند)
کتاین	۱۳

ضریب جریان رودخانه گیلان غرب در ایستگاه تنگاب ۰/۱۵ محاسبه گردیده است. رابطه منطقه‌ای ۱/۲۸۹۵ $Q۰/۰۰۰۶A^{۸}$ با R^2=۰/۹۴۱۶ که از ایستگاه‌های منطقه رودخانه ماهیت در میانکل، دیره در پل شاه، الوند در قصر شیرین، کنگیر در شرفشاه، چم امام حسن در سیف‌اله، آب نفت در نفت شهر و الوند در گرصدف و تنگاب در نصرآباد استفاده گردیده است.

روابط تجربی جاستین و انجمن زراعی هند تقریباً در تمامی مراجع هیدرولوژی وجود دارد؛ و با توجه به تغییرات ضریب روابط مذکور نتایج مختلفی به دست می‌آید و تعیین ضرایب دقیق‌تر مستلزم تحقیق کامل‌تری در حوزه است ضمناً بارش و دمای متوسط حوزه که در روابط فوق استفاده گردیده است از آمار سایت سازمان هواشناسی و گزارش‌های مطالعات قبلی حوزه موردمطالعه استفاده گردیده است.

در مدل مصرفی میزان آب خروجی از حوزه آبریز در محل تنگاب، میزان آب خروجی از سراب و آمار و اطلاعات بهره‌برداری شرکت آب منطقه‌ی کرمانشاه و در نظر گرفتن میزان آب برگشتی ناشی از آبیاری‌ها و به‌صورت معکوس میزان آبدهی حوزه سد گیلان غرب برآورد گردیده است. تناسب مساحت و بارش و آبدهی در محل تنگاب و محل ایستگاه ورودی سد برقرار گردیده است. از میانگین بیست‌وسه سال آمار مثبت شده استفاده گردیده است. با استفاده از روش تجربی کتاین و محاسبه تبخیر واقعی کمبود جریان و رواناب به دست می‌آید.

بر اساس نتایج مطالعات شناسایی و نتیجه تفضیلی سازندهای سخت که در حوزه موردمطالعه انجام گردیده حدود ۱۰۰ کیلومترمربع از حوزه آهک آسماری است که تقریباً هیچ روانابی را ایجاد نمی‌نماید و به‌واقع این تشکیلات آبدهی سراب گیلان غرب را تأمین می‌نماید. بر اساس میانگین‌های متحرک رسم شده آمار بارش در مورد ایستگاه سنپوتیک کرمانشاه که در منطقه از اعتبار بالایی برخوردار است و آمار بارش ایستگاه گیلان غرب حداقل از ده سال اخیر حوزه در دوره خشک‌سالی قرار دارد، بنابراین به نظر منطقی می‌رسد که قبل از وقوع خشک‌سالی‌های اخیر دوره‌ای موردمحاسبه قرار گیرد که حداقل یک دوره‌تر و یک دوره خشک را در برداشته باشد و اثر احتمالی تغییرات آب و هوایی در آن کم باشد. رواناب عبوری از ایستگاه نصرآباد ۲۴ میلیون مترمکعب در سال برآورد می‌گردد و (در دوره نرمال) $\frac{182}{654} \times \frac{600}{500} \times 24 \simeq 8\ MCM$ (میزان حجم آب در ایستگاه کلاشک بدون احتساب مصارف در حوزه سد که در حدود یک‌میلیون مترمکعب در سال است) بنابراین آبدهی متوسط حوزه سد گیلان غرب در یک دوره نرمال ۷ MCM در این شرایط خواهد شد.

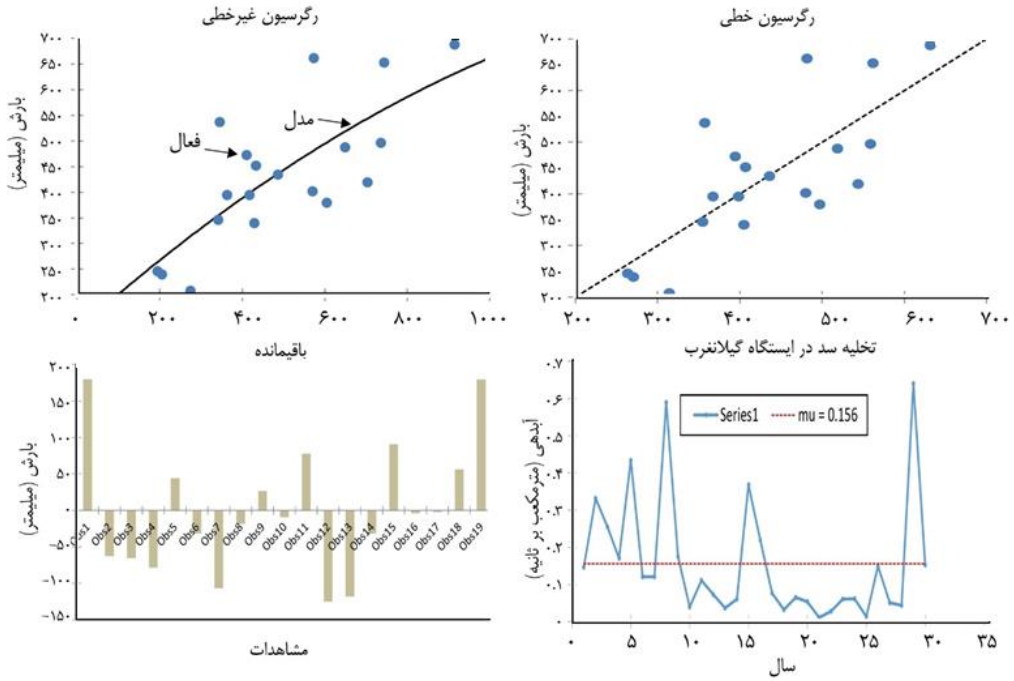
مطابق اشکال (۵) و (۶) میانگین‌های متحرک سه و پنج و هفت و نه‌ساله ۶۵ سال بارش ایستگاه گیلان غرب که از طریق همبستگی معنی‌دار با داده‌های درازمدت ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه ایجاد گردیده است. نشان‌دهنده عدم استمرار دوره‌های تر و خشک در دوره‌های ثبت داده بوده است که در شکل (۷) نشان داده‌شده است. حتی اگر فرضاً دوره بهره‌برداری از ایستگاه رودخانه گیلان غرب در محل نصرآباد آبدهی سراب گیلان غرب را نیز در دوره پرآبی سالیان گذشته قائل می‌شویم، با این مفروضات آبدهی ایستگاه ورودی سد گیلان غرب برآورد شده و با توجه به دوره خشک‌سالی‌های اخیر که میانگین متحرک بارش بیست‌ساله اخیر گیلان غرب که مؤید آن بوده و یک دوره خشک و همچنین یک دوره ترسالی را در برمی‌گیرد تعدیل می‌گردد:

سطح حوزه رودخانه گیلان غرب در محل نصرآباد و ورودی سد مخزنی به ترتیب ۷۵۴ و ۲۸۲ کیلومترمربع است، بارش سالانه در کل حوزه ۵۰۰mm و در حوزه سد گیلان غرب ۶۰۰mm در نظر گرفته‌شده است، آورد رودخانه گیلان غرب در ورودی سد مخزنی در دوره فوق‌العاده ۶ میلیون مترمکعب در سال و آورد سراب گیلان غرب ۴۰ میلیون مترمکعب در سال‌های قبل برآورد می‌گردد، همچنین با کسر ۱۰۰ کیلومترمربع (سازند سخت) آهک آسماری از حوزه آبریز که عملاً در تولید رواناب نقشی ندارد و با در نظر گرفتن عدم‌تغییر حجم مخزن آب زیرزمینی (دوره طولانی) و مصارف آب‌های سطحی و زیرزمینی و آب برگشتی ناشی از آن (بر اساس آمار و اطلاعات موجود در شرکت آب منطقه‌ای ذی‌ربط) و تخمین دبی پایه، عمل دبی برآورد شده با دبی ثبت‌شده در ایستگاه ورودی سد که حدود ۴ میلیون مترمکعب در دوره بیش از بیست‌وپنج سال آمار است منطبق است.

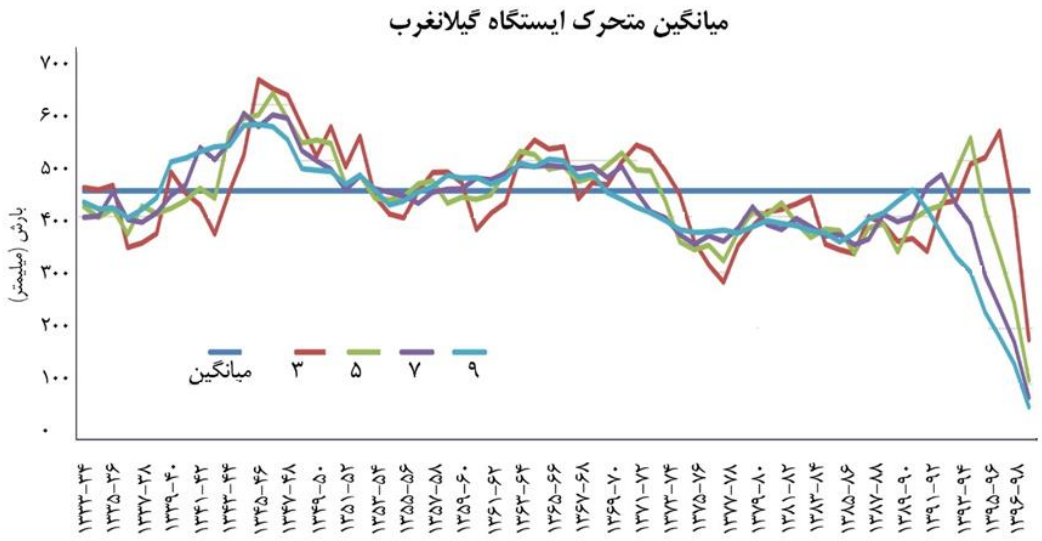
به‌منظور تحلیل بیشتر بررسی وضعیت آبدهی سد مخزنی گیلان غرب بخصوص با توجه به انجام عملیات آبخیزداری و بررسی مقدماتی تأثیر این عملیات بر آبدهی، تست پتیت در مورد سری آبدهی‌های سالانه ایستگاه ورودی سر گیلان غرب انجام گردید، نکته قابل‌توجه مصادف بودن تقریبی اثر عملیات آبخیزداری داری در حوزه آبریز سد با نقطه شکست درروند آبدهی قابل‌مشاهده است که در شکل (۸) نشان داده‌شده است.

در ادامه با توجه به دوره‌های مختلف اجرای عملیات آبخیزداری و در نظر گرفتن شرط حدی برای تأثیر این موضوع در هر زیر حوزه متناظر CN هر زیر حوزه تعدیل (جدول شماره ۴) و با استفاده از مدل Hec-Hms و هیدرو گراف‌های سیلاب ثبت‌شده و اعمال مدل در دوره‌های متناظر انجام عملیات آبخیزداری (قبل و بعد) در هر زیر حوزه و تعدیل CN در دوره مشابه با در نظر گرفتن واسنجی و اعتبار سنجی مدل،

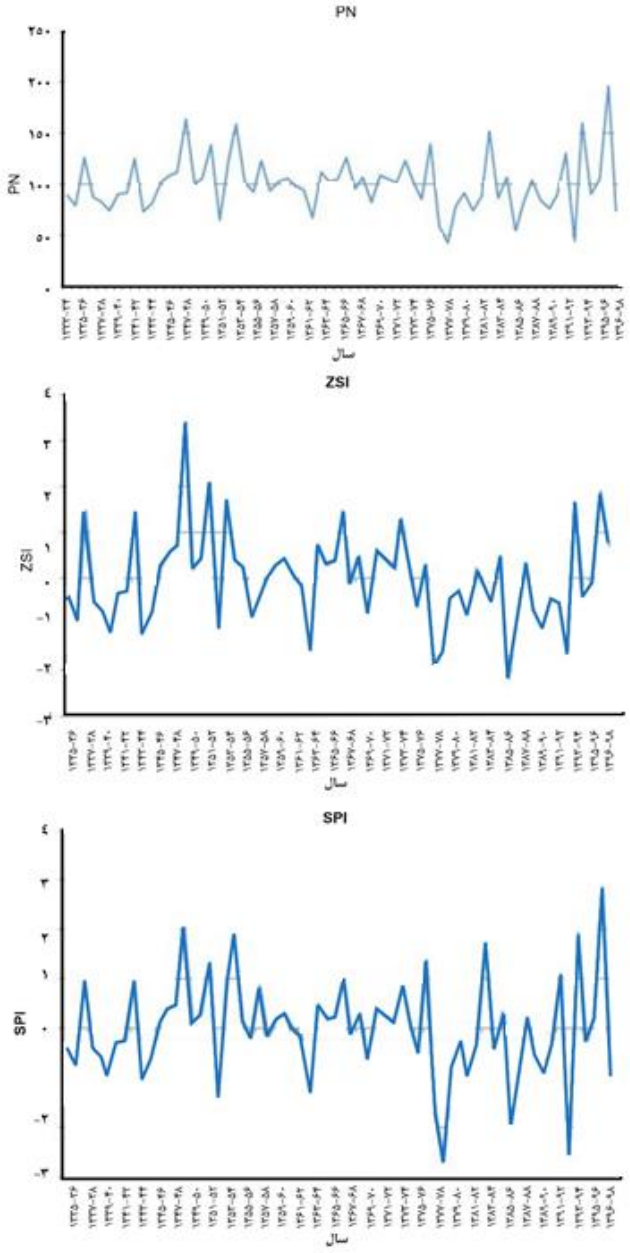
تأثیر میزان عملیات آبخیزداری محاسبه گردید که در شکل (۹) و مندرجات جدول (۶)، بایستی خاطرنشان نمود که به دلیل عدم وجود سفره‌های آب زیرزمینی در حوزه سد مخزنی دبی پایه قابل‌توجه در زمان‌های فاقد دبی سیلابی در ورودی سد وجود ندارد، به‌منظور تحلیل آماری دبی‌های سیلابی در ایستگاه ورودی سد مخزنی دبی‌های سیلابی با استفاده از نرم‌افزار Hec-Spss با احتمالات مختلف در شکل (۱۰) و (۱۱) ارائه گردیده است.



شکل ۵. همبستگی خطی و غیرخطی بین بارش ایستگاه‌های کرمانشاه و گیلان غرب



شکل ٦. میانگین متحرک ایستگاه گیلان غرب ۳، ۵، ۷ و ۹ سالانه بارش



شکل ۷. نشان‌دهنده وقوع دوره‌های تر و خشک در حوزه بوده و دوره‌های اخیر مستمراً در حوزه سد مخزنی رخ نداده است

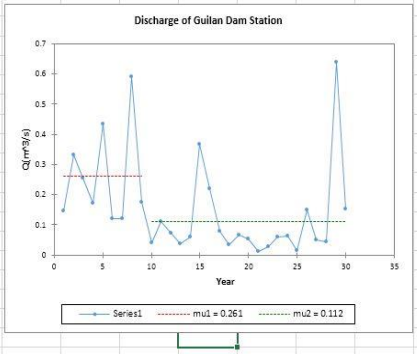
Variable	bservatior/ith missinthout miss	Minimum	Maximum	Mean	d. deviation
Series1	30 0 30	0.011	0.640	0.156	0.164

Pettitt's test (Series1):

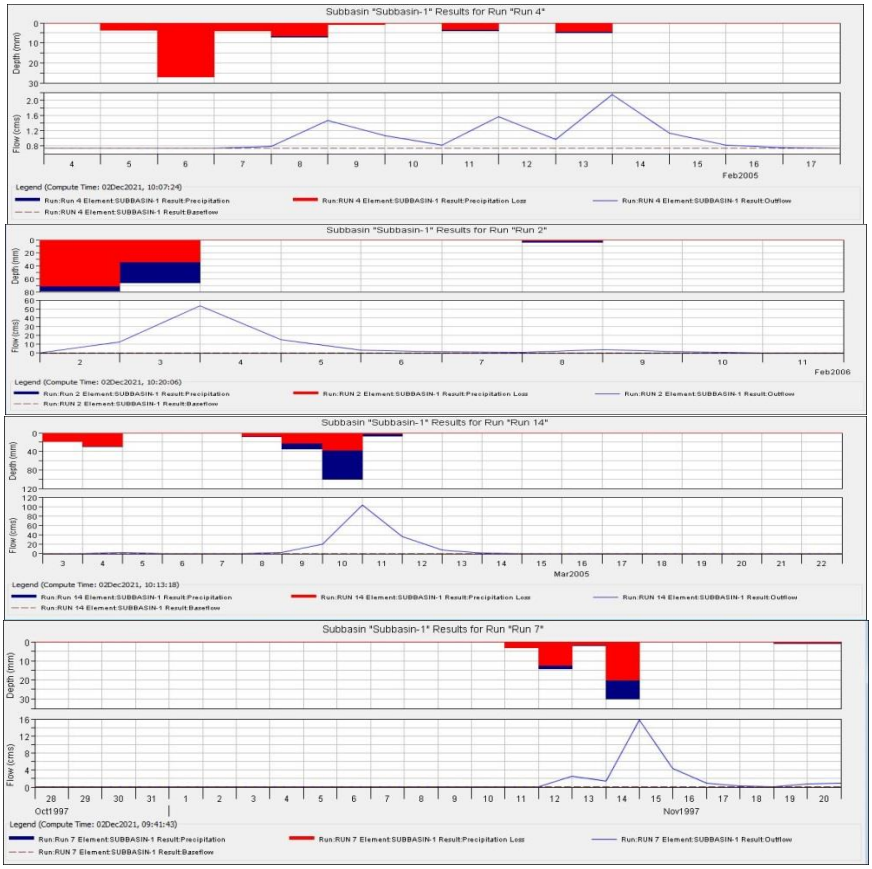
K	135.000
t	9
p-value (T	0.015
alpha	0.05

The p-value has been computed using 10000 Monte Carlo simulations. Time elapsed: 0s.
99% confidence interval on the p-value:
] 0.012; 0.018 [

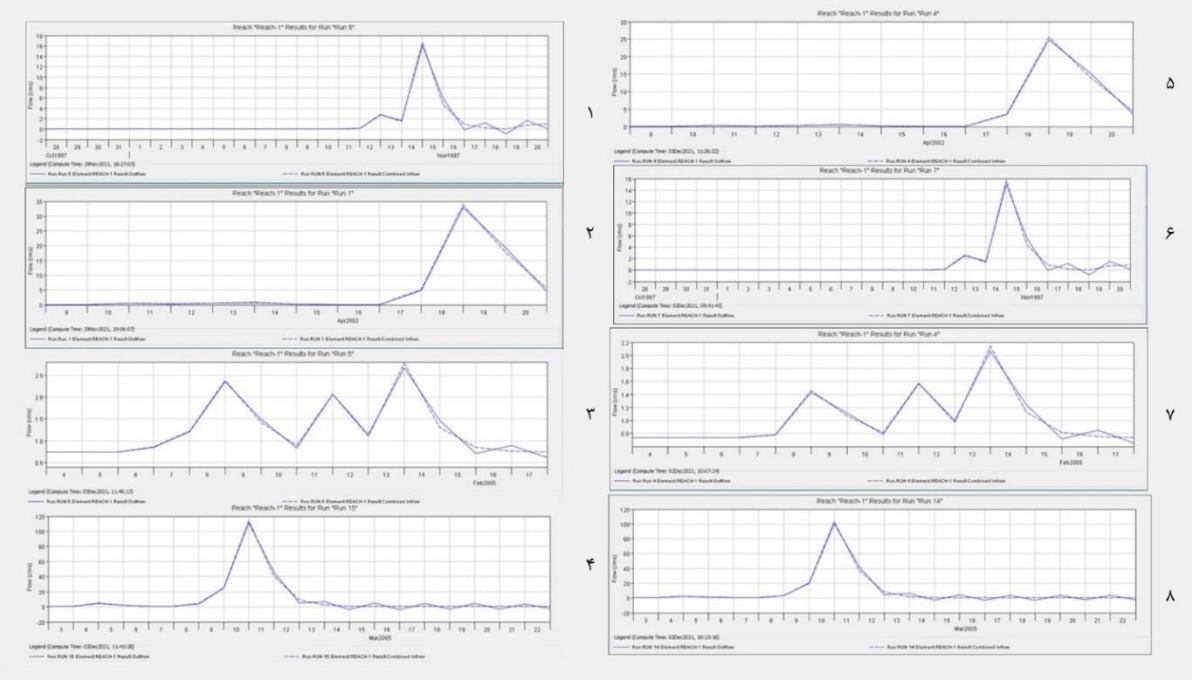
Test interpretation:
H0: Data are homogeneous
Ha: There is a date at which there is a change in the data
As the computed p-value is lower than the significance level alpha=0.05, one should reject the null hypothesis H0, and accept the alternative hypothesis Ha.
The risk to reject the null hypothesis H0 while it is true is lower than 1.52%.



شکل ۸. نتیجه اعمال تست پتیت بر آبدهی ایستگاه ورودی سد مخزنی گیلان غرب در دوره آماری ثبت‌شده



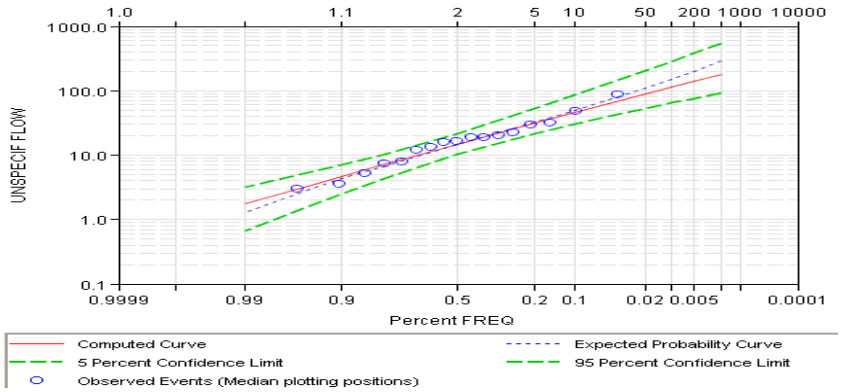
شکل ۹. نمونه‌هایی نتایج اجرای مدل Hec-Hmsبر هیدرو گراف‌های مشاهده‌ای پس از واسنجی و اعتبار سنجی در بازه رودخانه در شرایط قبل از و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری در حوزه آبریز سد مخزنی گیلان غرب



شکل ۱۰. نمونه هیدوگراف های مشاهده‌ای پس از واسنجی و اعتبار سنجی در بازه رودخانه در شرایط قبل از و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری در حوزه آبریز سد مخزنی گیلان غرب

جدول ٦. دبی‌های پیک و حجم سیلاب قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در حوزه مخزنی سد گیلان غرب

ردیف	زمان وقوع سیلاب تاریخی	بدون عملیات آبخیزداری حوزه		با عملیات آبخیزداری حوزه		درصد تغییرات (کاهش)	
		دبی حداکثر m^3/s	حجم (mcm)	حداکثر m^3/s	حجم (mcm)	دبی حداکثر	حجم
۱	۱۳۷۶/۸/۷ ۱۳۷۶/۸/۳۰	۱۶/۷	۲/۵	۱۲/۲	۱/۹	۲۶/۹	۲۴/۰
۲	۱۳۸۱/۱/۲۱ ۱۳۸۱/۲/۱	۳۳/۹	۵/۴	۲۵/۶	۴/۱	۲۴/۵	۲۴/۱
۳	۱۳۸۳/۱۱/۱۷ ۱۳۸۳/۱۱/۳۰	۲/۸	۱/۵	۲/۱	۱/۲۵	۲۵	۱۶/۷
۴	۱۳۸۳/۱۲/۱۳ ۱۳۸۴/۱/۲	۱۱۴/۱	۱۸/۱	۱۰۳/۴	۱۶/۱	۹/۴	۱۱/۰
۵	۱۳۸۴/۱۱/۱۳ ۱۳۸۴/۱۱/۲۳	۶۸/۷	۱۰/۷	۵۳/۵	۸/۰۲	۲۲/۱	۲۵/۰
۶	۱۳۸۷/۸/۳ ۱۳۸۷/۸/۱۴	۴۲/۷	۱۲/۷	۲۶/۸	۸/۵	۳۷/۲	۳۳/۱
۷	۱۳۹۰/۸/۲ ۱۳۹۰/۸/۱۰	۰/۲	۰/۰۴	۰/۱	۰/۰۳	۵۰/۰	۲۵/۰
۸	۱۳۹۱/۹/۳ ۱۳۹۱/۹/۸	۳۱/۳	۳/۵	۱۴/۷	۱/۷	۵۳/۰	۵۱/۴
۹	۱۳۹۲/۱۲/۱۷ ۱۳۹۲/۱۲/۲۴	۱۱/۲	۳/۰	۴/۷	۱/۲	۵۸/۰	۶۰/۰
۱۰	۱۳۹۴/۸/۱ ۱۳۹۴/۸/۱۱	۲۵/۳	۵/۳	۱۰/۹	۳/۴	۵۶/۹	۳۵/۸
۱۱	۱۳۹۷/۹/۲ ۱۳۹۷/۹/۲۹	۴۵/۵	۱۱/۷	۳۲/۹	۷/۷	۲۷/۷	۳۴/۲
۱۲	۱۳۹۷/۱۰/۵ ۱۳۹۷/۱۱/۱	۲	۰/۵	۰/۲	۰/۲	۹۰/۰	۶۰/۰
۱۳	۱۳۹۷/۱۱/۶ ۱۳۹۷/۱۱/۱۱	۲/۷	۰/۶	۰/۷	۰/۴	۷۴/۱	۳۳/۳
۱۴	۱۳۹۸/۱/۴ ۱۳۹۸/۱/۳۱	۲۴/۲	۹/۲	۱۴/۲	۶/۳	۴۱/۳	۳۱/۵
۱۵	۱۳۹۸/۲/۱۵ ۱۳۹۸/۲/۲۰	۳۷/۱	۴/۷	۱۸/۸	۲/۶	۴۹/۳	۴۴/۷



Computed Curve FLOW, UNSPECIF	Expected Probability	Percent Chance Exceedance	Confidence Limits 0.05 FLOW, UNSPECIF	0.95
178.129	286.926	0.2	537.869	93.489
138.356	197.994	0.5	379.817	76.228
112.159	148.239	1.0	284.848	64.255
89.040	109.699	2.0	207.950	53.155
62.801	71.505	5.0	129.817	39.713
45.919	49.792	10.0	85.674	30.363
31.314	32.653	20.0	52.269	21.565
14.885	14.885	50.0	21.620	10.269
6.971	6.671	80.0	10.118	4.183
4.661	4.273	90.0	7.061	2.487
3.332	2.894	95.0	5.299	1.592
1.762	1.287	99.0	3.129	0.670

شکل ۱۱. نتیجه برازش تابع توزیع فراوانی به دبی‌های حداکثر لحظه‌ای ایستگاه ورودی سد گیلان غرب در دوره ثبت آماری با استفاده از نرم‌افزار Hec-Spss

بحث

قبل از مدیریت و توسعه و بررسی و تحلیل سیستم‌های منابع آب، لازم است که زیرساخت‌های آن در قالب مطالعات پایه منابع آب مهیا بوده و با پیشرفت فناوری نسبت به ارتقاء کیفیت پایش شبکه سنجش منابع آب هم ازنقطه‌نظر کمی و هم ازنقطه‌نظر کیفی اقدام گردد. علاوه بر این لازم است روش‌های شناخت و مطالعه در قالب مدیریت دستگاهی و یکپارچه منابع آب صورت پذیرد، مطالعات توسعه‌ای بدون در نظر گرفتن مراتب بالا ممکن است موجب به هدر رفتن زمان، هزینه و فرصت‌ها شده و در زمان وقوع پدیده‌های طبیعی همچون خشک‌سالی‌ها و سیلاب و حتی تغییرات آب و هوایی مدیریت را دشوار و گاهی غیرممکن سازد.

نتیجه‌گیری

در حوزه موردمطالعه با تأسیس ایستگاه آب‌سنجی و بهره‌برداری از آن حقایق و واقعیت‌های مهمی از حوزه مشخص گردید که کاربرد روابط تجربی و ترمیم و تطویل آمار با استفاده از اطلاعات حوزه‌هایی که هیچ‌گونه وجه مشترک هیدرولوژیکی با حوضه موردمطالعه ندارد، کاری

و غیر فنی است. حوزه موردمطالعه تا سد مخزنی گیلان غرب بر اساس مستندات درگذشته و در شرایط زمانی نرمال ۷ الی ۸ میلیون مترمکعب (به‌صورت سیلاب) پتانسیل رواناب داشته که در دوره خشک فعلی (حداقل در ده سال اخیر) و اتفاقاتی که در حوزه رخداده است (عملیات آبخیزداری) از طرفی و از طرف دیگر پتانسیل فقیر آب زیرزمینی در حوزه (که موجب دبی پایه ناچیز در آن شده است) و مصارف احتمالی به‌صورت موردی، آبدهی رودخانه به کمتر از ۲ میلیون مترمکعب رسیده است. این در حالی است که بر اساس شرایط حوضه بررسی تنها در شرایطی رودخانه به آبدهی فوق‌العاده در سال‌های نرمال می‌رسد که بارش سالانه در حوزه از ۶۰۰ میلی‌متر بیشتر بوده و رگبارهایی با شدت بالا و در مدت چند روز رخ دهد که احتمال آن به‌صورت هرساله کم است. تحلیل انجام‌شده نشانگر این است که عملیات آبخیزداری به‌صورت کامل باعث کاهش آبدهی و حجم سیلاب‌های حوزه سد مخزنی گیلان غرب نگردیده است و آبدهی در دوره‌های تر و خشک به‌تناوب اتفاق افتاده و به‌صورت مستمر دوره‌ها تر یا خشک‌سالی نبوده است. حجم سیلاب و آبدهی حداکثر به‌صورت متوسط به ترتیب ۴۳ و ۳۴ درصد کاهش داشته است. خطای اتفاق افتاده از مطالعات قبلی از دسترس خارج بودن رواناب برای حداقل ۱۰۰ کیلومترمربع از حوزه آبریز که با جنس سازند کارستی (عمدتاً آهکی) بوده و به نحو پیشگیری در حوزه واقعی و حوزه توپوگرافی تأثیر گذاشته است. نتایج این بررسی نشان داد روش‌های تخمین آبدهی ورودی به مخزن سد گیلان غرب به دلیل استفاده از روابط آماری و تطویل آن نتوانسته است منطبق بر واقعیت‌های حوضه‌ای باشد و احداث این سد با هزینه‌های بالا عملاً به اهداف از پیش طراحی‌شده نرسیده است.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله از همکاری خوب سازمان هواشناسی کشور و شرکت آب منطقه‌ای کرمانشاه برای در اختیار گذاشتن بخشی از آمار و اطلاعات این تحقیق سپاسگزارند.

منابع

اردلان خواه، افشین. (۱۳۹۰) شبیه‌سازی بارش-رواناب در حوضه آبریز مرگ با استفاده از مدل HEC-Geo HMS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

آورند، رحیم.، حمادی، کاظم.، و ترابی پوده، حسن. (۱۳۸۶). مقایسه نتایج برآورد سیلاب با استفاده از نرم‌افزارهای HEC-HMS وWMS در حوضه آبریز مارون. نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان، ایران. https://civilica.com/doc/38579

پروانه، روح‌الله. (۱۳۹۵). بررسی پتانسیل تولید رواناب و آبنمود سیل حوضه با استفاده از مدل بارش – رواناب HEC-GeoHMS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سد مخزنی گیلان غرب). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، سنندج، ایران.

چامه، غلامرضا. (۱۳۸۹). بررسی پتانسیل تولید رواناب و آبنمود سیل حوضه با استفاده از مدل HEC-HMS (مطالعه موردی: حوضه آبخیز قره سو). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحدعلوم و تحقیقات، تهران، ایران.

خسروشاهی، محمد.، و ثقفیان، بهرام. (۱۳۷۳). تعیین حساسیت اثر برخی از عوامل موثر بر سیلخیزی زیرحوضه های آبخیز با استفاده از تحلیل هیدروگراف های خروجی حوضه و کاربرد مدل HEC-HMS. جنگل و مرتع (جنگلها و مراتع)، -(۶۷)،۰-۰ . https://sid.ir/paper/446941/fa

شقاقی، فرهاد. (۱۳۸۰). شبیه سازی دبی حداکثر سیلاب در شاخه های فرعی رودخانه حوضه آبخیز، محمدآباد گلستان با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

عشقی زاده، مسعود.، فاضل پور عقدا، محمدرضا.، و طالبی، علی. (۱۳۹۲). بررسی تاثیر عملیات بیولوژیکی بر رابطه بارش_رواناب با استفاده از مدل HEC-HMS. نهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دانشگاه یزد، یزد، ایران. https://civilica.com/doc/246595

محمودی، علی.، مشعل، محمود.، و صدقی، حسین. (۱۳۸۶). شبیه سازی و بهینه سازی آبنمود خروجی حوضه آبخیز جاجرود در باالدست سد لتیان با استفاده از مدل HEC-HMS. چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، تهران، ایران. https://civilica.com/doc/44907

موسوی ندوشنی، سید سعید.، و داننده مهر، علی. (۱۳۸۴). مدل HEC-HMS. نشر موسسه فرهنگی دیباگران. https://www.gisoom.com/book/1314552

یمانی، مجتبی.، و مهرجونژاد، اکبر. (۱۳۹۱). اثرات تغییر کاربری اراضی بر بیلان هیدرولوژیکی حوضه کردان با استفاده از مدلHEC- HMS. جغرافیا و پایداری محیط, ۲(۳), ۱۶-۱. https://ges.razi.ac.ir/article_176.html

گراوند، فاطمه.، محمدخان، شیرین.، حسینی، سید موسی.، و پیرانی، پریسا. (۱۴۰۰). ارزیابی تغییرات کاربری اراضی بر ویژگی‌های هیدرولوژیک حوضه و پهنه‌های سیلابی رودخانه (مورد مطالعه: حوضه کشکان در استان لرستان). پژوهش آب ایران، ۱۵(۲)، ۹۸-۸۷. https://iwrj.sku.ac.ir/article_10770.html

افتخاری، رکن‌الدین.، صادقلو، عبدالرضا.، احمدآبادی، طاهره.، سجاسی، عل.، و حمدالله، قیداری. (۱۳۸۸). ارزیابی پهنه‌بندی روستاهای در معرض خطر سیلاب با استفاده از مدل HEC-GeoRAS در محیط(GIS مطالعه موردی: روستاهای حوزه گرگانرود) .توسعه محلی (روستائی- شهری) . ۱(۱). ۱۵۷-۱۸۲. https://jrd.ut.ac.ir/article_20819.html

نعیمی هوشمند، فرهاد.، احمدزاده کلیبر، فریبرز. (۱۴۰۱) شبیه‌سازی هیدروگراف‌های سیلاب طراحی در حوضه آبریز آیدوغموش با استفاده از مدل HEC-HMS. علوم آب و خاک، ۲۶ (۳)، ۶۷-۵۵. http://dx.doi.org/10.47176/jwss.26.3.42531

References

Arekhi, S. (2012). Runoff Modeling by HEC-HMS Model, Case Study: Kan Watershed, Iran. Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4(23), 1807-1811. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:131681817

Razi, M. M., Ariffin, J., Tahir, W., & Arish, N. A. M. (2010). Flood estimation studies using hydrologic modeling system (HEC-HMS) for Johor River, Malaysia. Journal of Applied Sciences, 10(11), 930-939. https://doi.org/10.3923/jas.2010.930.939

Yusop, Z., Chan, C. H., & Katimon, A. (2007). Runoff characteristics and application of HEC-HMS for modelling stormflow hydrograph in an oil palm catchment. Water Science and Technology, 56(8), 41-48. http://dx.doi.org/10.2166/wst.2007.690

Ardalan Khah, A. (2017) Precipitation-runoff simulation in Mergh catchment using HEC-Geo HMS model. Master's thesis, Razi University, Kermanshah, Iran. [In Persian]

Avarand, R., Hammadi, K., & Torabi Poodeh, H. (2007). Comparison of the results of flood estimation using HEC-HMS and WMS software in Maron watershed. 9th National Seminar on Irrigation and Evaporation Reduction, Kerman, Iran. https://civilica.com/doc/38579 [In Persian]

Parvaneh, R. (2015). Investigating the potential of runoff production and watershed flood using the HEC-GeoHMS rainfall-runoff model (case study :Gilangreb reservoir dam watershed). Master's thesis, Islamic Azad University, Sanandaj branch, Sanandaj, Iran. [In Persian]

Chameh, Gh.L. (2010). Investigating the potential of runoff and watershed flood production using the HEC-HMS model (case study: Qarasu watershed). Master's thesis, Islamic Azad University, Faculty of Sciences and Research, Tehran, Iran. [In Persian]

Khosroshahi, M., & Saghafian, B. (1994). Determining the sensitivity of the effect of some effective factors on flooding in watershed sub-basins using the analysis of basin output hydrographs and the application of the HEC-HMS model. Forests and pastures (forests and pastures), (67), 0-0. https://sid.ir/paper/446941/en [In Persian]

Shaghaghi, F. (2001). Simulation of the maximum flood discharge in the sub-branches of the watershed river, Mohammadabad, Golestan, using the HEC-HMS hydrological model. Master's thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. [In Persian]

Eshghizadeh, M., Fazelpour Eghda, M.R., & Talebi, Ali. (2012). Investigating the impact of biological operations on the relationship between precipitation and runoff using the HEC-HMS model. 9th National Conference of Iran Watershed Science and Engineering, Yazd University, Yazd, Iran. https://civilica.com/doc/246595 [In Persian]

Mahmoudi, A., Meshal, M., & Sedghi, H. (2007). Simulation and optimization of water flow of Jajroud watershed upstream of Letian Dam using HEC-HMS model. 4th National Conference of Iran Watershed Science and Engineering, Tehran, Iran. https://civilica.com/doc/44907 [In Persian]

Mousavi Nadushni, Seyed Saeed., and Danandeh Mehr, Ali. (2005). HEC-HMS model published by Dibagaran Cultural Institute. https://www.gisoom.com/book/1314552 [In Persian]

Yamani, M., & Mehrjonezhad, A. (2012). The Effects of Land Use Change upon Hydrological Balance Components in Kordan Basin Using HEC- HMS Model. Geography and Environmental Sustainability, 2(3), 1-16. https://ges.razi.ac.ir/article_176.html?lang=en [In Persian]

Geravand, F., Mohamadkhan, S., Hosseini, S. M., & Pirani, P. (2021). Evaluating of Land Use Changes on Hydrological Characteristics of Basins and River Flood Plains (Case Study: Kashkan Basin in Lorestan Province). Iranian Water Researches Journal, 15(2), 87-98. https://iwrj.sku.ac.ir/article_10770.html?lang=en [In Persian]

Roknoddin Eftekhari, A., Sadeghloo, T., Ahmadabadi, A., & Sojasi Qidari, H. (2010). Zoning of Rural Regions in Flood Hazard with Use of HEC-GeoRAS Model in GIS Sphere (Case study: flooded villages of Gorganrud Basin). Community Development (Rural and Urban), 1(1), 157-182. https://jrd.ut.ac.ir/article_20819.html?lang=en [In Persian]

Naeimi Hoshmand, F., & Ahmadzadeh Kaleybar, F. (2022). Simulation of Design Flood Hydrographs in Aydooghmush Basin with HEC-HMS Model. Jwss, 26 (3) ,55-67. http://jstnar.iut.ac.ir/article-1-4185-fa.html [In Persian]