مجله علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال پنجم- شماره ۱۵- تابستان ۱۳۹۰ Vol. 5, No. 15, Summer 2011

گزارش فنی

# ارزیابی تأثیر اقدامات آبخیزداری بر ویژگی‌های سیل با استفاده از تلفیق مدل‌های HEC-HMS و HEC-RAS در محیط GIS
## (مطالعهٔ موردی: حوزه آبخیز جاغرق)

محمود آذری[۱]، سیدحمیدرضا صادقی[۱]* و عبدالرسول تلوری[۲]

تاریخ دریافت: ۸۷/۰۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۵/۰۳

**چکیده**

**در این مطالعه، تأثیر اقدامات آبخیزداری بر رفتار سیلاب بازه‌ای مسکونی از حوزه آبخیز جاغرق در استان خراسان رضوی با تلفیق مدل‌های HEC-HMS و HEC-RAS بررسی گردید. به‌همین منظور، داده‌های موردنیاز اجرای مدل‌ها تأمین و واسنجی و اعتبارسنجی آن‌ها صورت گرفت. سپس پاسخ هیدرولوژیکی حوزه آبخیز در محل بازه مسکونی به تغییرات اعمال شده ناشی از اقدامات مختلف و معمول مهار سیلاب از طریق اجرای مجدد مدل‌های مذکور ارزیابی شد. نتایج مطالعه ضمن تائید کارایی تلفیق مدل‌ها در ارزیابی تأثیر اقدامات مهار سیلاب نشان داد که با افزایش دوره بازگشت سیلاب نقش اقدامات انجام شده در کاهش دبی اوج و پهنه سیلاب کم شده و اقدامات مهار سیلاب بیش‌ترین و کم‌ترین تأثیر را به‌ترتیب بر دبی اوج و سطح سیل‌گیری داشته‌اند.**

**واژگان کلیدی: ارزیابی اقدامات آبخیزداری، خراسان رضوی، مدل‌سازی سیلاب، HEC-HMS، HEC-RAS**

**مقدمه**

انجام اقدامات آبخیزداری با تأثیرگذاری بر اجزای حوزه آبخیز با تغییر در رفتار هیدرولوژیکی آن سعی در آرام کردن پاسخ حوزه آبخیز در قبال بارش ورودی دارد و در پایین دست با مدیریت وضعیت هیدرولیکی رودخانه و سیلاب‌دشت جهت تسهیل عبور سیلاب تلاش می‌نماید. از طرفی آگاهی از میزان تأثیر و ارزیابی عمل‌کرد اجرای عملیات آبخیزداری در نواحی آسیب‌پذیر واقع در پایین‌دست و دشت‌های سیلابی می‌تواند کمک شایانی در اتخاذ تدابیر و تصمیم‌گیری صحیح به مدیران ارائه نماید [۱۷]. اقدامات مهار سیلاب در آبخیزداری از طریق احداث سازه‌های کوچک و اجرای روش‌های بیولوژیکی مهار سیلاب در دوردست‌ترین نقاط حوزه آبخیز اجرا می‌شود که آگاهی از میزان تأثیرگذاری این اقدامات تنها با بهره‌گیری از مدل‌های توزیعی و منطقه‌ای مناسب، ممکن می‌باشد [٦].

ارزیابی اقدامات آبخیزداری در دنیا سابقه‌ای بیش از ۷۰ سال دارد ولی به خاطر محدودیت‌های گوناگون تاکنون فعالیت منسجم در این زمینه در کشور انجام نشده است [۱ و ١٦]. رادوان [۱۵] با استفاده از مدل HEC-۱ در اردن، جلمفلت [۱۰] در امریکا، نیهوف و همکاران [١٤] با استفاده از مدل هیدرولوژیکی اصلاح شده و فیزیکی WaSiM-ETH در آلمان، بناویدس و همکاران[۳] با کمک HEC-HMS[3] و HEC-RAS[4] در امریکا، برووِر و فاناک [٤] در هلند و نیز حشمت‌پور [۹] در حوزه آبخیز غاز محله در استان گلستان، سرلک [۲۱] در حوزه آبخیز مادرسو استان گلستان، احمدی و همکاران [۱] در زیرحوزه آبخیز مندریجان در استان اصفهان، فرازجو [۵] و مهندسین مشاور سازآب شرق [۲۲] در حوزه آبخیز سد گلستان، خلیل‌زاده و همکاران در حوزه آبخیز زیارت در استان گلستان [۱۱]، صادقی و همکاران [۱۷ و ۱۹] در آبخیز کن و هم‌چنین وهابی [۲۵] در حوزه آبخیز طالقان در ایران به بررسی ارزیابی فرآیند سیل‌خیزی و نیز عملکرد اقدامات آبخیزداری به شیوه‌های مختلف نمودند.با جود مطالعات متعدد، میزان تأثیرگذاری واقعی اقدامات تلفیقی مدیریتی و مهندسی در مناطق هدف کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. لذا در مطالعه‌ی حاضر تأثیر اقدامات مختلف مهار سیلاب در آبخیز جاغرق با سابقه سیل و پیشینه‌ی اطلاعاتی مناسب [۲] در محل بازه‌ی مسکونی و در مجاورت روستای جاغرق ارزیابی گردید.

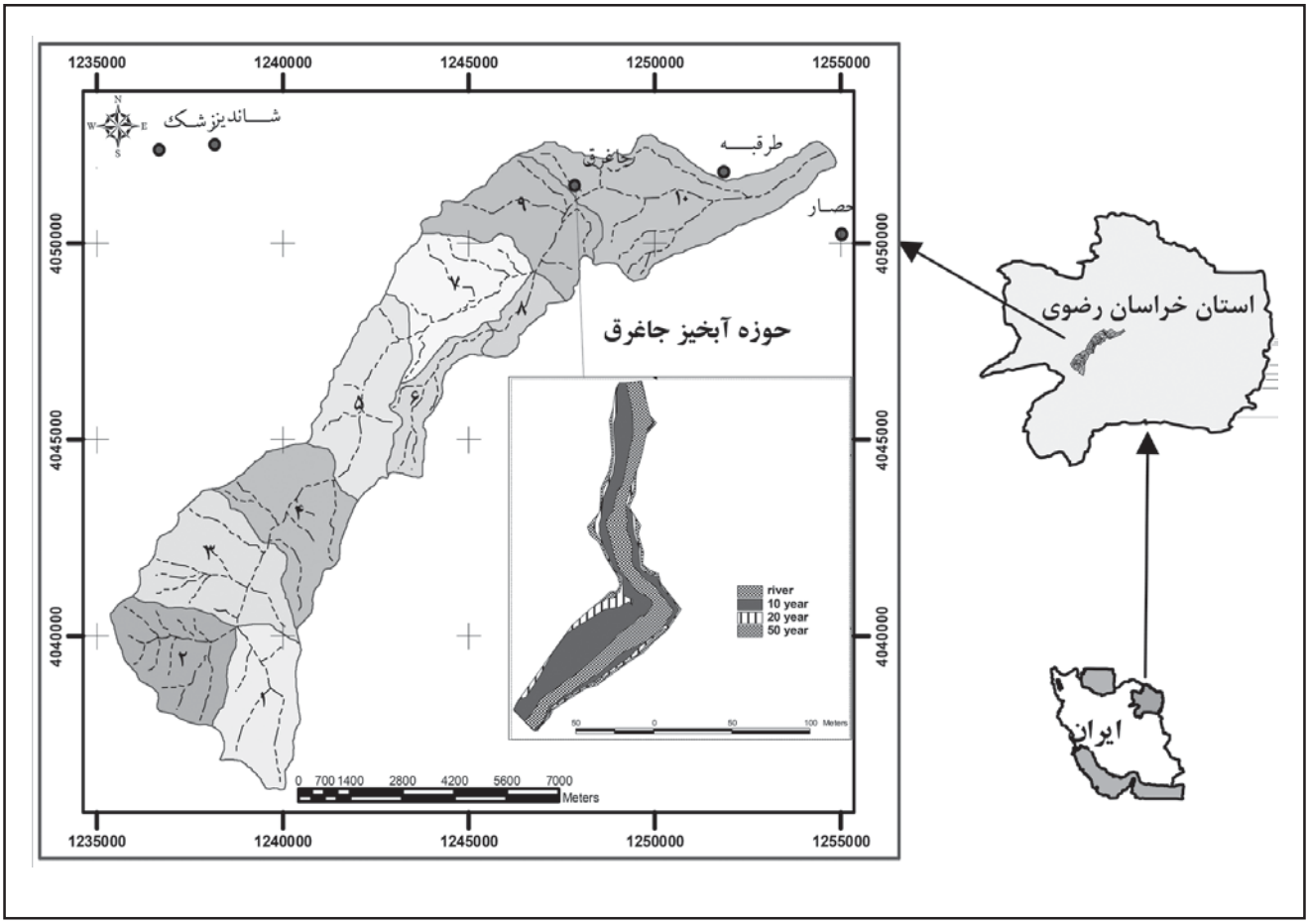
## مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز جاغرق از زیرحوزه‌های آبخیز قره‌قوم با مساحت

۱- به‌ترتیب، دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری و استاد (نویسنده مسئول)، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور ۷٦٤٨٩-٤٦٤١٧، مازندران، رایانامه‌ها: sadeghi@modares.ac.ir و azarimahmood@yahoo.com

۲- دانشیار پژوهشی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، رایانامه: au.com.yahoo@telvari

3- Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling
4- Hydrologic Engineering Center – River Analysis System




**شکل۱ سیمای عمومی حوزه آبخیز جاغرق و موقعیت بازه‌ی مورد مطالعه** [۲]

۷۵/۸۸ کیلومترمربع و در ۱۰ کیلومتری غرب شهر مشهد، شیب متوسط ٤٤/٤ درصد، اقلیم نیمه خشک و بارندگی متوسط سالانه ۳۸۱ میلی‌متر [۲ و ۱۳] برای پژوهش حاضر مدنظر قرار گرفت (شکل ۱).

به‌منظور شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی حوزه آبخیز در بالادست و وضعیت هیدرولیک جریان و تحلیل رفتار سیلاب و نحوهٔ گسترش آن در رودخانه و دشت سیلابی در بازه خطرپذیر از دو مدل ریاضی HEC-HMS۲,۲,۲ و HEC-RAS استفاده شد [۷، ۸، ۲۰ و ۱۸]. بدین منظور برای تبدیل بارش به روان‌آب از روش NRCS[1] و محاسبه شماره منحنی[2] برای قبل از اقدامات آبخیزداری با تلفیق نقشه‌های پوشش گیاهی، گروه‌های هیدرولوژیک خاک و کاربری اراضی حاصل از مطالعات آبخیزداری حوزه آبخیز جاغرق، در GIS و نرم‌افزار ArcView۳,۳ تهیه شد. به‌منظور برآورد زمان‌های تمرکز و تاخیر حوزه آبخیز از روش کرپیچ [۱۳] و برای روندیابی جریان در بازه‌ها از روش ماسکینگام [۱۲] استفاده گردید. واسنجی و اعتبارسنجی مدل‌ها نیز با استفاده از ۵ واقعه بارش-روان‌آب هم‌زمان و منتخب ایستگاه‌های باران‌سنجی منطقه و ایستگاه هیدرومتری واقع در خروجی حوزه آبخیز [۲٤] انجام پذیرفت. با توجه به عدم امکان تحلیل مکانی پهنه‌های سیلاب در مدل HEC-RAS، تجزیه و تحلیل و نحوه گسترش سیلاب، نمایش پهنه‌های سیلابی و محاسبه عمق سیلاب با استفاده از الحاقیه HEC-GeoRAS و ورود نتایج به نرم‌افزار ArcView انجام گردید و عرصه‌های سیل‌گیر و نقشه‌های مربوط به عمق سیلاب برای بارش‌های با دوره‌های معمول بازگشت ۱۰، ۲۰ و ۵۰ سال در مطالعات آبخیزداری برای محدوده مناطق مسکونی روستای جاغرق تعیین شد. سپس با توجه به قابلیت مدل‌ها، اقدام به تعریف شرایط بعد از عملیات مهار سیلاب در حوزه آبخیز و بر اساس مطالعات تفضیلی-اجرایی موجود گردیده و مقایسه لازم صورت گرفت.

## نتایج

نتایج بررسی وقایع بارش-روان‌آب طی دوره زمانی ۱۳۵۱ تا ۱۳۸۲، تنها ۵ واقعه بارش و روان‌آب ثبت شده را واجد شرایط واسنجی و اعتبارسنجی مدل HEC-HMS نشان داد که با بررسی معیارهای دبی اوج و حجم سیلاب و تغییر پارامترهای مقادیر CN و جذب اولیه در واسنجی و اعتبار سنجی مدل هیدرولوژیک استفاده گردید. به‌منظور بررسی شرایط اولیه حوزه آبخیز، مدل HEC-

1- Natural Resources Conservation Service
2- Curve Number, CN

HMS برای بارش‌های با دوره‌های بازگشت ۱۰، ۲۰ و ۵۰ سال اجرا شد که به‌ترتیب منجر به وقوع دبی‌های اوج سیلاب به میزان ٤٣/٣٨، ٦١/١٧ و ٨٥/٤ متر مکعب برثانیه شد.

با ورود دبی اوج آبنمود حاصل از مدل HEC-HMS برای دوره بازگشت ۱۰، ۲۰ و ۵۰ سال به مدل HEC-RASو نمایش خروجی‌ها در GIS مشخص شد که برای شرایط اولیه حوزه آبخیز بدون انجام اقدامات مهار سیلاب، پهنه‌هایی به‌وسعت ٦٠٨٧/٦، ٦٨٥٦/٦ و ٧٣٩٨/٤ مترمربع در بازه مذکور ایجاد شده است. هم‌چنین میانگین عمق سیل‌گیری برای دوره‌های بازگشت مورد مطالعه به‌ترتیب ١/٤٨، ١/٧٢ و ٢/٠١ متر می‌باشد.

## بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه کمی دبی اوج و حجم سیلاب و شکل کلی آبنمود حاصل از مدل HEC-HMSبا نتایج به‌دست آمده از سایر مطالعات [۲۲] و پژوهش‌های انجام شده [۱۳] در حوزه آبخیز، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در مقادیر دبی اوج و حجم سیلاب را نشان می‌دهد که با توجه به مقایسه انجام شده، کارایی مدل HEC-HMS در حوزه آبخیز جاغرق مورد تائید قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نیز نشان می‌دهد که با افزایش دورهٔ بازگشت، نقش اقدامات مهار سیلاب حوزه آبخیز در کاهش دبی‌اوج و حجم سیلاب و متعاقب آن پهنه و عمق سیلاب کاهش می‌یابد که با مطالعات فرازجو [۵] و سینگ [۲۳] در مورد کاهش تأثیر پوشش گیاهی به‌ازای افزایش دوره بازگشت سیلاب منطبق می‌باشد. بیش‌ترین و کم‌ترین تأثیر اقدامات مهار سیلاب به‌ترتیب بر دبی اوج و سطح سیل‌گیری بوده است که دلیل این امر را می‌توان در تأثیرپذیری بیش‌تر دبی اوج سیلاب از اقدامات و هم‌چنین تلفیق اثر وضعیت توپوگرافی منطقه، ویژگی‌های هیدرولیکی جریان در مهار پهنه‌ی سیل جستجو نمود. تأثیر اقدامات مهار سیلاب حوزه آبخیز با لحاظ افزایش پوشش گیاهی به میزان ۳۰ درصد سبب کاهش دبی اوج سیلاب به‌میزان ١١/١٦، ١٠/٢٥ و ۱۰ درصد برای دوره‌های بازگشت مختلف شده است. این یافته هم‌چنین بر موضوع مرتبط با کارآیی برتر شیوه‌های بیولوژیک بر مهار سیلاب‌های با دورهٔ بازگشت کوچک و احتمال وقوع زیاد تأکید داشته است که با نتایج مطالعات جلمفلت [۱۰]، رادوان [۱۵] و حشمت‌پور [۹] هم‌سو است.

## جمع‌بندی

مطالعهٔ حاضر با هدف ارزیابی اقدامات مهار سیلاب حوزه آبخیز جاغرق در محل بازه خطر پذیر با استفاده از مدل‌سازی حوزه آبخیز و رودخانه با بهره‌گیری از مدل‌های HEC-HMS و HEC-RAS در GIS انجام پذیرفت. نتایج مطالعه کارایی تلفیق مدل‌های مذکور در جهت شبیه‌سازی و تحلیل سیلاب و کاربرد آن را به‌منظور ارزیابی اقدامات مهار سیلاب تأکید می‌کند. لذا با توجه به نتایج حاصل از پژوهش فعلی توصیه می‌گردد مطالعات مشابه با بهره‌گیری از مدل‌های مختلف هیدرولوژیکی و هیدرولیکی انجام و با انتخاب مدل‌های مناسب و منطقه‌ای و با عنایت به لزوم اهمیت انتخاب سناریوی برتر در مهار سیلاب بازه‌های مشخص مورد نظر، در ارزیابی پروژه‌های مختلف و انتخاب گزینه‌های مهار سیلاب قبل از اجرا به‌کار گرفته شود.

## منابع


1- Ahmadi, H., Nazari Samani, A., Ghodduosi, J. and Ekhtesasi, M.R., 2003. A Model for Evaluation of Watershed Management Project, Iranian Journal of Natural Resources, 4(56):337-348.

2- Azari, M., Sadeghi, S.H.R. and Telvari, A., 2008. Contribution Determination of Jaghargh Subwatersheds in Flood Peak and Runoff Volume for Flood Control Prioritization, Geography and Development Iranian Journal, 12(2): 199-212.

3- Benavides, J. A., Pietruszewski, B., Kirsch, B and Bedient, Ph., 2003. Analyzing Flood Control Alternatives for the Clear Creek Watershed in A Geographic Information System Framework, Available at: www.ruf.rice.edu

4- Brouwer, R. and Van Ek, R. 2004. Integrated Ecological, Economic and Social Impact Assessment of Alternative Flood Protection Measures in the Netherlands. Ecological Economics, 50(1-2): 1-21.

5- Farazjoo, H. 2003. Assessment of The Effects of Vegetation Cover Changes on Flood Hydrograph in Golestan Dam Basin by using GIS and HEC-HMS Model. MSc Thesis in Watershed Management. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 176p.

6- He, C., 2003. Integration of geographic information systems and simulation model for watershed management, Environmental Modelling & Software, 18: 809–813.

7- HEC, 2002. River Analysis System: Hydraulic Reference Manual. US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center. Davis. C. A.

8- HEC. 2000. Hydrologic Modeling System: Application Guide US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center. Davis. C. A., 116p.

9- Heshmatpour, A., 2001. Performance Investigation of Watershed Management in Flood Control 0f Ghaz Mahale Watershed (Golestan Province). In: Proceedings of First Seminar on Role of Watershed Management in Natural Resources and Agriculture Development in Coastal Area of Caspian Sea, Rasht, May 23-25, 2001: 19-21.

10- Hjelmfelt, A., 1999. Modeling hydrologic and water quality responses to grass waterways, Journal of Hydrologic Engineering, 4(3):251-256.

11- Khalilizadeh, M., Mosaedi, A. and Najafi Nejad, A., 2005. Flood Hazard Zonation in Part of Ziarat River in Gorgan Urban Watershed, Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 12 (4): 138-146.

12- Mahdavi, M., 2005. Applied Hydrology (Vol. II), University of Tehran Press, 427 p.

13- Mirzakhan, H., 2001. Comparison of simulated rainfall-runoff model using slope-area method with HEC-HMS model in Jaghargh watershed (Khorasan Province), MSc Thesis in Watershed Management. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 102 p.

14- Niehoff, D., Fritsch, U. and Bronstert, A., 2002. Land–Use Impacts on Storm- Runoff Generation: Scenarios of Land-Use Change Simulation of Hydrological Response in Meso-Scale Catchment in SW- Germany, Journal of Hydrology, 267: 80-93.

15- Radwan, A., 1999. Flood Analysis and Mitigation for Area in Jordan, Journal of Water Resources and Management, 125(3): 170-177.

16- Roshani, R., 2003. Evaluating the effect of check dams on flood peaks to optimize the flood control measures (Kan case study in Iran), ITC Thesis., 116p.

17- Sadeghi, S.H.R., Frootan, E. and Sharifi, F., 2006. Performance Evaluation of Watershed Management Measures using Qualitative Method (Case Study: Part of Kan Watershed, Iran), Geographical Research, 79(4):37-47.

18- Sadeghi, S.H.R., JalaliRad, R., 2004. Floodplain zoning in an Iranian urban watershed using HEC-RAS hydraulic model and ArcView GIS, Hydrology Journal, 27:69-77.

19- Sadeghi, S.H.R., Sharifi, F., Frootan, E. and Rezaee, M., 2004. Quantitative Performance Evaluation of Watershed Management Measures (Case Study: Keshar Sub-Watershed), Journal of Pazhohesh and Sazandegi, 17(4):96-102

20- Sadeghi, S.H.R., Singh, J.K. and Das, G., 2000. Rainfall-Runoff Relationship model for Amameh watershed in Iran, In: Proceedings of International Conference on Integrated Water Resources Management, India, New Delhi, Dec. 19-21, 2000: 796-804.

21- Sarlak, A., 2002. Prediction of Watershed Management Impacts on Flood Mitigation in Madrasoo Watershed in Golestan Province. In: Proceedings on Flood prevention and Mitigation Impacts, Gorgan, Jan. 15-16. 2002: 110-131.

22- Saze Ab Shargh Consulting Engineering, 2004. The Study on Flood Control in Golestan Dam Subwatershed, 152 p.

23- Singh, V.P., 1992. Elementary Hydrology, Prentice-Hall, 973p.

24- Taghvaee Abrishami, A. A., 2005. Determination of Rainfall Temporal Pattern in Heavy Storms of Khorasan Province, Proceedings of the First Iran-Korea, Joint Workshop on Climate Modeling, Mashhad, Iran, Oct. 12-16, 2005: 335-402.

25- Vahabi, J., 2006. Flood Hazard Zonation using Hydrologic and Hydraulic Models (Case Study: Taleghan Rood), Journal of Pazhohesh and Sazandegi, 71:33-4.