Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی

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

سال چهاردهم- شماره ۵۰- پاییز ۱۳۹۹ Vol. 14, No. 50, Fall 2020

گزارش فنی

مکان‌یابی سازه‌های اصلاحی به روش فازی سلسله مراتبی در حوزه آبخیز شهری شهر ایلام

میلاد باقلانی[۱]، نورالدین رستمی[۲] و محسن توکلی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱

چکیده

در دهه‌های اخیر همراه با توسعه مناطق مسکونی، مسائل و مشکلات ناشی از رواناب و سیلاب در حوزه‌های آبخیز شهری به طور چشم‌گیری افزایش یافته است. سازه‌های اصلاحی تأثیر مستقیم و سریعی بر سیلاب دارند و یکی از مهم‌ترین ارکان احداث سازه‌های اصلاحی، شناسایی مکان مناسب برای احداث آن‌ها می‌باشد. این مرحله به دلیل اینکه پایداری سازه و سود و زیان پروژه را تأمین می‌کند، باید با نهایت دقت و ظرافت انجام شود. در این مطالعه روش کلی بـر این اساس استوار است که پس از شناسایی منطقه و جمع‌آوری اطلاعات لازم، عوامل مؤثر در احداث سازه اصلاحی تعیین و لایه‌های موردنیاز برای مکان‌یابی تهیه گردیدند. پس از فازی‌سازی لایه‌ها با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 10.5، هر لایه با توجه به میزان تأثیری که در مکان‌یابی دارد، وزن‌دهی شد. سپس با استفاده از عمل‌گر گامای فازی، لایه‌ها تلفیق و در نهایت پس از بازدیدهای میدانی ۲۲ نقطه مطلوب و سه نقطه بسیار مطلوب برای احداث سازه‌های اصلاحی در حوزه آبخیز شهر ایلام مشخص شد. با احداث سازه‌های اصلاحی در مناطق مکان‌یابی شده می‌توان میزان خسارات به تأسیسات و آب‌گرفتگی معابر را به میزان قابل توجهی کاهش داد.

کلیدواژه‌ها: *سازه اصلاحی، مکان‌یابی، حوزه آبخیز شهر ایلام، روش فازی، روش تحلیل سلسله مراتبی*

مقدمه

تغییر الگوی استفاده از زمین و توسعه مناطق شهری، باعث بر هم خوردن فرآیندهای هیدرولوژیکی منطقه و افزایش مناطق نفوذناپذیر باعث بر هم خوردن تعادل طبیعی منابع آبی می‌گردد [۵]. کاهش نفوذپذیری و افزایش رواناب نیز باعث افزایش دبی پیک سیلاب حتی در بارش‌های اندک و کوتاه‌مدت می‌گردد [۲۵]. بندهای اصلاحی به علت سادگی و اجرای آسان، کاربرد زیادی در پروژه‌های آبخیزداری دارند، اما علی‌رغم سهولت در ساخت و انعطاف‌پذیری سازه‌ها در صورتی که از لحاظ مکان‌یابی و یا طراحی مشکل داشته باشند، به راحتی آسیب خواهند دید [۲۸]. از طرفی احداث سازه‌های اصلاحی باعث کاهش سرعت جریان و افزایش زمان تمرکز حوضه می‌شود [۲۹]. مکان‌یابی فعالیتی است که قابلیت‌ها و توانایی‌های یک منطقه را از لحاظ وجود زمین مناسب و کافی برای کاربردهای خاص مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد [۱۳]. شاخص‌های مورد استفاده در مکان‌یابی نسبت به نوع کاربرد، متفاوت هستند اما همه آن‌ها در جهت انتخاب مکان مناسب همسو می‌شوند [۲۱]. استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیائی، سرعت و دقت عملیات مربوط به مکان‌یابی را به صورت مؤثری افزایش می‌دهد [۲۷]. با توجه به حجم عظیم اطلاعات مکانی و توصیفی، ارائه خروجی مناسب، استفاده از توابع تجزیه و تحلیلی متنوع، تسریع کارها و امکان تصمیم‌گیری بهینه، استفاده از این علم در سازمان‌ها و تشکیلات مختلف ضروری است [۶]. گرچه در مطالعات مختلفی از تلفیق تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در مکان‌یابی سازه‌های اصلاحی [۷، ۹، ۱۶، ۱۹، ۲۰، ۲۲ و ۲۳]، مناطق مستعد برداشت آب [۲]، استحصال آب باران [۱، ۴ و ۲۴] استفاده شده اما کمتر مطالعه‌ای به بررسی این موضوع در حوزه‌های آبخیز شهری پرداخته و اکثر مطالعات در حوزه‌های آبخیز طبیعی صورت گرفته، لذا در این تحقیق مسائل و مشکلات حوزه‌های آبخیز شهری نیز در تعیین مکان مناسب سازه‌ها لحاظ شده است.

با توجه به اینکه شهر ایلام یک شهر کوهپایه‌ای است و از اطراف به وسیله کوه‌های مرتفع و پرشیب احاطه شده است، وقوع بارندگی‌های معمولی باعث می‌گردد که سطح خیابان‌ها و معابر دچار آب‌گرفتگی می‌شود و بارندگی‌های نسبتاً زیاد با خطرات جانی و مالی همراه می‌باشد که خسارات ناشی از بارش‌های ۵ تا ۷ آبان ماه سال ۱۳۹۴ با مجموع بارندگی ۳۲۲/۲ میلی‌متر بر اساس آمار اداره هواشناسی استان ایلام مؤید این موضوع است. هم‌چنین در این زمینه

۱- کارشناس ارشد علوم مهندسی آبخیز، دانشگاه ایلام.
۲- نویسنده مسئول و استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه ایلام، پست الکترونیک: n.rostami@ilam.ac.ir
۳- دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه ایلام.

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقات چندانی در حوزه آبخیز شهر ایلام صورت نگرفته است، لذا انجام این پژوهش را امری ضروری می‌نماید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز شهر ایلام در منطقه شمال شرق استان ایلام در محدوده ۴۶ درجه ۱۹ دقیقه و ۳۹ ثانیه تا ۴۶ درجه ۳۰ دقیقه و ۲۴ ثانیه طول شرقی و ۳۳ درجه ۳۳ دقیقه و ۵۷ ثانیه تا ۳۳ درجه ۴۱ دقیقه و ۱۶ ثانیه عرض شمالی و مساحت ۱۱۹ کیلومترمربع و ارتفاع متوسط ۱۴۰۱ متر از سطح دریای آزاد در دامنه‌های جنوب غربی رشته‌کوه‌های زاگرس واقع شده است. شهر ایلام دارای ویژگی‌هایی مانند وجود ارتفاعات در شرق، غرب و شمال، اختلاف درجه حرارت و بارندگی در بخش‌های شمالی، آب و هوای نسبتاً سرد و زمستان طولانی می‌باشد. بر اساس آمار و اطلاعات ثبت شده در ایستگاه سینوپتیک ایلام متوسط بارندگی سالانه این ایستگاه ۵۷۴ میلی‌متر می‌باشد.

این تحقیق طی مراحل زیر انجام گرفت:

۱) گردآوری کلیه داده‌ها و اطلاعات منطقه شامل نقشه‌های شیب و جهت شیب منطقه، نقشه کاربری اراضی، نقشه خطوط ارتباطی، نقشه زمین‌شناسی، نقشه شبکه هیدروگرافی، نقشه بارش و نقشه پوشش گیاهی

۲) ورود داده‌ها به نرم‌افزار Arc GIS 10.5 و ایجاد بانک اطلاعاتی موردنیاز.

۳) تعیین محدودیت‌ها با استفاده از منطق بولین: هدف از این منطق حذف مناطقی است که امکان احداث سازه اصلاحی در آن وجود ندارد. پس از تعیین محدودیت‌های مطلق بر روی لایه‌های اطلاعاتی، طبقه‌بندی به روش بولین انجام گرفت. در این منطق، مناطق مناسب کد یک و مابقی مناطق کد صفر را به خود اختصاص می‌دهند [۱۴].

۴) استانداردسازی نقشه‌ها با منطق فازی سلسله مراتبی و توابع عضویت فازی: به منظور بهره‌گیری از فرض عدم قطعیت و اولویت‌بندی مناطق از منطق فازی سلسله مراتبی [۱۱ و ۲۶] استفاده شد. در این منطق برخلاف منطق بولین، داده‌ها به جای قرارگیری در دو حالت، در یک دامنه پیوسته قرار می‌گیرند و این پیوستگی از مقادیر کم برای مناطق نامناسب و مقادیر زیاد برای مناطق مناسب تشکیل شده است [۱۲]. برای محاسبه اعداد فازی، نظرهای حاصل از نظرسنجی متخصصان مدنظر قرار گرفت. اعداد فازی در این مرحله را می‌توان بر اساس توابع عضویت مختلف محاسبه کرد [۱۸]. سپس در این مدل به عوارض و کلاس‌های متفاوت موجود، وزن‌های مختلف داده شده و ترکیبات انعطاف‌پذیری از نقشه‌ها به دست می‌آید که دامنه‌ای از اعداد را در برمی‌گیرد [۱۷].

۵) وزن‌دهی معیارها و عوامل با استفاده از روش امتیازدهی Rating: برای مشخص کردن اهمیت نسبی هر یک از معیارها در مکان‌یابی، برای هر یک از معیارها وزنی در نظر گرفته شد. در امر مکان‌یابی پس از مشخص نمودن معیارهای مختلف، وزن هر یک از معیارها طبق نظر کارشناسان تعیین گردید.

۶) تلفیق لایه‌های اطلاعاتی به روش فازی سلسله مراتبی و شناسایی مناطق مناسب برای احداث سازه‌های اصلاحی: در نهایت پس از فازی‌سازی تمامی نقشه‌ها و اعمال وزن‌های مرتبط با آن‌ها و هم‌چنین حذف محدودیت‌های مطلق از تمامی نقشه‌ها، تلفیق لایه‌ها با استفاده از عملگرهای فازی انجام گرفت و نقشه مناطق احداث سازه‌های اصلاحی به شکل طیفی از مقادیر بین صفر و یک تهیه شد.

۷) اولویت‌بندی مناطق شناسایی شده: در نهایت با کلاس‌بندی مناطق با مقادیر بالاتر از ۰/۶ در نقشه خروجی نواحی مناسب و بسیار مناسب تعیین گردید. شایان ذکر است که هر چه مقادیر در نقشه خروجی به یک نزدیک‌تر باشند آن نواحی پتانسیل بالاتری در امر مکان‌یابی دارند.

پس از محاسبه وزن‌های مربوط به هر معیار و اعمال آن‌ها به لایه‌های اطلاعاتی مختلف در نهایت تمامی لایه‌ها با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 10.5 و در قسمت Overlay Fuzzy با استفاده از عملگر گامای فازی با مقدار گامای ۰/۹ با همدیگر تلفیق شدند و در نهایت با اعمال محدودیت‌های مطلق به آن‌ها نقشه مناطق مستعد به منظور احداث سازه‌های اصلاحی تعیین گردید. در این مطالعه، نقشه‌ها در قالب محدودیت‌ها، عوامل طبیعی و عوامل اقتصادی-اجتماعی برای تلفیق و برنامه‌ریزی انتخاب شدند. انتخاب صحیح عوامل اقتصادی-اجتماعی باعث کاهش هزینه‌های اجرای طرح در رابطه با مردم منطقه می‌شود.

نتایج

پس از تلفیق تمامی لایه‌ها، مقادیر خروجی برای قسمت‌های مکان‌یابی شده در نقشه نهایی در بازه‌ای از صفر تا ۰/۸۲ قرار گرفتند. مقدار صفر نشان‌دهنده مناطق با پتانسیل کم و ۰/۸۲ نشان‌دهنده مناطق با پتانسیل بالا هستند. بر اساس مطالعات انجام شده در زمینه مکان‌یابی با روش فازی سلسله مراتبی مناطق با مقدار بیش از ۰/۶ از پتانسیل بالایی برای اجرا برخوردارند. لذا در این پژوهش مقادیر زیر ۰/۶ حذف و مقادیر بیشتر از آن در دو طبقه مناطق مطلوب (۰/۷- ۰/۶) و مناطق بسیار مطلوب (۰/۸۲ -۰/۷) طبقه‌بندی شدند. پس از انجام پروژه با بازدیدهای میدانی صورت گرفته و تطبیق شرایط احداث سازه اصلاحی در نقاط مکان‌یابی شده، در نهایت تعداد ۲۵ نقطه مناسب برای احداث سازه اصلاحی تشخیص داده شد که از این بین، ۲۲ نقطه مطلوب و سه نقطه نیز به عنوان مناطق بسیار مطلوب برای احداث سازه اصلاحی شناسایی شدند.

بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از توانایی اعداد فازی در وارد کردن نظر تصمیم‌گیر در مراحل مختلف مکان‌یابی، دقت تصمیم‌گیری را بالا برده و اطمینان

www.SID.ir

Archive of SID

به نتایج مکان‌یابی را افزایش می‌دهد. با استفاده از روش به کار رفته در این تحقیق، مدیران و کارشناسان قدرت تصمیم‌گیری صحیح را خواهند داشت زیرا این سیستم امکان استفاده از هوش و نبوغ انسانی را در تصمیم‌گیری‌ها فراهم می‌کند [۳]. ضمن تأیید نتایج این تحقیق از طریق بازدیدهای میدانی، یافته‌های این پژوهش با نتایج تحقیقات فاتحی و همکاران [۱۰] و چودهاری و همکاران [۸] انطباق دارد. با توجه به تحقیقات محدودی که در زمینه مکان‌یابی احداث سازه اصلاحی به روش فازی سلسله مراتبی صورت گرفته است، مقایسه نتایج این تحقیق با تحقیقات صورت گرفته با این روش در سایر زمینه‌ها [۱، ۲، ۴، ۷، ۹، ۱۹، ۲۰، ۲۳ و ۲۶] نشان‌دهنده مناسب بودن این روش در امر مکان‌یابی به دلیل در نظر گرفتن اکثر عوامل مؤثر در مکان‌یابی می‌باشد.

یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که حوزه آبخیز شهر ایلام در مواقع بارش با آن روبه‌رو می‌شود، آب‌گرفتگی معابر و خیابان‌های سطح شهر می‌باشد که جریان عادی زندگی مردم را مختل می‌کند و بارش‌های نیمه سنگین و سنگین تهدیدی جدی برای جان و مال مردم می‌باشد. لذا می‌توان با احداث سازه‌های اصلاحی در نقاط مکان‌یابی شده و انجام عملیات‌های آبخیزداری در آبراهه‌های ورودی به شهر، رواناب و سیلاب‌های این محدوده را تا حد قابل توجهی کنترل کرد. در بازدیدهای میدانی صورت گرفته مشاهده شد که حریم اکثر آبراهه‌های اصلی رعایت نشده و در حریم آن‌ها ساخت و سازهای غیر قانونی صورت گرفته است. هم‌چنین در طراحی آبراهه‌های عبوری از شهر ضوابط هیدرولیکی رعایت نشده و اکثر سیستم‌های دفع رواناب‌های شهری ناکارآمد می‌باشند. با توجه به آثار زیست‌محیطی سیلاب و مسائل ناشی از رواناب در محدوده مورد مطالعه، پیشنهاد می‌شود با رفع معایب فوق و احداث سازه اصلاحی در نقاط مکان‌یابی شده مسائل و مشکلات ناشی از رواناب شهری در حوزه آبخیز شهر ایلام به طور چشم‌گیری کاهش یابد.

منابع

1. Adham, A. Riksen, M. Ouessar, M. and Ritsema, C. 2016. Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi-arid regions: A review. International Soil and Water Conservation Research. 4:108-120.

2. Ahmadee, M. Shahidi, A. and Ghorbani, Z. 2016. Locating of Suitable Areas to Provide Drinking Water Using Multi Criteria Decision Making and Fuzzy Logic Process (Case Study: Tabas Aquifer). Iranian Journal of Health & Environment. 9(3), 331-346. (In Persian)

3. Ahmadzadeh, S. Hajizadeh, F. and Ziyaee, M. 2012. The Development of a New Methodology Based on GIS and Fuzzy Logic and AHP to Locate Industrial Area (Case Study: Birjand). Environmental researches, 2(4), 61-74. (In Persian)

4. Al Marsumi, K.J. and Al Shamma, A.M. 2017. Selection of Suitable Sites for Water Harvesting Structures in a Flood Prone Area Using Remote Sensing and GIS – Case Study. Journal of Environment and Earth Science. 7(4):91-100.

5. Alizadeh, A. 2008. Principles of Applied Hydrology. Imam Reza University Press, Mashhad 811 p. (In Persian)

6. Chang, N. Parvathinathan, G. and Breeden, J. 2008. Combining GIS Fuzzy multi-criteria decision making for landfill siting in a fast growing urban region. Journal of Environmental Management. 87(1): 139-153.

7. Cheng, W. Chin, L. and Huang, C. 2007. Optimal selection of location for Taiwanese hospitals to ensure a competitive advantage by using the analytic hierarchy process and sensitivity analysis. Building and Environment. 42: 1431-1444.

8. Chowdhury, A. Jha, M. and Chowdary, V. 2010. Delineation of groundwater recharge zones and identification of artificial recharge sites in West Medinipur district. West Bengal. Using RS & GIS and MCDM techniques. Environmental Earth Science. 59: 1209-1222.

9. Esavi, V. Karami, J. Alimohammadi, A. and Niknejad, A. 2012. Comparison the AHP and Fuzzy-AHP decision making methods in underground dams site selection in Taleghan basin. Geosciences, 22(85), 27-34. (In Persian)

10. Fatehi, S. Ahmadi, H. Ghodosi, J. and Taheri Sarteshnizi, F. 2015. Suitable Site selection for the flood spreading projects Using GIS and Analytical Hierarchy Process (AHP) (Case Study: Central Plain of Khoramabad). Iran ianWatershed Management Science and Engineering. 9(28), 11-20. (In Persian)

11. Ghodsypour, H. 2005. Analytical Hierarchy Process (AHP). Amirkabir University of Technology Publication, Tehran. 222 p. (In Persian)

12. Ghosh, J. Bhattacharya, D. and Sharma, S. 2012. Fuzzy knowledge based GIS for zonation of landslide susceptibility. Applications of Chaos and Nonlinear Dynamics in Science and Engineering. 2: 21-37.

13. Gumus, A. 2009. Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two-step fuzzy-AHP and TOPSIS methodology. Expert Systems with Applications. 36(2): 4067-4074.

14. Hansen, H. 2005. GIS-based multi-criteria analysis of wind farm development. Scan GIS. Proceedings of the

www.SID.ir

Archive of SID

10th Scandinavian Research Conference on Geographical Information Science, Stockholm. 13(15).

15. Jamali, A. Ghoddousi, J. and Farahpour, M. 2011. Spatial multi criteria analysis and decision techniques in order to watershed prioritizing for gabion check dams building. Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi). 1(90), 1-10. (In Persian)

16. Komac, M. 2006. A landslide susceptibility model using the Analytical Hierarchy Process method and multivariate statistics in perialpine Slovenia. Geomorphology. 74(1): 17-28.

17. Lin, L. and Hsu, T. 2011. Designing a model of FANP in brand image decision making. Applied Soft Computing. 11(1): 561-573.

18. Liu, YC. and Chen, CS. 2007. A new approach for application of rock mass classification on rock slope stability assessment. Engineering Geology. 89:129–143.

19. Minatour, Y. Khazaei, J. and Ataei, M. 2013. Earth dam site selection using the analytic hierarchy process (AHP): a case study in the west of Iran. Arabian Journal of Geosciences. 6:3417–3426.

20. Minatour, Y. Khazaie, J. Ataei, M. and Javadi, A.A. 2015. An integrated decision support system for dam site selection. Scientia Iranica A. 22(2):319-330.

21. Mohajeri, M. 2007. Locating Multipurpose Bases Supporting and Managing Post-earthquake Crisis Management Using GIS (Case Study: 17th District of Tehran). Ph.D. Dissertation. Faculty of Urban and Regional Planning. Tehran University, 210 pages. (In Persian)

22. Movahed, A. and Naseri, F. 2017. Locating Industrial cities by using Fuzzy Logic Model (Case Study: Mariwan Industrial City). Geography and Territorial Spatial Arrangement. 7(23), 183-198. (In Persian)

23. Peng, S.H. and Tang, C. 2015. Blending the Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Logical Systems in Scenic Beauty Assessment of Check Dams in Streams. Water. 7(12):6983-6998.

24. Sadeghi, I. and Gazavi, R. 2018. Identifying Potential Rain-Water Harvesting Sites using Analytical Hierarchy Process and GIS Approach (Case study: Sudjan Catchment). Journal of Geography and Environmental Planning. 29(2), 1-13. (In Persian)

25. Salajegheh, A. Fathabadi, A. and Mahdavi, M. 2009. Effect of neuro-fuzzy methods and statistical models in simulation of the rainfall-runoff process. Journal of Range and Watershed Management. 62(1), 65-79. (In Persian)

26. Sun, C. and Lin, G. 2009. Using fuzzy TOPSIS method for evaluating the competitive advantages of shopping websites. Expert Systems with Applications. 36(29): 1764-1771.

27. Vastava, SH. and Nathawa, T. 2003. Selection of potential waste disposal sites around Ranchi urban complex using remote sensing and GIS techniques. Urban planning. 35-89.

28. Vice presidency for strategic planning and supervision. 2008. Basic Design & Guidelines for Implementation and Maintenance of Sediment and Flood Control Measures (Check Dams) [Online]. Available at http://tec.mporg.ir.htm. Tehran. (In Persian)

29. Yoshikawa, N. Nagao, N. and Misawa, S. 2010. Evaluation of the flood mitigation effect of a Paddy Field Dam project. Agricultural Water Management. 97(2): 259 -270.

www.SID.ir

Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی

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

Vol. 14, No. 50, Fall 2020

سال چهاردهم- شماره ۵۰- پاییز ۱۳۹۹

Technical Note:

The Site Selection of Check Dams Using Fuzzy AHP Method in Urban Watersheds Ilam City Watershed

M. Baghelani[1], N. Rostami[2] and M. Tavakoli[3]

Received: 23-10-2018 Accepted: 21-01-2019

In recent decades, along with the development of the residential area, the problems of runoff and flood in urban watersheds have increased dramatically. Check dams have a direct and rapid effect on the flood. One of the most important elements of the construction of these structures is the identification of the suitable location for construction of the structure. This stage should be done with the utmost accuracy and precision due to the stability of the structure and the financial issues. In this study, the general approach is based on the fact that after identifying the area and collecting the required information, the factors influencing the construction of the structures were determined and the layers required for suitable location were prepared. After fuzzing the layers using Arc GIS 10.5 software, each layer is weighted according to the amount of its effect on site selection. Then, the layers combined using the fuzzy gamma operator and finally, after the field surveys, 22 optimal points and 3 completely optimal points for constructing the structures in the Ilam catchment area were identified. By construction of a check dams in the selected areas, it is possible to significantly reduce the damage to the facilities and waterlogging of the passageways.

Keywords: Check dams, Site selection, Ilam city watershed, Fuzzy Method, AHP

1. Master's degree in Watershed Management, Ilam University.
2. Corresponding Author and Assistant Professor, Ilam University, Email: n.rostami@ilam.ac.ir.
3. Associate Professor, Ilam University.

www.SID.ir