نشریه علمی- پژوهشی

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

سال سیزدهم- شماره ۴۵- تابستان ۱۳۹۸

Vol. 13, No. 45, Summer 2019

گزارش فنی

ارزیابی فعالیت‌های آبخیزداری با استفاده از مدل‌های فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)(مطالعه موردی: حوزه آبخیز حیدری، استان چهارمحال و بختیاری)

رفعت زارع بیدکی[1] بهرام عبداللهی[2] و احمد قنبری[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۱/۰۴

چکیده

در پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی اقدامات زیستی و مکانیکی مهار سیل و فرسایش، دو زیرحوضه از آبخیز حیدری واقع در استان چهارمحال و بختیاری انتخاب شدند که با داشتن شرایط اقلیمی، هیدرولوژیکی، خاکی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی تقریباً یکسان، نماینده اجرای اقدامات زیستی و مکانیکی محسوب می‌شوند. برای ارزیابی اقدامات انجام شده معیارهای اجتماعی شامل آموزش، مشارکت، سطح درآمد و رضایتمندی بهره‌برداران و معیارهای فنی شامل کاهش سیلاب، ذخیره آب، افزایش درآمد و افزایش پوشش گیاهی انتخاب شد. روابط بین معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های مورد بررسی در دو مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) تعریف شد. سپس پرسشنامه‌های مقایسات زوجی عوامل در هر دو مدل ANP و AHP در اختیار ۳۰ تن از کارشناسان و خبرگان آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری قرار گرفت. نتایج نشان داد از بین زیرمعیارهای اجتماعی، زیرمعیار مشارکت در مدل AHP و زیرمعیار افزایش درآمد در مدل ANP وزن بیشتری کسب کرده‌اند. از بین زیرمعیارهای فنی، زیرمعیار کاهش سیل در هر دو مدل وزن بیشتری کسب کرده است. هم‌چنین در انتخاب روش‌های زیستی معیارهای اجتماعی و نیز افزایش پوشش گیاهی مهم هستند. در حالی‌که در انتخاب روش‌های مکانیکی کاهش سیلاب و ذخیره آب تاثیرگذارند. نهایتا نتایج نشان داد اقدامات زیستی در مهار سیل و رسوب ارجحیت دارند. وزن اقدامات زیستی و مکانیکی در مدل ANP به‌ترتیب ۰/۶۰ و۰/۴۰ و در مدل AHP به‌ترتیب ۰/۵۱ و ۰/۴۹ است.

کلید واژه‌ها: ***عملیات زیستی، عملیات مکانیکی، معیارهای اجتماعی، معیارهای فنی***

مقدمه

ارزیابی، بخشی از فرایند برنامه‌ریزی است که به برنامه‌ریزان این امکان را می‌دهد که نتایج اقدامات اجرا شده را متناسب با اهداف پیش‌بینی‌شده مورد سنجش قرار دهند [۲]. از جمله چالش‌های مهم مدیریتی در حوزه‌های آبخیز، فقدان یا کمبود عملیات آبخیزداری و همین‌طور نبود تحقیقات کاربردی به‌ویژه در امر ارزیابی[4] عملکرد طرح‌ها می‌باشد [۱۴]. اولین گام اصولی در ارزیابی پروژه‌های آبخیزداری، کمّی نمودن میزان تأثیر پروژه‌ها در ارتباط با اهداف از پیش تعیین‌شده می‌باشد [۱۲].

یکی از فنون تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های کمّی، تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد [۷]. تحلیل سلسله‌مراتبی، (AHP) [5] به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری در مدیریت حوزه‌های آبخیز ساختار سلسله مراتبی را به‌منظور ساده‌سازی یک فرایند پیچیده تصمیم به‌صورت رده‌های اهداف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها در نظر می‌گیرد. از AHP برای بررسی فنی و اقتصادی بندهای اصلاحی در استان چهارمحال و بختیاری [۶]، بررسی فعالیت‌های آبخیزداری انجام‌شده در حوزه آبخیز سیاه‌پوش اردبیل [۸]، بررسی سناریوهای مختلف حفاظت آب و خاک در حوزه آبخیز طالقان [۱۶]، و برای انتخاب بهترین طرح در حوزه آبخیز افجه تهران [۱۱] استفاده شده است.

فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)[6] نیز از مدل‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است که در آن زیرمعیارها و معیارها بر خودشان و بر زیرمعیارها و معیارهای دیگر نیز اثر می‌گذارند [۵]. از ANP و AHP به‌منظور ارزیابی بهره‌وری آب [۱۳]، برای انتخاب مناسب‌ترین گزینه پیشنهادی احداث سازه ذخیره‌سازی آب در طرقبه و شاندیز [۴] استفاده شد. اولویت‌بندی گزینه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای کارون بزرگ [۱۵]، مکان‌یابی تغذیه مصنوعی در هندوستان [۱۷]، تعیین مناطق مناسب برای جمع‌آوری آب باران [۹]، ارزیابی اثرات

۱- استادیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد
Zare.rafat@nres.sku.ac.ir
۲- دانش‌آموخته مهندسی آبخیزداری، دانشگاه شهرکرد.
۳- دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه لرستان.

4. Assessment
5. Analytical Hierarchy Process
6. Analytical Network Process

www.SID.ir

عملیات آبخیزداری بر فرسایش و رسوب حوزه آبخیز بهورد [۱۰] و انتخاب اصلی‌ترین منطقه فرسایشی خاک در حوضه رودخانه گوماتی [۳] از جمله پژوهش‌های دیگر در به‌کارگیری مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد.

هدف اصلی این پژوهش بررسی میزان کارایی طرح‌های آبخیزداری در مهار رسوب حوزه آبخیز حیدری واقع در استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از دو مدل AHP و ANP، می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز حیدری با مساحت ۲۰/۸۹ کیلومترمربع در استان چهارمحال و بختیاری، شهرستان بن و حد واسط دو روستای حیدری و شیخ شبان قرار گرفته است. میانگین بارندگی برآورد شده برابر با ۳۵۵ میلی‌متر است. موقعیت عمومی منطقه در شکل ۱ ارائه شده است.

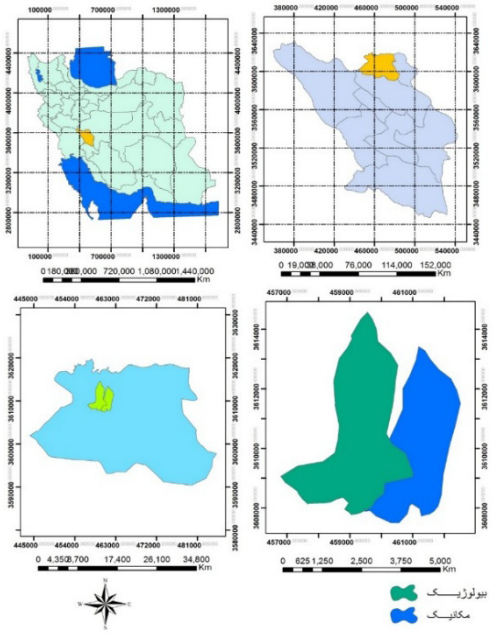
مواد و روش‌ها

در آبخیزداری دو دسته اقدامات زیستی و مکانیکی حسب شرایط برای مهار سیل و کاهش رسوب مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به هدف تحقیق مبنی بر ارزیابی قابلیت طرح‌های آبخیزداری (زیستی و مکانیکی) در مهار سیل و کاهش تولید رسوب، به معیارهایی نیاز است که بتوان عملکرد واقعی یا مورد انتظار را با آن اندازه‌گیری نمود. فاکتورهای مختلف مؤثر بر انتخاب این روش‌ها در حوزه آبخیز مورد نظر با تحقیقات کتابخانه‌ای و جستجوی منابع مختلف مورد بررسی قرار گرفت. معیارها پس از تأیید افراد صاحب‌نظر برای ارزیابی به‌کار گرفته شد. برای ارزیابی عملیات زیستی و مکانیکی در حوزه آبخیز حیدری دو معیار کلی اجتماعی و فنی انتخاب شد. سپس برای معیار فنی زیرمعیارهای افزایش درآمد، مهار سیل، افزایش پوشش گیاهی و ذخیره آب و برای معیار اجتماعی زیرمعیارهای آموزش، مشارکت، رضایتمندی و سطح درآمد مد نظر قرار گرفتند. گزینه‌های تصمیم‌گیری شامل عملیات زیستی و مکانیکی نیز در سطح چهارم مدل‌ها قرار گرفت. کلیه اطلاعات اولیه عملیات مکانیکی و زیستی در حوضه، با بازدید میدانی جمع‌آوری و ثبت شد. برای تعیین ارجحیت معیارها به‌صورت مقایسات زوجی، ۳۰ پرسشنامه تهیه و در اختیار کارشناسان قرار گرفت. سپس با استفاده از نرم‌افزار Super decision اقدام به ایجاد دو مدل AHP و ANP شد. نظر کارشناسان پاسخگو در این تحقیق با وزن مساوی در نظر گرفته شده است.

نتایج

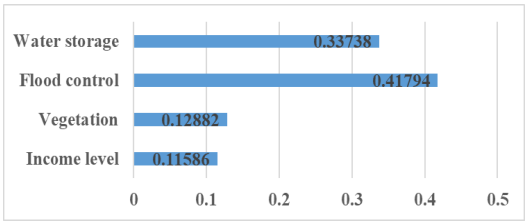
در این پژوهش قابلیت طرح‌های آبخیزداری در مهار سیل و رسوب حوزه آبخیز حیدری به‌عنوان هدف مدل‌های AHP و ANP بررسی شد. نرخ سازگاری در مدل AHP و ANP به‌ترتیب ۰/۰۴۳ و ۰/۰۳۲ به‌دست آمده است.

مطابق شکل ۲ در مدل AHP، از بین معیارهای اجتماعی، معیار مشارکت ساکنین با وزن ۰/۴۷ و از بین معیارهای فنی معیار کاهش سیل با وزن ۰/۴۱ وزن بیشتری کسب کرده‌اند. در مدل ANP افزایش درآمد با وزن ۰/۴۷ و کاهش سیل با وزن ۰/۵۲۰ وزن بیش‌تری در مقایسه با معیارهای دیگر در تحقق اهداف طرح دارند. ارجحیت گزینه‌ها در ارتباط با معیارها، در دو مدل AHP و ANP در جدول ۳ آورده شده است.

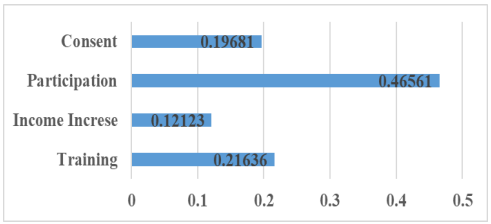


Archive of SID
www.SID.ir

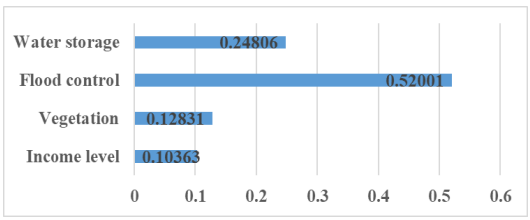
Archi



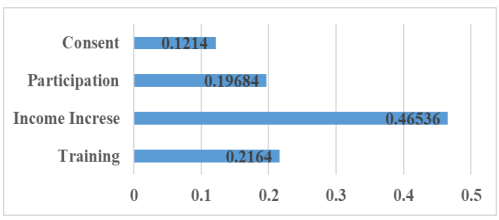
(ب) B



(الف) A



(د) D



(ج) C

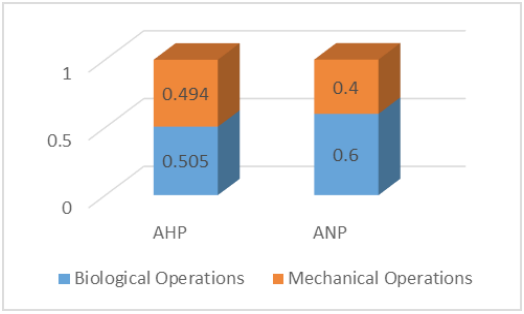
شکل ۲- نمودار ارجحیت معیارهای اجتماعی و فنی؛ (الف و ب) خروجی مدل AHP، (ج و د) خروجی مدل ANP

Fig 2. Priority diagram of social and technical criteria; (A-B) output of AHP model, (C-D) output of ANP

جدول ۳- ارجحیت حاصل از مقایسه زوجی گزینه‌ها در هر یک از معیارها به مدل AHP و ANP

Table 3. The priority of pair comparing of options in each criterion to AHP and ANP methods

افزایش درآمد Increase in revenue	ایجاد پوشش Vegetation	ذخیره آب Water Storage	مهار سیل Flood control	سطح درآمد Income level	رضایت consent	مشارکت Participation	آموزش Training	معیارها Criteria	
0.52	0.80	0.22	0.24	0.80	0.75	0.75	0.35	زیستی / Biological	AHP
0.48	0.20	0.78	0.75	0.20	0.25	0.25	0.64	مکانیکی / Mechanical	
0.74	0.80	0.32	0.33	0.75	0.74	0.78	0.77	زیستی / Biological	ANP
0.25	0.20	0.68	0.67	0.24	0.25	0.22	0.23	مکانیکی / Mechanical	



شکل ۳- وزن نهایی به‌دست آمده توسط روش‌های زیستی و مکانیکی در دو مدل AHP و ANP

Fig 3. The final weights obtained by biological and mechanical operations in the AHP and ANP models

مطابق جدول ۳، در مدل AHP معیارهای اجتماعی و از بین زیرمعیارهای فنی ایجاد پوشش گیاهی در انتخاب روش‌های زیستی اهمیت دارد. در حالی‌که زیرمعیارهای مهار سیل و ذخیره آب در بین معیارهای فنی و زیرمعیار آموزش از بین معیارهای اجتماعی در انتخاب عملیات مکانیکی مهمتر هستند. هم‌چنین در مدل ANP همه زیرمعیارهای اجتماعی در انتخاب روش‌های زیستی وزن نسبتا مساوی دارند. هم‌چنین زیرمعیارهای ایجاد پوشش و افزایش درآمد نیز در انتخاب عملیات زیستی مهم هستند. نیز زیرمعیارهای مهار سیل و ذخیره آب در انتخاب عملیات مکانیکی مؤثرند. با توجه به وزن‌های نهایی به‌دست آمده و مجموع نتایج حاصل از مدل‌های AHP و ANP (شکل ۳) اولویت اقدامات آبخیزداری در حوزه آبخیز حیدری با عملیات زیستی است. اختلاف بین نظر کارشناسان در ترجیح روش‌های زیستی به روش‌های مکانیکی در مدل ANP واضح‌تر بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیقات میدانی نشان داد، در حوضه‌ای که اجرای عملیات

www.SID.ir

زیستی در اولویت کار قرار گرفته است، استقرار گونه‌های مختلف گیاهی، تغییر معیشت آبخیزنشینان و جلوگیری از بوته‌کنی و نیز کاهش چشم‌گیر فرآیند سیل‌خیزی را به‌دنبال داشته است. عملیات زیستی با داشتن هزینه کم‌تر و ایجاد درآمد برای آبخیزنشینان در اولویت بوده و رضایت‌مندی بیش‌تری را به‌دنبال داشته است که با نتایج تحقیق حبیب‌زاده [۸] مطالعات قنبری و همکاران [۶] و باقریان و باقریان کلات [۱] نیز مطابقت دارد.

در تحقیق حاضر و با کمک مدل AHP، معیار اجتماعی مشارکت مردم و معیار فنی کاهش سیل به‌عنوان مهم‌ترین معیارها و عملیات زیستی به‌عنوان راهکار ارجح تعیین شد. نتیجه فوق با نتایج به‌دست آمده از تحقیقات رستمی‌زاد و همکاران [۱۶] از نظر انتخاب عملیات زیستی به‌عنوان بهترین طرح مطابقت دارد ولی با مطالعات نادری [۱۱] مطابقت ندارد. در مدل ANP نیز عملیات زیستی به‌عنوان روش ارجح مشخص شد. معیار اجتماعی افزایش درآمد و معیار فنی کاهش سیل نیز به‌عنوان مهم‌ترین معیارها معین شد. در مقایسه دو به دویی مدل AHP و ANP می‌توان نتیجه گرفت که مدل ANP نسبت به مدل AHP با کارایی بیش‌تری دارد که با نتایج تحقیقات امیدی و همکاران [۱۳] مبنی بر کارایی بالاتر مدل ANP مطابقت دارد.

منابع

1. Bagherian, R. and Bagherian Kalat, A. 2017. Assessing the Factors Affecting the success of watershed biological projects, Case Study: Gonabad Kakhk Basin. Journal of Extension and Development of Watershed Management (17) 5: 1-9. (In Persian)

2. Bureau of Technical Execution Systems. 2009. Guideline for monitoring and evaluation of natural resources and watershed management plans. Vice presidency for strategic planning and supervision. Tehran, 196 pp. (In Persian)

3. Chakraborty,R. Das, D. Barman, R.N. and Mandal, U.K. 2016. Analytic hierarchy process and multi-criteria decision-making approach for selecting the most effective soil erosion zone in Gomati River Basin. International Journal of Environmental and Ecological Engineering 3(2).

4. Farpour, A. and Khasheisioki, A. 2017. Selecting the best option proposed to construct water reservoir using ANP and AHP methods (Case study: Torghabeh and Shandiz). Journal of Environment and Water Engineering 3(1): 16-29. (In Persian)

5. Garcia-Melon, M. Javier, F.O. Jeronimo A. B. Pablo A.B. and Rocio P.B. (2008). Farmland appraisal based on the analytic network process. Journal of Global Optimization.42:143-155.

6. Ghanbari, A. Zare Bidaki, R. Honarbakhsh, A. and Mahmoodynejad, V. 2016. Assessment of the Individual efficiency of Gabion and Cement-Masonry Check Dams in some Basins of Chaharmahal-va-Bakhtiary Province. Iranian Journal of Rangeland and Watershed Management, 69(2): 449-460. (In Persian)

7. Ghodsipour, S.H. 2006. Analytic hierarchy process (11th Ed). The Amir Kabir University Press, Tehran, 230 pp. (In Persian)

8. Habibzade, M. 2014. Evaluation of the effects of watershed activities in the Ardabil Siahpoush Watershed. MSc. Dissertation. Agriculture and Natural Resources. Mohaghegh Ardebili University, Ardebil. (In Persian)

9. Hameed, H. 2013. Water harvesting in Erbil Governorate. Kurdistan region. Iraq: Detection of Suitable Sites Using Geographic Information System and Remote Sensing, LUP Student Papers, Sweden.

10. Hashemi, S.A.A. Karimpour, H. Jazi, H. 2015. Assessment of watershed management impacts on erosion and sedimentation (Behvard Watershed, IRAN). International Journal of Development Research 5(7): 4897-4904.

11. Naderi, N. 2008. Model for watershed management to reduce the risk of soil erosion using the analytical hierarchy process (study area: Afjeh Watershed). MSc. Dissertation. Azad University Research Unit, 120 page. (In Persian)

12. Nily, N. Rahnama, F. and Liaghati, H. (2001). Evaluation of watershed management projects in erosion and sediment control and water supply and its role in improvement of residents' income (Case Study: Assessment of some watersheds in Isfahan Province). 1st Watershed Management and Water Supply Management in Basins conference. (In Persian)

13. Omidi, F. Babazadeh, H. and Sarai Tabrizi, M. 2013. Evaluation of water productivity with the approach of using the methods of AHP, ANP, FAHP and FANP. The First National Conference of Water Use Optimization. Agricultural Sciences and Natural

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

16. Rostamizad, Gh. Mohseni Saravi, M. Nazari Samani, A.A. and Khanbabaei. 2013. Application of analytical hierarchy process in the present scenario of soil and water Conservation in Taleghan Watershed. Journal of Watershed Management Reserch, 4(8): 1-14. (In Persian)

17. Sreedhar, G. G. T. Vijaya Kumar, I. V. 2008. Mapping of ground water potential zone in the Musi basin using remote sensing data and GIS. Journal of Environmental Engineering 122(6): 515-523.

Resources. Gorgan University. (In Persian)

14. Organization of forests, rangelands and watershed of Iran. 2014. Watershed in Iran. Electronic portal of Forests, Rangeland and Watershed Management [Online]. vailable at: http://frw.org.ir/00/Fa/StaticPages/Page.aspx?tid=2602. (In Persian)

15. Razavi Toosi, S. L. and Samani, J. M. V. (2012). Evaluating water transfer projects using analytic network process (ANP). Journal of Water Research Management. 26: 1999- 2014.

www.SID.ir

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

Vol. 13, No. 45, Summer 2019
سال سیزدهم- شماره ۴۵- تابستان ۱۳۹۸

Technical Note

Assessment of Watershed Management Activities using Analytical Hierarchy Process and Analytical Network Process (Case study: Heidary Watershed, Chaharmahal and Bakhtiari Province)

R. Zare Bidaki[1], B. Abdollahi[2] and A. Ghanbari[3]

Received: 13-11-2017 Accepted: 24-03-2019

In this research, in order to assess the biological and mechanical measures of flood and erosion control, two sub-watersheds of Heidari Watershed located in Chaharmahal and Bakhtiari Province with similar climatic, hydrological, edaphic, vegetation and land use conditions as representative areas were selected. To assess the conducted measures, social criteria including education, participation, income level and beneficiaries' satisfaction and technical criteria including flood control, water storage, revenue increase and vegetation enhancement were used. The relationships between criteria, sub-criteria and under consideration options were defined in ANP and AHP models. Then, pairwise questionnaires of the factors in both ANP and AHP models were provided to 30 watershed management experts in Chaharmahal and Bakhtiari Province. The results showed that among the social sub-criteria, participation in the AHP model, and increased revenues in the ANP model, allocated more weights. Also, the flood reduction criterion has gained more weight between the technical sub-criteria, by both models AHP and ANP. Social criteria and increasing vegetation cover are important for selecting biological methods. While water storage and flood reduction are important for selecting mechanical approaches. Finally, the results showed that biological measures are preferable to flood and sediment control. The weight of biological and mechanical operations in the ANP model is 0.60 and 0.40, respectively and in the AHP model, the weights were 0.51 and 0.49, respectively.

Keywords: Biological activities, Mechanical activities, Social criteria, Technical criteria.

1. Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Email: Zare.rafat@sku.ac.ir
2. Graduate Student, Department of Rangeland and Watershed Engineering, College of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord.
3. Ph.D. Candidate of Watershed Management, Lorestan University, Khorramabad.

www.SID.ir