علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیستم، شماره چهار، زمستان ۹۷

مکان‌یابی و اولویت‌بندی مناطق مناسب پخش سیلاب با استفاده ازGIS و تحلیل تصمیم چند معیاره AHP (مطالعه موردی: حوزه آب‌خیز گرگان‌رود، گلستان)

مژگان السادات عظیمی [۱*]

azimi@gau.ac.ir

غلامرضا رهبر [۲]

شهروز منصوری[۳]

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۲۰ **تاریخ پذیرش:۹۵/۰۹/۰۱**

چکیده

زمینه و هدف: مراتع در اقتصاد کشور، چه از لحاظ تأمین علوفه مورد استفاده دام و چه از دیدگاه حفاظت آب، خاک و خدمات دیگری که به جامعه می‌دهند، اهمیت ویژه‌ای دارند که مدیریت اصولی این اراضی را ضروری می‌سازد. مراتع استان گلستان زمانی از بهترین مراتع ایران به حساب می‌آمدند. اما به‌دلیل رشد روز افزون جمعیت و وابستگی شدید اقتصادی آن‌ها به منابع طبیعی از جمله مراتع باعث سیر قهقرایی پوشش گیاهی و نهایتا مراتع گردیده است. پخش سیلاب یکی از عملیات اصلاحی مرتع است که با اهداف معین شده در مناطق مرتعی می‌تواند اجرا گردد. بر این اساس تعیین مکان مناسب برای پخش سیلاب و نفوذ دادن آن به داخل سفره‌های آب زیرزمینی، یکی از مهم‌ترین مراحل انجام این گونه پروژه‌ها می‌باشد.

روش بررسی: مدل AHP[۴] روشی مناسب جهت مکان‌یابی عرصه‌های پخش سیلاب در حوزه‌های آب‌خیز کشور معرفی گردیده‌است. هدف از این مطالعه مکان‌یابی و اولویت‌بندی مناطق مناسب پخش سیلاب با استفاده از GIS وAHP در حوزه آب‌خیز گرگان‌رود می‌باشد. هم‌چنین در این تحقیق از روش نمره‌دهی دو ارزشی[۵] نیز به منظور مقایسه با روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده گردید.

یافته‌ها: ابتدا با استفاده از روش AHP مناطق نامناسب تعیین شد، سپس در گزینه‌های باقی مانده، بر اساس نظراتی که از نتایج مدل به‌دست آمده و با اولویت بندی، نقاط مناسب شناسایی گردید که با ضریب تناقص گویی برابر ۰/۰۸، می‌توان بیان کرد وزن دهی معیارهای

۱- استادیار گروه مدیریت مرتع ،دانش‌کده مرتع و آب‌خیزداری، دانش‌گاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. *(مسوول مکاتبات)
۲- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران.
۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانش‌کده مرتع و آب‌خیزداری، دانش‌گاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

4- Analytic Hierarchy Process
5- Boolean

مکان‌یابی مناطق مستعد پخش سیلاب صحیح می‌باشد. از سویی نتایج ایـن تحقیـق بـا روش تحلیـل سلسـله مراتبـی نشـان داد، منـاطق پیشنهادی برای اجرای پروژه بخش سیلاب به‌طور عمده در شمال و شمال شرقی حوزه می‌باشند. اما در بررسـی عوامـل و محـدودیت‌های طبیعی بر اساس روش بولین هیچ مکان مناسبی برای انجام پروژه بخش سیلاب در حوزه آب‌خیز گرگان‌رود پیدا نشد.

بحث و نتیجه‌گیری: به طور کلی می‌توان بیان کرد که فعالیت پالایشگاه در منطقه باعث افزایش غلظت کادمیوم در خاک سطحی منطقه شده است. این افزایش به نحوی بوده که باعث شده غلظت آن از حد مجاز نیز بیش‌تر شود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت مرتع ، پخش سیلاب، تحلیل سلسه مراتبی، نمره‌دهی دوارزشی.

J. Env. Sci. Tech., Vol 20, No.4, Winter 2019

Site selection and prioritization of the areas appropriatie for floodwater spreading using GIS and AHP

(Case study: Gorganrud river basin, Golestan)

Mojgansadat Azimi [1*]

azimi@gau.ac.ir

Gholamreza Rahbar [2]

Shahrouz Mansouri [3]

Admission Date: November 21, 2016 Data Received: January 10, 2016

Abstract

Background and Objective: Rangelands are very important in country economy in terms of grazing livestock, soil and water conservation and other services to the community. Therefore, systematical and careful management of these lands is necessary. Rangelands of Golestan province were one of the best rangelands of Iran in the past. However, high rate of population growth and sever dependence of the population to natural resources and rangelands caused plant coverage degradation. Floodwater spreading is one of the corrective practices that can be performed with certain goal in the rangelands. Site selection and prioritization of the areas suitable for floodwater spreading and infiltration of flood into the groundwater table are among the most important stages of these projects.

Method: GIS and AHP model have been introduced as a suitable method for site selection of the areas appropriate for floodwater spreading system in the Gorgan Rud watershed. In this the Boolean scouring method with two values was used and compared with AHP method.

Findings: Initially, the unsuitable areas were determined by AHP method. Then the remaining options derived from model results based on the comments. By site selection, the suitable areas were identified and the obtained inconsistency factor (0.08) proved that criteria weighing for locating the suitable areas for floodwater spreading is correct.

Discussion and Conclusion: The results of this study also showed that the areas suggested for floodwater spreading are near the wells and springs, especially in the north and north-west of the watershed. Results showed that investigation of natural factors and constraints based on the Boolean method was not suitable for locating the appropriate areas for floodwater spreading in Gorganrud watershed.

Keywords: Rangeland mangement, floodwater spreading, AHP, BOOLEAN.

1- Assistant Professor, Department of Rangeland Management, Faculty of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. * *(Corresponding Author)*

2- Faculty member of Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center, Gorgan, Iran.

3- MSc Graduate, Faculty of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

مقدمه

مراتع ایران با وسعت ۸۶ میلیون هکتار، وسیع‌ترین عرصه حیاتی کشور (حدود ۵۴٪) را شامل می‌شوند که بیش از ۷۰٪ درصد از این مراتع در ناحیه خشک و نیمه خشک واقع شده است(۱). کاربری عمومی این اراضی در کشور، استفاده به عنوان چراگاه بوده و چرای بیش از ظرفیت مرتع در این نواحی اغلب منجر به کاهش کمی و کیفی پوشش گیاهی و خاک شده و در نتیجه موجب افزایش زمین‌های بایر و توسعه بیابان‌زایی گردیده است(۲).

" بر اساس طرح مدل پویایی مراتع کشور(۳)، میزان کاهش مراتع خوب و عالی طی سال‌های ۱۳۵۷ تا ۱۳۷۴ معادل ۳۵ درصد و در هر سال ۱/۷۵ درصد بوده است. مقدار افزایش مراتع متوسط و مراتع فقیر طی همین دوره به ترتیب ۳۸ و ۱۷ درصد و سالانه ۱/۹ و ۰/۸۵ درصد بوده‌است. بنابراین در شرایط فوق با ادامه وضع موجود در افق ۱۴۰۰، سطح مراتع غنی (خوب و عالی) به ۸/۶ میلیون هکتار خواهد رسید که روند کاهش را طی خواهد نمود. از سویی دام متکی به مرتع از ۸۳ میلیون واحد دامی تا سال ۱۴۰۰ به ۹۵ میلیون واحد دامی خواهد رسید، لذا بهره‌برداری نادرست از مراتع تا زمان پایین بودن هزینه تعلیف در مراتع در مقایسه با هزینه تعلیف دستی و کاهش بازدهی آن، تداوم تخریب مراتع را موجب می‌گردد."(۴) متاسفانه بسیاری از مراتع کشور به علت تخریب بیش از حد با بحرانی عمیق مواجه شده‌اند و ادامه این روند کشور ما را با مشکلات بسیاری مانند سیل‌های مخرب، کم آبی، طوفان، شن‌های روان، آلودگی محیط زیست، خشک‌سالی و قطحی رو به رو خواهد کرد. اصلاح و احیاء مراتع به مجموعه اقداماتی گفته می‌شود که ضمن برقراری تعادل منطقی بین تولید و بهره‌برداری از علوفه مرتعی منجر به ارتقاء کمی و کیفی مرتع و جلوگیری از اتلاف سرمایه می‌گردد. اجرای صحیح ضوابط اصلاح و احیاء مراتع با توجه به شرایط اکولوژیکی هر منطقه نه تنها باعث بهبود پوشش گیاهی در سطح مراتع می‌گردد، بلکه موجب می‌شود، سطح خاک از خطرات فرسایش آبی و بادی حفظ گردد. برخی از مراتع تخریب یافته ممکن است با اعمال یک برنامه مدیریت صحیح و متناسب با شرایط پوشش گیاهی مراتع، اصلاح و احیاء گردند. بخش سیلاب یکی از عملیات اصلاحی مرتع و روشی است که در آن سیلاب‌های دایمی یا موقت از مسیر اصلی خود منحرف شده و در اراضی نسبتا مسطح مانند کف دره‌ها و یا در دشت‌های کوچک بخش می‌گردند، در این روش سرعت آب کاهش می‌یابد و امکان نفوذ آن در خاک زیاد می‌شود و در نتیجه تولید علوفه افزایش می‌یابد (۵). استان گلستان به علت موقعیت جغرافیایی، اقلیمی و تخریب بالای منابع آن و وقوع بارش‌های شدید به همراه تشکیلات زمین‌شناسی حساس به فرسایش و تغییر شدید کاربری اراضی از مرتع و جنگل به اراضی دیم، پتانسیل زیادی برای تشکیل رواناب دارد. حوزه آب‌خیز گرگان‌رود یکی از حوضه‌های مهم و استراتژیک استان گلستان می‌باشد که در حدود نیمی از مساحت استان را شامل می‌شود. شرایط فیزیکی حوزه آب‌خیز گرگان‌رود در استان گلستان، مانند پرشیب و کوهستانی بودن، نحوه نامطلوب مدیریت اراضی مانند تبدیل اراضی مرتعی به دیم در سطح بسیار وسیع همراه با شخم در جهت شیب، قطع و پاک‌تراشی جنگل زمینه را برای افزایش رواناب، نابودی خاک و کاهش حاصل‌خیزی خاک فراهم کرده است. بر اساس آمار از سال ۱۳۷۰ تا خرداد ماه سال ۱۳۹۳ بیش از ۱۲۰ فقره سیل کوچک و بزرگ در استان گلستان رخ داده که حجم خسارت‌های وارده به بخش‌های مختلف بالغ بر ۵۰۰ میلیارد تومان برآورد شده است(۶). با توجه به تحقیقات صورت گرفته، کاهش پوشش گیاهی و تغییر کاربری اراضی به دلیل توسعه بی رویه و دخل و تصرف غیر مجاز انسانی در این استان باعث شده رواناب ناشی از بارش، چندین برابر افزایش یافته و صدمات جبران ناپذیری را به بار آورد. وقوع این حوادث و هم‌چنین نگرانی‌های ناشی از احتمال تکرار سیلاب درآینده سبب شده که پیش نویس طرح مطالعات جامع سیل‌خیزی حوزه‌های آبریز و سامان‌دهی رودخانه‌های استان‌های گلستان و خراسان تهیه و تدوین گردد(۷) که در این طرح با توجه به نظرات واصله از دستگاه های ذیربط و با عنایت به دلایل وقوع و تشدید خسارات سیل،

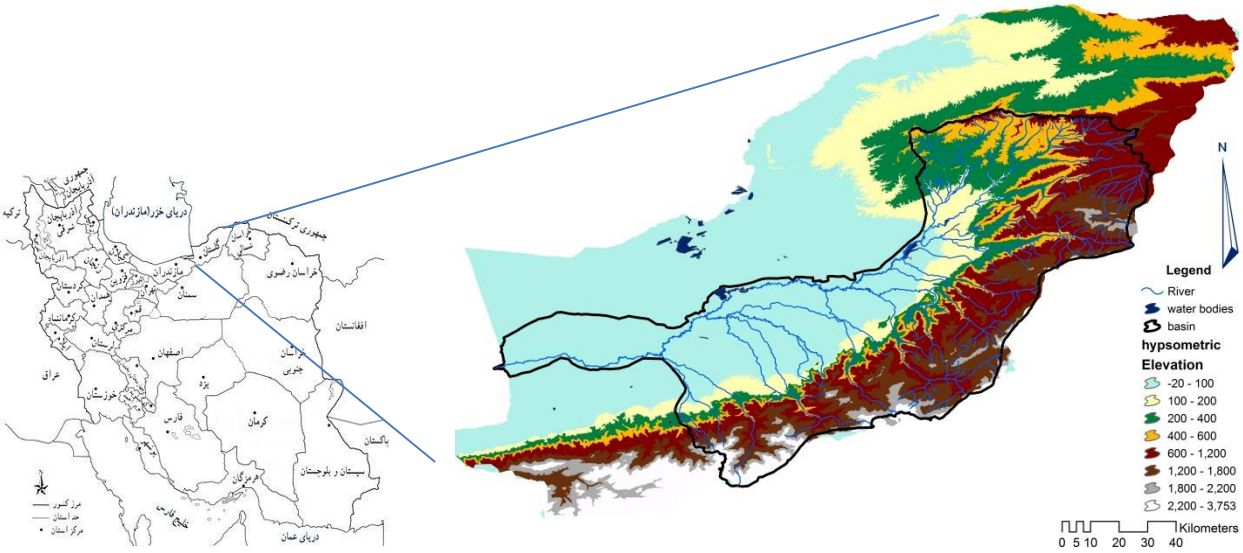
مواردی جهت مطالعه و ارایه راه‌کارهای مناسب به منظور سامان‌دهی و به حداقل رساندن خطرات و خسارت‌های ناشی از وقوع سیل‌های احتمالی آینده مطرح و بیان گردیده است. یکی از موارد مطرح شده، مطالعات آبخوان‌داری و پخش سیلاب به منظور استفاده موثر از جریان سیل و کاهش خسارت‌های آن می‌باشد(۸). کوثر(۹) فلسفه بهره‌وری بیش‌تر از سیلاب، همگام با کاستن زمان سیل به کم‌ترین اندازه را از عوامل مهم تعیین محل پخش آب می‌داند. بدین ترتیب گاهی شرایط زمانی و مکانی استفاده از سیلاب را در مناطقی که از بهترین موقعیت برخوردار نیستند، ضروری می‌نماید. سکونت انسان‌ها در مناطقی که ممکن است از آب یا خاکی مرغوب برخوردار نباشند، استفاده از منابع موجود را ناگریز می‌نماید. با عنایت به چند منظوره بودن برنامه‌های مهار سیلاب، گزینش محل مناسب گسترش سیلاب با توجه به اولویت‌ها به گونه‌ای صورت می‌گیرد که طرح‌ها بیش‌ترین بازده و کم‌ترین زیان را دارا باشند(۱۰). مدل تحلیل سلسله مراتبی(AHP) یک قاعده تصمیم گیری و دستورالعملی است که امکان مرتب سازی گزینه‌ها را فراهم می‌کند(۱۱). این روش امکان انتخاب گزینه بهتر را به دلیل انعطاف پذیری در فرآیند انتخاب گزینه برتر فراهم می‌آورد(۱۲). از سویی این روش به ویژه در زمان‌هایی مناسب‌تر است که مجبوریم معیارهایی با سطوح مختلف اهمیت را ارزیابی کنیم (۱۳). چابک بلداجی و همکاران (۱۴) تعیین مکان مناسب پخش سیلاب و نفوذ دادن آن به داخل سفره‌های زیرزمینی آب را، یکی از مهم‌ترین مراحل در انجام این پروژه دانستند و بر این اساس مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) را روشی مناسب جهت مکان‌یابی عرصه های پخش سیلاب در حوزه‌های آب‌خیز مناطق خشک کشور معرفی کردند. فرجی سبکبار و همکاران(۱۵) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل فرایند سلسله مراتبی مشخص نمودند، مکان‌های یافت شده با این روش با موقعیت ایستگاه پخش سیلاب کوثر انطباق و هماهنگی دارد. هم‌چنین روش AHP را روشی مناسب برای انتخاب عرصه‌های مناسب برای این پروژه معرفی نمودند. عالیشیخ و همکاران(۱۶) در تحقیق خود برای تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب در حوزه آب‌خیز سمل بوشهر از نقشه‌های شیب، قابلیت اراضی، نفوذپذیری سطحی، سازندهای دوران چهارم و ضخامت آبرفت در محیط GISاستفاده کرده‌اند. براساس این تحقیق، استفاده از مدل منطق فازی مناسب‌ترین راه‌کار برای تعیین مکان‌های مناسب جهت پخش سیلاب با هدف تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها معرفی شده است. لذا با توجه به مطالب فوق مکان‌یابی و اولویت‌بندی مناطق مناسب پخش سیلاب با استفاده از GIS و تحلیل تصمیم چند معیارهAHP در حوزه آب‌خیز گرگان‌رود در این تحقیق مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه

حوزه آب‌خیز گرگان‌رود با مساحت ۱۰۱۹۷ کیلومتر مربع یکی از حوضه‌های شمال شرق کشور بوده و یک سوم آن از مرتع تشکیل شده‌است بخش وسیعی از آن در استان گلستان واقع می‌باشد که بخش‌های بسیار کوچکی از آن به دلیل تقسیمات سیاسی در استآن‌های خراسان شمالی و سمنان قرار دارد. این حوضه از جنوب مشرف به سلسله جبال البرز شرقی، از شرق به کوه‌های آلاداغ و گلی‌داغ، از شمال به حوزه آب‌ریز اترک و از غرب به دریای خزر و حوزه آب‌خیز قره‌سو محدود می‌شود. ارتفاعات شمالی البرز که دارای اختلاف شدید با دشت آبرفتی هستند به همراه بارندگی زیاد باعث ایجاد رودخانه‌های عمدتاً جنوبی-شمالی با قدرت فرسایش شدید گردیده‌اند که این رودخانه‌ها به محض رسیدن به دشت با تشکیل مخروط افکنه های درشت دانه، عمده رسوب خود را بر جا گذاشته و به رودخانه‌های بالغ تغییر شکل می‌دهند و سپس در بستری آرام وارد رودخآن‌های پیر به نام گرگان‌رود می‌شوند. حوزه در محدوده مختصات جغرافیایی طول شرقی ´۱۰ °۵۴ تا ´۲۶ °۵۶ و عرض شمالی ´۳۵ °۳۶ تا ´۱۵ °۳۸ محصور گردیده است. دامنه ارتفاعی ۱۳۲ تا ۲۱۳۳ متر، بارندگی متوسط سالیانه ۴۹۶ میلی‌متر و دمای متوسط آن ۱۷/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. طول رودخانه اصلی که در دشت گنبد و گرگان جریان دارد ۳۳۳ کیلومتر می‌باشد. شکل (۱) موقعیت حوزه آب‌خیز

گرگان‌رود را در کشور و استان گلستان نشان می‌دهد. وقوع بارش‌های شدید به همراه تشکیلات زمین شناسی حساس به فرسایش و تغییر شدید کاربری اراضی از جنگل به اراضی دیم، سبب فراهم آمدن پتانسیل لازم برای تشکیل رواناب و در نتیجه خروج آب‌های سطحی در حوضه مورد مطالعه می‌شود.



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه و مدل رقومی ارتفاعی حوزه آب‌خیز گرگان‌رود

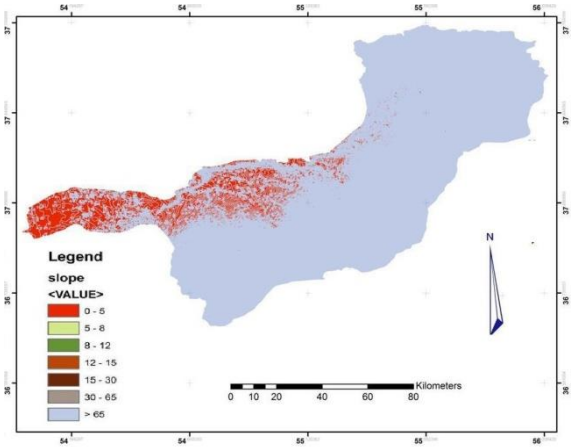
Figure 1- location of the Gorganroud watershed in the country and province

روش کار

در این پژوهش پس از مشخص شدن مرز محدوده مطالعاتی، نقشه رقومی ارتفاع[1] از ماهواره SRTM با دقت ۹۰ متر(Global NASA/NGA)، تهیه گردید و سپس لایه‌های اطلاعاتی نقطه‌ای، خطی و پلی‌گونی اعم از خطوط توپوگرافی، آبراهه‌ها، راه‌ها، قنات‌ها و موقعیت روستاهای موجود در منطقه و غیره به فرمت shp تهیه گردید. استفاده از لایه‌های اطلاعاتی مناسب در شناسایی بهترین مکان جهت پخش سیلاب اهمیت زیادی دارد. لذا بدین منظور در حوضه مورد مطالعه از لایه‌های اطلاعاتی شیب، نفوذپذیری، ژئومورفولوژی، سازندهای زمین شناسی و پوشش گیاهی استفاده شد. جهت دست‌یابی به لایه های فوق ابتدا از نقشه DEM، نقشه شیب تهیه گردید سپس برای تهیه نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی منطقه ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ی لندست ۷ سنجنده + ETM در محیط نرم افزار Erdas Imaging ترکیب رنگی کاذب ۴،۳،۲ تهیه شد و رخساره‌های مختلف ژئومورفولوژی بر روی آن تفکیک و توسط بازدید میدانی اصلاح گردید. نقشه خاک و نقشه کاربری اراضی با دقت ۱:۵۰۰۰۰ از اداره کل منابع طبیعی استان گلستان، اطلاعات خاک شامل بافت خاک (درصد شن، سیلت و رس)، اسیدیته خاک، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، عمق و ساختمان خاک، اطلاعات نقطه‌ای شامل پراکنش چاه‌ها، چشمه‌ها و روستاها از اداره کل آب منطقه‌ای استان گلستان، هم‌چنین با استفاده از نقشه‌های زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ از سازمان زمین شناسی کشور، نقشه‌های زمین شناسی و زمین ریخت‌شناختی منطقه تهیه شدند. سپس نقشه حریم ۱۰۰۰ متری برای جلوگیری از قطع دهانه چشمه، چاه‌ها و قنات و عدم تخریب ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری ایجاد گردید. در این مطالعه نقشه‌ها در قالب محدودیت‌ها، عوامل طبیعی و عوامل اقتصادی-

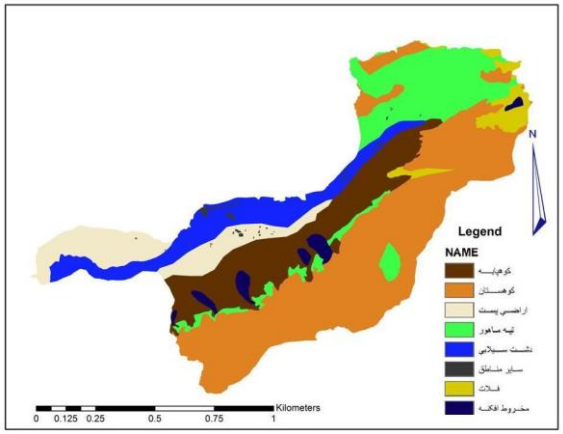
1- Digital Elevation map

اجتماعی برای تلفیق و برنامه‌ریزی انتخاب شدند. انتخاب عوامل اقتصاد-اجتماعی باعث کاهش هزینه‌های اجرای طرح در رابطه با مردم منطقه می‌باشد (۱۷). از سویی معیارها و محدودیت‌های انجام پروژه پخش سیلاب مطابق دستورالعمل ضوابط و معیارهای فنی پروژه‌های اصلاح و احیاء مراتع (۱۸) اعمال گردید. برای پر کردن پرسش‌نامه سیستم تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره AHP از نظرات کارشناسان خبره مراکز تحقیقاتی و بخش اجرا استفاده شد، هم‌چنین از نظراتی که قبلا طی مرور منبع مطالعه شده بود، نیز استفاده گردید. شکل‌های (۲تا ۷) نقشه‌های رقومی شده در محیط ArcGIS برای انجام این تحقیق را نشان می دهد.



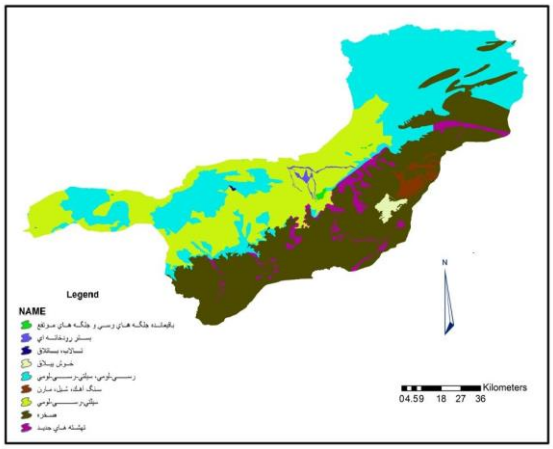
شکل ۲- نقشه‌ی شیب

Figure 2- Slope Map



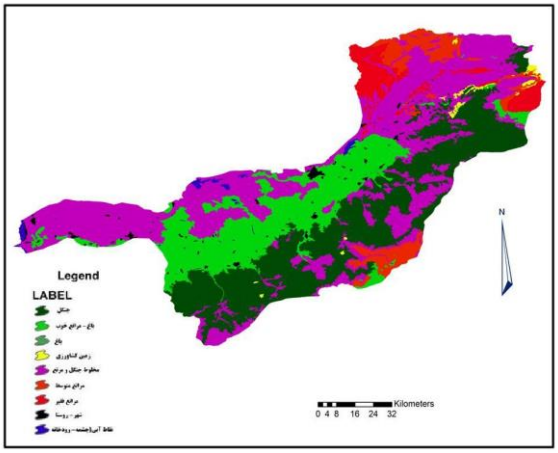
شکل۳- نقشه‌ی ژئومورفولوژی

Figure 3- Geomorphology Map



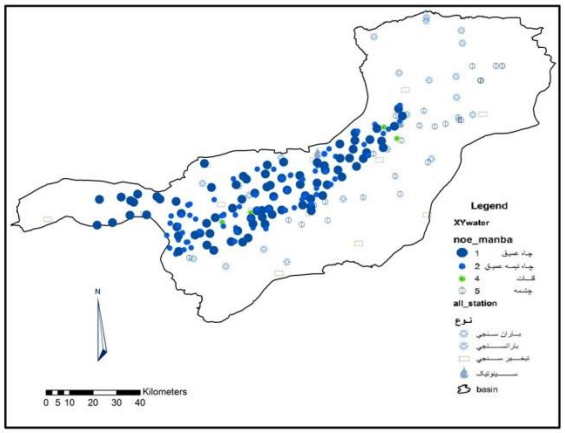
شکل ۴- نقشه‌ی کاربری اراضی

Figure 4- Land use Map



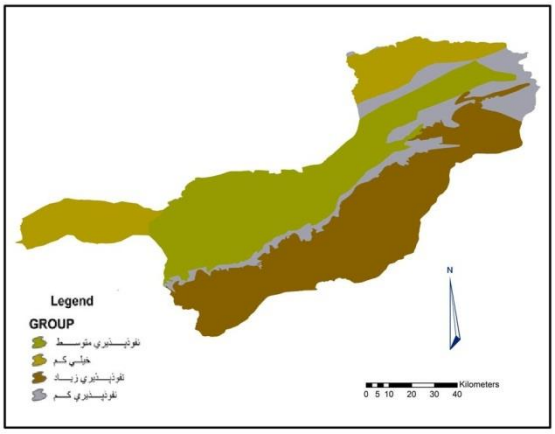
شکل ۵- نقشه‌ی بافت خاک

Figure 5- Soil texture Map



شکل ۶- نقشه‌ی‌پراکنش نقاط آبی، ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری

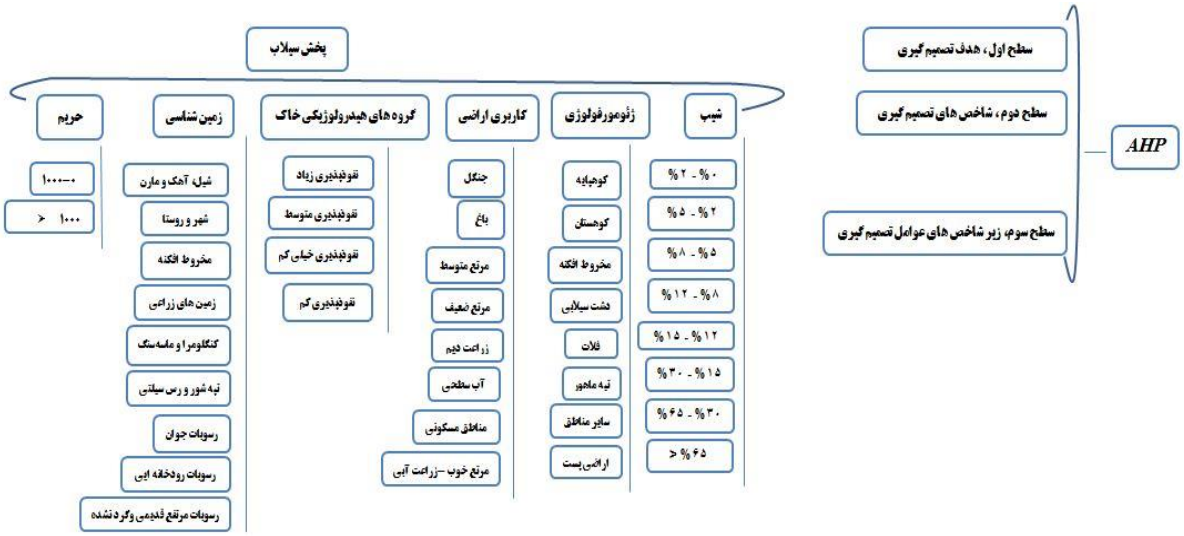
Figure 6- Distribution Map of water point, weather and hydrometry stations



شکل ۷- نقشه‌ی گروه‌های هیدرولوژیک خاک

Figure 7- Soil Hydrologic group Map

پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز، برای شناسایی مناطق مستعد پخش سیلاب در حوزه مطالعاتی از فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) و روش بولین استفاده گردید. برای پیاده‌سازی روش بولین از نرم افزار ArcGIS و برای اعمال روشAHP از نرم افزارEXPERT CHOISE و اکستنشن الحاقی مارینونی AHP در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. روال کار مدل AHP با مشخص کردن عناصر و تصمیم‌گیری و اولویت دادن به آن‌ها آغاز می‌شود. این عناصر شامل شیوه‌های مختلف انجام کار و اولویت دادن به ویژگی‌هاست. مدل AHP اغلب دارای سه سطح سلسله مراتبی است. سطح اول هر درخت بیان کننده هدف تصمیم‌گیری است، سطح دوم، شاخص‌های تصمیم‌گیری و سطح آخر هر درخت، بیان کننده زیر شاخص‌های عوامل تصمیم‌گیری است که با هم‌دیگر مقایسه می‌شوند. بر این اساس هدف تصمیم‌گیری، مکان‌یابی عرصه پخش سیلاب در سطح اول و عوامل موثر در تصمیم‌گیری نظیر شیب، سازند زمین شناسی، نفوذپذیری، ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی در سطح دوم و زیر شاخه‌های هر یک از عوامل اصلی مثلا طبقات نفوذپذیری (کم، متوسط و زیاد) در سطح سوم قرار گرفت و این درخت‌واره توسط نرم افزار EXPERT CHOISE ترسیم گردید که در شکل (۸) نشان داده شده‌است.



شکل ۸- سطوح تصمیم گیری AHP در این تحقیق (پخش سیلاب)

AHP decision levels in this research-Figure 8

در این روش برای تعیین ارزش نسبی عامل‌ها از مقایسه‌های زوجی استفاده می‌شود. هر عامل یا گزینه با عامل‌های نظیر خود مقایسه شده و امتیاز دریافت می‌کند. عوامل اصلی شامل شیب، سازند، نفوذپذیری، ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی با یک‌دیگر به‌صورت زوجی مقایسه شدند و امتیاز دریافت کردند. سپس هر کدام از زیر عامل‌های مربوط به عوامل اصلی با هم مقایسه و ارزش نسبی به آن‌ها داده شد. ماتریس وزن جهت مقایسه زوجی تعیین گردید. برای مکان‌یابی و به‌دست آوردن مقدار تاثیر هر کدام از عوامل مورد استفاده، از مفهوم معمولی سازی و میانگین موزون استفاده گردید، یعنی زیر رده‌های مختلف هر رده با هم (سطوح سوم تصمیم‌گیری) و رده‌های اصلی باهم (سطوح دوم تصمیم‌گیری) مقایسه شدند و توسط میانگین وزنی نرمال شدند. مقایسه دو به دو عوامل با استفاده از مقیاسی که از مطلوبیت یکسان تا کاملا مطلوب‌تر طراحی شده، انجام می‌گیرد. تجربه نشان داده است که استفاده از ارزش‌های وزن‌دهی ۱ تا ۹ تصمیم گیرنده را قادر می‌سازد تا مقایسه‌ها را به گونه‌ای مطلوب انجام دهد. به همین علت استفاده از جدول (۱) در امتیازدهی مقایسه‌ای به صورت یک مقیاس استاندارد در آمده است. در این مقایسه‌ها تصمیم گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی استفاده خواهند کرد به گونه‌ای که اگر عنصر I با J مقایسه شود، تصمیم گیرنده خواهد گفت که اهمیت I بر J یکی از حالات کیفی جدول (۱) است که توسط ساعتی(۱۹) به مقادیر کمی بین ۱ الی ۹ تبدیل شده‌اند.

جدول ۱- مقادیر توصیفی ترجیح و اولویت

Tabel 1- The amount of prefer description and priority

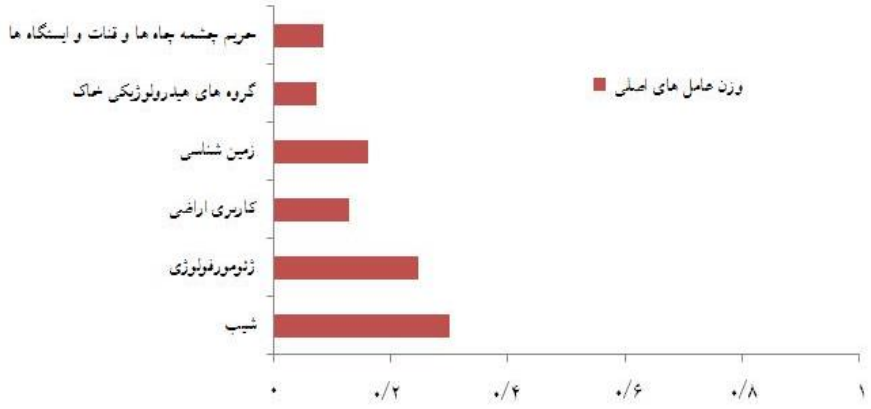
ترجیحات(قضاوت شفاهی)	مقدار عددی
کاملا مهم تر یا کاملا مطلوب تر	۹
اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مطلوب تر یا کمی مهم تر	۳
اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
اولویت های بین فواصل	۲،۴،۶ و ۸

پس از مقایسه عوامل اصلی، زیر عوامل با هم مقایسه می‌شوند. سپس کلیه وزن‌های به‌دست آمده در محیط نرم افزار ArcGIS بر روی نقشه‌های مربوطه اعمال گردید و نقشه‌های نهایی برای هر عامل تهیه شد. در نهایت با استفاده از تلفیق بولین در نرم افزار ArcGIS و مدل AHP بر روی نقشه‌های عوامل، نقشه اولیه مکان‌یابی تهیه گردید.

در روش Boolean که اساس ریاضی دارد نقشه‌ها به‌صورت کدهای ۰ و ۱ در می‌آیند که کدهای صفر مناطق نامناسب و کدهای ۱ مناطق مناسب می‌باشند و در نهایت همه نقشه‌ها در هم‌دیگر ضرب می‌شوند و حاصل به صورت یک نقشه در می‌آید که کد صفر مناطق نامناسب و کد ۱ مناطق مناسب را نشان می دهد و با استفاده از هم‌پوشانی ریاضی در هم‌دیگر ضرب و حاصل نقشه‌ای به صورت کدهای صفر (مناطق نامناسب) و کدهای یک (مناطق مناسب) ارایه می گردد.

نتایج و بحث

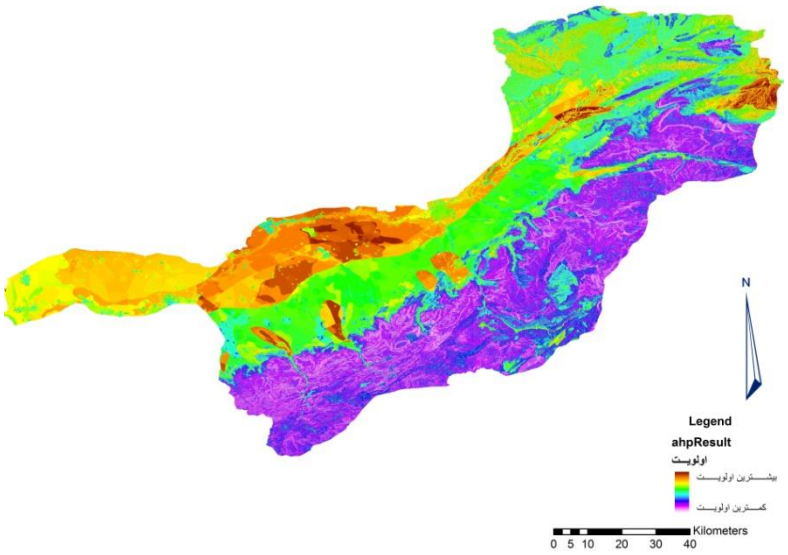
تلفیق لایه‌ها در محیط GIS انجام شد که نتیجه آن دو نقشه با مدل AHP و منطق ریاضی بولین بود که در بررسی عوامل و محدودیت‌ها این نقشه‌ها به‌دست آمد و نتیجه آن در شکل (۹) آمده است که وزن پارامترهای موثر در مکان‌یابی پخش سیلاب منطقه گرگان‌رود نشان داده شده است که ضریب تناقص گویی به‌دست آمده $Inconsistency = 0.08 < 0.1$ حاکی از آن است که نمره‌دهی عوامل AHP درست بوده است.



شکل ۹- وزن پارامترهای موثر در امر مکان‌یابی و میزان ضریب تناقص گویی با روش AHP

Figure 9- The weight of effective factors in locating

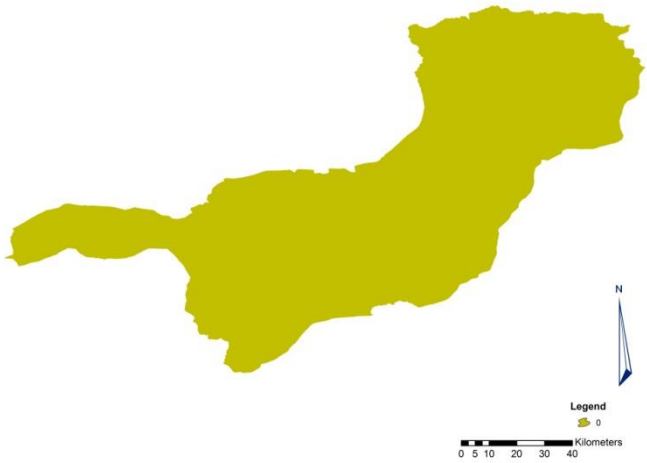
از آن جایی که پروژه‌های پخش سیلاب همواره با یک سری محدودیت‌ها (مثل شیب بالای ۶ درصد، اراضی زراعی و سازندهای غیرقابل نفوذ و مناطق کوهستانی و تپه‌ای) جهت اجرا مواجه هستند، بنابراین نقشه‌های عوامل محدودیت تهیه و در نقشه اولیه مکان‌یابی اعمال گردید و نقشه نهایی مکان‌یابی پخش سیلاب منطقه مورد نظر تهیه گردید. بر این اساس با توجه به مدل AHP مناطقی که بیش‌ترین ارزش وزنی را داشتند به عنوان مناطق بسیار مناسب و دارای اولویت بالا در منطقه تشخیص داده شدند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- نقشه اولویت بندی مناطق مناسب پخش سیلاب بر اساس AHP

Figure 10- Ranking Priority Map of locating suitable areas for floodwater spreading using AHP decision

در روش بولین یا ریاضی فازی هم تلفیق لایه‌ها در محیط GIS انجام شد که نتیجه آن نقشه شاخص مرکب با ارزش‌های فازی بود. بر اساس این روش از بالغ بر ۱۰ عرصه مطالعاتی در بررسی عوامل و محدودیت‌ها هیچ مکان مناسبی برای انجام پروژه پخش سیلاب در حوضه گرگان‌رود پیدا نشد و همه مناطق کد صفر گرفته‌اند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- نقشه مکان‌یابی مناطق مناسب پخش سیلاب حوزه آب‌خیز گرگان‌رود با استفاده از روش بولین

Figure 11 - Location Map of suitable areas for floodwater spreding using Boolean method

با توجه به شکل (۱۰) مشخص می‌گردد که محل‌های مناسب پخش سیلاب عمدتا در حوضه گرگان‌رود شرقی، در بالادست حوزه و قسمت‌هایی هم در امتداد رودخانه و در مخروط افکنه‌ها مشاهده می‌گردد. در اغلب تحقیقات گذشته به عوامل مکانی چون مناطق مسکونی، چشمه‌ها، چاه‌ها و قنات‌ها کم‌تر توجه شده اما در این تحقیق همه عوامل و محدودیت‌ها مد نظر قرار گرفته‌است و بر این اساس استفاده از این روش می‌تواند موجب صرفه جویی در زمان و هزینه گردد. همان‌طور که ملکیان و

همکاران (۱۰) اشاره نموده‌اند، امروزه یافتن مکان یا مکآن‌های مناسب برای ایجاد یک فعالیت در حوضه جغرافیایی معین، جزء مراحل مهم پروژه‌های اجرایی به ویژه در سطح کلان و ملی به شمار می‌رود. مکان‌های نهایی باید در حد امکان همه شرایط و قیود لازم را دارا باشد و عدم بررسی این شرایط و قیود قبل از اجرای چنین پروژه‌هایی نتایج نامطلوبی را به دنبال خواهد داشت. برای نمونه در راس این مشکلات باید به عدم صرفه اقتصادی و عدم کارایی پروژه‌ها اشاره نمود با اجرای یک مکان‌یابی موفق کلیه عوامل موثر در ایجاد فعالیت‌ها در سطح منطقه مطالعاتی بررسی می‌شود و مکان‌های مناسب در قالب خروجی فرایند مکان‌یابی در سامانه اطلاعات جغرافیایی در اختیار مدیران و تصمیم‌گیرندگان نهایی قرار می‌گیرد. مع الوصف وهابی(۱۹) در تحقیق خود بیان می‌دارد که در انتخاب محل پخش سیلاب‌ها هیچ اقدامی جایگزین بازدیدهای دقیق محلی، جمع‌آوری آمار و اطلاعات صحیح از افراد و کارشناسان مجرب نمی‌گردد، اما با این همه، استفاده از عکس‌های هوایی و نقشه‌های شیب، زمین شناسی، هم‌باران وهم‌تبخیر و کاربری اراضی و پوشش گیاهی، راه‌ها و تاسیسات موجود به همراه ابزار GIS و RS برای دست‌یابی به امر پیدا کردن بهترین مکان‌های احداث پخش سیلاب کمک شایانی می‌نماید. لذا یافته‌های این تحقیق توانایی و کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی را در شبیه‌سازی و کمک به کم کردن هزینه‌ها و بالا بردن موفقیت در اجرای طرح‌های پخش سیلاب داخل محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد. دادرسی‌سبزوار و خسروشاهی(۲۰) نیز در تحقیق خود با عنوان شناخت مناطق مستعد برای گسترش سیلاب به روش مدل‌های مفهومی در سطح شش شهرستان از شهرهای استان خراسان رضوی بیان نمودند که روش بولین قادر به تفکیک مناطق مستعد در درجه‌های مختلف نمی‌باشد به‌طوری که ممکن است با اضافه شدن تنها یک مورد به عامل‌های نامطلوب عرصه مورد مطالعه برای هدف مورد نظر، نامستعد گردد و بر این اساس متذکر شدند که مدل منطق بولین کارایی و دقت لازم را در تعیین و اولویت‌بندی مناطق مورد نظر برای پخش سیلاب ندارد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که سامانه اطلاعات جغرافیایی در مدل‌سازی و کمک به کاهش هزینه‌ها و افزایش موفقیت برای شناسایی مناطق مستعد اجرای پخش سیلاب در حوزه‌های آب‌خیز است. همانطور که نیک‌قوچ و حیدریان (۱۳۹۲) در تحقیق خود به این نکته اشاره کرده‌اند، بررسی سیل‌های گذشته بیان‌گر این است که شرق استان گلستان یک منطقه سیل‌خیز است و با توجه به آمار سیل در سال‌های گذشته در حوزه آب‌خیز گرگان‌رود در پیش‌نویس طرح مطالعات جامع سیل‌خیزی حوضه‌های آب‌ریز و سامان‌دهی رودخانه‌های استان‌های گلستان و خراسان یکی از موارد مطرح شده، مطالعات آبخوان‌داری و پخش سیلاب به منظور استفاده موثر از جریان سیل و کاهش خسارات آن می‌باشد(۸). لذا با توجه به قابلیتی که سامانه اطلاعات جغرافیایی در مدل‌سازی فضایی و مکانی داده‌ها، هم‌چنین ساخت مدل‌های جدید و آزمون روش‌های مختلف دارا می‌باشد، این موضوع به مدیران و برنامه‌ریزان کمک زیادی می‌کند تا بتوانند بر اساس داده‌های مکانی بهتر تصمیم‌گیری نمایند. با این‌حال عدم مشخص شدن مکان‌های مناسب با استفاده از روش بولین و منطق فازی نکته قابل تاملی را در اجرای پروژه پخش سیلاب در حوضه گرگان‌رود ایجاد می‌کند که توصیه می‌گردد اولویت‌های معرفی شده با استفاده از روش AHP حتما توسط کارشناسان مجرب و نیز مدیران و تصمیم‌گیران نهایی، مورد بررسی قرار گیرد تا این افراد بر اساس سیاست‌های موجود، اولویت‌ها و گزینه‌های مناسب را انتخاب نمایند.

Reference

1- Badripour, H., Eskandari, N and Rezaee, S. (2007). Review on Iran rangeland. Forest, Range and Watershed management organization. 105pp. (In Persian)

2- Azkia, M and Jafari, M. (2005). Dynamic Model designing of Sustainable management of rangeland ecosystem of country. Tehran University and Forest, Range and

Watershed management organization.160pp. (In Persian)

3- Arzani, H., Azarnivand, H., Mehrabi, A., Nikkhah, A and FazelDehkordi, L. (2007). Calculation of minimum suitable area for grazing in Semnan province. Journal of Pejouhesh and Sazandgi. 74: 107-113. (In Persian)

4- Eskandari, N., Alizadeh, A and Mahdavi, F. (2008). Range management policies in Iran. Forest, Range and Watershed management organization.190pp. (In Persian)

5- Mesdaghi, M. (2009). Range management in Iran. Astane Ghods Razavi, 333pp. (In Persian)

6- Setayeshgar, F. Setayeshgar, F. (2014). News Report. Flood Management Plan in Golestan, Khorasan Newspaper. No. 18790. (In Persian)

7- Nikqouch.E and Heydarian, A. (2013). Investigation and management analysis of large floods of Gorganrood watershed in Golestan province. Proceeding of National Conference of flood management. 111p. (In Persian)

8- Anon. (2009). Integrated plan flooding of Golestan Province. Golestan Regional Water Company. 115pp. (In Persian)

9- Kowsar, A. (1995). Introduction to harness floods and optimal productivity. Iran research institute of forest and rangeland. 450pp. (In Persian)

10- Malekian, A., Alipour. H., Khirkhah Zarkesh, M. and Gharegchelou. S. (2012). The using of AHP in locating spreading. The first conference on rainwater catchment system. (In Persian)

11- Starr, M. K., and M. Zeleny (1977)."MCDM: State and future of arts. In: M. K. Starr and M. Zeleny (eds.), Multiple criteria decision making". Amsterdam: North-Holland, pp.5-29.

12- Al-Hanbali, A., Alsaaidh, B., and Kondoh, A. (2011)."Using GIS-Based weighted linear combination analysis and remote sensing techniques to select optimum solid waste disposal sites within Mafraq city, Jordan". Journal of Geographic Information System, 2011, (3): 267-278

13- Paliska, D., Cop, R., Fabjan, D. (2010).”The Use of GIS-Based spatial multi-criteria evaluation in the selection process for the New Slovenia Geomagnetic observatory site”. Original Scientific article UDC 659.2:004:550.380.2(497.4)

14- Chabok Boldaji, M., Hasanzadeh, M. and Ebrahimi, Z. (2010). The using of AHP in floodwater spreading spreading locating of Eshghabad watershed in Tabas. Journal of watershed management. 13(4): 31-38. (In Persian)

15- Faraji Sabokbar, H., Hasanpour, s., Alavipanah, K and Elyaspour, S. (2011). Uuitable areas locating of floodwater spreading using AHP in GIS field, case study, Gareh Baygan plain Watershed, Fasa, Shiraz. Journal of Natural Geographical. 4(14): 13-25. (In Persian)

16- Alesheikh, A.A., Soltani, M.J., Nouri, N. and Khalilizadeh, M. 2008. Land assessment for flood spreading site selection using geospatial information system. Interna. Journal. Environmental Science and Technology. 5(4):455-462.

17- Jamali, A., Ashuri, P and Zarekia, S. (2010). Determination and prioritization of suitable floodwater spreading zones for recharge Qanats, wells and springs in arid Regions (Case study: Miankouh watershed of Yazd), Journal of rangeland and Desert. 17(1): 106-114. (In Persian)

18- Ansari, V. (2006). Technical criteria rangeland restoration projects. Forest, Range and Watershed management organization. 119ppSaaty, T. L. 1986. Axiomatic Foundation of The Analytic Hierarchy Process, Management Science, 32(7):32-43. (In Persian)

19- Vahabi, J. (2003). Analysis of floodwater spreading system and introducing research priority. Journal of Pejouhesh and Sazandgi. No. 60, 22-29. (In Persian)

20- Dadrasi Sabzevar, A. and Khosrowshahi, M. 2008. Identification of suitable areas for floodwater spreading areas by using of conceptual models. Scientific and Research Journal of range and desert. 15(2): 227-241. (In Persian)