گزارش کوتاه علمی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و دوم، شماره اول، ۱۳۹٤
http://jwsc.gau.ac.ir

# پهنه‌بندی خطر و برنامه مدیریت رواناب شهری با استفاده از تکنیک‌های GIS و AHP (مطالعه موردی: شهرگرگان، استان گلستان)

***سامان بدیعی‌زاده[۱]، عبدالرضا بهره‌مند[۲] و سیدعبدالحسین آرامی[۳]**

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۳]دانشجوی دکتری گروه مدیریت مناطق بیابان‌زدایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۱۸

## چکیده

این پژوهش به‌منظور پهنه‌بندی خطر و مدیریت رواناب سطحی در شهر گرگان به وسعت ۳٦٥۲,۵ هکتار با تکیه بر معیارهای هیدرولیکی و آسیب‌پذیری و اثرات محیطی با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی صورت گرفت. برای اجرای برنامه ابتدا لایه‌های برداری ورودی شامل لایه‌های کاربری اراضی شهری، لایه کانال‌ها و مسیل‌های شهری، لایه رقومی ارتفاعی، لایه ژئولوژی و لایه سطح آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی، توسط نرم‌افزار GIS خوانده شده، بعد از انجام پردازش‌های لازم بر روی آن‌ها، به فرمت اطلاعات رستری متناسب با محدوده مطالعاتی تبدیل می‌شوند. در گام بعدی ساختار سلسله مراتبی با توجه به هدف مسأله شکل گرفته و در مرحله بعد مقادیر شاخص وزنی هر لایه اطلاعاتی و طبقات مختلف آن‌ها براساس شاخص وزنی AHP و توسط نرم‌افزار Expert Choice مورد بررسی قرار گرفت. با اعمال وزن هر یک از نقشه‌های معیار اصلی (آسیب‌پذیری، هیدرولیکی و اثرات محیطی) براساس قواعد تصمیم‌گیری چندمعیاره، نقشه نهایی پتانسیل سیل‌خیزی براساس نقاط عطف منحنی فراوانی تجمعی پیکسل‌ها در ۵ کلاس خیلی‌کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی‌زیاد طبقه‌بندی گردید، به‌طوری‌که حدود ۱/۷ درصد از محدوده مطالعاتی در کلاس خطرپذیری یک، ۱۱/٦ درصد در کلاس دو و ٤۳/۰۷ درصد در کلاس سه، ۲٤/۳ درصد در کلاس چهار و در ۱۹/۱ درصد در کلاس خطرپذیری پنج واقع شد.

***واژه‌های کلیدی:*** گرگان، رواناب شهری، GIS، Expert Choice

* مسئول مکاتبه: saman.badie84@gmail.com

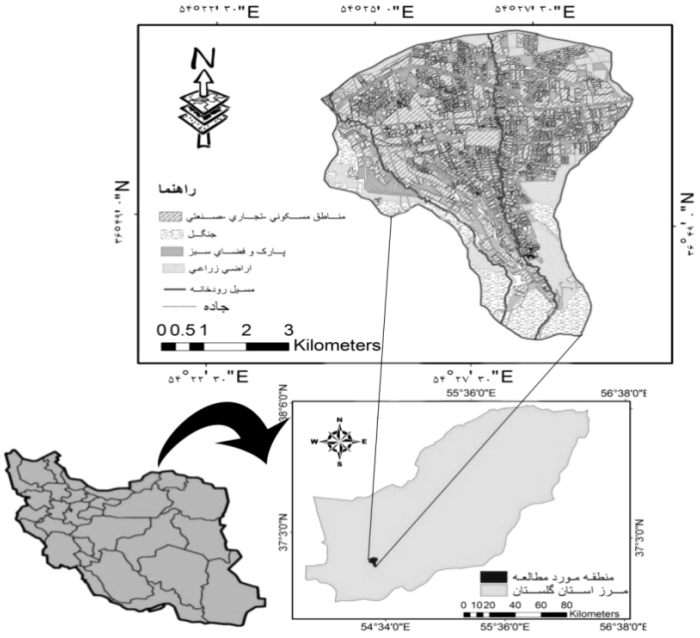
## مقدمه

سالانه در نقاط مختلف جهان، جان و مال بسیاری از مردم در اثر وقوع سیل به مخاطره می‌افتد. تغییرات کاربری اراضی، شهرنشینی، ساخت و سازه‌های غیراصولی، سیستم فاضلاب قدیمی و توسعه اراضی غیرقابل نفوذ در مناطق شهری اثرات مهمی در وقوع این خطر دارند (موسوی، ۲۰۰٦؛ رادمهر، ۲۰۱۰؛ یوندرو، ۱۹۷۸؛ فرناندز، ۲۰۱۰). بیش‌تر سطح در مناطق شهری توسط اراضی غیرقابل نفوذ پوشیده شده که در اثر بارش باران با شدت بالا باعث تجمع رواناب و بروز سیل یا آبگرفتگی در این مناطق می‌شود (فرناندز، ۲۰۱۰). از زمان‌های گذشته به سیلاب‌های رودخانه‌ای و دشت سیلابی توجه خاصی شده، در حالی‌که سیلاب در محیط شهری کم‌تر مورد توجه قرار گرفته و عواقب اجتماعی و اقتصادی سیلاب در محیط شهری به‌طور اجتناب‌ناپذیری بیش‌تر از ٤۹/۲ درصد از ساکنان جهان را تحت‌تأثیر قرار داده است (یوندرو، ۱۹۷۸). آبگرفتگی در معابر عمومی و مختل شدن رفت و آمد و خسارات ناشی از آن یکی دیگر از مشکلات مناطق شهری است که ناشی از نبود برنامه‌ریزی دقیق شهری می‌باشد. مدیریت حوضه آبخیز شهری به‌منظور کنترل و کاهش جریان سطحی و تأثیر بر تولید رواناب انجام می‌شود. وقوع پدیده‌های طبیعی چون سیل، تاکنون موجب بروز خسارات زیادی به جامعه بشری شده است. براساس آمارهای موجود، در کشور ایران، در طی سال‌های ۷۱-۱۳٦۱، ٤۸۱ مورد سیلاب مهم به وقوع پیوست که بالغ بر ٦۳۰ نفر تلفات انسانی به همراه داشته است، همچنین در بررسی سیل‌های شدید طی ۵۰ سال گذشته (۷۰-۱۳۲۰)، ۳۷۰۰ مورد سیل خسارت‌زا در کشور به ثبت رسیده است که بیش‌تر آن‌ها در استان‌های غرب و شمال کشور اتفاق افتاده است (توکلی، ۲۰۰۱). کاهش اثرات بحران، نیازمند تلفیق داده‌های مختلفی از جمله توپوگرافی، راه‌ها، ساختمان‌ها و تأسیسات شهری می‌باشد. روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) پتانسیل زیادی را به‌منظور کاهش دادن هزینه و زمان و بالا بردن دقت در تصمیم‌گیری‌های فضایی، دارا می‌باشد و می‌تواند چارچوب مناسبی را برای حل مسایل فضایی در مدیریت رواناب شهری فراهم آورد (رادمهر، ۲۰۱۰).

## مواد و روش‌ها

شهر گرگان بین ٥٤ درجه و ۲۲ دقیقه و ۸٤ ثانیه تا ٥٤ درجه و ۲۹ دقیقه و ۷٦ ثانیه طول شرقی و ۳٦ درجه و ٤۷ دقیقه و ۵۲ ثانیه تا ۳٦ درجه و ۵۱ دقیقه و ۹۵ ثانیه عرض شمالی با ارتفاع ۱۵۵ متر از

سطح آب‌های آزاد و مساحت ۳۶۳۲٫۸۵ هکتار با جمعیت قریب به ۲۷۰ هزار نفر در بخش جنوبی استان گلستان واقع شده است. شهر گرگان به‌علت قرارگیری در نزدیکی دریای خزر از یک‌سو و وجود رشته‌کوه البرز در جنوب و جنوب‌شرقی آن از سوی دیگر، تحت‌تأثیر انتقالات آب و هوایی حوضه دریای خزر قرار دارد (خلیلی‌زاده، ۲۰۰۳).




**شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.**

در این پژوهش نقش و میزان دخالت برخی عوامل مؤثر در رواناب سطحی مانند شیب، طبقات ارتفاعی، فاصله از کانال، عمق سطح ایستایی و کاربری اراضی شهری با توجه به اهمیت آن‌ها در نشان دادن میزان سیلابی بودن مناطق شهری (موسوی، ۲۰۰۶؛ رادمهر، ۲۰۱۰؛ فرناندز، ۲۰۱۰) و همچنین براساس کیفیت و کمیت اطلاعات موجود، مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه ابتدا از نقشه‌های ۱:۵۰۰۰ محدوده شهری گرگان، اطلاعات مربوط به رقوم ارتفاعی و کاربری اراضی استخراج گردیده است. لایه کاربری اراضی نیز از نقشه ۱:۵۰۰۰ استخراج شده که در شکل ۲ ارایه شده است. از نقشه

۱:۵۰۰۰ توپوگرافی برای تهیه نقشه شیب و طبقات ارتفاعی، استفاده شد. اطلاعات رقومی محدوده مورد مطالعه به‌صورت مختصات (Z و Y و X) برای تهیه نقشه TIN[1] مورد استفاده قرار گرفته است. لایه TIN و لایه مسیر جریان با یکدیگر ترکیب شده و با مشخص کردن نقاط خروجی، مرز حوضه در محدوده شهر گرگان مشخص گردیده است (شکل ۱). نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ از اداره منابع طبیعی و اطلاعات مربوط به چاه‌های پیزومتری و فاصله از کانال رودخانه‌ای توسط سازمان‌های مربوطه (آب منطقه‌ای و شهرداری شهر گرگان)، فراهم گردید. لایه سطح آب زیرزمینی براساس موقعیت چاه‌های مشاهداتی و میانگین سطح آب ایستابی آن‌ها طی یک دوره آماری ده‌ساله، در اطراف محدوده مطالعاتی، با استفاده از مدل کریجینگ با قدرت تفکیک ۱۰×۱۰ توسط نرم‌افزار ARCGIS تهیه گردید. نحوه اجرای برنامه به این ترتیب است که ابتدا لایه‌های برداری ورودی شامل لایه‌های کاربری اراضی شهری، لایه کانال‌ها و مسیل‌های شهری، لایه رقومی ارتفاعی، لایه زمین‌شناسی و لایه سطح آب زیرزمینی براساس موقعیت چاه‌های مشاهداتی و سطح ایستابی آن‌ها در محدوده مطالعاتی، توسط نرم‌افزار GIS خوانده شده بعد از انجام پردازش‌های لازم بر روی آن‌ها، به فرمت اطلاعات رستری متناسب با محدوده مطالعاتی تبدیل می‌شوند. در گام بعدی ساختار سلسله مراتبی، با توجه به هدف مسأله شکل گرفته و در مرحله بعد مقادیر شاخص وزنی هر لایه اطلاعاتی و طبقات مختلف آن‌ها براساس شاخص وزنی AHP و توسط نرم‌افزار Expert Choice ۲۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفت (ساتی، ۱۹۸۰).

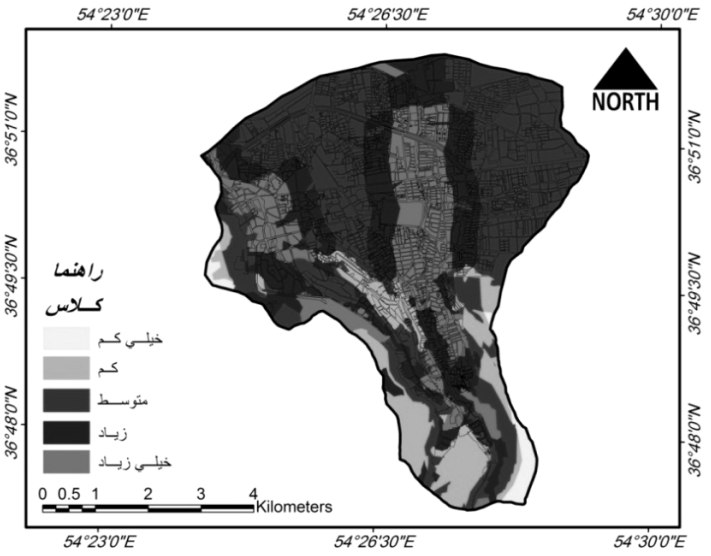
## نتایج

در این مدل وزن عوامل ۹ گانه توسط تکنیک سلسله مراتبی یا مقایسه زوجی محاسبه شد. مقایسات زوجی توسط ۳ متخصص هیأت علمی و ٦ متخصص اجرایی و با نرم‌افزار Expert Choice ۲۰۰۰ انجام شد. به‌منظور پهنه‌بندی، وزن هر عامل در نقشه براساس نرخ همان عامل ضرب شد و نقشه خطر سیلاب از جمع نقشه‌های براساس نرخ و وزن عوامل تهیه و براساس نقاط عطف منحنی فراوانی تجمعی پیکسل‌ها (کریمی، ۲۰۱۰)، در ۵ کلاس خیلی‌کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی‌زیاد طبقه‌بندی گردید.

1- Triangulated Irregular Networks

**جدول ۱- مقادیر شاخص وزنی و نرخ ناسازگاری برای معیارها، زیرمعیارها و طبقات آن‌ها با نرم‌افزار Expert Choice ۲۰۰۰.**

| معیار | وزن | زیرمعیار | وزن | کلاس | رتبه |
|---|---|---|---|---|---|
| هیدرولیکی | ۰/۲۹۷ | شیب | ۰/۲۰۰ | <۲ | ۰/٤٦۹ |
| | | | | ۲-۵ | ۰/۲٦۵ |
| | | | | ۵-۸ | ۰/۱۳۸ |
| | | | | ۸-۱۲ | ۰/۰۷۸ |
| | | | | >۱۲ | ۰/۰۵۱ |
| | | | | | نسبت ناسازگاری ۰/۰۱ |
| | | طبقات ارتفاعی | ۰/۲۰۰ | <۱۰۰ | ۰/٤۵۹ |
| | | | | ۱۰۰-۲۰۰ | ۰/۲٦۹ |
| | | | | ۲۰۰-۳۰۰ | ۰/۱۳۹ |
| | | | | ۳۰۰-٤۰۰ | ۰/۰۸۲ |
| | | | | >٤۰۰ | ۰/۰۵۱ |
| | | | | | نسبت ناسازگاری ۰/۰۱ |
| اثرات محیطی | ۰/۱٦۳ | عمق سطح ایستابی | ۰/۰۷۱ | <۲۰ | ۰/٤۵٦ |
| | | | | ۲۰-۲۵ | ۰/۲٦۵ |
| | | | | ۲۵-۳۰ | ۰/۱۳۳ |
| | | | | ۳۰-۳۵ | ۰/۰۸۵ |
| | | | | >۳۵ | ۰/۰٦۲ |
| | | | | | نسبت ناسازگاری ۰/۰۲ |
| | | زمین‌شناسی | ۰/۱۰٦ | $Q_s$ | ۰/٦٦۷ |
| | | | | $Q_m$ | ۰/۳۳۳ |
| | | | | | نسبت ناسازگاری ۰/۰ |
| آسیب‌پذیری | ۰/۵٤۰ | نوع کاربری | ۰/۰۵۰ | مناطق مسکونی- تجاری- صنعتی | ۰/۵۵٤ |
| | | | | پارک و فضای باز | ۰/۲٤۲ |
| | | | | اراضی زراعی | ۰/۱۳۲ |
| | | | | اراضی جنگلی | ۰/۰۷۲ |
| | | | | | نسبت ناسازگاری ۰/۰۲ |
| | نسبت ناسازگاری ۰/۰۰۸ | فاصله از کانال رودخانه‌ای | ۰/۳۷۲ | <۵۰ | ۰/٤۵۹ |
| | | | | ۵۰-۱۰۰ | ۰/۲۵۰ |
| | | | | ۱۰۰-۵۰۰ | ۰/۱٤۵ |
| | | | | ۵۰۰-۱۰۰۰ | ۰/۰۸۹ |
| | | | | >۱۰۰۰ | ۰/۰۵۷ |
| | | | | | نسبت ناسازگاری ۰/۰۵ |
| | | نسبت ناسازگاری | ۰/۰۰۷۹ | | |




**شکل ۲- نقشه پهنه‌بندی خطر سیل شهر گرگان.**

## بحث و نتیجه‌گیری

حوزه‌های آبخیز به‌عنوان خاستگاه و منشاء اصلی سیلاب‌ها باید مورد شناسایی قرار بگیرند و نقش خصوصیات فیزیوگرافی و تغییر و تحولاتی که به مرور زمان و یا با توجه به برنامه‌های بهره‌برداری از اراضی و توسعه و گسترش سایر فعالیت‌ها در سطح حوضه به وقوع می‌پیوندد، در کم و کیف سیلاب‌ها پیشاپیش مورد ارزیابی قرار گیرد. بررسی شاخص وزنی معیارهای اصلی (جدول ۱) بیانگر آن بود که در فرایند جاری‌شدن رواناب معیار هیدرولیکی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد که شامل دو زیر معیار شیب و طبقات ارتفاعی می‌باشد شیب حوضه آبخیز اثری محسوس و قابل‌توجه در جریان سطحی آن دارد. تأثیر شیب روی مقدار رواناب، ناشی از اثر آن بر عمق و ظرفیت نگهداری آب خاک و همچنین فرصت نفوذ آب در آن و همچنین میزان نفوذ آب در خاک است (کردوانی، ۲۰۰۰). چنان‌چه مقدار شیب فزونی یابد، نقش عوامل افزاینده نفوذ کاهش یافته و میزان رواناب زیاد می‌شود، زیرا تجمع آب در ناهمواری‌های سطحی رابطه نزدیک با شیب آبخیز داشته و با افزایش آن تقلیل می‌یابد. در شرایط مساوی سرعت جریان در حوضه‌های با شیب تند نسبت به حوضه‌های با شیب ملایم سریع‌تر است. زیرا هرچه شیب بیش‌تر باشد سرعت آب بیش‌تر شده و سریع‌تر به انتهای حوضه

رسیده و زودتر تجمع می‌یابد و در نتیجه دبی اوج هیدروگراف تیزتر می‌گردد (قنواتی، ۱۹۹۹)، در بین طبقات شیب، طبقه شیب ۲> دارای وزن ۰/٤٦۹ می‌باشد که نسبت به سایر طبقات اهمیت بیش‌تری دارد (جدول ۱). ارتفاع آبراهه اصلی یکی از ویژگی‌های مهم حوضه آبخیز است که از نظر اهمیت خاص خود در مطالعات هیدرولوژی مد نظر قرار گرفته است. ارتفاع آبراهه به‌طور عمده از طریق تأثیر بر سرعت حرکت آب و تخلیه حوضه و در نتیجه مقدار تلفات آبراهه‌ای، در میزان آبدهی حوضه مؤثر است (کردوانی، ۲۰۰۰). با افزایش ارتفاع آبراهه، سرعت حرکت آب بیش‌تر و در نتیجه نسبت زیادتری از آب ورودی در آن از حوضه تخلیه می‌شود. رودخانه‌های درارتفاع بالاتر، در مقایسه با انواع کم ارتفاع، از آبدهی کم‌تری برخوردارند ولی برعکس دبی اوج بالاتری دارند (جدول ۱). در بین زیرمعیارهای اثرات محیطی وضعیت زمین‌شناسی حوضه این عامل مهم‌ترین نقش را در توزیع رواناب سطحی و زیر سطحی ایفا می‌کنند. به‌طوری‌که سیمای عمومی حوضه از جمله چگونگی فرسایش‌پذیری، تراکم و الگوی زهکشی و در نتیجه تولید رواناب سطحی همگی متأثر از وضعیت زمین‌شناسی حوضه است. ویژگی‌های سنگ‌شناسی در میزان نفوذپذیری آب در درون زمین و یا آبدوی مستقیم و در نتیجه تعادل جریان رودخانه و یا سیل‌خیزی حوضه تأثیر به‌سزایی دارند (سلیمانی، ۲۰۰۷). چگونگی تخلیه آب زیر قشری و آب‌های زیرزمینی کم‌عمق به رودخانه که متأثر از ویژگی‌های زمین‌شناسی است بر روی جریان پایه و در نتیجه دبی سیلابی اثر می‌گذارد. وضعت زمین‌شناسی منطقه به دو طبقه $Q_s$ (کفه رسی، به‌طور عمده رسی، سیلت و ماسه) و $Q_m$ (پادگانه آبرفتی جوان) تشکیل شده که طبقه Qs دارای پتانسیل بالاتری (وزن ۰/٦٦۷) نسبت به پادگانه‌های آبرفتی جوان می‌باشد. اصولاً تولید رواناب، ناشی از بارندگی‌هایی است که یا روی خاک‌های با نفوذپذیری کم (خاک‌های رسی) و یا خاک‌های اشباع ناشی از بالا آمدن سطح ایستابی صورت می‌گیرد. ساده‌ترین حالت روانابی است که از سطوح غیرقابل نفوذ تشکیل می‌شود. در واقع در این حالت نفوذی وجود ندارد و پس از این‌که ذخایر گودالی پر شد رواناب به‌وجود می‌آید بالا آمدن سطح ایستابی باعث اشباع شدن خاک شده و در نتیجه نفوذپذیری کاهش یافته و باعث جاری شدن رواناب خواهد شد. بنابراین هرچه عمق سطح ایستابی بالا باشد، پتانسیل جاری شدن رواناب بیش‌تر خواهد بود. با توجه جدول ۱ طبقه عمق سطح ایستابی <۲۰ متر بیش‌ترین وزن (۰/٤٥٦) و کم‌ترین وزن (۰/۰٦۲) مربوط به طبقه سطح ایستابی ۳۵< بوده که به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین کلاس به‌منظور جاری شدن رواناب می‌باشند. معیار کاربری اراضی عامل مؤثر دیگری در فرایند سیلابی می‌باشد

به‌طوری‌که کاربری اراضی روی جریان رودخانه و وقوع سیلاب به روش‌های مختلفی تأثیر می‌گذارد. ساخت و سازهای بی‌رویه در حاشیه رودخانه‌ها نه تنها حریم رودخانه‌ها را آسیب‌پذیر کرده، که موجب تهدید شهر توسط سیلاب‌های احتمالی نیز گردیده است. اکنون با نگاهی به آبخیزهای بالادست شهر گرگان که از مهم‌ترین آن‌ها حوضه آبخیز زیارت به‌شمار می‌روند مشاهده می‌شود که تخریب عرصه‌های طبیعی و تغییر آن‌ها به کاربری‌هایی مانند ویلاسازی، شهرک‌سازی و امثال آن سطوح غیرقابل نفوذی را برای نزولات آسمانی این ناحیه از گرگان که مقدار آن تا ۵۰۰ میلی‌متر هم می‌رسد به‌وجود آورده است. سطوح غیرقابل نفوذ به نوبه خود زمینه مناسبی برای بروز سیلاب را فراهم کرده است. فاصله از کانال رودخانه‌ای خود عامل مؤثر دیگر در پهنه‌بندی خطر سیلابی نیز می‌باشد به‌طوری‌که هرچه فاصله تا کانال کم‌تر باشد میزان خطر سیلاب بیش‌تر خواهد بود. طبق جدول ۱، کلاس با حریم کم‌تر از <۵۰ دارای وزن ۰/٤٥۹ دارای بیش‌ترین ارزش و کم‌ترین ارزش مربوط به کلاس با حریم بیش‌تر از >۱۰۰۰ متر می‌باشد. در این پژوهش نقشه نهایی پتانسیل سیل‌خیزی به پنج کلاس مختلف از نظر خطرسیلاب تقسیم‌بندی شده است. کلاس‌های یک، دو، سه، چهار، پنج به‌ترتیب نشان‌دهنده خطرپذیری بسیار کم، کم، متوسط، زیاد، در نهایت کلاس شش نشان‌دهنده بیش‌ترین میزان خطرپذیری می‌باشد (جدول ۱)، بر این اساس در حدود ۱/۷ درصد از محدوده مطالعاتی در کلاس خطرپذیری یک، حدود ۱۱/٦ درصد در کلاس دو و حدود ٤۳/۰۷ درصد در کلاس سه، ۲٤/۳ درصد در کلاس چهار و در حدود ۱۹/۱ درصد در کلاس خطرپذیری پنج واقع می‌شوند (شکل ۱). این نقشه نشان می‌دهد که مناطق با ریسک خطرپذیری بالا به‌طور عمده در بخش‌های مرکز شهر و حاشیه رودخانه زیارت در محدوده مطالعاتی واقع می شوند که به‌طور عمده دارای ویژگی‌های شیب خیلی‌کم، مناطق مسکونی با تراکم زیاد حاشیه رودخانه می‌باشند و در مقابل مناطق با شیب زیاد و با فاصله زیاد از کانال رودخانه و دارای نفوذپذیری زیاد از درجه خطرپذیری پایینی برخوردارند. در چند مورد نیز بخش‌های مشترکی از این مناطق در هر دو محدوده خطرپذیری متوسط و زیاد قرار گرفته‌اند.

## منابع

1.Fernandez, D.S., and Lutz, M. 2010. Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis, Engineering Geology. 9p.

2.Ghanavati, A. 1999. Hidrogeomorphology modeling runoff and sediment (river basin case of Venus and Kheirabad), Ph.D. Thesis, Geography, Tarbiat Modares University. 260p.

3.Kardavani, P. 2000. Resources and Problems of Water in Iran, (1st volume: Surface and Underground Waters and the Problems of their Exploitation) 5th edition: Publication of Publication and Print Institute of the Tehran University. 420p.
4.Karimi, A. 2010. Assessment, risk management and compensation using AHP in the subcachment watershed land slip forty teas. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Department of Watershed Management. 123p.
5.Khalilizadeh, S. 2003. Assessment and of flood hazard management in urban watersheds Gorgan. Thesis of M.Sc. in Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 131p.
6.Mosavi, J. 2006. Comparing the performance of the statistical model and the experimental area ground landslide hazard in the basin of Alamut and risk management programs. 200p.
7.Radmehr, A. 2010. Optimal management of urban runoff using spatial multi-criteria decision making. M.Sc. Thesis, Department of Irrigation Engineering Vabadany, Tehran University. 179p.
8.Satty, T. 1980. The analytical hierarchical process: planning, priority setting, resource allocation. New York: McGraw-Hill. 120p.
9.Soleymani, S. 2007. Engineering Geology Characterize Evaluate for Underground Dams Zonation Using GIS and RS (case study of Mashhad plain). Afhesis Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science M.Sc. in Engineering Geology. Tarbiat Modares University Faculty of Science. 86p.
10.Tavakoli, M. 2001. Flood hazard assessment in the central part of Atrac. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Department of Watershed Management. 115p.
11.UNDRO. 1978. Disaster Prevention and Mitigation: A Compendium of Current Knowledge. Hydrological Aspects, United Nations Disaster Relief Organization, New York, United Nations. 198p.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 22(1), 2015*
*http://jwsc.gau.ac.ir*

**Short Technical Report**

# Hazard zoning and urban runoff management plan using GIS and AHP Techniques (Case study: Gorgan, Golestan province)

***S. Badieizadeh[1], A.R. Bahremand[2] and S.A.H. Arami[3]**

[1]M.Sc. Student, Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Ph.D. Student, Dept. of Combating Desertification, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 10/29/2012; Accepted: 11/09/2014

**Abstract**

The present study was conducted to assess the extent of flooding potential in Gorgan city with area of 3652.85 ha based on hydraulic, vulnerability and environmental effects criteria's using multi-criteria decision techniques and geographical information system. For performing the program, firstly the entrance vector layers including urban land use, floodways, channels, digital elevation layers, geology layer and groundwater level layer were imported to GIS environment and then these layers were converted to raster format after the desired post-processing courses in study area context. In the next step, hierarchical structure was formed regarding to problem goal and then the weighted index of each information layers and their various classes were surveyed based on weighted index AHP using Expert Choice software. The final potential flood map was classified based on accumulative curve of pixels frequency millstone in five classes of very low, low, moderate, much and very much according to multi-criteria decision-making rules after weighting on each principle layers (vulnerability, hydraulic and environmental effects). So that 1.7% of the study area occurred in risk class 1, 11.6% occurred in class 2, 43.07% occurred in class 3, 24.3% occurred in class 4 and 19.1% occurred in class 5. Kappa index and IDRISI software was used to evaluate the accordance rate of vulnerability, hydraulic and environmental effects maps.

***Keywords:*** Gorgan, Urban runoff, GIS, Expert Choice

* Corresponding Author; Email: saman.badie84@gmail.com