

مکانیابی مناطق آسیب پذیر در اثر وقوع سیلاب ها با استفاده از فناوری سنجش از دور و داده های ماهواره ای چندطیفی (مطالعه موردی: شهر کهک و روستای فردو استان قم)

میثم داودآبادی فراهانی^{۱*}، حدیثه فلاح اصل^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۲

چکیده

بلاای طبیعی به عنوان مخرب ترین عوامل آسیب رسان، خسارات زیادی به انسان، جامعه و محیط زیست وارد می کنند. بنابراین وجود سیستمی که بتواند این خطرات را کاهش داده و به حداقل برساند بسیار مفید می باشد. امروزه استفاده از فناوری دور سنجی در مطالعات مربوط به ارزیابی و مدیریت بحران حوادث طبیعی به عنوان یکی از مباحث مهم تحقیقاتی مطرح است. زیرا تصاویر ماهواره ای قادر به ارائه نگاهی واقعی به عوارض سطح زمین هستند و اطلاعات زیست محیطی سودمندی را در ابعادی گسترده از مقیاس قاره ای تا حد چند متر فراهم می کنند. در واقع بسیاری از مخاطرات نظیر سیل، خشکسالی، آتش سوزی، فوران های آتشفشانی و ... نشانه های ویژه ای دارند که به وسیله ماهواره ها قابل تشخیص هستند. تکنیک دورسنجی قادر است تا فرآیند پایش یک رخداد را در زمان وقوع آن به خوبی به انجام برساند، به طوریکه موقعیت مناسب یک ماهواره آن را برای اهداف مختلف مطالعه، برنامه ریزی و پایش یک رخداد آماده می سازد. قرارگیری کشور ایران در کمربند خشک جهان و وقوع خشکسالی ها، پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارش، ایجاد سیلاب های ناگهانی و هدررفت منابع سطحی آب، از عوامل ایجاد وابستگی فعالیت های بشری به منابع آب زیرزمینی است. تعیین مکان های مناسب جهت مهار سیلاب ها و پخش آن بر سطح آبخوان یکی از راهکارهای مدیریتی مناسب در جهت تعادل بخشی به افت بی رویه سطح آب زیرزمینی میباشد. در مقاله حاضر که با استناد از منابع کتابخانه ای، سایت های علمی معتبر و استفاده از مقالات علمی گردآوری شده است، سعی شده به نقش و کاربرد فناوری دورسنجی در ارزیابی و مدیریت برخی از مهم ترین سوانح طبیعی زیست محیطی علی الخصوص سیلاب ها پرداخته شود.

واژگان کلیدی: بلاای طبیعی، سیلاب، سنجش از دور، مکان یابی، پخش سیلاب، DEM.

^۱ استادیار گروه مهندسی نقشه بردار، دانشگاه غیر انتفاعی حکمت، قم، ایران.

^۲ کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشگاه غیرانتفاعی حکمت قم.

مقدمه

بزرگترین منبع تأمین آب در کشور را ذخایر زیرزمینی تشکیل می دهد. در حال حاضر سالانه بیش از ۷۹ میلیارد متر مکعب از منابع زیرزمینی با استفاده از چاه، قنات یا چشمه بهره برداری می شود، البته به علت کمبود باران یا آبهای سطحی در بخشهایی از کشور به ویژه مناطق مرکزی ایران، سطح آبهای زیرزمینی در اعماق زیاد (گاهی بیش از ۱۰۰ متر) قرار دارد و میزان تغذیه طبیعی سفره های آب زیرزمینی نیز چندان زیاد نیست. به همین جهت، بهره برداری از این منابع باید محدود و حداکثر به اندازه تغذیه طبیعی آنها باشد.

امروزه دسترسی به منابع آب یکی از مهمترین چالش های دولت ها و ملت ها است، چرا که با افزایش جمعیت و فعالیت انسان ها مصرف آب نیز زیادتر میشود. در حال حاضر یکی از روشهای کاهش خطرات وقوع سیلاب و تغذیه مصنوعی آب های زیرزمینی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده از سامانه پخش سیلاب است. این در حالی است که تعیین مکان های مناسب جهت اجرای طرحهای پخش سیلاب با استفاده از روشهای سنتی بسیار دشوار بوده و اکثراً باعث بروز مسائل و مشکلات پیچیده ای در این زمینه میشود. از طرفی سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک های آن توانایی آن را دارد که با تلفیق لایه های مختلف اطلاعاتی در قالب مدل های مختلف و در حداقل زمان و با دقت کافی در مکانیابی عرصه های مناسب برای پخش سیلاب مورد استفاده قرار گیرد.

همانطور که گفته شد یکی از راه های جلوگیری از هدر رفت سیلاب ها و آبهای سطحی اضافی، تغذیه آنها به زیرزمین و ذخیره آنها در لایه های آبدار است که به آن اصطلاحاً "تغذیه مصنوعی" می گویند. لایه های آبدار آزاد می توانند به عنوان مخازن بزرگی برای ذخیره آب به کار روند. آب در منافذ خالی لایه های آبدار انبار می شود و موجب بالا آمدن سطح ایستایی می گردد.

در واقع در عملیات تغذیه مصنوعی، به جای ذخیره آب در مخازن سطحی، آب در مخازن زیرزمینی ذخیره می شود. تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی از اهمیت زیادی برخوردار می باشد که لازم است با دقت کافی و حداقل زمان ممکن انجام شود.

در تحقیق حاضر برای بدست آوردن مناطق آسیب پذیر بر اثر سیلاب ها در استان فردو و کهک از تصاویر لندست ۸ که از سایت usgs earth explorer استخراج شده است استفاده شده است و پس از پردازش های مورد نظر و بدست آوردن مدل رقومی زمین (DEM) موقعیت منطقه را در شش لایه ی اطلاعاتی از جمله تراکم آبراهه ها، شیب و جهت شیب، نقشه زمین شناسی، ارتفاعی، نقشه ریز گسل ها، و پوشش گیاهی بررسی کرده ایم که هرکدام به نوعی در آسیب پذیر بودن منطقه بر اثر سیلاب ها نقش بسزایی داشتند.

منطقه پژوهش

کهک

کهک یکی از شهرهای استان قم در ایران است که در ۳۵ کیلومتری جنوب این شهرستان واقع شده است. این شهر در بخش کهک از توابع شهرستان قم قرار دارد و مرکز این بخش می باشد. شهرستان کهک از شمال شرقی تا غرب با شهرستان قم، از شرق تا جنوب شرقی با شهرستان کاشان استان اصفهان و از جنوب غربی با شهرستان دلیجان استان مرکزی همسایه است.

فردو

فردو روستایی است در استان قم از توابع بخش کهک شهرستان قم ایران. با مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی در ۱۵ کیلومتری جنوب شرقی کهک و ۴۷ کیلومتری جنوب شهر قم قرار دارد و اقلیمی معتدل و کوهستانی دارد. این روستا از جنوب غربی به کوه چال از جنوب شرقی به کوه عبدالوهاب و از شرق به

کوه سلطان سعید شاه محدود می‌شود. روستای فردو در محدوده کوهستانی جنوب شرقی کهک استقرار یافته و ارتفاع آن از سطح دریا در حدود ۲۰۷۰ متر است و اقلیمی معتدل و کوهستانی دارد.

روش تحقیق

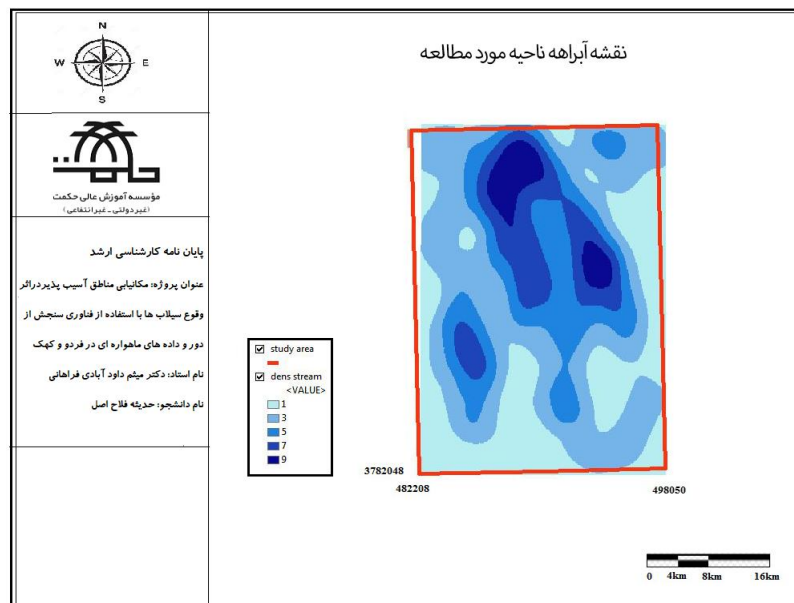
این تحقیق از نوع کاربردی- توسعه ای است و برای مکانیابی بهترین مکان مناسب جهت پخش سیلاب از GIS برای ایجاد لایه های اطلاعاتی جهت هدف مکانیابی بهره گرفته شده است و با مراجعه و استناد به منابع کتابخانه ای، سایت های معتبر علمی و استفاده از مقالات علمی- پژوهشی گردآوری و جمع بندی شده است.

لایه های اطلاعاتی

در تحقیق حاضر برای بدست آوردن مناطق آسیب پذیر بر اثر سیلاب ها در استان فردو و کهک از تصاویر لندست ۸ استفاده شده است و پس از پردازش های مورد نظر و بدست آوردن مدل رقومی زمین (DEM) موقعیت منطقه در شش لایه ی اطلاعاتی زیر بررسی شده است:

تراکم آبراهه

وضعیت شبکه آبراهه در حوضه آبخیز یکی از عوامل تاثیر گذار در وقوع سیلاب ها می باشد. شبکه آبراهه پر تراکم امکان انتقال آب بیشتری را فراهم می کند در حالی که شبکه کم تراکم بیشتر آنها را در زمین نفوذ می دهد. همانطور که پیش تر گفته شد جهت بدست آوردن نقشه تراکم آبراهه ها از نرم افزار ArcGIS استفاده شده است با کمک مدل رقومی ارتفاعی موجود (DEM) نقشه ی تراکم آبراههها بدست آمده است و پس از آن تغییرات را در پنج کلاس مختلف reclassify کردیم (شکل ۱).

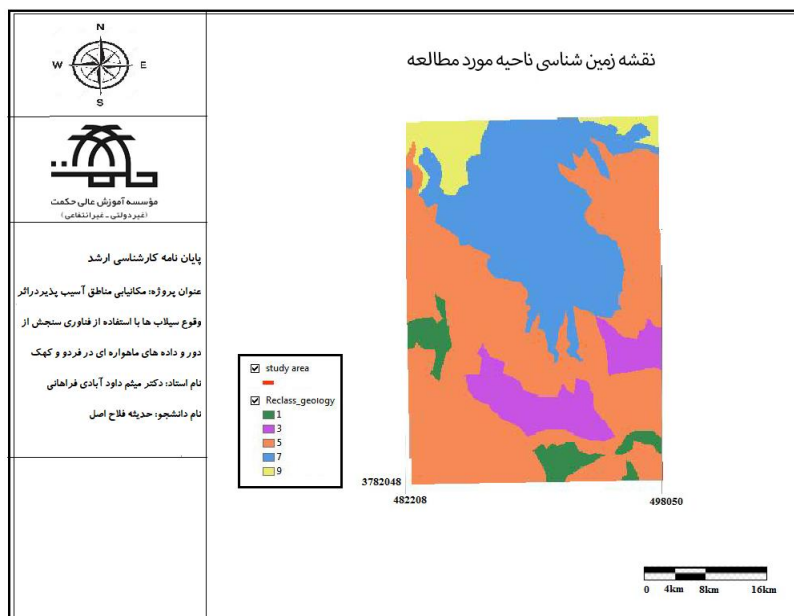


شکل ۱- نقشه تراکم آبراهه ناحیه مورد مطالعه

همانطور که در نقشه قابل ملاحظه است قسمت شمال و شمال شرقی و قسمتی از جنوب غربی منطقه شبکه آبراهه پرتراکم تری دارد و هنگام وقوع سیل از نفوذ آب به خاک جلوگیری میکنند در نتیجه در هنگام وقوع سیلاب پر خطر تری می باشد. قسمت جنوب، جنوب شرقی و شمال غربی به مراتب شبکه آبراهه کم تراکم تری دارد و هنگام وقوع سیل آب به این شبکه ها نفوذ پیدا کرده و از سرعت انتقال سیلاب ها می کاهد در نتیجه مناطق کم خطر تری محسوب می شود.

نقشه زمین شناسی

جنس خاک در حوضه آبخیز یکی از مهم ترین عوامل جهت ایجاد سیلاب ها می باشد و همواره جنس خاک ها از نظر سرعت نفوذ آب اهمیت دارد بعضی از خاک ها مانند کوارتز و گرانیت سبب نفوذ آب بیشتری به سطح زمین میشود و برخی دیگر خاک ها مانند ماسه سنگ ژپیس دار و ماسه سنگ قرمز قدرت نفوذ بسیار کمی دارند. تحقیق حاضر جهت بدست آوردن جنس خاک منطقه در هر ناحیه، از نرم افزار ArcGIS استفاده شده است. پس از وارد کردن نقشه زمین شناسی و ژئورفرنس کردن آن و انجام پردازش های مربوطه به نقشه ی زمین شناسی ناحیه ی مورد مطالعه میرسیم پس از آن تغییرات را در پنج کلاس مختلف reclassify کردیم. همانطور که در شکل (۲) قابل ملاحظه است خاک قسمت جنوب، جنوب شرقی و غرب ناحیه مورد مطالعه نفوذ پذیری بیشتری داشته و در هنگام وقوع سیلاب ها حجم بیشتری از آب را جذب کرده و باعث کاهش سرعت سیلاب ها و به مراتب از وقوع سیلاب ها جلوگیری میکند و در قسمت مرکزی، شمال و شمال غربی منطقه جنس خاک به گونه ای است که نفوذ پذیری بسیار کمی داشته و حجم بسیار کمی از آب را جذب میکند در نتیجه در هنگام وقوع سیلاب ها نمی تواند سرعت سیلاب را کاهش دهد و از روند آن جلوگیری کند و جز مناطق پر خطر تر محسوب میشود.

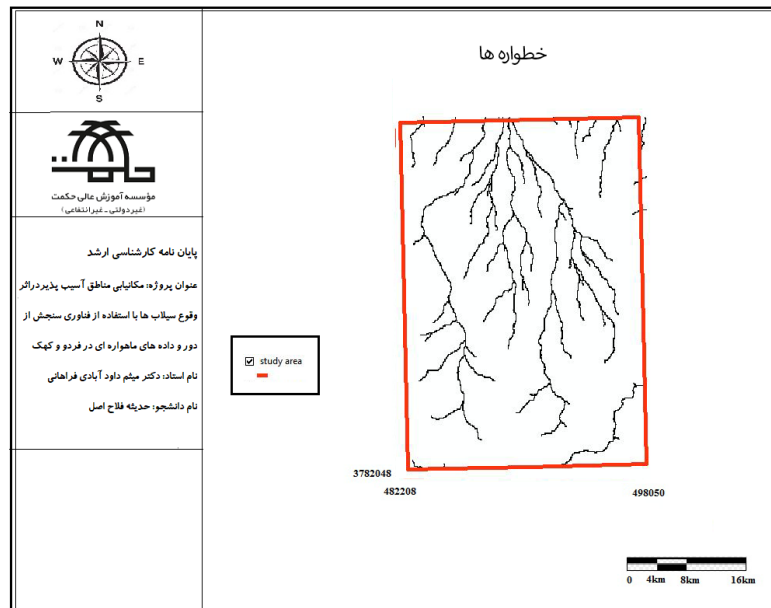


شکل ۲_ نقشه زمین شناسی ناحیه مورد مطالعه

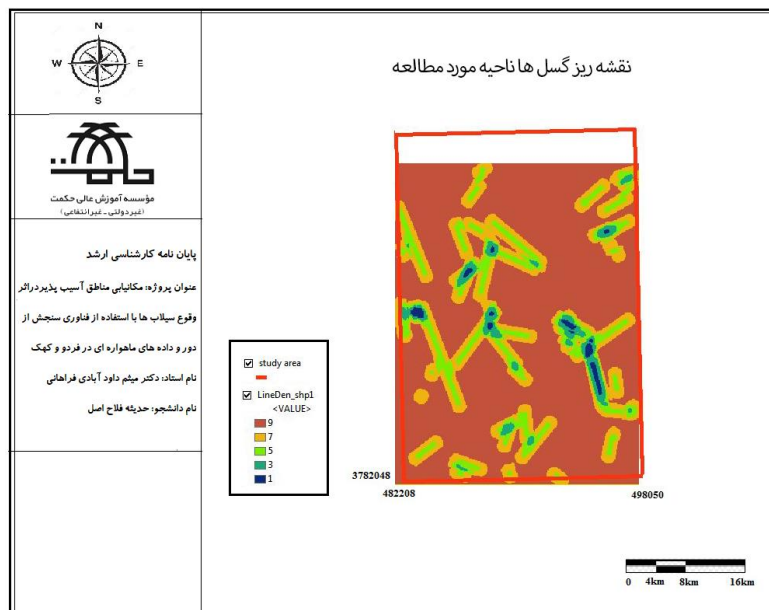
ریز گسل ها

گسل، یکی از انواع شکستگی های پوسته زمین است که جابجایی سنگ ها را به همراه دارد. گسل ها، یکی از مهم ترین ساختارهای زمین شناسی به شمار می روند. این ساختارها، در کنترل جریان آب های زیرزمینی، تشکیل برخی از کانی ها، تجمع هیدروکربن ها بر روی سطح و شکل گیری ناهمواری ها تاثیر مستقیم می گذارند. گسل های کوچک یا ریز گسل ها در ترانشه های جاده، جایی که لایه های رسوبی چند متر جابجا شده اند، قابل تشخیص هستند و همواره یکی از عوامل مهم در هنگام وقوع سیلاب ها هستند وجود این ریز ساختار ها در آبخیز باعث میشود در هنگام وقوع سیل آب به سطح زمین نفوذ کند و از سرعت و پیش روی سیل بنابر ابعاد ریز گسل ها جلوگیری میکند. به منظور بدست آوردن نقشه ی ریزساختار ها، پس از وارد کردن عکس هوایی لندست ۸ در نرم افزار matlab به نقشه ی خام خطواره ها رسیدیم (شکل ۳)، سپس با وارد کردن نقشه خطواره ها به نرم افزار ArcGIS و انجام پردازش های مربوطه به نقشه ی ریز ساختار ها و یا ریز گسل ها رسیدیم و پس از آن تغییرات را در پنج کلاس مختلف reclassify کردیم. همانطور که در (شکل ۴) مشاهده میکنیم در ناحیه ی مرکزی، شرق و تاحدودی غرب منطقه مقدار ریز گسل ها به نسبت دیگر نواحی بیشتر است، ریز گسل های موجود باعث نفوذ آب به سطح زمین میشود و در نتیجه در هنگام وقوع سیل خطر کمتری این نواحی را تهدید میکند. در ناحیه ی شمالی و جنوبی

منطقه ریز گسل ها به مراتب بسیار کمتر بوده و بیشتر مستعد سیلاب هستند در بنابراین در هنگام وقوع سیل خطر بیشتری این نواحی را تهدید میکند.



شکل ۳_ نقشه خطواره ها ناحیه مورد مطالعه



شکل ۴_ نقشه ریز گسل ها ناحیه مورد مطالعه

پوشش گیاهی و شاخص NDVI³

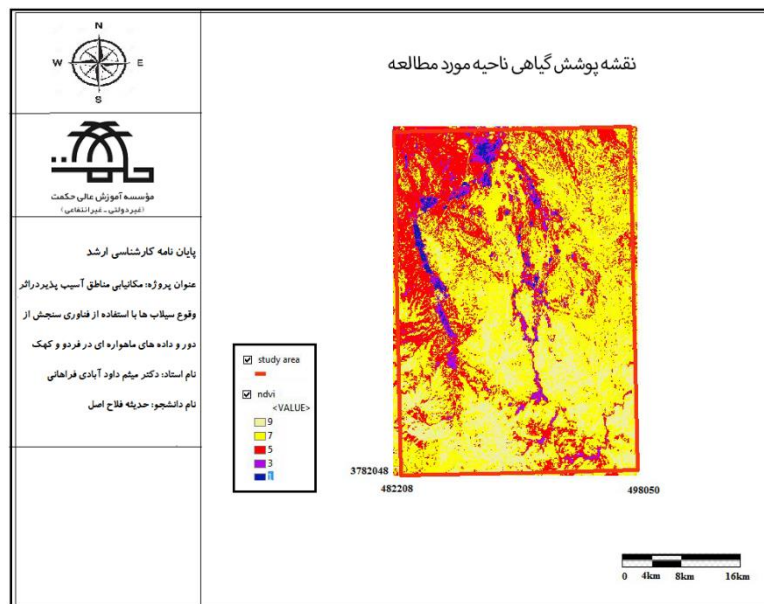
امروزه همگام با افزایش جمعیت سطح وسیعتری از اراضی جنگلی در معرض بهره برداری بی رویه و تخریب قرار گرفته و بدین ترتیب سطوح بیشتری از این عرصه ها لخت و عاری از پوشش شده اند، همین امر سبب وقوع سیلابهای مخرب در اراضی پایین دست می گردد، و پیامد آن خسارات سنگین مالی و جانی را در بر دارد، وجود پوشش گیاهی در هر منطقه ای سرعت جریانهای سطحی را کاهش داده و سبب نفوذ آب بیشتر به داخل خاک میگردد، بنابراین پوشش گیاهی تاثیر قابل ملاحظه ای

³ Normalized Difference Vegetation

بر کاهش سیلابهای مخرب خواهد داشت. به منظور بدست آوردن نقشه ی پوشش گیاهی منطقه با استفاده از شاخص NDVI، پس از وارد کردن فایل DEM در نرم افزار ENVI و انجام پردازش مربوطه به نقشه پوشش گیاهی منطقه بدست آمد، جهت کلاسه بندی نقشه از نرم افزار ArcGIS استفاده کردیم. همانطور که مشاهده میکنیم تغییرات پوشش گیاهی را در پنج کلاس مختلف reclassify کردیم (شکل ۵).

هرکجا پوشش گیاهی از جمله درخت جنگل زمین های زراعی و... بیشتر باشد، کم خطرتر، امکان وقوع سیلاب کمتر بنابراین امتیاز کمتری میگیرد و هرکجا پوشش گیاهی کمتر باشد پر خطرتر، امکان وقوع سیل بیشتر، و در نتیجه امتیاز بیشتری میگیرد.

همانطور که در نقشه ملاحظه می کنید قسمت جنوب و جنوب شرقی پوشش گیاهی بسیار کمی دارد و قسمت شمال و شمال غربی منطقه که با رنگ قرمز مشخص شده است پوشش گیاهی بیشتری دارد، نواحی که با رنگ آبی نمایش داده شده است مقداری در قسمت مرکزی، شمال و شمال غربی بیشترین پوشش گیاهی را دارد. در این قسمت ها به علت وجود پوشش گیاهی قوی تر در هنگام وقوع سیلاب ها سرعت جریان های آبی کمتر شده و به همین دلیل بخش زیادی از آب به خاک نفوذ میکند و احتمال وقوع سیلاب به مراتب کمتر از دیگر نواحی است.

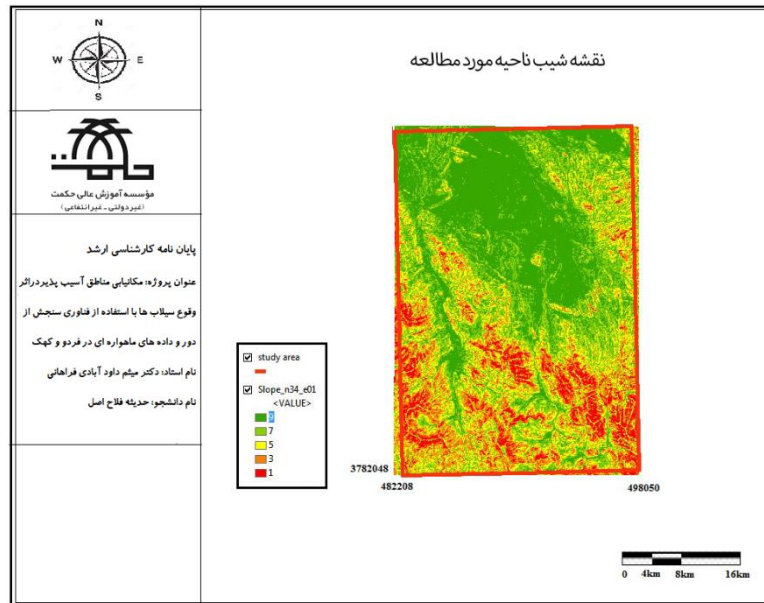


شکل ۵- نقشه پوشش گیاهی ناحیه مورد مطالعه

• تغییرات شیب منطقه

شیب از دیگر فاکتور مؤثر بر تغذیه منابع آب زیرزمینی است، در واقع شیب برابر است با تغییرات اختلاف ارتفاع در فاصله ی افقی و شیب به سمت بالا مثبت و شیب به سمت پایین منفی است. این فاکتورها در گرادیان هیدرولیکی و جهت حرکت آب زیرزمینی و محل تشکیل آبخوان نیز نقش مؤثری دارند. البته با توجه به انطباق تقریبی طبقات ارتفاعی و شیب با یکدیگر، سیستم جریان آب زیرزمینی در اغلب موارد متأثر از شیب سطح زمین است. برای شناخت تاثیر این عامل با استفاده از فایل DEM از نرم افزار ArcGIS استفاده شده است. با استفاده از گزینه ی slope و انتخاب رستر مورد نظر نقشه شیب منطقه بر اساس درجه و یا درصد بدست می آید حال میتوانیم با کلیک بر روی نقشه ی شیب منطقه رنگ نقشه را تغییر دهیم و آن را reclassify کنیم و همانطور که (شکل ۶) مشخص است آن را در پنج کلاس بندی کردیم هرکجا شیب منطقه بیشتر باشد امکان وقوع سیل کمتر و خطر کمتری دارد و هرکجا شیب کمتری داشته باشد امکان وقوع سیل بیشتر و خطر بیشتری دارد طبق نقشه به دست آمده (شکل ۶) در قسمت مرکزی و شمال تا شمال غربی منطقه شیب کمتر در نتیجه احتمال وقوع

سیلاب بیشتر است و در قسمت جنوبی و جنوب غربی منطقه شیب بیشتری دارد و در نتیجه کم خطر تر و احتمال وقوع سیلاب کمتر است.

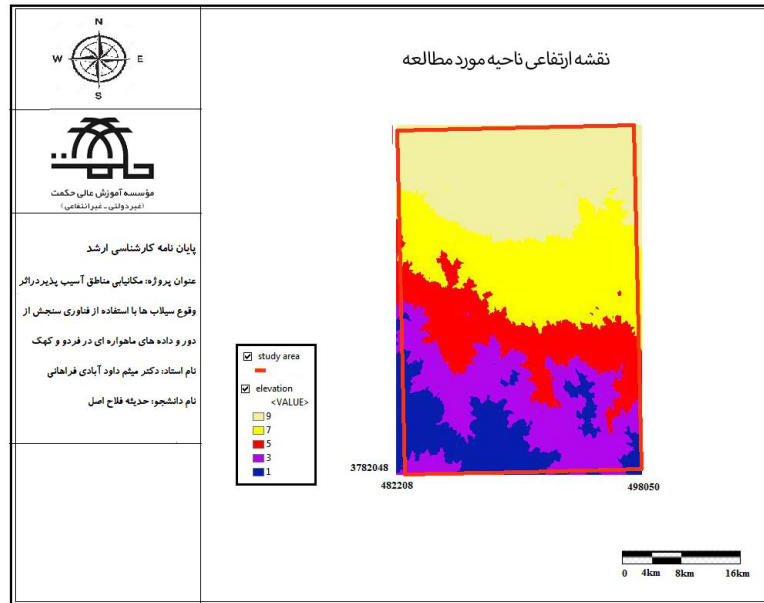


شکل ۶_ نقشه پوشش گیاهی ناحیه مورد مطالعه

ارتفاع

طبقات ارتفاعی یکی از فاکتورهای مؤثر بر تغذیه منابع آب زیرزمینی است چرا که نقش مؤثری در ایجاد ضریب رواناب و نفوذپذیری دارند. همچنین نقش بسیار مهمی در کنترل عواملی مانند سیل خیزی، نفوذپذیری، تشکیل خاک و.. داشته و در تعیین مکانهای مناسب پخش سیلاب فاکتور مهمی به حساب می آید (نظام اصغری پور و همکاران، ۳۱۳۲). جهت شناخت تاثیر این عامل در مکانیابی سیلاب ها از نقشه DEM ۳۰ متری استفاده شده است. پس از وارد کردن فایل DEM به محیط نرم افزار ArcGIS، برای بهتر نشان دادن تغییرات توپوگرافی با استفاده از گزینه hillshade رنگ مربوط به نقشه را تغییر میدهیم، با استفاده از گزینهی reclassify تغییرات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه را توی پنج کلاس طبق (شکل ۷) کلاسه بندی میکنیم.

هرکجا ارتفاع منطقه بیشتر باشد امکان وقوع سیلاب کمتر است و امتیاز کمتری میگیرد، همانطور که در نقشه ارتفاعی منطقه مشخص است مناطق مرتفع تر با رنگ تیره تر مشخص شده اند و هرچقدر رنگ نقشه روشن تر شود ارتفاع کمتر است. طبق نقشه ی موجود، ناحیه جنوب و جنوب غربی منطقه مرتفع تر و امکان وقوع سیلاب کمتر است و هرچقدر به قسمت شمالی منطقه پیش میرویم امکان وقوع سیلاب بیشتر می شود.



شکل ۷_ نقشه ارتفاعی ناحیه مورد مطالعه

بحث

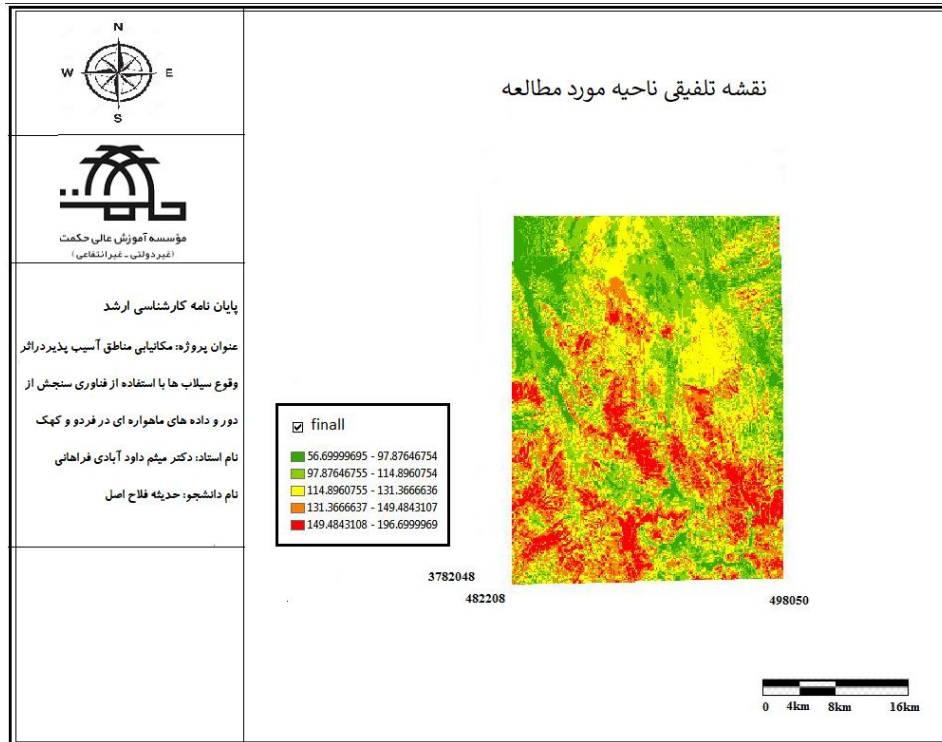
در تحقیق حاضر لایه های آبراهه ها، ریز گسل ها، پوشش گیاهی، ارتفاع، شیب، وزمین شناسی بدست آمده و و میزان پر خطر بودن هر لایه در نواحی مختلف بررسی شده است. حال برای بدست آوردن مناطق آسیب پذیر در اثر سیلاب ها به هر کدام از لایه ها از طریق شاخص همپوشانی وزن دار وزن دهی شده است، وزن دهی هر کدام از لایه ها از طریق سه کارشناس به شرح زیر می باشد:

جدول شماره ۱_ وزن دهی لایه های اطلاعاتی

ردیف	لایه های اطلاعاتی	کارشناس (۱)	کارشناس (۲)	کارشناس (۳)	میانگین
۱	آبراهه	۹	۹	۸	۸.۷
۲	ریز گسل	۴	۳	۴	۳.۷
۳	پوشش گیاهی	۹	۸	۹	۸.۷
۴	ارتفاع	۳	۲	۳	۲.۷
۵	شیب	۷	۶	۷	۶.۷
۶	زمین شناسی	۳	۴	۵	۴

همانطور که مشاهده می کنید میانگین نظرات گرفته شده و نتیجه ی حاصل به این ترتیب است، لایه ی اطلاعاتی آبراهه ها و پوشش گیاهی بیشتر ترین وزن را دارد و بیشترین تاثیر در ایجاد سیلاب ها داشته پس از آن به ترتیب لایه اطلاعاتی شیب، زمین شناسی، ریزگسل و در نهایت ارتفاع از وزن کمتری برخوردار است و به مراتب تاثیر کمتری در ایجاد سیلاب ها دارد.

حال با کمک شاخص همپوشانی وزندار و با ابزار raster calculator لایه ها تلفیق شده و نقشه ی نهایی به شکل زیر است:



شکل ۸_ نقشه تلفیقی ناحیه مورد مطالعه

در نقشه ی حاضر نواحی پر خطر به رنگ سبز رنگ و نواحی کم خطر به رنگ قرمز رنگ است. همانطور که مشاهده می کنید ناحیه ی شمالی، شمال شرقی و شمال غربی منطقه نواحی سبز رنگ، به علت وجود آبراهه ها، شیب کم و نوع پوشش گیاهی پر خطر تر و مناطق آسیب پذیر تری در هنگام وقوع سیلاب ها هستند و نواحی مرکزی، جنوب، جنوب شرقی و جنوب غربی منطقه، نواحی قرمز رنگ به علت وجود ریز گسل ها، ارتفاع بیشتر و شیب بیشتر به مراتب کم خطر تر می باشد.

نتیجه گیری

امروزه استفاده از فناوری دور سنجی در مطالعات مربوط به ارزیابی و مدیریت بحران حوادث طبیعی به عنوان یکی از مباحث مهم تحقیقاتی مطرح است. زیرا تصاویر ماهواره ای قادر به ارائه نگاهی واقعی به عوارض سطح زمین هستند و اطلاعات زیست محیطی سودمندی را در ابعادی گسترده از مقیاس قاره ای تا حد چند متر فراهم می کنند فناوری سنجش از دور و لایه های به کار گرفته شده جهت مکانیابی سیلاب ها بسیار مفید و کارآمد است با توجه به مشاهدات میدانی در منطقه، در ناحیه ی شمالی روستای کهک در بهمن ماه سال ۱۳۸۵ سیلاب سهمگینی آمده است و همانطور که پیش تر گفته شد این منطقه جزو نواحی پرخطر در هنگام وقوع سیلاب ها می باشد. شاخص همپوشانی وزن دار روشی مناسب جهت مکانیابی سیلاب ها می باشد و نقشه تلفیقی بدست آمده مفید و قابل قبول است.

در پایان برای بدست آوردن نتایج بهتر پیشنهاد میشود از منطق فازی، شبکه عصبی مصنوعی و لایه های اطلاعاتی بیشتری همانند کاربری اراضی، نفوذ پذیری و... استفاده کرد.

منابع و مراجع

- [۱] تیموری ن. دریکوند ا. قربانیزاده خرازی ح. اسلامی ح. و جعفری م. ر. ۱۳۹۹. مکانیابی عرصه های مناسب اجرای سامانه پخش سیلاب با استفاده از مدل Multi Class Maps ، (مطالعه موردی: دشتهای جنوبی استان ایلام). مجله پژوهش آب ایران. ۳۶: ۱۶۵-۱۷۳.
- [۲] دادرسی سبزواری، مقایسه مدل منطق فازی با سایر مدلهای مفهومی سازگار با GIS در مکانیابی مناطق مستعد گسترش سیلاب با کاربرد اطلاعات ماهواره ای سنجه ETM ، همایش و نمایشگاه ژئوماتیک ۸۷ و چهارمین همایش یکسان سازی نام های جغرافیایی، ۲۳-۲۲، ۱۳۸۷.
- [۳] زهتابیان، غلامرضا، علوی پناه، سید کاظم، حامد پناه، رامین، بررسی کارایی مدلهای مختلف در مکانیابی پخش سیلاب، مطالعه موردی حوضه طغرود قم، مجله بیابان، جلد ۷، شماره ۱، ۱۹-۲۸، سال ۱۳۸۱.
- [۴] صداقت، محمود، زمین و منابع آب، انتشارات پیام نور، ۱۳۸۷.
- [۵] علیزاده، امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۱۳۹۰.
- [۶] علوی پناه، کاظم، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۱۳۸۵.
- [7] Abdi,P,2000. Determination of the appropriate location for flood spreading
- [8] using geophysical data and GIS System. Soil conservation and watershed Management Reserch, Tehran.
- [9] Helen Hooker, Sarah L. Dance, David C. Mason, John Bevington Kay Shelton. 2022. Spatial scale evaluation of forecast flood inundation maps.