

برآورد ضریب رواناب سالیانه در حوزه‌های آبریز فاقد آمار با استفاده از GIS/RS

هوشنگ عاملی شال^۱، رویا معصومی نیا^۲ و محمد زارع^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشگاه شیراز، h.amelishali@gmail.com

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشگاه شیراز، masoomi_roya@yahoo.com

^۳ استاد بخش علوم زمین، دانشگاه شیراز، zare@susc.ac.ir

چکیده

یکی از مسائل حوزه‌های فاقد آمار عدم اطلاع از پتانسیل تولید رواناب حوزه می‌باشد که در پروژه‌های مختلف توسعه منابع آب کاربرد دارد. در این مطالعه ابتدا عوامل موثر در ایجاد رواناب بررسی و شدت تأثیر آنها در تولید رواناب ارزیابی گردید. این عوامل شامل لیتولوژی، خصوصیات فیزیوگرافی حوزه، کاربری اراضی/ پوشش سطحی و همچنین خطواره‌های اصلی سطحی انتخاب و در قالب لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از منابع مختلف از جمله داده‌های ماهواره لندست ۸، نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی و بازدیدهای صحرایی برای حوزه تنگاب تهیه گردید. لایه‌های مختلف کلاس بندی شده و با توجه به میزان و نحوه تأثیر هر کدام از آنها در تولید رواناب امتیاز دهی گردید. سپس از این لایه‌های اطلاعاتی کلاس بندی شده با ترکیب‌های وزنی مختلف اما متناسب که نشان دهنده درجه اهمیت و تأثیر هر کدام از آنها باشد، با روش همپوشانی وزن دار شده با هم تلفیق و مدل نهایی پتانسیل ایجاد رواناب برای زیر حوزه‌های مختلف تهیه گردید. سپس مدل تولید شده با استفاده از اطلاعات ثبت شده رواناب سازمان آب منطقه‌ای استان فارس تعیین صحت گردید. با توجه به ضریب اطمینان بالای پیش بینی رواناب در حوزه تنگاب، استفاده از این مدل، در پیش بینی رواناب حوزه‌های بدون آمار پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: ضریب رواناب، لندست ۸، حوزه تنگاب، ترکیب وزنی.

مقدمه:

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و ضرورت استفاده بهینه از منابع آب موجود، تعیین داده‌های حوزه‌های آبخیز برای اهداف فعالیت‌های عمرانی و اجرائی و توسعه منابع آب، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لیکن به دلایل اقتصادی، تعداد ایستگاه‌های آب سنجی، در اغلب موارد کم بوده یا در برخی حوزه‌ها اصلاً وجود ندارد. برآورد حجم رواناب حاصل از بارش سالانه ما را در برنامه‌ریزی استفاده از منابع آب یاری می‌کند.

عوامل بسیار زیادی وجود دارند که بر میزان رواناب یک منطقه موثر می‌باشند. عواملی مانند فیزیوگرافی حوزه، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و خصوصیت خاک از جمله پارامترهای حوزه می‌باشند. دیگر پارامترهای موثر به دخالت فعالیت‌های انسانی در محیط طبیعی منطقه و برهم زدن تعادل محیط طبیعی مربوط است که باعث تشدید رواناب می‌گردد (بهادری ۱۳۸۸). به منظور بررسی وضعیت رواناب در حوزه‌های آبخیزی که فاقد آمار هستند و بررسی رفتار هیدولوژیکی رودخانه از مدل‌های متفاوتی استفاده می‌شود که با استفاده از فاکتورهای مؤثر، رواناب حوزه برآورد می‌شود. برای برآورد رواناب سطحی روش‌های مختلفی مانند استفاده از نفوذپذیری خاک، روش استدلالی، روش‌های تجربی مبتنی بر سطح حوزه، رابطه تجربی فولر و روش کوک و همچنین شماره منحنی در روش SCS وجود دارد. در روش SCS، رواناب

برای یک واقعه بارش و در سطوح کوچک استفاده می‌شود و در آنجا که پتانسیل نفوذپذیری در بخش‌های مختلف حوزه متفاوت است و در برآورد رواناب حوزه نمی‌تواند برآورد مطمئنی را داشته باشد.

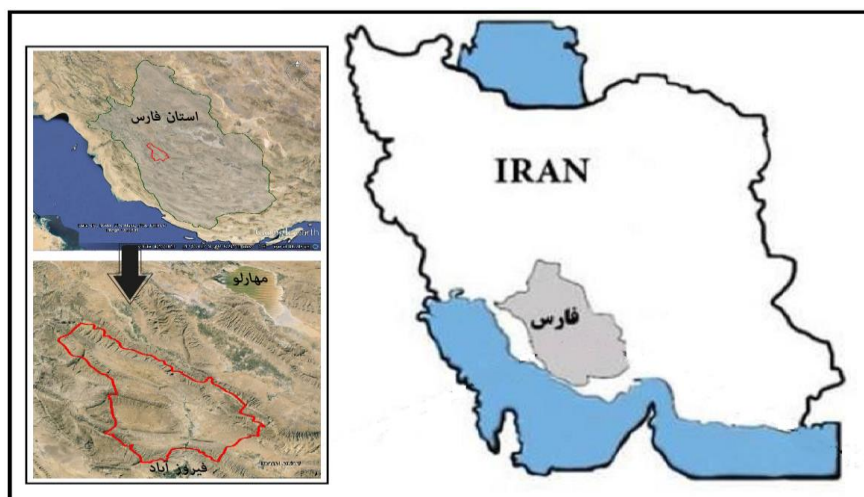
هدف از انجام این مطالعه تهیه یک مدل هیدرولوژیکی در محیط GIS برای برآورد ضریب رواناب حوزه با استفاده از داده‌های سنجش از دور می‌باشد تا بتوان به کمک آن در حوزه‌های فاقد آمار ضریب رواناب را برآورد کرد.

در این مطالعه با استفاده از اطلاعات ماهواره لندست ۸ و تهیه لایه‌های مختلف موثر در تولید رواناب و تلفیق آنها در GIS مقدار رواناب سالانه محاسبه خواهد شد.

ماهواره لندست ۸ که در ۱۱ فوریه ۲۰۱۳ به فضا پرتاب شد هشتمین ماهواره از سری ماهواره‌های لندست و هفتمین ماهواره از این پروژه است که با موفقیت در مدار قرار گرفت. لندست ۸ تصاویری با رزولوشن متوسط از ۱۵ متر تا ۱۰۰ متر از سطح زمین و مناطق قطبی در محدوده نور مرئی، مادون قرمز نزدیک (near-infrared)، موج کوتاه مادون قرمز (short wave infrared)، و طیف مادون قرمز حرارتی (thermal infrared) ارائه می‌کند. داده‌های لندست را با استفاده از دو حسگر، یکی سنسور عملیاتی تصویرساز سرزمین (OLI: Operational Land Imager) و دیگری سنسور حرارتی مادون قرمز (TIRS: Thermal Infrared Sensor) تهیه می‌شود. این دو سنسور به ترتیب، اطلاعات تصویر برای نه باند موج کوتاه و دو باند طول موج حرارتی را جمع‌آوری می‌کنند.

معرفی منطقه:

حوزه تنگاب در استان فارس در ۱۲ کیلومتری شمال غربی شهر فیروزآباد مسیر فیروزآباد - کوابر روی رودخانه فیروزآباد واقع شده است و بین طول‌های ۵۲ درجه و ۴۷ دقیقه و ۱۸ ثانیه شرقی و ۵۲ درجه و ۱۱ دقیقه و ۵۱ ثانیه شرقی و عرض‌های ۲۹ درجه و ۲۲ دقیقه و ۲۱ ثانیه شمالی و ۲۸ درجه و ۵۳ دقیقه و ۳۶ ثانیه شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).

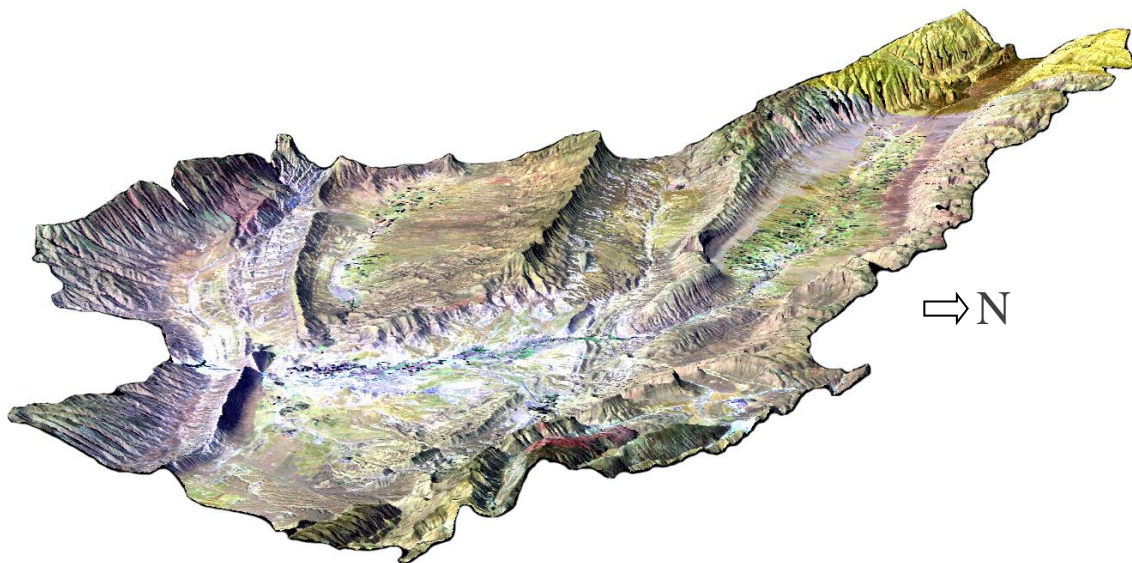


شکل ۱. موقعیت حوزه

خصوصیات حوزه:

مواردی همچون شیب، موقعیت، شکل و تراکم آبراهه که اثر گذار بر فاصله زمانی دبی اولیه و دبی اوج می‌باشد از جمله خصوصیات اصلی حوزه می‌باشد.

حوزه تنگاب با داشتن مساحتی بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر مربع (بالغ بر ۱۳۳۸ کیلومتر مربع) جزء حوزه های بزرگ محسوب می شود (شکل ۲). مساحت حوزه از مهمترین خصوصیات حوزه است زیرا مقدار دبی حوزه و حجم رواناب وابسته به مساحت و پتانسیل تولید رواناب در حوزه است، پتانسیل تولید رواناب حوزه نیز وابسته به مقدار نفوذپذیری پدیده های سطح حوزه می باشد. بنابراین با بررسی و پایش نفوذپذیری پدیده های سطحی می توان رواناب و ضریب رواناب را بطور تقریبی محاسبه کرد. با داشتن ضریب رواناب می توان سیلابی بودن حوزه را تخمین زد که برای مطالعات آبخیزداری و مهندسی مفید می باشد. با توجه به گستردگی حوزه برای پایش میدانی و اندازه گیری ضرایب رواناب، علم سنجش از دور و داده های پیرامون آن برای پایش عوامل تاثیر گذار بر روی رواناب حوزه در مقیاس وسیع مفیدتر بوده و سبب کاهش هزینه ها و کاهش زمان در تحلیل داده ها می شود.



شکل ۲. تصویر 2.5D از حوزه. تهیه شده با مدل ارتفاعی SRTM و تصاویر لندست ۸

سرچشمه اصلی رودخانه داخل حوزه (فیروزآباد) از چشمه های حنیفان بوده با آبدهی کل ۲,۵ تا ۵ متر مکعب بر ثانیه که حدود ۲۳ دهنه چشمه با دبی های متفاوت در سر آب رودخانه را تغذیه می نماید. از طرف دیگر آبهای جاری دشت شور آب، مهکویه، زنجیران و جووکان به این رودخانه ملحق شده و در حوالی محکویه به تنگ هلالو می رسد. بعد از طی حدود ۵ کیلومتر و با الحاق حوزه سرریزجان به تنگ تنگاب (محل سد) رسیده پس از طی مسیر نسبتاً طولانی به دشت فیروزآباد وارد می شود. پس از عبور از دشت فیروز آباد به سمت جنوب شرقی منحرف شده و از تنگ هایقر عبور می نماید و به رودخانه موند پیوسته و به خلیج فارس می ریزد.

روش پژوهش:

با در نظر گرفتن بعضی از عوامل مؤثر بر تولید رواناب که از درجه اهمیت بیشتری برخوردار هستند، لایه های اطلاعاتی خاصی طراحی شد که این لایه ها (یا عوامل مؤثر)، با هم تلفیق شده و مدل ضریب رواناب کل حوزه را بوجود آوردند. این تحقیق در دو مرحله انجام گرفته است. در ابتدا عوامل مؤثر در ایجاد رواناب بررسی شدند و برخی از عوامل که در تولید رواناب اهمیت و تأثیر بیشتری داشتند و با توجه داده های موجود قابل بررسی بودند انتخاب گردیدند. این عوامل در قالب لایه های اطلاعاتی با استفاده از منابع مختلف (سنجش از دور، نقشه های زمین شناسی و داده های آماری تهیه شده از سازمان آب منطقه ای استان فارس) برای حوزه تهیه گردیدند. با استفاده از تکنیک های سنجش از دور (RS) بر روی

داده های ماهواره لندست ۸، لایه های اطلاعاتی پوشش گیاهی، پوشش خاک و چگالی از خطواره ها تهیه شد. در مرحله دوم لایه های اطلاعاتی شیب با توجه به مطالعات، نقشه ها و داده های قبلی در محیط GIS ساخته شدند، سپس لایه های اطلاعاتی حاصل از دو مرحله ذکر شده با ترکیب وزنی مناسب، که نشان دهنده درجه اهمیت هر کدام از عوامل می باشد، با روش همپوشانی شاخص ها با هم تلفیق شدند و نقشه یا مدلی بوجود آمد که ضریب رواناب را برای بخش های مختلف حوزه نشان می دهد، با توجه به نسبت سطح هر منطقه به سطح کل حوزه یک ضریب رواناب کلی بدست آمد، که با ضریب رواناب اندازه گیری شده در ایستگاه خروجی در انتهای حوزه مقایسه شد.

لایه ها کلاس بندی شده با توجه به میزان و نحوه تأثیر هر کدام در ایجاد رواناب امتیاز دهی شدند. امتیازدهی به کلاس ها در یک دامنه ثابت (۱ تا ۱۰) انجام گردید. در مرحله بعد لایه های اطلاعاتی کلاس بندی شده با ترکیب های وزنی مختلف اما متناسب، که نشان دهنده درجه اهمیت و تأثیر هر کدام از عوامل می باشد، با روش همپوشانی وزن دار شده با هم تلفیق شدند و نقشه یا مدلی حاصل گردید که پتانسیل ایجاد رواناب را برای بخش های مختلف حوزه پیش بینی می کند. سپس با توجه به نسبت سطح هر بخش به سطح کل حوزه یک ضریب رواناب کلی برای حوزه برآورد گردید. و در نهایت بهترین ترکیب وزنی که ضریب رواناب برآورد شده حاصل از آن، کمترین اختلاف را با ضریب رواناب محاسبه شده با استفاده از آمار بارش و دبی دارد، تعیین گردید.

مراحل انجام پژوهش:

۱- محاسبه ضریب رواناب در بارش های مختلف با استفاده از داده های بارش و دبی خروجی حوزه

برای محاسبه ضریب رواناب با استفاده از دبی؛ از داده های دبی ایستگاه تنگاب که در خروجی حوزه قرار دارد استفاده شد. پیش از استفاده از این داده ها ابتدا باید دبی پایه حوزه مشخص می شد که برای این کار داده های ایستگاه حنیفان نیز برای محاسبه دبی نهایی استفاده شد. در داخل حوزه بالاتر از ایستگاه حنیفان تعداد ۲۴ عدد چشمه موجود است که دبی میانگین این چشمه ها در دراز مدت بین $2/5 - 5 \text{ m}^2/\text{s}$ است که بخش اعظمی از آب رودخانه فیروزآباد را تامین می کند. براساس گزارش فنی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران که بر روی زیر حوزه و ایستگاه حنیفان توسط آقایان مسعود سمیعی و عبدالرسول تلوری [۱] انجام شد، دبی پایه بطور میانگین ۸۷ درصد جریان کلی رودخانه را در ایستگاه مزبور نشان می دهد. در این تحقیق بخشی از دبی خروجی از ایستگاه حنیفان (۸۷ درصد دبی خروجی از ایستگاه) به عنوان دبی پایه در نظر گرفته شد.

بدین منظور دبی پایه از دبی خروجی از ایستگاه تنگاب کسر شد تا دبی اصلی که مربوط به رواناب سطحی از بارش های فرود آمده به حوزه است، بدست آید (جدول ۱).

جدول ۱. محاسبه میانگین سالیانه دبی پایه و متوسط یک دوره ۱۰ ساله.

دبی تنگاب - دبی پایه	حنیفان * ۸۷٪ - دبی پایه	دبی حنیفان m^2/s	دبی تنگاب m^2/s	sal
3.64154	2.13846	2.458	5.78	1376
3.1488	1.7052	1.96	4.854	1377
1.05451	0.98049	1.127	2.035	1378
0.40064	0.63336	0.728	1.034	1379
0.64789	0.82911	0.953	1.477	1380
0.36137	0.73863	0.849	1.1	1381
2.80826	1.30674	1.502	4.115	1382
5.60113	3.56787	4.101	9.169	1383
0.68933	1.16667	1.341	1.856	1384
0.52938	0.80562	0.926	1.335	1385
1.888285	1.387215	1.5945	3.2755	

ضریب تصحیح بارش :

ایستگاه باران سنجی

* ارتفاع ایستگاه

* میانگین متوسط بارش سالانه

داده‌های ایستگاه های باران سنجی حوزه نیز برای بدست آوردن بارش میانگین در ارتفاع متوسط تصحیح شد.

جدول ۲. ضریب رواناب سطحی محاسبه شده با توجه به ارتفاع رواناب بارندگی.

دبی ایستگاه تنگاب m^3/s	ضریب رواناب $RC-T\%$	ارتفاع بارش	ضریب تصحیح بارش $1/05^*$	میانگین بارش سالیانه	sal
3.64154	12.33	85.82	696	662.8	1376
3.1488	16.52	74.21	449	427.6	1377
1.05451	10.07	24.85	246.7	235	1378
0.40064	2.96	9.44	318.6	303.45	1379
0.64789	2.83	15.27	538.96	513.3	1380
0.36137	1.78	8.51	476.5	453.8	1381
2.80826	12.38	66.2	534.6	509.2	1382
5.60113	17.75	132	743.7	708.3	1383
0.68933	3.86	16.25	421	401	1384
0.52938	2.69	12.47	462.8	440.8	1385
1.888285	9.1	44.5	488.786	465.525	

ضریب تصحیح با قرارگیری ارتفاع متوسط در رابطه بارندگی-ارتفاع و تقسیم آن بر متوسط بارش سالانه، برای این حوزه $1/05$ بدست آمد که در بارش میانگین هر ایستگاه ضرب می‌شود تا مقدار بارش در ارتفاع متوسط برای کل حوزه و مقدار ضریب رواناب بدست آید ((جدول ۲) ضریب رواناب $= 100 \times$ مساحت حوزه / دبی تصحیح شده ایستگاه تنگاب * (S) مدت زمان یک ساله).

۲- تهیه لایه های اطلاعاتی مختلف با استفاده از داده های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی

عوامل موثر در حوزه که برای محاسبه ضریب رواناب باید از آنها استفاده کرد به دو شکل عوامل اقلیم و ژئومورفولوژیکی هستند، که شامل لیتولوژی، شیب، پوشش گیاهی، پوشش خاک، و چگالی خطواره ها (گسلها، درزه ها و شکاف ها و ...) و فاصله مناسب از آنها می باشد. البته واضح است عوامل مهم دیگری همچون عوارض کارست سطحی، ماندگاری پوشش برف و غیره نیز می توانند در میزان رواناب ایجاد شده از یک بارش مؤثر باشند؛ ولی به دلیل عدم وجود آنها و یا اطلاعات آنها و یا ممکن نبودن بررسی کلیه عوامل موثر و یا اهمیت کم آنها با توجه به ویژگیهای اقلیمی منطقه، اثر آنها با لایه های موثر اصلی در مرحله وزن دهی تلفیق شد.

از مجموع این عوامل به همراه داده های آماری از حوزه و نقشه های موجود در قالب لایه های اطلاعاتی، مدلی در محیط GIS تهیه شد تا بتوان درک بهتری از تاثیرگذاری هر یک از این عوامل بر روی رواناب حوزه داشت. مدل های هیدرولوژی حوزه آبریز اکنون به عنوان ابزاری برای برنامه ریزی منابع آب ، توسعه ، طراحی ، عملیات و مدیریت پذیرفته شده است. با تکنیک های درحال رشد ناشی از تحول اطلاعات ، سنجش از دور، تکنولوژی ماهواره ای ، سیستم های اطلاعات بصری-دیجیتالی و مدیریت پایگاه داده ، مدل های هیدرولوژیک دائما پیچیدگی بیشتری یافته و با سایر مدل ها ادغام می-گردد. ارتباط دادن این مدل ها باید با مدل های اقتصادی ، اجتماعی . سیاسی ، اجرایی می تواند در برنامه ریزی و تصمیم-گیری ها قابل استفاده باشند.

۲-۱ مراحل تهیه بانک اطلاعاتی عوامل مؤثر بر تولید رواناب

برای بررسی اثر عوامل مختلف مؤثر در تولید رواناب را در نقاط مختلف حوزه، تأثیر هر کدام از آنها و شدت و ضعف این آثار را در نقاط مختلف حوزه مورد توجه قرار دهیم، تا در نهایت با تلفیق آنها مدل یا نقشه ای تهیه شود که ضریب رواناب کلی حوزه را نشان دهد. برای این کار لازم است، نخست عوامل مؤثر، در قالب لایه های اطلاعاتی تهیه گردند.

لایه اطلاعاتی با تکنیکهای سنجش از دور، از تصاویر ماهواره لندست ۸ بدست آمده است که عبارتند از لیتولوژی، چگالی خطواره، پوشش گیاهی و پوشش خاک. بقیه لایه های اطلاعاتی نیز با توجه به مطالعات قبلی و یا آمارهای موجود در سازمان آب منطقه ای استان فارس بدست آمده اند.

برای تهیه ی اطلاعات از تصاویر ابتدا یک سری عملیات اصلاحی بر روی آنها انجام شود که به این مجموعه عملیات، اصطلاحاً پردازش گفته می شود. پردازش مراحل مختلفی دارد، که بسته به دقت و نوع کاربری، بعضی از این پردازشها باید بر روی تصاویر انجام شود. از جمله پردازشهایی که در این تحقیق بر روی تصاویر جهت استخراج اطلاعات، اعمال شد، عبارتند از: تصحیح رادیومتری یا تصحیح آثار پراکنش جوی، تصحیح هندسی، تشدید کنتراست (Contrast Enhancement)، ترکیب رنگ (Color composite)، آنالیز عناصر اساسی (Principal Components Analysis).

پس از اعمال عملیات پردازشی جهت اصلاح، لایه های اطلاعاتی مختلف تهیه گردید که در زیر به تفکیک به آنها پرداخته شده است.

لایه های ایجاد شده جهت برآورد ضریب رواناب در حوزه تنگاب

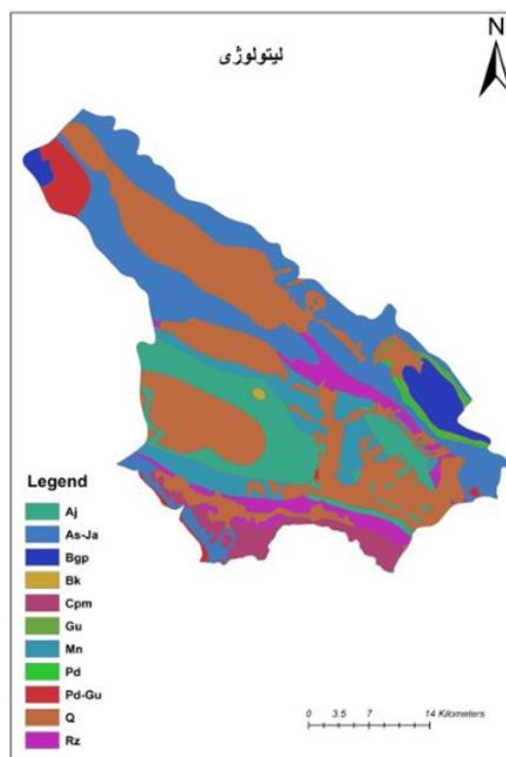
۲-۱-۱ لایه لیتولوژی

نوع سنگ شناسی و خصوصیات وابسته به آن نظیر بافت و درجه خلوص سنگ ها نقش مهمی در تخلخل، نفوذپذیری اولیه و تمرکز جریان آب در داخل سنگ ها و در نتیجه کاهش رواناب ایفا می کند. در این مطالعه چون هدف بررسی ضریب رواناب در سازندهای مختلف می باشد، سازند چمپه (cpm) و رازک (Rz) که جزء سازند های شیلی و مارنی در منطقه هستند که دارای کمترین مقدار نفوذ بوده و بیشترین وزن را بخاطر تولید رواناب بالا به خود اختصاص می دهد و آبرفت و رسوبات عهد حاضر (Q) بدلیل نفوذ بیشتر بارش و کاهش رواناب در این مناطق دارای کمترین وزن می باشد. برای این کار ابتدا باید نقشه ی لیتولوژی با استفاده از داده های موجود تهیه شود.

با استفاده از ترکیب رنگی های مختلف از جمله RGB: ۷۴۱ و RGB: ۵۴۱ و با توجه به نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و نقشه دیجیتالی ترسیم شده توسط سازمان آب منطقه ای استان فارس از محدوده حوزه، مرز واحدهای مختلف لیتولوژیکی به صورت برداری رقومی شد، جدول مشخصاتی حاوی اطلاعاتی چون سن، لیتولوژی، نام سازند و ضریب رواناب نسبی به آن متصل شد (جدول ۳). این نقشه در مراحل بعدی به صورت رستری درآمد (شکل ۳).

جدول ۳. امتیاز ضریب رواناب برای لایه لیتولوژی

لیتولوژی	امتیاز
Rz/cpm رازک-چمپه	۱۸
Pd-Gu/Mn/pd/Gu پابده-گورپی	۱۷
Bgp بختیاری	۱۴
As-Ja آسماری-جهرم	۱۲
Aj آغاچاری	۱۰
Bk بنگستان	۸
Q کواترنری	۵



شکل ۳. فرمت رستری از نقشه زمین شناسی منطقه

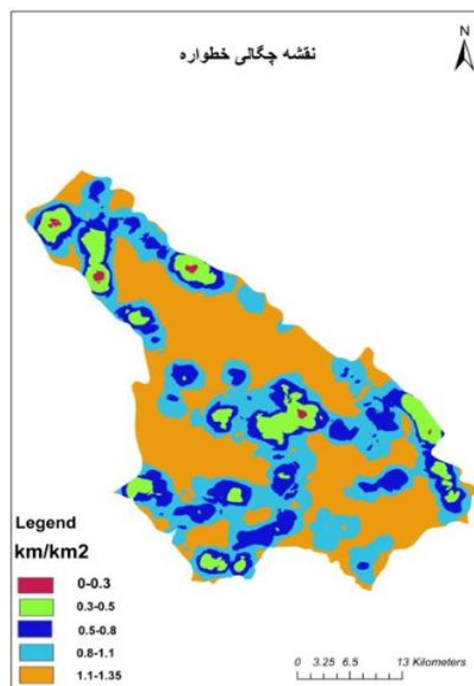
۲-۲-۲ لایه تراکم شکستگی

شکستگی‌ها و ساختارهای تکتونیکی که اصطلاحاً خطواره نیز نامیده می‌شوند به دلیل ایجاد فضاهایی در سازندها و واحدهای زمین‌شناسی جهت عبور آب و حرکت آن به نقاط پایین‌تر درون زمین نقاط ضعفی در نظر گرفته می‌شوند که اهمیت آن‌ها در سازندهای سخت و آهکی بیشتر است. بنابراین به عنوان پارامتر منفی جهت بررسی رواناب حوزه در نظر گرفته می‌شود برای این منظور با استفاده از داده‌های در دسترس و نرم افزارهای مرتبط باید نقشه چگالی خطواره از حوزه استخراج شود (طول خطواره بر واحد مساحت km/km^2). بدین صورت که در مناطقی که تراکم خطواره‌ها بالا باشد مقدار رواناب پایین می‌باشد، که دارای کمترین وزن داخلی می‌باشد تراکم خطواره‌ها بیشتر در سازندهای سخت مانند آسماری-جهرم (As-Ja) بوده و در مناطق با پوشش خاک و آبرفت به کمترین حد خود می‌رسد که وزن اختصاص داده شده به این مناطق بالاترین مقدار را در وزن دهی لایه چگالی خطواره را دارد.

برای داشتن چگالی خطواره‌ها ابتدا لازم است که خطواره‌ها از تصویر استخراج شود که برای این منظور دو روش خودکار و دستی برای استخراج خطواره‌ها از تصویر موجود است که در این تحقیق از روش خودکار استفاده شد (شکل ۴). سپس بر حسب تاثیری که بر رواناب دارد امتیاز بندی شد (جدول ۴).

جدول ۴. امتیاز ضریب رواناب برای لایه خطواره

چگالی خطواره	امتیاز
۰-۰.۳	۵
۰.۳-۰.۵	۷
۰.۵-۰.۸	۱۱
۰.۸-۱.۱	۱۲
۱.۱-۱.۳۵	۱۴

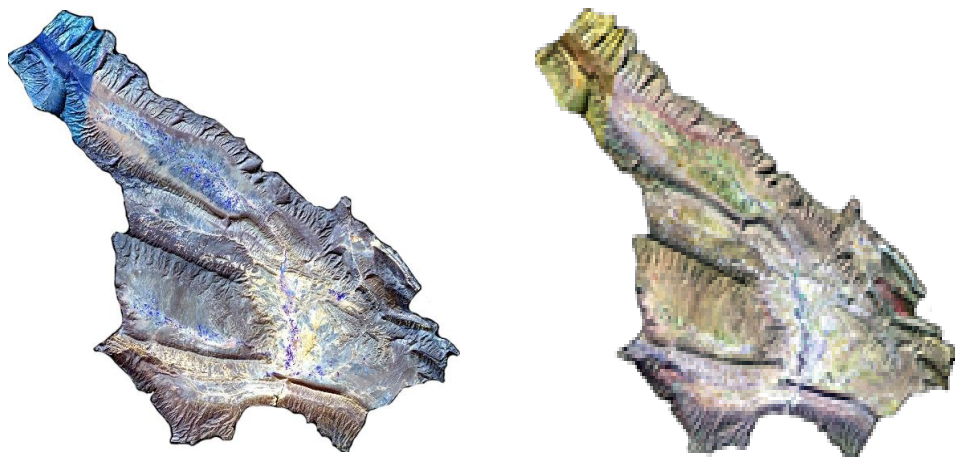


شکل ۴. چگالی خطواره

۳-۲-۲ لایه پوشش خاک

ویژگی های هیدرولوژیکی خاک مانند دانه بندی، بافت، اندازه ذرات و ساختمان ذرات از جمله عواملی هستند که بر روی نفوذ آب به داخل آب و در نتیجه بر روی رواناب حاصل از آن اثرگذار می باشد. خاک ممکن است رفتاری دوگانه در رواناب حاصل در یک حوزه داشته باشد؛ زمانی که لایه خاک باعث پر شدن درز و شکاف یک خطواره و یا شکستگی شود اثر مثبتی بر روی رواناب داشته ولی در دیگر مواد پوشش خاک به عنوان عاملی در نفوذ بیشتر آب است و این اثر به همراه پوشش گیاهی که بیشتر در مناطقی که خاک گسترش دارد رشد می کند اثری دوچندان در کاهش رواناب یک حوزه دارد. البته نوع خاک بسته به اینکه چه مقدار از ترکیب آن از ماسه، سیلت و رس تشکیل شده باشد نیز اثرات متفاوتی بر روی رواناب دارد، به دلیل نبود اطلاعات میدانی و ریز داده ها از تغییرات پوشش خاک منطقه، تمام لایه‌هایی که در تصویر ماهواره ای به عنوان پوشش خاک شناسایی شده در یک دامنه از نوع خاک قرار گرفت و یک امتیاز متوسط از توالی انواع خاک به این لایه داده شد.

ترکیبات رنگی مختلفی از جمله RGB: ۱۳۵، ساخته شد؛ ترکیب رنگی دیگری که استفاده ی زیادی از آن به عمل آمد RGB: ۷۴۲ است. سپس بر اساس طیف رنگی که مناطق دارای خاک در آن قرار داشتند، پوشش خاک تشخیص داده شد. در ترکیب رنگی ۱۳۵ مناطق دارای پوشش خاک دارای رنگ کرم و سبز مات و مخلوط با بنفش کم رنگ بودند و در ترکیب رنگی ۷۴۲ به رنگ صورتی روشن تا صورتی کمی پررنگ خود را نشان می دادند (شکل ۵).

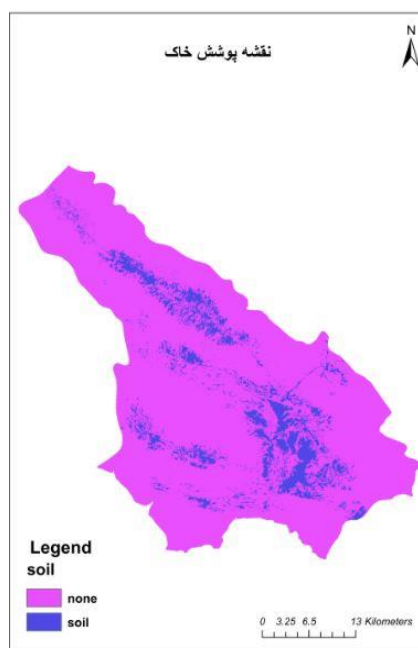


شکل ۵. از چپ به راست ترکیب رنگی ۱۳۵ و ۷۴۲

جهت تهیه نقشه رقومی پوشش خاک منطقه، بر اساس معرفی نواحی آموزشی که به عنوان پوشش خاک شناسایی شد، نرم افزار ENVI، تمام نواحی موجود در حوزه که خصوصیات طیفی نزدیک به نواحی آموزشی معرفی شده داشته باشند را به عنوان پوشش خاک جدا می کند (شکل ۶)، تمام نواحی با روش طبقه بندی نظارت شده تفکیک و برای اصلاح و صحت سنجی به محیط GIS انتقال داده و امتیاز دهی شد (جدول ۵).

جدول ۵. امتیازات لایه خاک

امتیاز	لایه خاک
۱۰	non بدون پوشش خاک
۵	soil



شکل ۶. نقشه پوشش خاک

۴-۲-۲ لایه پوشش گیاهی

بطور کلی وجود پوشش گیاهی باعث افزایش نفوذ آب می شود، بر حسب نو و تراکم، پوشش گیاهی اثرات متفاوتی بر روی رواناب حوزه دارد، وجود پوشش گیاهی باعث مهار آب و کاهش رواناب بر روی لایه خاک شده و در نتیجه قدرت

نفوذ خاک را بالا می برد و اثری منفی بر رواناب حوزه دارد. همچنین پوشش گیاهی به عنوان عاملی ثبات بخش برای پوشش خاک است و مانع فرسایش خاک شده و باعث حفظ ضخامت خاک در برابر عوامل فرسایش دهنده هیدرولیکی می شود. بنابراین پوشش خاک به همراه پوشش گیاهی اثری تشدید برای کاستن رواناب حوزه دارند.

برای تهیه نقشه ی پوشش گیاهی از شاخص پوشش گیاهی در تصاویر ماهواره ای استفاده شد. دو نوع شاخص متداول پوشش گیاهی وجود دارد، که عبارتند از VI و NDVI. این شاخصها از باندهای سرخ (باند ۳ لندست ۸) و باند فرورسرخ نزدیک (باند ۵ لندست ۸) استفاده می کنند، و بر اساس ویژگیهای بازتابی پوشش گیاهی، در مقایسه با ابر، آب و برف از یک طرف، و صخره، خاک لخت و سنگ از طرف دیگر، کار می کند. ابر، آب و برف در باند مادون قرمز نزدیک راحت تر قابل تشخیص هستند و در طیف مرئی، بازتاب کمی دارند ولی خاک لخت، صخره و سنگ در هر دو باند بازتاب یکسانی دارند (ENVI User's Guide). برای منطقه مورد مطالعه شاخص NDVI استفاده گردید و امتیاز دهی شد (جدول ۶).

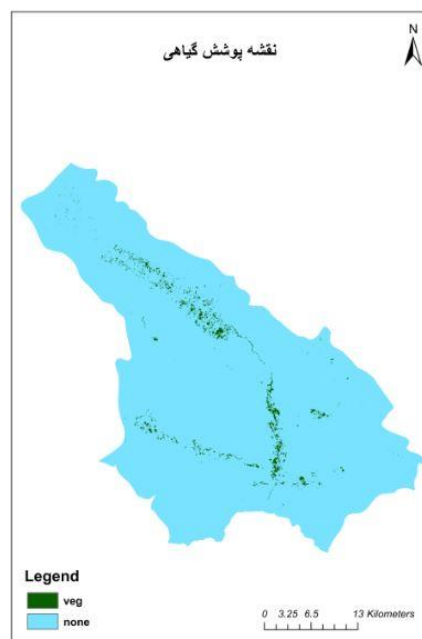
$$\text{NDVI} = \frac{b3 + b5}{b3 - b5}$$

شاخص NDVI برای داده های لندست ۸

لازم به ذکر است تصویر انتخاب شده مربوط به فصل بارش حوزه می باشد (اواخر پاییز و اوایل زمستان) که فراوانی پوشش گیاهی در کمترین حد خود می باشد، پوشش گیاهی ۱٫۶ درصد از سطح زمین را در منطقه پوشانده است (شکل ۷).

جدول ۶. امتیازات پوشش گیاهی

پوشش گیاهی	امتیاز
non بدون پوشش گیاهی	۱۲
veg	۶



شکل ۷. نقشه پوشش گیاهی

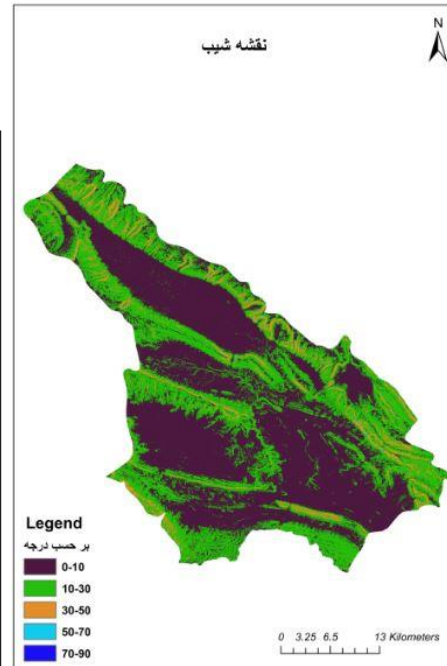
۵-۲-۲ لایه شیب

شیب را به عنوان یکی از عوامل اصلی که در تشدید رواناب حوزه نقش اساسی دارد می توان معرفی کرد. با افزایش شیب فرصت نفوذ آب حاصل از بارندگی کاهش می یابد و در نتیجه بعنوان یک لایه که اثری مثبت روی رواناب دارد شناسایی می شود. لایه شیب حوزه به صورت ۵ کلاس طبقه بندی شده که با افزایش مقدار شیب وزن اختصاص داده شده به هر لایه شیب افزایش می یابد (جدول ۷).

داده های لایه شیب از مدل ارتفاعی رقومی (SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission بدست آمد. نقشه شیب منطقه با توجه به مدل ارتفاعی به صورت درجه شیب تولید گردید (شکل ۸).

جدول ۷. امتیازات لایه شیب

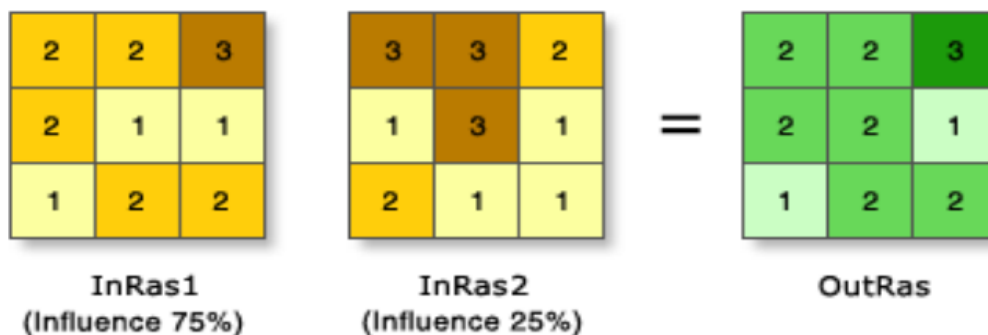
امتیاز	لایه شیب
۵	۰-۱۰
۸	۱۰-۳۰
۱۳	۳۰-۵۰
۱۷	۵۰-۷۰
۲۰	۷۰-۹۰



شکل ۸. نقشه لایه شیب

۳- تلفیق لایه های اطلاعاتی

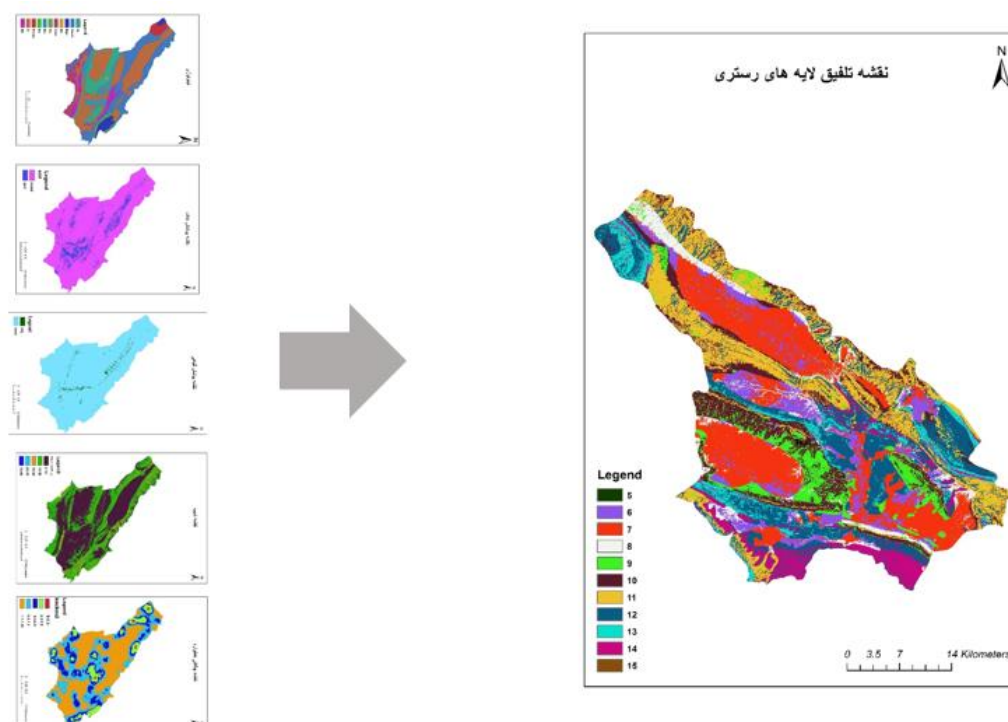
برای تهیه ی مدل و تلفیق لایه ها روش همپوشانی شاخص‌هایی انتخاب شد. در این روش لازم است هر لایه اطلاعاتی کلاس بندی شده، دارای یک امتیاز (Score) داخلی برای کلاسهای مختلف خود باشد، که این امتیاز به کلاسهای مختلف باید در یک دامنه ثابت مانند ۰ تا ۱۰، ۱ تا ۱۰۰ یا ۰ تا ۱۰۰۰ برای کلیه لایه ها به طور ثابت اعمال شود. به دلیل اینکه اکثر نقشه های مورد استفاده چند کلاسه هستند و هر کلاس ارزش متفاوتی دارد، امتیازات کلاسها تهیه شد (جدول امتیاز بندی لایه ها)، و به نقشه مربوطه، متصل گردید سپس با استفاده از رابطه (شکل ۹) امتیاز متوسط خروجی برای هر نقطه از حوزه محاسبه گردید.



شکل ۹. در تصویر، دو *rasters* ورودی به مقیاس وزنی مشترک از ۱ تا ۳ اندازه گیری شده. هر بخش شطرنجی بر اساس تاثیر درصد اختصاص داده، طبقه بندی شده است. ارزش های هر سلول در درصد تاثیر خود ضرب، و نتایج با هم جمع شده و به ایجاد لایه خروجی با وزنهای جدید که ناشی از وزنهای و درصد تاثیر هر لایه است.

نحوه امتیاز دهی باید به گونه ای باشد که برای هر طبقه از لایه های مختلف با واقعیت فیزیکی ارتباط و انطباق داشته باشد. طبقات مختلف لایه لیتولوژی با در نظر گرفتن جنس و نفوذپذیری نسبی آنها امتیاز دهی شده اند، بطوریکه سازندهای نفوذپذیر و کارستی مانند کواترنری ها موجود در نقشه و آسماری- جهرم و دارای امتیاز پایین تری باشند، و واحدهای سنگی نفوذناپذیری همچون واحدهای شیلی مارنی چمپه و رازک دارای حداکثر امتیاز باشند. و اگر هدف از تحقیق چیز دیگری بود امتیاز بندی طبقات مختلف این لایه متفاوت بود، بنابراین نحوه امتیاز دهی منطبق با اثر آنها و با نظر کارشناسانه است.

برای تلفیق لایه های مختلف را به روش همپوشانی شاخص ها، باید به هر کدام از آنها وزن (weight) یا ارزش خاصی داده شود، که جمع این وزن ها و ارزشها باید یک مقدار ثابت مانند ۱، ۱۰ و یا ۱۰۰ باشد. مقدار این ارزشها نیز باید بر اساس اهمیت لایه های مختلف و منطبق بر واقعیت باشد. در مورد رواناب سطحی اهمیت شیب بیشتر از اهمیت پوشش گیاهی است، بنابراین وزن یا ارزش شیب در تهیه مدل بیش از پوشش گیاهی است. نقشه حاصل شده از تلفیق لایه ها در این مرحله در واقع همان نقشه ضریب رواناب برای هر پیکسل می باشد که می توان با یقین محدوده های مشخص کل سطح حوزه را منطقه بندی نمود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. نقشه تلفیق لایه های رستری

هر محدوده دارای یک محدوده ضریب رواناب مشخص است. با این حال ترکیب های زیادی را می توان به وزن ها نسبت داد، و تعداد زیادی نقشه بر اساس وزن های مختلف بدست آورد، که یکی از آنها درست است. لذا باید جهت انتخاب بهترین ترکیب وزنی معیاری داشت.

۳-۱ تهیه ی مدل ضریب رواناب کلی حوزه و بهترین ترکیب وزنی پیشنهادی در بر آورد این ضریب

برای ساختن مدل ضریب رواناب کلی، لایه های اطلاعاتی با چندین ترکیب وزنی مختلف (جدول ۸) به روش سعی و

خطا با هم تلفیق شدند، تا اینکه ۱۰ مورد از بهترین ترکیب وزنی مناسب (R_{c1}) که ضریب رواناب را با خطای قابل قبول پیش بینی می کرد بدست آورده شد. ترکیب های وزنی مختلف بکار رفته و درصد خطای محاسبه شده برای هر رواناب و متوسط آنها را نشان می دهد، همانطور که در این جدول دیده می شود ترکیب های وزنی مختلف در طیف مختلف بکار گرفته شده اند و دیده می شود که ترکیب های وزنی نامعقول، جواب های نامعقولی را می دهند.

جدول ۸. ضریب رواناب سطحی محاسبه شده با توجه به وزندهی لایه ها

	وزن لایه های اطلاعاتی						ضریب رواناب	درصد خطا
	شیب	لیتولوژی	لایه خاک	چگالی خطواره	پوشش گیاهی	RC	%	
1	25	45	9	6	15	8.8	3.2	
2	20	35	17	13	15	9.4	3.3	
3	3	40	7	10	13	7.8	14	
4	25	35	13	12	15	8.1	11	
5	20	41	15	8	16	8.2	10	
6	35	20	13	17	15	10.6	17	
7	29	37	12	8	14	7.6	16	
8	10	15	20	35	30	12.1	33	
9	20	35	17	13	15	10.9	20	
10	35	37	11	7	10	10	10	

اگر ضریب رواناب حوزه با R_c نشان داده شود، برای بدست آوردن آن برای کل حوزه از رابطه (1) استفاده شد. که a_i مساحت هر بخش از کل حوزه که دارای یک محدوده ضریب رواناب نزدیک به هم است و در مراحل قبل محاسبه گردیده است و A مساحت کل حوزه می باشد. این رابطه نشان دهنده یک میانگین وزنی از ضریب رواناب کل حوزه است.

$$R_c = a/A \quad \text{رابطه (1)}$$

از آنجا که هر سری از ترکیب های وزنی برای لایه های اطلاعاتی یک ضریب رواناب کلی بدست می دهد، لذا درصد خطا را از رابطه (2) محاسبه می شود و کمترین درصد خطا به عنوان بهترین ترکیب وزنی برای لایه های اطلاعاتی در نظر گرفته می شود.

$$RC \text{ بدست آمده از دبی و بارش } / \text{ بدست آمده از وزندهی لایه ها } R_c \quad (2)$$

نقشه حاصل از تلفیق لایه های اطلاعاتی با ترکیب (1) R_c مربوط به جدول ۸ تهیه شد (شکل ۱۱). با استفاده از این نقشه، با مناطق مختلف طبقه بندی شده ضریب رواناب کلی حوزه را با کاربرد رابطه (3) برابر با ۸/۸ درصد و با خطای ۳/۲ درصد تولید کرد که انطباق خوبی با متوسط ضریب رواناب های محاسبه شده با داده های بارش و دبی حوزه دارد (جدول ۲)، که حاکی از انتخاب صحیح هر لایه اطلاعاتی بکار برده شده می باشد.

(3) وزن دهی لایه های مختلف که در آن $slop$ (لایه شیب) $litology$ (لایه لیتولوژی) $soil$ (لایه پوشش خاک) $density \ line$ (چگالی خطواره) veg (لایه پوشش گیاهی)

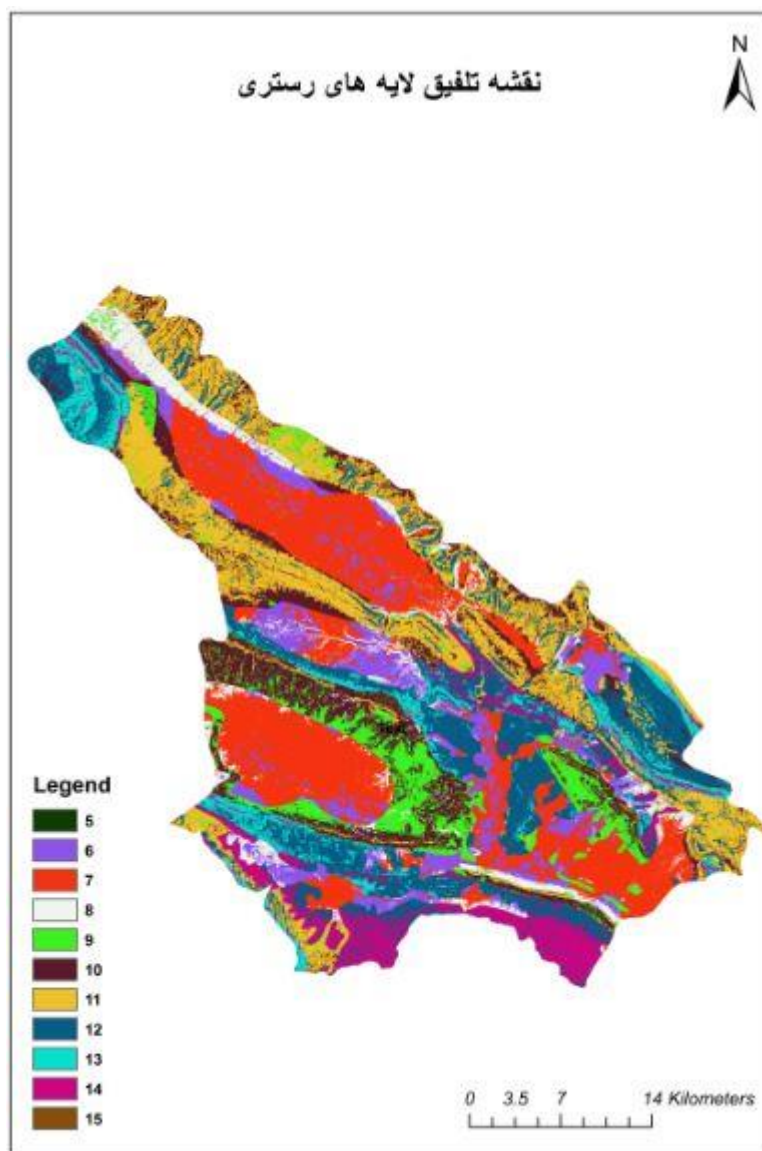
$$R_{c1} = (slop * 25 + litology * 45 + soil * 9 + density \ line * 6 + veg * 15) / 100$$

بحث و نتایج:

با توجه به نقشه بدست آمده از مدل ضریب رواناب (شکل ۱۱)، مناطق آبرفتی همراه با پوشش گیاهی بدلیل قابلیت نفوذ بالا دارای کمترین مقدار ضریب رواناب بوده درحالی که مناطق دارای لایه های شیب دار شیل و مارن دارای بیشترین مقدار رواناب می باشد.

با توجه به اهمیت ضریب رواناب در حوزه آبخیز بدلیل وجود سد تنگاب در پایین دست در کنترل سیلاب حوزه و محاسبه ضریب رواناب برای حوزه های بدون آمار به کمک محاسبات انجام شده در این حوزه، نقشه ای از پهنه بندی ضریب رواناب حوزه آبخیز منطقه مورد مطالعه تهیه گردید.

با به کارگیری فناوری های GIS و RS می توان از تکنیک های ابزار بسیار قوی و کارآمد برای جمع آوری و تجزیه، تحلیل و ارزیابی داده ها استفاده کرد. روش GIS و RS برای پردازش مقادیر زیاد اطلاعات مکانی از اطلاعات پوشش زمین و کاربری اراضی مناسب می باشد. این مدل به دلیل استفاده از همین تکنیک ها به ویژه در مناطقی که مساحت زیادی دارند و مناطقی که اطلاعات کافی در مورد آنها وجود ندارد و همچنین دسترسی به آنها به دلایلی از جمله صعب العبور بودن ممکن نمی باشد، بسیار موثر است.



نکسل ۱۱. نقشه نهایی از تلفیق لایه های رستری (R_{CI}) مناطقی با بیشترین ارزش، دارای بیشترین مقدار ضریب رواناب می باشد.

اجرای این مدل می‌تواند به شناسایی مکان‌هایی که دارای تغییرات ضریب رواناب معناداری هستند کمک کند و با شناسایی این مکان‌ها، مدیریت لازم جهت کنترل رواناب حوزه اعمال شود. با تحلیل‌های صورت گرفته مشخص شد که بیشتر سطح حوزه در رده شیب ۰-۱۵ درجه قرار دارد و بیشتر پوشش گیاهی و خاک نیز در این محدوده قرار دارد با این حال این لایه لیتولوژی است که بیشترین اثر را بر روی ضریب رواناب این حوزه دارد. بطور کل با محاسبات انجام شده لیتولوژی و لایه شیب اثری مثبت بر مقدار رواناب حوزه داشته درحالی که لایه های پوشش خاک و گیاه و لایه چگالی خطواره این اثر منفی بوده و سبب کاهش در مقدار رواناب این حوزه می شود.

منابع

Gary I. Prost, *Remote Sensing For Geoscientists*. Third Edition, 373-434, 2001.

راما رامبد (۱۳۸۷) "ارزیابی عوامل موثر بر ضریب رواناب و برآورد آن با استفاده از اطلاعات رقمی سنجش از دور و GIS" پایاننامه کارشناسی ارشد، بخش علوم زمین، دانشگاه شیراز.

حسین شفیع (۱۳۸۲) "پهنه بندی نفوذ پذیری نسبی طاق‌دیس کارستی پودنو در استان فارس با استفاده از داده های دور سنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی" پایاننامه کارشناسی ارشد، بخش علوم زمین، دانشگاه شیراز.

محمود زبیری و علیرضا مجد "آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی" چاپ دهم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.

سید کاظم علوی پناه "اصول سنجش از دور نوین" چاپ دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.

امین علی زاده "اصول هیدرولوژی کاربردی" چاپ هفدهم، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی، ۱۳۸۳.

محمد زارع "برآورد ضریب رواناب حوضه سرچاهان شرقی با استفاده از اطلاعات رقمی سنجش از دور GIS,RS" بیست و پنجمین گرد همایی علوم زمین، اسفند ۱۳۸۵.

مسعود سمیعی [۱] "برآورد تغذیه آب زیر زمینی از طریق تحلیل جریان پایه و استفاده از نرم افزارهای PART و RORA" مجله علمی-پژوهشی علوم و مهندسی آبخیز داری ایران، سال پنجم (۱۳۹۰).