

کلیدواژه‌ها: پهنه‌بندی سیلاب، جنگل تصادفی، ماشین بردار پشتیبان، طالقان، Sentinel-2

مقدمه

سیلاب از جمله بلایای طبیعی شناخته شده در دنیا می‌باشد که طبق گزارش جهانی برنامه عمران سازمان ملل در مورد خطر بلایای طبیعی، سیلاب همراه با زلزله و خشکسالی بالاترین رتبه را از لحاظ خسارت مالی و جانی به همراه دارد [۳]. بر اساس آمارهای ذکر شده توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور خسارات ناشی از سیل بالغ بر ۱۰۰۰۰ میلیارد ریال در سال است و از سال ۱۳۳۰ لغایت ۱۳۸۳ باعث کشته شدن ۱۱ هزار و ۷۳۹ نفر و مفقود الاثر شدن ۲۳۸۱ نفر دیگر شده است. رودخانه طالقان در گذشته با سیلاب‌های متعددی مواجه بوده که همواره خسارات فراوانی را در پی داشته‌است. از جمله این سیلاب‌ها می‌توان به سیل‌های سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶ اشاره کرد که آسیب زیادی به راه‌های دسترسی روستاهای اطراف و همچنین خسارات سنگینی به باغ‌ها و مزارع وارد شد.

اولین گام در طرح‌های مدیریتی سیلاب و دشت‌های سیلابی، تهیه نقشه پهنه‌بندی سیل است که از موارد کاربرد این نقشه‌ها می‌توان به تعیین بستر و حریم رودخانه‌ها، مطالعه و توجیه اقتصادی طرح‌های عمرانی، پیش‌بینی و هشدار سیل، عملیات امداد و نجات و بیمه سیل اشاره نمود [۲]. برای شناسایی نواحی سیل‌گیر دشت‌های سیلابی، اطلاعات نقشه‌برداری رودخانه و هیدرولوژی بالادست لازم می‌باشد. تهیه اطلاعات دقیق از هیدرولوژی بالادست حوضه‌ها و نقشه‌برداری زمینی رودخانه‌ها زمان و هزینه بالایی نیاز دارد. با توجه به اینکه استخراج پهنه سیل‌گیر از طریق زمینی و با نقشه‌برداری نیاز به وقت و هزینه زیادی دارد، یکی از گزینه‌های جایگزین استخراج پهنه سیل‌گیر در صورت دارا بودن دقت کافی، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. تصاویر ماهواره‌ای به دلیل داشتن اطلاعات در محدوده طیف بانندی مناسب می‌تواند تغییرات عوارض سطحی زمین را نشان دهد. در این رابطه نواحی سیل‌گیر به دلیل پوشش گیاهی متفاوت با مناطق اطراف خود و همچنین داشتن رنگ روشن نسبت به نواحی دیگر در تصاویر قابل تفکیک می‌باشد. این تصاویر به دلیل قابل دسترس بودن، تعیین محدوده‌های سیل‌گیر را امکان‌پذیر می‌نماید. بنابراین برای این منظور داده‌های سنجش از دور (RS) و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزاری مفید و توانمند برای

ارزیابی صحت روش‌های طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای Sentinel-2 با رویکرد پیکسل مینا و شی مینا در پهنه‌بندی مناطق سیل‌گیر رودخانه طالقان

مریم بی‌غم سرشکه^۱، میرمسعود خیرخواه زرکش^۲، و باقر قرمزچشمه^۳
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۳۰

چکیده

پهنه‌بندی سیل یکی از اولویت‌های مدیریت منابع آب و اراضی بوده و قابلیت‌های سنجش از دور می‌تواند در این خصوص بسیار کاربرد داشته‌باشد. هدف این مقاله بررسی دقت روش‌های شی‌گرا و پیکسل مینا در استخراج پهنه‌سیل‌گیر در حوضه رودخانه طالقان می‌باشد. بدین منظور تصویر ماهواره‌ای Sentinel-2A با استفاده از روش نظارت شده با دورویکرد پیکسل مینا و شی مینا و بکارگیری دو الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) و جنگل تصادفی (RF) طبقه‌بندی شدند. صحت کلی و ضریب کاپا به روش RF در حالت شی مینا به ترتیب ۸۹ درصد و ۰/۸۲ و در حالت پیکسل مینا به ترتیب ۸۸/۵ درصد و ۰/۷۵ بدست آمد. این در حالی است که در روش SVM صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۸۴/۵ درصد و ۰/۷۳ در حالت پیکسل مینا و ۸۶ درصد و ۰/۷۸ در حالت شی مینا حاصل شد. برای صحت‌سنجی پهنه‌های استخراج شده، از روش پهنه‌بندی هیدرولیکی با دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ ساله استفاده شد. نتایج نشان داد هر دوروش RF و SVM در رویکرد شی‌مینا اغلب بیش‌ترین هم‌پوشانی را با دوره بازگشت‌های مختلف داشته‌اند که بالاترین میزان هم‌پوشانی با پهنه‌های سیل دوره بازگشت دو ساله با مقادیر ۶۸ و ۶۶ درصد برای RF و SVM بدست آمد.

- ۱- کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران.
- ۲- دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- ۳- نویسنده مسئول و استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، پست الکترونیک: baghergh@gmail.com

مصنوعی، پیکسل های تصویر براساس ویژگی های طیفی آن ها جدا و به دو گروه آب و غیر آب تفکیک شدند. در مرحله دوم تصاویر طبقه بندی شده براساس ویژگی های مکانی تقسیم بندی شدند. حق و همکاران [۱۱] با استفاده از تصاویر دو ماهواره Aqua و Terra (سنجنده مودیس باندهای ۱ و ۲ و ۷) اقدام به استخراج پهنه سیل و برآورد خسارات سیل در پاکستان نمودند. در این مطالعه از روش طبقه بندی نظارت شده، حداکثر احتمال برای استخراج پهنه سیل استفاده شده است. همچنین جهت رسیدن به نتایج بهتر، تفسیر بصری نیز بر روی تصاویر مودیس انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد استفاده از این روش برای استخراج پهنه سیل دقت قابل قبولی دارد. لی و همکاران [۱۴] برای بهبود قدرت تفکیک مکانی MODIS، از مدل رقومی ارتفاعی SRTM با قدرت تفکیک ۳۰ متری برای استخراج پهنه سیل رودخانه می سی سی پی استفاده کردند. نتایج اعتبارسنجی با استفاده همزمان داده های لندست ۷ و World View2 (با قدرت تفکیک متر ۳۰ و ۲ متر) و مشاهدات ایستگاه های آب سنجی نشان داد تطابق بالایی مابین مناطق آبی استخراج شده از این تصاویر و پهنه های آبی بدست آمده از تلفیق تصاویر مودیس و مدل رقومی ارتفاعی می باشد. این تطابق در تصاویر لندست به میزان ۹۲ درصد نیز افزایش یافته بود. پرهمت و قرمزچشمه [۱۸] با استفاده از تصاویر لندست و مدل رقومی ارتفاعی، پهنه سیل را با روش های طبقه بندی و تفسیر چشمی استخراج کردند. نتایج ایشان نشان داد که روش تفسیر چشمی از دقت بهتری برخوردار می باشد. گوپتا و بهادوریا [۹] با استفاده از سه سری تصاویر ETM مربوط به سال های ۱۹۹۵ و ۲۰۰۰ و ۲۰۰۳ از منطقه سان آنتونیو، توانستند با بکارگیری طبقه بندی شیء گرا با الگوریتم نزدیک ترین همسایه، چهار کلاس، جنگل، ساختمان، کشاورزی و آب را با صحت کلی ۹۷/۳ درصد بدست آورند. در منابع مورد بررسی از یک یا دو روش طبقه بندی تصاویر استفاده شده و کلیه روش ها بطور جامع دیده نشده است. بخصوص در داخل کشور از قابلیت سنجنش ازدور در استخراج پهنه سیل تحقیق جامعی صورت نگرفته است. تصاویر ماهواره ای-Sentinel 2A و Sentinel-2B به ترتیب در تیر ۱۳۹۳ و اسفند ماه سال ۱۳۹۵ توسط سازمان فضایی اروپا به فضا پرتاب شده، این تصاویر دارای توان تفکیک مکانی متغیر ۱۰ تا ۶۰ متر و شامل ۱۲ باند در محدوده طیفی مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز موج کوتاه می باشند. بنابراین در این تحقیق سعی شده است از باندهای طیفی تصاویر Sentinel-2A در استخراج پهنه های سیل گیر در حوضه رودخانه طالقان با روش های طبقه بندی نظارت شده پیکسل مبنای شیء گرا استفاده شود.

شناسایی عوامل موثر بر پتانسیل سیل خیزی حوضه ها و تعیین دقیق مرزهای سیلاب دشت یا همان پهنه بندی سیلاب می باشد. وهایی [۲۲] با به کارگیری سنجنش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوزه طالقان، اقدام به پهنه بندی خطر سیل رودخانه کرد. ایشان برخی از ورودهای مدل هیدرولیکی را از تصاویر ماهواره ای استخراج نمود. آقاعلیخانی [۱] با استفاده از مدل منطق فازی پهنه بندی پتانسیل سیل گیری را برای حوزه فرحزاد تهران انجام داد و نتیجه گرفت که پهنه های با خطر بسیار زیاد در بالا دست حوضه واقع گردیده اند. فرجزاده اصل [۷] در سه حوضه اصلی استان آذربایجان غربی با کارگیری تصویر ماهواره ای ETM+ سال ۱۳۸۴ که وضعیت سیلابی در منطقه حاکم بود، پهنه های خطر سیل را استخراج نمود. نتایج بدست آمده نشان داد که زیرحوضه ی زنگمار در خطر سیل پذیری شدید قرار دارد. یمانی و تورانی [۲۴] از بستر رودخانه طالقان رود در بالادست محل سد طالقان، اقدام به تعیین پهنه های سیل گیر در دوره بازگشت های ۲ ساله با استفاده از مدل HEC-RAS و الحاقیه HEC-GeoRAS نمودند. نتایج آن ها نشان داد که از کل مساحت در قلمرو سیل ۲۰۰ ساله حدود ۸۸/۱۶ درصد مستعد سیل گیری توسط سیل های با دوره بازگشت ۲۵ سال و کمتر از آن است، که بخش زیادی از اراضی کشاورزی و بخشی از سکونت گاه ها را شامل می شود. لاینگ و موهانتی [۱۵] با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در منطقه ماهانادی واقع در اوراسیای هندوستان، اقدام به پهنه بندی سیل کرده و مدیریت سیلاب ها را بر اساس پهنه بندی به منزله یک روش غیرسازهای کنترل سیلاب معرفی و آن را بهینه کردند. اسلام و سادو [۱۲] با استفاده از داده های سنجنش ازدور از سیل تاریخی سال ۱۳۶۷ بنگلادش، یک نقشه خطر سیل را برای این کشور به کمک سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه کردند. ژینرو و سو [۱۳] برای به دست آوردن نقشه ی وسعت سیلاب در سواحل سیلابی با استفاده از تصاویر لندست TM و داده های مدل رقومی ارتفاعی (DEM) در کارولینای شمالی، مناطق با پتانسیل سیل خیزی بالا را شناسایی کردند. هایبو و همکاران [۱۰] با استفاده از تصاویر سنجنده ETM+ لندست ۷، از تکنیک های مختلفی برای استخراج پهنه آبی استفاده کردند. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که پهنه آبی استخراج شده با استفاده از شاخص ها نسبت به روش های دیگر دقت بیشتری را نشان داد. سن سیلناس [۲۱] براساس تجزیه و تحلیل سری های زمانی تصاویر ماهواره ای مودیس با استفاده از اطلاعات طیفی پیکسل، مناطق تحت پوشش آب را مورد بررسی قرار دادند. در مرحله اول با روش های SVM شبکه عصبی

1. Liang & Mohanty
2. Islam, M. Sado
3. Jinru & Su
4. Haibo et al.
5. Senthilnath et al.

6. Haq et al.

7. Li

8. Gupta & Bhadauria

گرفته شده در روش طبقه‌بندی پیکسل مبنا می‌باشد [۱۹]. به دلیل ضعف اطلاعات موجود در یک پیکسل، توانایی تفسیر مفهومی تصویر از طریق روش‌های مبتنی بر مقادیر پیکسل‌ها بسیار ضعیف می‌باشد [۵، ۱۹]. از مزایای رویکرد شیء مبنا در مقابل روش پیکسل پایه می‌توان به استفاده از ویژگی‌های مکانی همچون مساحت، طول، عرض بهره‌گیری از ویژگی‌های مورفولوژیکی همچون پارامترهای شکل و بافت، استفاده از ویژگی‌های متن تصویر^۲ همچون رابطه با پیکسل‌های مجاور و تحلیل مجاورت اشاره کرد [۱۷].

یک شیء، گروهی از پیکسل‌ها را شامل می‌شود که از نظر خصوصیات طیفی و مکانی به هم شباهت دارند [۲۰]. اولین مرحله از طبقه‌بندی به روش شیء گرا، قطعه‌بندی تصویر می‌باشد. هدف از قطعه‌بندی، در واقع تقسیم یک تصویر به بخش‌های مختلفی است که به طور ایده‌آل مطابق با عوارض روی زمین باشد. از پرکاربردترین و بهترین روش‌های قطعه‌بندی می‌توان به روش چند مقیاسی اشاره کرد که پیکسل‌ها یا اشیا تصویری مجاور را باهم ادغام می‌کند و یک الگوریتم قطعه‌بندی پائین به بالا است که بر پایه تکنیک ادغام نواحی دو به دو^۳ می‌باشد [۶]. روش چند مقیاسی علاوه بر پارامتر مقیاس، دارای شاخص همگنی بوده و جهت اندازه‌گیری میزان همگنی یا ناهمگنی یک شیء می‌باشد. این شاخص به صورت ترکیبی از ویژگی‌های شکل و رنگ شیء تصویری اولیه و به دست آمده از ادغام محاسبه می‌شود.

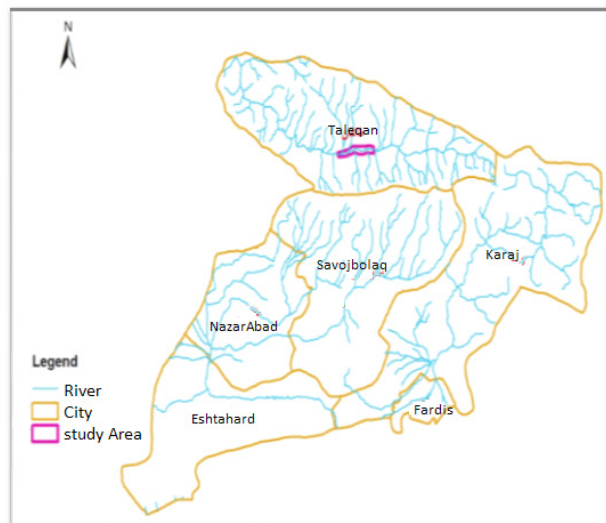
شاخص‌های طیفی

نواحی سیل‌گیر مجاور رودخانه به دلیل نرخ بالاتر رسوب گذاری نسبت به نواحی دورتر به دلیل رنگ روشن‌تر قابل تمیز می‌باشند. این ویژگی باعث می‌شود که مواد رسوبی که اخیراً ته‌نشست نموده‌اند و دارای رنگ روشن می‌باشند در تصاویر ماهواره‌ای، بهتر قابل تفکیک باشند. علاوه بر این با ترکیبات مختلف بانندی می‌توان ترکیبات رنگی ایجاد و شناسایی این عوارض را راحت‌تر و دقیق‌تر انجام داد. شاخص‌های طیفی با استفاده از نسبت‌گیری باندها باعث بهبود فرآیند طبقه‌بندی می‌شوند [۲۵]. و در این تحقیق شامل شاخص‌های $NDVI^4$ و $NDWI^5$ می‌باشند. $NDVI$ یا شاخص اختلاف نرمال شده پوشش گیاهی به منظور وجود یا عدم پوشش گیاهی زمان تصویر برداری استخراج گردید. و در فرآیند طبقه‌بندی تصویر از آن استفاده شد. این شاخص برای تصاویر باندهای ۸ (Nir) و ۴ (Red) ماهواره Sentinel-2A طبق رابطه زیر استخراج می‌گردد [۱۴]:

$$NDVI = \frac{(Nir - Red)}{(Nir + Red)} = \frac{(b8 - b4)}{(b8 + b4)} \quad (1)$$

$NDWI$ یا شاخص اختلاف نرمال شده آب قدرت خوبی در تشخیص آب و رسوبات اطراف رودخانه دارد که به عنوان یک

حوزه آبخیز طالقان، که یکی از زیر حوضه‌های مهم سفید رود به شمار می‌رود، در دامنه جنوبی رشته کوه های البرز واقع در استان البرز می‌باشد. از نظر موقعیت جغرافیایی این حوضه بین ۳۶ درجه و ۵ دقیقه و ۳۱ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۳۲ دقیقه و ۳۷ ثانیه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۱ دقیقه و ۱۶ ثانیه طول شرقی قرار گرفته و وسعت آن ۱۳۵۲۰۰ هکتار است. محدوده تحقیق بازه ۱۲ کیلومتری بین حدود سه کیلومتری پائین دست شهر طالقان و روستای گوران واقع شده است. عرض رودخانه در این محدوده تحقیق کمتر از ۱۰۰ تا بیش از ۷۰۰ متر متفاوت می‌باشد. با توجه به اینکه رودخانه طالقان در محدوده تحقیق در حاشیه شهرک طالقان قرار گرفته است و با توجه به مسائل و مخاطرات ناشی از سیل، بررسی نواحی مستعد وقوع سیلاب و تهیه نقشه پهنه‌های سیل‌گیر در این منطقه ضرورت دارد. نقشه محدوده مطالعاتی در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. نقشه موقعیت بازه تحقیق در استان البرز
Fig 1. Research area in Alborz Province

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل تصویر ماهواره‌ای Sentinel-2A با توان تفکیک مکانی ۱۰ متر اخذ شده در ۱۶ فروردین ماه سال ۱۳۹۵ و همچنین مدل رقوم ارتفاعی^۱ ASTER با اندازه پیکسل ۳۰ متر می‌باشد.

طبقه‌بندی تصاویر در سنجش از دور بر اساس واحد محاسباتی با دو رویکرد، طبقه‌بندی پیکسل مبنا و طبقه‌بندی شیء مبنا تقسیم بندی می‌شود. در سال‌های اخیر جهت دستیابی به دقت قابل قبول و بهبود طبقه‌بندی، روش‌های شیء مبنا مورد توجه محققان قرار گرفته است [۴، ۵، ۱۹]. حجم ویژگی‌های معرف یک کلاس در روش طبقه‌بندی شیء گرا، بسیار وسیع‌تر از تعداد ویژگی‌های به کار

2. Contextual attributes

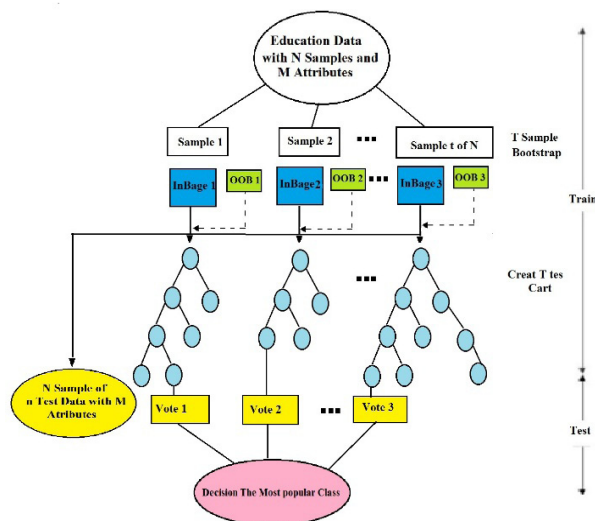
3. Pair-Wise

4. Normalized Difference Vegetation Index

5. Normalized Difference Water Index

1. Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Digital Elevation model

که به دلیل سرعت بالای آن در مورد داده‌های با حجم بالا، عدم نیاز آن به داده‌های آموزشی زیاد و نیز عدم رخداد فرآیند فرا برازش آبر روی داده‌ها بسیار مورد توجه قرار گرفته است. دقت این روش وابسته به توان درختان به صورت مجزا و نیز میزان همبستگی بین درختان است. به بیان دیگر هر چه این درختان قابلیت تصمیم‌گیری بهتری داشته و میزان همبستگی میان درخت‌ها کمتر باشد، دقت نهایی بهتر می‌شود. در شکل (۳) اصول کلی این روش نمایش داده شده است اجاقی [۱۷].



شکل ۳. روند کلی الگوریتم جنگل تصادفی [۵]

Fig 3. The flowchart of RF algorithm

برای انجام آنالیز RF محیط برنامه‌نویسی IDL/ENVI توسعه یافته بکار گرفته شد. مطابق فرآیند تحقیق که در شکل (۴) آمده است، به منظور طبقه‌بندی تصویر از دو رویکرد پیکسل مبنا و شیء‌گر و دو الگوریتم SVM و RF استفاده شد. در الگوریتم SVM پارامتر γ ، 0.2 و پارامتر C ، 100 و در الگوریتم RF تعداد درخت‌ها 100 در نظر گرفته شد. این مقادیر به صورت سعی و خطا و پس از ارزیابی مقادیر مختلف و مقایسه خروجی آن‌ها بدست آمد. در مرحله طبقه‌بندی با توجه به منطقه و تصویر مورد مطالعه نمونه‌های آموزشی برای ۳

باند کمکی در فرآیند تصویربندی از آن استفاده شد. برای تصاویر باندهای ۳ (Green) و ۸ (Nir) ماهواره Sentinel-2A طبق رابطه (۲) استخراج می‌شود:

$$NDWI = \frac{(Green - Nir)}{(Green + Nir)} = \frac{(b3 - b8)}{(b3 + b8)} \quad (2)$$

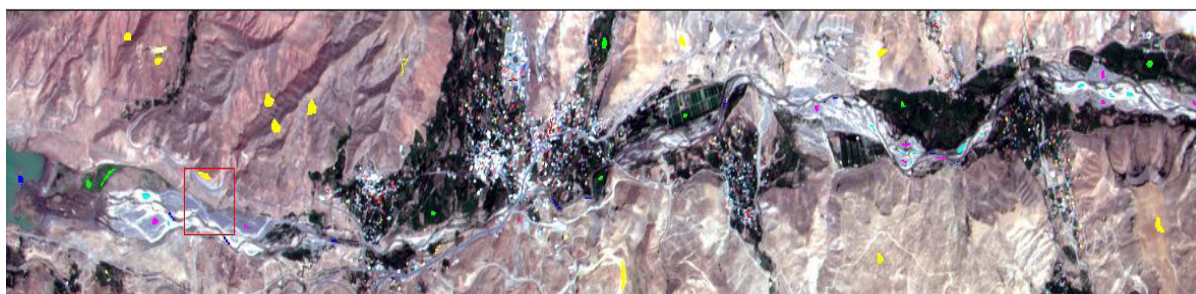
در روش‌های پیکسل مبنا و شیء‌گر از تکنیک طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شد [۸]. دو الگوریتم SVM, RF برای طبقه‌بندی نظارت شده به روش‌های پیکسل مبنا و شیء‌گر استفاده شد. تعداد نمونه‌های آموزشی برای مناطق بایر ۵۹۹ پیکسل، برای مناطق کشاورزی ۱۶۷ و ۷۴ پیکسل برای کلاس شهری به همراه ۱۰۰ پیکسل برای جریان اصلی رودخانه و ۱۳۷ و ۱۴۱ پیکسل به ترتیب برای کلاس خاک مرطوب و خشک اطراف رودخانه در نظر گرفته شد (شکل ۲). در نهایت این ۶ کلاس به سه کلاس اصلی رودخانه، پهنه سیلابی و غیر رودخانه کلاسه بندی گردید.

روش اولین بار توسط واپنیک^۱ [۲۳] معرفی شد و هدف آن ساخت یک ابر صفحه تفکیک‌کننده بهینه می‌باشد تا با استفاده از مجموعه داده آموزشی به عنوان بردارهای پشتیبان، داده را به تعداد مشخصی کلاس از پیش تعریف شده دسته‌بندی کند. کرنل‌های RBF در اجرای الگوریتم SVM به علت عملکرد خوب و کارایی پردازش بالا، مورد استفاده قرار گرفت. بنابراین دو پارامتر، هزینه C و پهنای تابع کرنل γ به صورت رابطه (۳) تعریف می‌شود:

$$K(x, x_i) = \exp\left(-\frac{\|x - x_i\|^2}{\gamma^2}\right), \gamma > 0 \quad (3)$$

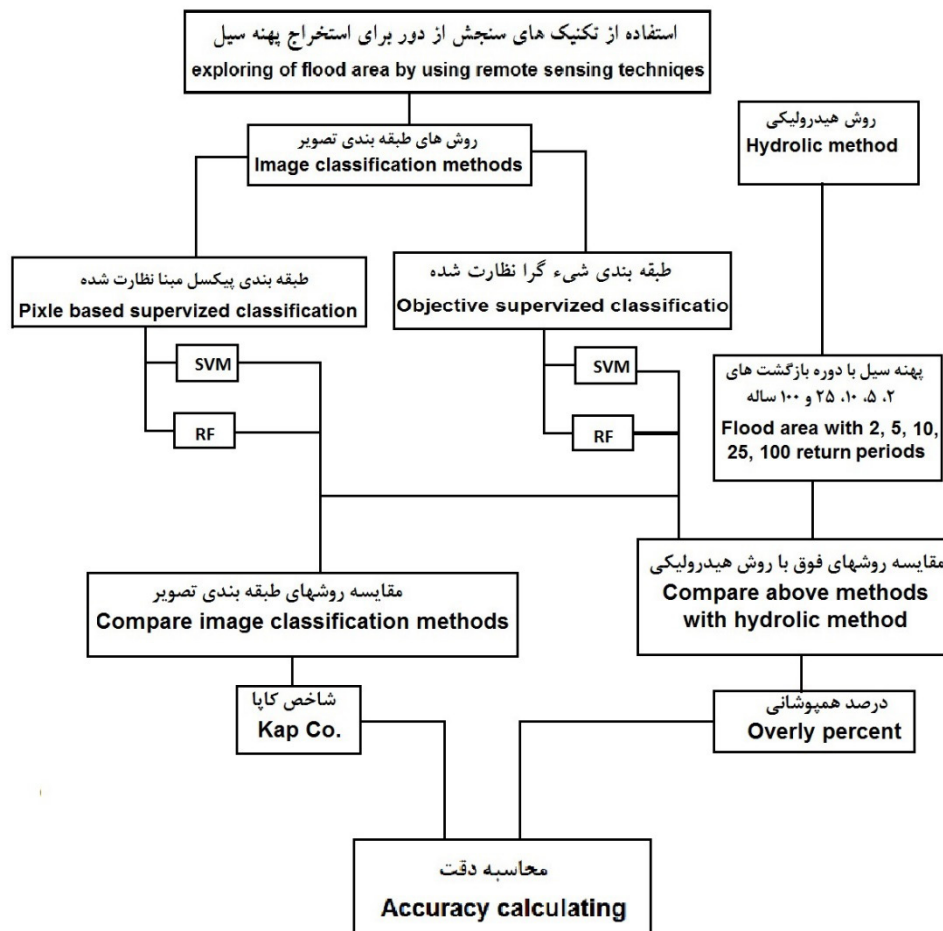
که در آن x یک نمونه در فضای داده اصلی، x_i یک نمونه متناظر در فضای ویژگی، γ نیز پارامتر کرنل می‌باشد که توسط کاربر تعیین می‌شود.

روش جنگل تصادفی (RF) روشی است که در آن از مجموعه‌ای از درخت‌ها به منظور طبقه‌بندی تصویر استفاده می‌شود. در این روش ابتدا تعدادی درخت تصمیم‌گیری که نسبت به هم بیشترین تمایز را دارند، تشکیل شده و سپس در مورد هر یک از این درخت‌ها روند مربوط به تصمیم‌گیری به صورت جداگانه انجام می‌شود. با توجه به نتایج به دست آمده، کلاس برنده کلاسی است که بیشترین رأی به آن تعلق بگیرد. جنگل تصادفی یکی از روش‌های یادگیری ماشین است



شکل ۲. وضعیت پراکندگی داده‌های آموزشی

Fig2. The training data map



شکل ۴- فرایند تحقیق

Fig4. The flowchart of Research

ضریب کاپا^۴ به طور متداول به منظور ارزیابی صحت کلی نقشه تولید شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. مرحله آخر، مقایسه صحت روش‌های طبقه‌بندی تصویر ماهواره برای استخراج پهنه سیل، با روش هیدرولیکی (به‌عنوان مرجع) می‌باشد. در این مرحله، میزان انطباق پهنه‌های سیل استخراج شده از تکنیک سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای با پهنه‌های سیل حاصل از روش‌های هیدرولیکی با دوره برگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ ساله بررسی و درصد همپوشانی آن‌ها استخراج گردید. این نقشه‌ها که در بازه‌ای به طول ۱۵ کیلومتر از رودخانه طالقان رود و با استفاده از قابلیت مدل HEC-RAS و الحاقیه HEC-geo-RAS تعیین گردیده بود، مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

برای آنالیز بصری هرچه بهتر خروجی‌های طبقه‌بندی روش‌های مختلف ابتدا تصویر رنگی کاذب و همچنین شاخص‌های پوشش گیاهی (NDVI^۵) و شاخص آب (NDWI^۶) در فرآیند طبقه‌بندی

کلاس رودخانه (جریان پایه)، محدوده سیلابی و غیر رودخانه در تصویر Sentinel-2 مورد شناسایی قرار گرفت.

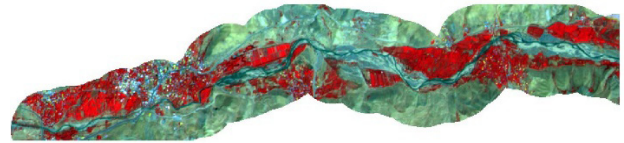
در هر چهار روش، کلاس‌های مشابه با همدیگر ادغام شده و در نهایت با توجه به هدف طبقه‌بندی سه کلاس جریان پایه، محدوده سیلابی و غیر رودخانه استخراج گردید. جهت ارزیابی صحت طبقه‌بندی از روش متداول ماتریس خطا استفاده شد. مجموعه نمونه اول نماینده داده مرجع یا آزمون است که معمولاً به صورت مشاهدات میدانی جمع‌آوری می‌شود. مجموعه نمونه دوم نیز پیکسل‌ها یا اشیا برچسب‌گذاری شده توسط طبقه‌بندی‌کننده است. سه شاخص جهت ارزیابی دقت طبقه‌بندی از ماتریس خطا به دست می‌آید. صحت کلی (OA^۱) با تقسیم مجموع درایه‌های قطر اصلی ماتریس خطا به تعداد کل نمونه‌ها به دست می‌آید. به منظور ارزیابی صحت هر کلاس اطلاعاتی به طور جداگانه، مفاهیم صحت کاربر (UA^۲) و صحت تولیدکننده (PA^۳) استفاده می‌شود. همچنین

4. Kappa Coefficient
5. Normalized Difference Vegetation Index
6. Normalized Difference Water Index

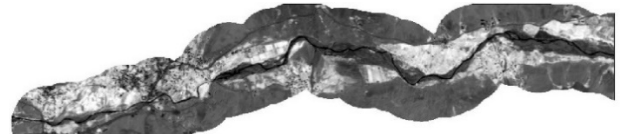
1. Overall Accuracy
2. User's accuracy
3. Producer's accuracy

تصاویر طبقه‌بندی‌شده به همراه نتایج ارزیابی طبقه‌بندی‌های مختلف برحسب صحت کلی و ضریب کاپا برای هر یک از روش‌های SVM و RF در حالت شیء‌گرا و پیکسل‌منا به ترتیب در جدول (۱ و ۲) آورده شده است. همچنین بازه جریان پایه، پهنه سیل و مناطق حاشیه در شکل‌های ۸ و ۹ در حالت شیء‌گرا آورده شده است. بالاترین و پایین‌ترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب از الگوریتم RF (روش‌های پیکسل‌منا و شیء‌گرا) حاصل شد که به ترتیب ۸۶/۵ درصد و ۸۹ درصد برای معیار صحت کلی و ۰/۷۵ و ۰/۸۲ برای معیار ضریب کاپا بدست آمد. روش جنگل تصادفی به دلیل استفاده از آستانه‌گذاری بر روی باندهای مختلف و تولید طبقه‌بندی کننده‌های درختی با تنوع بالا و وزن دهی مناسب، نسبت به هر یک از نتایج طبقه‌بندی کننده‌ها توانست بالاترین صحت را تولید کند. با بررسی دقیق‌تر مشاهده گردید دو کلاس رودخانه (جریان پایه) و غیر رودخانه به دلیل تفاوت طیفی‌شان دارای کمترین تداخل کلاس‌های طبقه‌بندی در روش‌های شیء‌گرا با یکدیگر بوده و بیش‌ترین دقت طبقه‌بندی را به دست آورده‌اند. همچنین دو کلاس رودخانه (جریان پایه) و محدوده سیلابی به دلیل تفاوت طیفی‌شان، متمایز از یکدیگر بوده و با دقت بالایی این نواحی تفکیک شده‌اند. بالعکس کلاس غیر رودخانه بیش‌ترین تداخل را با کلاس محدوده سیلابی در هر دو روش پیکسل‌منا و شیء‌گرا نشان داد. علت این تداخل می‌تواند به دلیل وجود رطوبت در مناطق دارای پوشش گیاهی باشد.

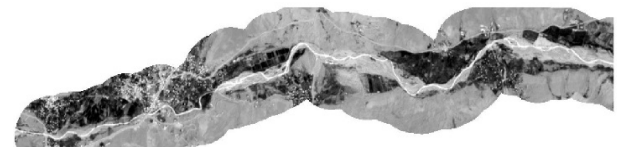
استفاده شد (شکل‌های ۵، ۶، ۷). همان طور که در شکل‌های ذکر شده مشخص است مسیر رودخانه در شاخص آب روشن تر و در شاخص گیاهی تاریک‌تر دیده می‌شود.



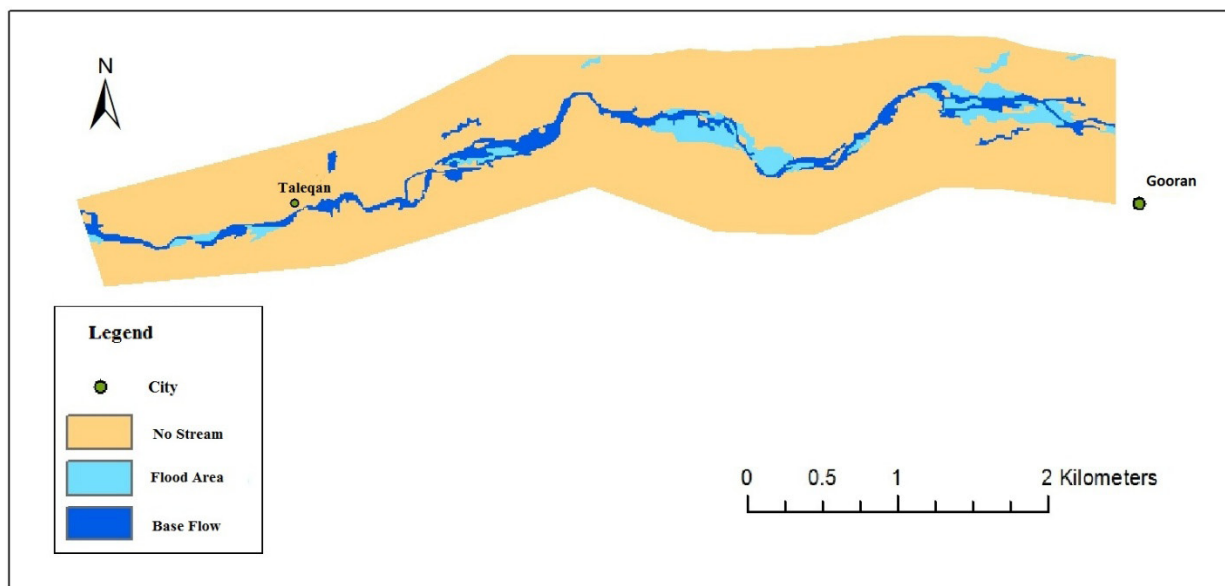
شکل ۵. ترکیب رنگی مادون قرمز
Fig5.The False Color Coposite



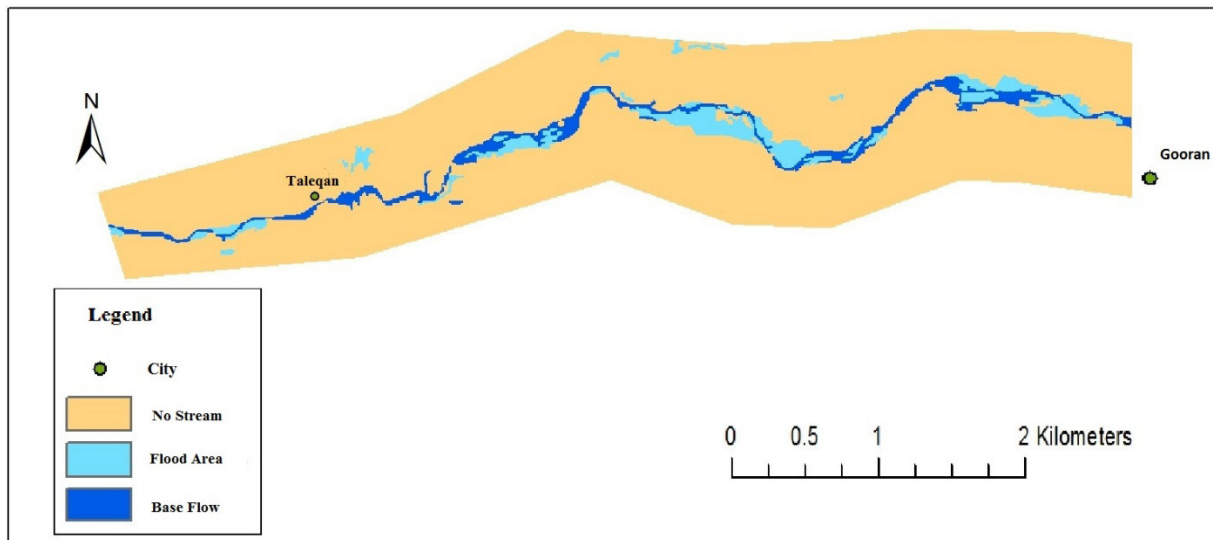
شکل ۶. شاخص پوشش گیاهی
Fig6.NDVI



شکل ۷. شاخص آب
Fig7.NDWI



شکل ۸. طبقه‌بندی با روش ماشین بردار پشتیبان- شیء‌گرا
Fig8.Classification by Object base- SVM



شکل ۹. طبقه‌بندی با روش جنگل تصادفی-شی‌گرا

Fig9. Classification by Object base- RF

جدول ۱. معیارهای ارزیابی صحت طبقه‌بندی روش ماشین‌های بردار پشتیبان

Table1. Confusion Matrix of SVM

ماشین بردار پشتیبان- شی مینا				ماشین بردار پشتیبان- پیکسل مینا					
SVM- Object Base				SVM- Pixel Base					
کاپا	صحت کل	صحت کاربر	صحت کلاسی	کاپا	صحت کل	صحت کاربر	صحت کلاسی		
Kappa	OA	UA	CA	Kappa	OA	UA	CA		
		70.58%	80%			83.03%	99.27%	Flood Area	پهنه سیلابی
0.75	86.55%	88.88%	72.72%	0.73	84.50%	81.51%	67.75%	River Flow	جریان پایه
		92.85%	92.85%			86.18%	91.22%	Non- River	غیر رودخانه

جدول ۲. معیارهای ارزیابی صحت طبقه‌بندی روش جنگل تصادفی

Table2. Confusion Matrix of RF

جنگل تصادفی- شی مینا				جنگل تصادفی - پیکسل مینا					
RF- Object Base				RF- Pixel Base					
کاپا	صحت کل	صحت کاربر	صحت کلاسی	کاپا	صحت کل	صحت کاربر	صحت کلاسی		
Kappa	OA	UA	CA	Kappa	OA	UA	CA		
		80.55%	93.54%			91.71%	87.13%	Flood Area	پهنه سیلابی
0.82	88.76%	92.30%	75%	0.75	86.55%	77.57%	98.46%	River Flow	جریان پایه
		95%	90.47%			79.69%	80.4%	Non- River	غیر رودخانه

جدول (۳) روش‌های هیدرولیکی در دوره بازگشت‌های ۲ و ۵ ساله، بیش‌ترین هم‌پوشانی را با پهنه سیل استخراج شده از روش جنگل تصادفی و ماشین بردار پشتیبان دارا بودند. ولی در دوره بازگشت‌های ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ ساله درصد هم‌پوشانی کاهش نشان داد. در حالت پیکسل مینا در روش جنگل تصادفی، دقت مشابه بوده و حدود ۴۱ درصد در دوره بازگشت دو ساله تا ۳۲ درصد دقت کاهش نشان داد. مطابق با جدول (۴) و شکل (۹) برای روش جنگل تصادفی شی مینا،

جهت ارزیابی صحت نقشه‌های تولید شده از نقشه‌های استخراج شده بر اساس روش هیدرولیکی با دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ ساله استفاده شد. در حالت پیکسل مینا، آنالیزهای صورت گرفته بیانگر آن است که در بخش شرقی رودخانه پهنه سیل استخراج شده با دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ ساله مطابقت خوبی داشته ولی در قسمت مرکزی با هیچ یک از دوره بازگشت‌ها هم‌پوشانی مناسبی را بدست نیاورد. با توجه به نتایج

به روش های دیگر اقدام به طبقه بندی تصویر نموده است [۲۴].

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق برای پهنه بندی سیلاب از تصویر ماهواره ای Sentinel-2 که دارای قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر می باشد، استفاده گردید. جهت بدست آوردن نقشه های پهنه بندی دو رویکرد شی گرا و پیکسل مبنا و الگوریتم های SVM و RF به کار گرفته شد. نتایج حاصل از طبقه بندی نشان داد که هر دو روش ذکر شده در هر دو رویکرد شی گرا و پیکسل مبنا دارای صحت نسبتا بالایی در استخراج پهنه های سیلاب دارا بودند. به طوریکه در روش RF شی گرا و پیکسل مبنا به ترتیب با صحت کلی ۸۹ و ۸۸ درصد و روش SVM شی گرا و پیکسل مبنا با ۸۶/۵ و ۸۴/۵ درصد صحت کلی در طبقه بندی بدست آمد. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که الگوی آنالیز شیء گرا علاوه بر اطلاعات طیفی در تصویر، اطلاعات دیگری چون شکل، اندازه و بافت و اطلاعات محیطی را برای طبقه بندی در نظر می گیرد که این امر موجب بالا بودن نسبی صحت در نقشه های استخراج شده از روش های شی گرای می باشد. پهنه های استخراج شده با نقشه های پهنه سیلاب هیدرولیکی با دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله مورد مقایسه قرار گرفت. بیشترین درصد هم پوشانی چهار روش بکار گرفته شده با پهنه سیلاب ۲ ساله بدست

تحلیل های صورت گرفته حاکی از آنست که در دوره بازگشت ۲ و ۵ ساله، صحت استخراج پهنه سیلاب از دقت مناسبی برخوردار است. فقط در قسمت شرقی بستر رودخانه انحراف از دوره بازگشت های ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ ساله مشاهده گردید. در هر دو قسمت شرقی و غربی رودخانه پلی گون های پهنه سیلاب بدست آمده از روش های هیدرولیکی در دوره بازگشت های ۲، ۵ و ۱۰ ساله، بیشترین هم پوشانی را با پهنه سیلاب استخراج شده از این روش را دارا بودند، ولی در دوره بازگشت ۲۵ و ۱۰۰ ساله، درصد هم پوشانی کاهش یافت. در پهنه غربی رودخانه اختلاف بیشتری با دوره بازگشت های ۲۵ و ۱۰۰ ساله مشاهده گردید. نتایج حاصل بدست آمده از این رویکرد شی گرای به کار گرفته شده در این تحقیق و همچنین نتایج پژوهش های پیشین که از روش شی گرای به جای پیکسل مبنا جهت طبقه بندی تصاویر ماهواره ای استفاده کرده اند [۵] نشان دهنده دقت بالای کلاس های استخراج شده مانند پهنه های سیلاب یا اراضی کشاورزی و همچنین بلوک های ساختمانی شهری می باشد. تحقیقات اوجاقی [۱۸] نیز نشان از دقت بهتر روش های شی گرا بود. همچنین نتایج بدست آمده از این تحقیق با مطالعه قبلی که برای منطقه با استفاده از مدل HEC-RAS و الحاقیه HEC-GeoRAS توسط یمانی در بازه ای به طول ۶/۵ کیلومتر از بستر رودخانه طالقان دوره بازگشت های ۲ تا ۲۰۰ ساله صورت گرفته است، مبین آن است که پهنه های استخراج شده با روش پیشنهادی تحقیق با عملکرد بهتری نسبت

جدول ۳- درصد هم پوشانی محدوده سیلاب با دوره بازگشتهای مختلف با روش RF و SVM پیکسل مبنا

Table3. The percentage of overlap between obtained zones from Pixel Base-RF& SVM with various returning period maps

روش SVM				روش RF				دوره بازگشت Return period
کل پهنه All area	غیر رودخانه No stream	محدوده سیلابی Flood area	رودخانه Stream	کل پهنه All area	غیر رودخانه No stream	محدوده سیلابی Flood area	رودخانه Stream	
49.30	50.7	30.08	19.22	40.99	59.00	23.48	17.51	2 year
46.32	53.68	28.95	17.37	38.79	61.21	22.94	15.85	5 year
43.92	56.08	27.87	16.04	37.10	62.90	22.35	14.75	10 year
39.99	60.01	25.74	14.24	34.33	65.67	20.97	13.36	25 year
37.61	62.39	24.44	13.17	32.44	67.56	19.99	12.45	100 year

جدول ۴- درصد هم پوشانی محدوده سیلاب با دوره بازگشتهای مختلف با روش RF و SVM شی مبنا

Table4. The percentage of overlap between obtained zones from Object Base-RF& SVM with various returning period maps

روش SVM				روش RF				دوره بازگشت Return period
رودخانه Stream	غیر رودخانه No stream	محدوده سیلابی Flood area	رودخانه Stream	رودخانه Stream	غیر رودخانه No stream	محدوده سیلابی Flood area	رودخانه Stream	
66.34	33.66	25.2	41.13	67.78	32.22	32.74	35.03	2 year
62.98	37.02	24.79	18.18	63.18	36.19	31.79	32.02	5 year
60.55	39.45	24.45	36.10	60.86	39.14	30.78	30.08	10 year
55.79	44.21	22.90	32.89	55.43	44.57	28.45	26.97	25 year
53.60	46.40	22.34	31.27	42.42	47.56	27.26	25.16	100 year

analysis for coal fire research, MSc thesis, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands

9. Gupta, N, Bhadauria, S. 2014. Object based Information Extraction from High Resolution. IJCSI International J. of Computer Science Issues, Vol. 11, Issue 3, No 2,

10. Haibo, Y. Zongmin, W. Hongling, Zh. Yu, G. 2011. Water body Extraction Methods Study Based on RS and GIS. 3rd International Conference on Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT).

11. Haq, M. Akhtar, M. Muhammad, Sh. Paras, S. Rahmatullah, J. 2012. Techniques of Remote Sensing and GIS for flood monitoring and damage assessment: A case study of Sindh province, Pakistan. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. Volume 15, Issue 2, Pages 135-141, doi.org/10.1016/j.ejrs.2012.07.002

12. Islam, M. Sado, K. 2000. Development of Flood Hazard Maps of Bangladesh Using NOAA-AVHRR Images with GIS. Hydrological Sciences Journal. NO 45.

13. Jinru, X. Su, b. 2017. Significant Remote Sensing Vegetation Indices: A Review of developments and application, Journal of Sensor, Vol (2017), 17 pages

14. Li, S. Sun, D. Goldberg, M. Stefanidis, A. 2013. Derivation of 30-m-resolution water maps from TERRA/MODIS and SRTM. J. of Remote Sensing of Environment. No 134. Pp: 417-430, doi.org/10.1016/j.rse.2013.03.015

15. Liang, S. Mohanty, C. 1998. Optimization of GIS-Based Flood Hazard Zoning (A Case Study at the Mahanady Command Area in Cuttack District, Orrisa, India), Chinese Soil and Water Conservation, 1 (28), pp.11-20.

16. Malnes, E. Guneriusen, T. Hoged, K.A. 2001. Mapping of Flood-area by Radarsat in Vansjo Norway. International Symposium on Remote Sensing of Environment.

17. Ojaghi, S. 2014. Automatic training data extraction for object based satellite image classification. M.S thesis. KNTU University of Tehran. (In Persian)

18. Porhemmat, J. Ghermezcheshmeh, B. 2007. Present a suitable method to extract flooding area from Landsat ETM+ satellite images and DEM, 07th International River Engineering Conference. (In Persian)

19. Robertson, L. King, D. 2011. Comparison of pixel- and object-based classification in land cover change mapping, International Journal of Remote Sensing, Volume 32, Issue

آمد. روش RF شی مبنا با مقدار ۶۷/۷۸ درصد بیشترین هم‌پوشانی با سیلاب دو ساله را به خود اختصاص داد. میزان دقت روش‌های سنجش از دوری در محاسبه پهنه سیلاب با افزایش دوره بازگشت سیلاب کاهش نشان داد که منطقی می‌باشد. چرا که با گذشت زمان آثار سیلاب از بین رفته و تشخیص آن با سنجش از دور کاهش می‌یابد. با توجه به جداول (۳ و ۴) دقت روش‌های شی مبنا نسبت به پیکسل مبنا بخصوص در دوره بازگشت‌های بالا بهتر بدست آمد. به‌طوریکه در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله درصد هم‌پوشانی دو روش شی‌گرا نسبت به پیکسل مبنا حدود ۲۰ درصد بیشتر حاصل شد که قابل توجه بوده و توصیه می‌شود که از روش شی مبنا برای استخراج پهنه سیل استفاده شود. بین روش طبقه‌بندی RF و SVM در دو حالت شی مبنا و پیکسل مبنا تفاوتی زیادی مشاهده نشد. به‌طوریکه اختلاف دو روش در حالت شی مبنا یک درصد و در حالت پیکسل مبنا حدود شش درصد SVM از دقت بهتری برخوردار بود. بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که از تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-2 برای استخراج پهنه‌های سیل بخصوص با دوره بازگشت‌های پائین می‌توان استفاده کرد. در دوره بازگشت‌های بالا نیز روش شی مبنا تا قابل توصیه می‌باشد.

منابع

1. Aghaalikhani, M. 2009. Flood zoning of Farahzad area using fuzzy systems. M.S thesis. Kharazmi University of Tehran. 110 pages
2. Barkhordar, M. Chavoshian, A. 2001. Flooding zoning. The National committee of irrigation. 63-80. (In Persian)
3. Beheshti javid, E. 2011. Zoning regions that prone to flooding (Case Study: Balkho Chai area). MS Thesis. Faculty of Geography. Kharazmi University of Tehran. (In Persian)
4. Baatz, M. Schape, A. 2000. Multi resolution segmentation-an optimization approach for high quality multi scale image segmentation. Angewandte Geographische Informations verarbeitung XII. Karlsruhe, Germany, pp. 12-23.
5. Blaschke, T. 2009. Object based image analysis for remote sensing. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. Volume 65, Issue 1, Pages 2-16.
6. Breiman, L. 2001. Random Forest. J. of Machine Learning, Volume 45, Issue 1, pp 5-32. https://doi.org/10.1023/A:1010933404324
7. Farajzadeh Asl, M. 2012, Assesment of flood dangerous in the subarea of West Azarbayjan, Geomorphology researches, No 1. (In Persian)
8. GAO, Y. 2003, Pixel based and object oriented image

23. Vapnik, V. 2013. The Nature of Statistical Learning Theory Springer Science & Business Media, Tir 8, 1392 AP - Mathematics - 314 pages.
24. Yamani, M. Turani, M, 2012, Detection of flooding area using HEC-RAS model (Case study: Taleqan dam) Geography and environmental hazard Magazine. (In Persian)
25. Zhang, J. Jia, L. 2014. A comparison of pixel-based and object-based land cover classification methods in an arid/semi-arid environment of Northwestern China, Earth Observation and Remote Sensing Applications (EORSA), 3rd International Workshop on Earth Observation and Remote Sensing Applications.
- 6, Pages 1505-1529.
20. Rasuli, A. 2008. Remote sensing Principle with emphasis on satellite images processing. Tabriz University Publication. (In Persian)
21. Senthilnath, J. Bajpai, Shivesh; Omkar, S. N. Diwakar, P. G. Mani, V. 2012. An approach to multi-temporal MODIS image analysis using image classification and segmentation, Advances in Space Research, Vol. 50(9), p. 1274-1287, doi.org/10.1016/j.asr.2012.07.003
22. Vahabi, J. 1997. Zoning disaster flood utilizing remote sensing and GIS technology (Case Study: Taleqan Area). MS Thesis. University of Tarbiat Modares. (In Persian)



Analysis Accruing of Sentinel-2 Image's Classification Methods Based on Object Base and Pixel Base in Flood Area Zoning of Taleqan River

M. Bigham Sereshkeh¹, M .Kheirkhah Zarkesh² and B. Ghermezcheshmeh³

Received: 08-04-2018 Accepted: 21-09-2018

Abstract

Flood zonation mapping is one of the priorities for the soil and water management, which Remote Sensing (RS) capabilities are very applicable to this issue. The main objective of this research was study of accuracy of the Object oriented and Pixel based methods for flood zonation mapping in the Taleghan River basin. Therefore, the Sentinel 2A satellite image of the study area classified using supervised classification method based on the both Object oriented and Pixel based approaches, with the Random Forrest (RF) and Support Vector Machine (SVM) algorithms. The overall precision and Kapa Coefficient of the RF algorithm based on Object oriented method were 89 percent and 0.82 and based on Pixel based method 88.5 percent and 0.75 respectively. The results of the overall precision and Kapa Coefficient for the SVM algorithm based on Pixel based method were 84.5 percent and 0.73 and based on Object oriented method were 86 percent and 0.78 respectively. In order to verification of the generated flooding zone maps, the flooding zone maps resulted from the hydraulic flood zonation mapping method with 2,5,10, 25 and 100 year return periods have been used. The results shown that, the generated maps of the both RF and SVM algorithms based on object oriented method; have the most suitable overlaps with the all-return periods flooding zone maps. The maximum overlap between maps belongs to the maps with 2-year return period, generated based on hydraulic flood zonation mapping method.

Keywords: *Flood zonation mapping, Random forrest, Support vector machine, Taleqan river basin, Sentinel image*

1. M.Sc. in Remote Sensing and GIS of Islamic Azad University of Tehran, Tehran, Iran

2. Associated professor, Soil conservation and watershed management research institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3. Corresponding Authors, Assistant professor, Soil conservation and watershed management research institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, Email: baghergh@gmail.com.