

تعیین گستره سیل با استفاده از داده‌های سنجنده OLI (مطالعه موردی: سیل سال ۱۳۹۵ دزفول)

علی اصغر تراهی و حسن حسنی مقدم

دوره ۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، صفحات ۲۴-۳۵

Vol. 5(1), Spring 2019, 24 – 35

DOI: 10.22034/jewe.2019.154927.1289

**Determination of Flood Extend using OLI Data  
(Case Study: Dezful 2016 Flood)**

Torahi A.A. and Hasani Moghaddam H.



[www.jewe.ir](http://www.jewe.ir)

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: تراهی ع.ا. و حسنی مقدم ح. (۱۳۹۸). تعیین گستره سیل با استفاده از داده‌های سنجنده OLI (مطالعه موردی: سیل سال ۱۳۹۵ دزفول). مجله محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۵، شماره ۱، صفحات: ۲۴-۳۵.

**Citing this paper:** Torahi A.A. and Hasani Moghaddam H. (2019). Determination of flood extend using OLI data (Case study: Dezful 2016 flood). J. Environ. Water Eng., 5(1), 24– 35. DOI: 10.22034/jewe.2019.154927.1289

## تعیین گستره سیل با استفاده از داده‌های سنجنده OLI (مطالعه موردی: سیل سال ۱۳۹۵ دزفول)

علی اصغر تراهی<sup>۱</sup> و حسن حسنی مقدم<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup>استادیار، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران  
<sup>۲</sup>کارشناسی ارشد، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران  
 \*نویسنده مسئول: std\_h.moghaddam@khu.ac.ir

### مقاله اصلی

تاریخ دریافت: [۱۳۹۷/۰۸/۱۳]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۷/۱۰/۱۷]

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۷/۱۱/۲۷]

### چکیده

سیل به‌عنوان یکی از رویدادهایی محسوب می‌شود که خساراتی را به جوامع انسانی تحمیل می‌کند. از این رو، اهمیت برآورد خسارات ناشی از سیل و تعیین گستره آن در برنامه‌ریزی برای کاهش این خسارات و تعیین نقاط با خطر بالا اهمیت زیادی دارد. هدف از این پژوهش تعیین گستره سیل با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای OLI بود. برای این منظور پنجره‌ای از تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸، پیش و پس از سیل ۲۵ فروردین ۱۳۹۵ دزفول مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا عملیات پیش‌پردازش شامل تصحیحات رادیومتریک و اتمسفریک بر روی تصاویر انجام شده، سپس جهت کاهش همبستگی داده‌ها و به‌دست آوردن داده‌هایی با تفکیک‌پذیری بالا، از آنالیز مؤلفه اصلی استفاده گردید. پردازش داده‌ها با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و با کرنل‌های خطی و چندجمله‌ای انجام شد. جهت آموزش الگوریتم ماشین بردار پشتیبان نمونه‌های آموزشی برای هر کاربری از جمله زمین‌های کشاورزی، گستره سیل، منابع آبی، مناطق مسکونی و مناطق گردشگری و تفریحی حاشیه رودخانه به‌صورت پراکنده در سطح کاربری‌ها برداشت شد. به‌منظور ارزیابی تشابه کلاس‌ها و میزان تفکیک‌پذیری و تباین نمونه‌های برداشت‌شده، از روش ارزیابی کمی تفکیک‌پذیری استفاده و تفکیک‌پذیری کلاس‌ها با استفاده از شاخص جفریس ماتوسیتا مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که گستره سیل ha ۱۱۵۹۳/۲۶ بود که بیشترین میزان گستره سیل مربوط به زمین‌های کشاورزی با گسترش ha ۸۴۶۷/۴۵ و مناطق تفریحی و گردشگری حاشیه رودخانه با گسترش ha ۲۶۵۹/۱۴ بوده است.

واژه‌های کلیدی: آنالیز مؤلفه اصلی؛ الگوریتم ماشین بردار پشتیبان؛ زمین‌های کشاورزی؛ شاخص جفریس ماتوسیتا.

## ۱- مقدمه

باوجود تحقیقات فراوان و روش‌های متعدد مهار و مدیریت سیلاب، هنوز تبیین روش‌هایی که با سرعت و دقت مناسب در خدمت مدیریت این پدیده دینامیکی قرار گیرند، بسیار ضروری می‌باشد، چراکه امروزه باوجود پیشرفت‌هایی که در عرصه‌های مختلف علم و صنعت صورت پذیرفته، هنوز بشر در مقابل این پدیده آسیب‌پذیر است (Yakhsheki et al. 2014 and Zeaiean Firoozabadi et al. 2003). در سال‌های اخیر رشد شهرها و فعالیت‌های انسانی در دشت‌های سیلابی به‌خصوص حاشیه رودخانه‌ها و مکان‌های مستعد سیلاب، میزان خسارت ناشی از این پدیده طبیعی را افزایش داده است.

ایران به‌عنوان یکی از چند کشور حادثه‌خیز جهان، هرساله شاهد وقوع سیلاب‌های متعددی در مناطق مختلف کشور است. در فاصله سال‌های (۱۳۷۰-۱۳۴۶) در ایران حدود ۴۲٫۵ میلیون نفر تحت تأثیر خسارات سیل قرار گرفته و حدود ۲٫۵ میلیون نفر بی‌خانمان و ۴۸۲ هزار باب منزل مسکونی ویران شده است (Daliran Firooz et al. 2015). خسارت ناشی از این پدیده در صورتی که مزارع کشاورزی و مناطق تفریحی را در برگیرد بالا خواهد بود. خسارت ناشی از سیلاب معمولاً به دو گروه ملموس و غیرملموس تقسیم می‌شود (Iran Water Resource Management (2006). خسارت ملموس عبارت است از زیان‌های ناشی از هجوم و تماس آب با ساختمان‌ها و محتوای درون آن‌ها، محصولات زراعی، دام و طیور و موارد دیگر. خسارات غیرملموس به صدمات ناشی از بیماری‌های فیزیکی و روانی و مشکلاتی از این قبیل که به دلیل فشارهای اجتماعی اقتصادی که به دلایل از دست دادن بستگان و اموال به وجود می‌آید، اطلاق می‌شود (Yakhsheki et al. 2014 and Ziaeein Firoozabadi et al. 2003). در این بین زمین‌های کشاورزی اهمیت بسزایی دارند. معمولاً به دلیل اینکه ارتفاع سیل بیش از ارتفاع محصولات کشاورزی است، لذا خسارت ناشی از سیل بر روی این مناطق قابل توجه‌تر از مناطق دیگر می‌باشد. همچنین به دلیل اینکه این مناطق اقتصاد خانوارها را تأمین می‌کنند، ارزیابی میزان خسارت بر این مناطق اهمیت بالایی دارد. ابزارهای متنوعی جهت ارزیابی خسارت ناشی از سیل در یک منطقه وجود

دارد. یکی از این ابزارها، داده‌های سنجنش‌ازدوری منطقه می‌باشد (Gholami et al. 2006 and Zeaiean Firoozabadi et al. 2003). سنجنش‌ازدور چند زمانه یکی از کارآمدترین ابزار جهت ارزیابی عناصر پویا می‌باشد (Fatemi and Rezaei. 2012 and Alavipanah 2011). اصولاً میزان قابل‌توجهی از اطلاعات مربوط به رخدادهای یک منطقه از طریق مقایسه تصاویر ماهواره‌ای مربوط به چند دوره زمانی به دست می‌آید (Alavipanah 2011).

یکی از چالش‌های مهم در استفاده از داده‌های چند زمانه، انتخاب باندهای مناسب می‌باشد. از آنجاکه باندهای مختلف تصویر قابلیت‌های متفاوتی دارند، لذا ابتدا باید ویژگی‌های مختلف انعکاسی و جذبی پدیده موردبررسی، مشخص شود تا به موازات آن باندهای مناسب را انتخاب کرد. با توجه به اینکه باندهای مادون قرمز انعکاسی، نسبت به رطوبت حساسیت بیشتری داشته و به سرعت توسط مولکول‌های آب جذب می‌شوند، لذا در مطالعات مربوط به سیل می‌توانند در جداسازی نواحی و پیکسل‌های دارای آب از سایر نواحی مفید باشند. این داده‌ها چنانچه در هم‌زمان با رخداد سیل و یا در مدت‌زمان اندکی بعد از آن تهیه شوند می‌توانند به خوبی گستره مخاطره سیل و مناطق آسیب‌دیده و سیل گرفته را برآورد کنند. روش‌های مختلفی جهت استخراج اطلاعات از داده‌های ماهواره‌ای وجود دارد (Tavakkoli Sabour and Hasani Moghaddam 2018).

یکی از روش‌های رایج در طبقه‌بندی داده‌های سنجنش‌ازدوری، الگوریتم ماشین بردار پشتیبان است که برای اولین بار توسط Vapnik معرفی شد (Torahi and Rai 2011; Torahi et al. 2016; Taati et al. 2015 and Niknejad et al. 2014). الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) یک طبقه‌بندی کننده بر اساس بیشترین حاشیه با ظرفیت تعمیم بالا است که در مسائلی با تعداد کمی از نمونه‌های آموزشی و در فضایی با ابعاد بالا می‌تواند به کار برده شود (Keshavarz and Akbari et al. 2006; Ghasemian Yazdi 2005 and Abbasi et al. 2015). ایده ماشین بردار پشتیبان یافتن یک صفحه تصمیم‌گیری بهینه برای جداسازی دو کلاس هست، به صورتی که دو کلاس بیشترین حاشیه جداسازی را در یک طبقه‌بندی

شهرستان دزفول از لحاظ توپوگرافی به سه ناحیه کوهستانی، ناحیه کوهپایه‌ای، ناحیه جلگه‌ای تقسیم می‌شوند. که ناحیه کوهستانی آن شامل نواحی شمال و شمال شرقی و ناحیه جلگه‌ای در ابتدای دشت وسیع و حاصل خیز خوزستان و ناحیه کوهپایه‌ای حفاصل ناحیه کوهستانی و کوهپایه‌ای می‌باشند. شهرستان دزفول دارای آب‌وهوای معتدل است ولی هوای این شهرستان به‌طور کلی گرم است و جز مناطق گرمسیر کشور می‌باشد. این شهرستان دارای زمستان‌های خشک و تابستان‌های گرم می‌باشد. گرم‌ترین و سردترین ماه‌های سال به ترتیب تیر و دی می‌باشد. بررسی یک دوره آماری آب و هوایی نشان‌دهنده آن است که حداقل درجه حرارت شهرستان دزفول  $C^0 19/2$  و حداکثر آن  $C^0 45/6$  می‌باشد (Tavakkoli Sabour and Hasani Moghaddam 2018). وجود دو رودخانه دز و کرخه در این شهرستان سبب شده که این شهرستان دارای زمین‌های حاصلخیز خوبی باشد. از مهم‌ترین محصولات کشاورزی این منطقه می‌توان به گندم، سیفی جات، حبوبات، برنج، خرما، مرکبات، ذرت، چغندر، نیشکر و شلتوک، باقلا و لوبیا اشاره کرد (Anonymous 2015). این شهرستان از شمال به استان لرستان، از غرب و شمال به شهرستان اندیمشک از شرق به استان‌های چهارمحال بختیاری از جنوب شرقی به شهرستان مسجدسلیمان و از جنوب به شهرستان‌های شوشتر و گتوند و از جنوب غربی به شهرستان شوش محدود می‌شود. منطقه مورد مطالعه در شهر دزفول دارای مختصات جغرافیایی  $48^{\circ} 24' 13'' 32^{\circ}$  تا  $44^{\circ} 27' 32^{\circ}$  عرض شمالی و  $48^{\circ} 26' 30'' 26^{\circ}$  تا  $46^{\circ} 15' 48^{\circ}$  طول شرقی با مساحت  $19402.56$  ha می‌باشد. شیب عمومی منطقه به سمت غرب و جنوب غرب و در محل تلاقی شهر دزفول با رودخانه، شمال غربی می‌باشد. شکل (۱) محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

## ۲-۲- داده‌های مورد استفاده

به‌منظور مشخص کردن نواحی سیل گرفته و محدوده گستره سیل ۲۶ فروردین سال ۱۳۹۵ دزفول، پنجره‌ای از تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ به شماره گذر ۱۶۶ و ردیف ۳۷ مربوط به قبل و بعد از سیل که توسط سایت USGS، به‌صورت رایگان در اختیار کاربران قرار داده شده است،

دودویی داشته باشند. در صورتی که نمونه‌ها به‌صورت خطی جداپذیر نباشند، ابتدا با یک کرنل به فضایی با ابعاد بالاتر منتقل می‌شوند و صفحه جداکننده در آن فضا تعریف می‌شود (Feng and Bruzzone 2008 and Pal and Foody 2010). مطالعات متعددی جهت ارزیابی خسارات ناشی از سیل انجام گرفته است، از جمله (Mohammadi et al. 2015). به مدل‌سازی اثر تغییر کاربری اراضی بر هیدروگراف سیل در حوزه آبخیز جعفرآباد استان گلستان پرداختند. از مدل GFHM به‌منظور ارزیابی اثر تغییر کاربری اراضی بر هیدروگراف سیل استفاده کردند. نتایج کار آن‌ها نشان داد که افزایش  $\% 4/2$  مساحت جنگل باعث کاهش  $\% 0/8$  دبی اوج و  $\% 4/44$  حجم سیل برای رخدادهای کوچک سیل می‌شود. Farajzadeh (2012) به بررسی خطر سیل‌خیزی در زیر حوضه‌های استان آذربایجان غربی اقدام کرده است. جهت استخراج دقیق محدوده سیل‌خیزی با استفاده از روش استراهلر<sup>۱</sup> به طبقه‌بندی رودخانه‌های استان پرداخته سپس برای هر کدام یک پهنه محدوده خطر سیل ترسیم کرد. در گام بعد برای اینکه شدت خطر سیل پذیری در زیر حوضه‌های استان مشخص شود از آمار وقوع سیل استفاده کرده در نهایت مشخص شد که زیر حوضه زنگمار در خطر سیل پذیری شدید قرار دارد (Gholami et al. 2006). از داده‌های سنجنش‌ازدور به‌منظور ارائه یک سیستم زهکشی برای آب‌های سطحی شهر رشت استفاده کردند. آن‌ها از داده‌های سنجنش‌ازدور برای تعیین ضریب رواناب و میزان حجم رواناب در هر خیابان استفاده کردند و نتایج حاصله به‌عنوان مبنایی برای طراحی سیستم زهکشی مورد استفاده قرار گرفت. هدف این تحقیق نیز استفاده از داده‌های سنجنده OLI و الگوریتم ماشین بردار پشتیبان خطی و چندجمله‌ای، به‌منظور تعیین گستره مخاطره سیل سال ۱۳۹۵ دزفول و ارزیابی میزان گسترش این پدیده در کاربری‌های مختلف منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

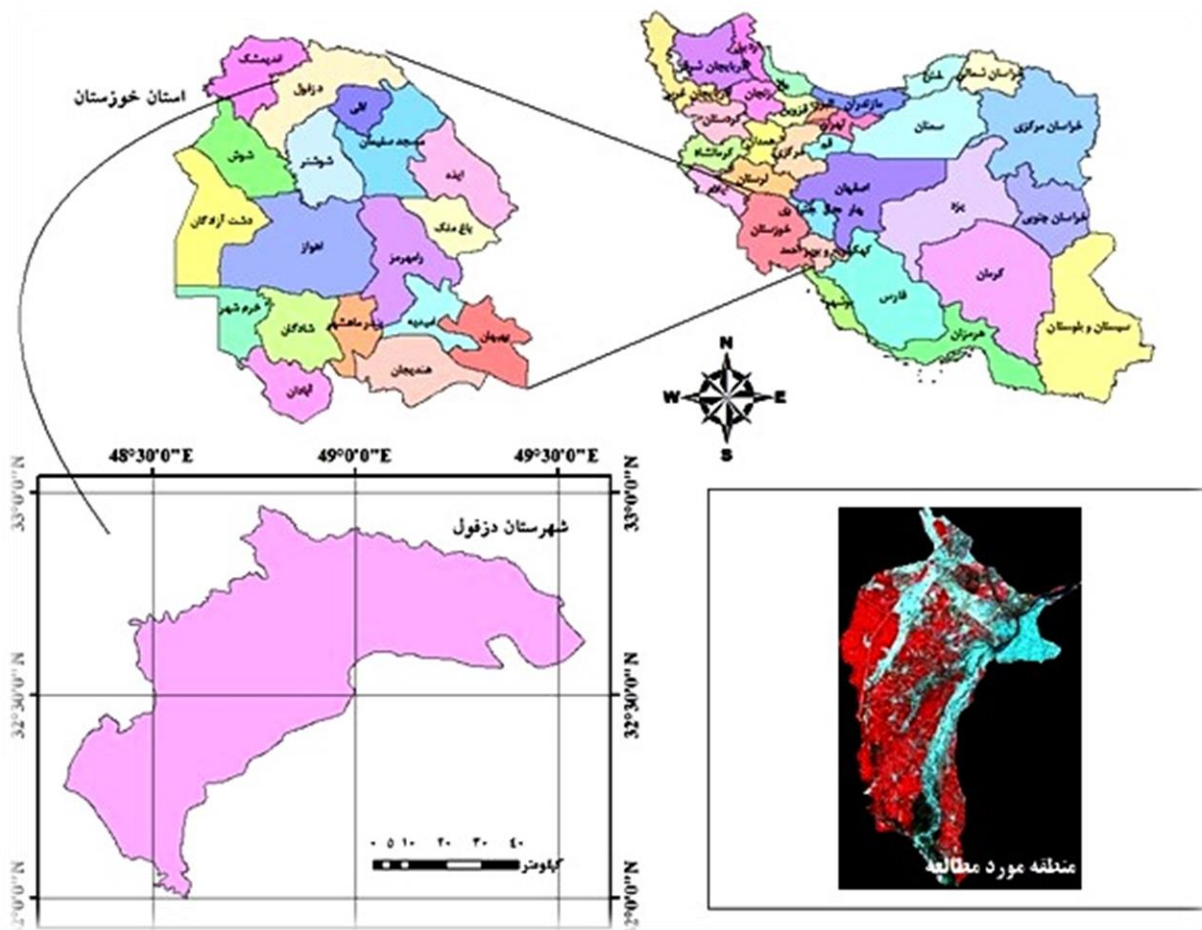
## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

<sup>1</sup> Strahler method

باند پانکروماتیک است. تصویر قبل از سیل به تاریخ ۱۰ فروردین سال ۱۳۹۵ و تصویر بعد از سیل به تاریخ ۲۶ فروردین سال ۱۳۹۵ انتخاب شد.

انتخاب شد. ماهواره لندست ۸ دارای ۱۲ باند طیفی در محدوده مرئی تا مادون قرمز حرارتی می‌باشد. قدرت تفکیک این سنجنده ۳۰ m برای باندهای چند طیفی و ۱۵ m برای



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Fig.1 location of study area

ENVI5. 1 و روش Dark Subtract استفاده شد تا خطاهای رادیومتریکی بر روی تصویر کاهش یابد. این روش تصحیحات اتمسفری را بر اساس خاصیت آب زلال و عمیق انجام می‌دهد. میزان بازتاب آب زلال در باند قرمز در حد کمینه تصویر است. در صورت مشاهده مقادیر پیکسلی بالاتر از این مقدار، می‌توان این مقدار را به اثر روشنایی مسیر نسبت داد که بایستی از کل تصویر کسر گردد. جهت کاهش

### ۳-۲- پیش پردازش

ابتدا به منظور کنترل کیفیت داده‌ها و آگاهی از وجود خطاها، هیستوگرام داده‌ها مورد بررسی بصری قرار گرفت. به دلیل استفاده از LevelIR که حاوی داده‌ای با تصحیحات هندسی می‌باشد، تصحیح هندسی بر روی تصویر انجام نشد. به منظور تقلیل خطاهای رادیومتریکی و اثرات اتمسفر که معمولاً به صورت خطای جمع شونده، ظاهر و باعث روشنی بیش از حد تصویر و کاهش وضوح می‌شوند، از نرم‌افزار

دیگر باشند. همچنین مرز تصمیم‌گیری به‌گونه‌ای باشد که فاصله نزدیک‌ترین نمونه‌های آموزشی هر دو کلاس از یکدیگر در راستای عمود بر مرز تصمیم‌گیری تا جایی که ممکن است حداکثر شود.

به‌صورت کلی یک مرز تصمیم‌گیری را می‌توان به‌صورت رابطه (۱) نوشت:

$$W.X+b=0 \quad (1)$$

که در آن  $X$  یک نقطه روی مرز تصمیم‌گیری و  $W$  یک بردار  $n$  بعدی عمود بر مرز تصمیم‌گیری است.  $b/\|w\|$  فاصله مبدأ تا مرز تصمیم‌گیری و  $W.X$  بیانگر ضرب داخلی دو بردار  $W$  و  $X$  است. از آنجا که با ضرب یک ثابت در دو طرف بازمه تساوی برقرار خواهد بود، برای تعریف یکتای مقدار  $b$  و  $W$  شرایط روابط (۲) و (۳) روی آن‌ها اعمال می‌شود:

یک بردار پشتیبان باشد  $x_i \rightarrow$  اگر  $y_i (w.x_i+b) =$

یک بردار پشتیبان نباشد  $x_i \rightarrow$  اگر  $y_i (w.x_i+b) >$

اولین مرحله برای محاسبه مرز تصمیم‌گیری بهینه، پیدا کردن نزدیک‌ترین نمونه‌های آموزشی دو کلاس است. در مرحله بعد فاصله آن نقاط از هم در راستای عمود بر مرزهایی که دو کلاس را به‌طور کامل جدا می‌کنند محاسبه می‌شود. مرز تصمیم‌گیری بهینه با حل مسئله بهینه‌سازی از رابطه (۴) محاسبه می‌شود:

$$\max_{w,b} \min_{i=1,\dots,L} \left[ y_i \frac{(w.x_i=b)}{|w|} \right] \quad (4)$$

با توجه به شرایط ذکر شده برای تعریف یکتای مقدار  $b$  و  $W$ ، رابطه بالا به رابطه (۵) تبدیل می‌شود:

$$\min_{w,b} \frac{1}{2} |W|^2, y_i (W.X_i + b) - 1 \geq 0 \quad i = 1, \dots, L \quad (5)$$

حل کردن مسئله بهینه‌سازی کار مشکلی است. برای ساده‌تر کردن آن با استفاده از روش ضرایب نامعین لاگرانژ<sup>۶</sup> این مسئله بهینه‌سازی را می‌توان به رابطه (۶) تبدیل کرد که  $\lambda_i$  ها ضرایب لاگرانژ می‌باشند.

همبستگی داده‌ها و افزایش تفکیک‌پذیری اجزاء تصویر از یکدیگر از آنالیز مؤلفه اصلی (PCA)<sup>۲</sup> استفاده گردید.

#### ۲-۴-۲-۴ پردازش

##### ۲-۴-۱-۲ طبقه‌بندی

پس از بررسی منطقه مورد مطالعه تعداد ۴ کلاس شامل زمین‌های کشاورزی، مناطق مسکونی، مناطق گردشگری و تفریحی حاشیه رودخانه و مناطق آبی در تصاویر تشخیص داده شد و سپس اقدام به برداشت نمونه‌های تعلیمی از تصاویر گردید. تعداد ۱۰۰ نمونه تعلیمی برای هر کاربری برداشت شد. جهت انجام آزمودن تفکیک‌پذیری طبقات از روش ارزیابی کمی تفکیک‌پذیری استفاده و تفکیک‌پذیری آن‌ها با استفاده از شاخص فاصله جفریس ماتوسیتا مورد ارزیابی قرار گرفت. طبقه‌بندی داده‌ها با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان<sup>۳</sup> و با کرنل‌های خطی<sup>۴</sup> و چندجمله‌ای<sup>۵</sup> انجام گرفت.

##### ۲-۴-۳ الگوریتم ماشین بردار پشتیبان

ماشین بردار پشتیبان (SVM) یک طبقه‌بندی کننده دودویی است (Shojaiean et al. 2014 and Torahi et al. 2016). در مورد دو کلاس، ماشین بردار پشتیبان سعی بر ایجاد یک ابر صفحه دارد که فاصله هر کلاس را تا ابر صفحه حداکثر نماید. داده‌های نقطه‌ای که به ابر صفحه نزدیک‌ترند برای اندازه‌گیری این فاصله به کار می‌روند. از این رو، این داده‌های نقطه‌ای، بردارهای پشتیبان نام دارند (Bigdeli and Samadzadegan 2014; Samadzadegan and Hasani 2012 and Arkhi and Adibnejad 2011). فرض کنید داده‌ها از دو کلاس تشکیل شده و کلاس‌ها در مجموع دارای  $X_i, i=1, 2, \dots, L$  نقطه آموزشی باشند که  $X_i$  یک بردار است. این دو کلاس با  $y_i = \pm 1$  برچسب زده می‌شوند. برای محاسبه مرز تصمیم‌گیری دو کلاس کاملاً جدا از هم از روش حاشیه بهینه استفاده می‌شود. در این روش مرز خطی بین دو کلاس به‌گونه‌ای محاسبه می‌شود که: تمام نمونه‌های کلاس ۱+ در یک طرف مرز و تمام نمونه‌های کلاس ۱- در طرف

<sup>2</sup> Principal Component Analysis

<sup>3</sup> Support Vector Machine

<sup>4</sup> Linear

<sup>5</sup> Polynomial

<sup>6</sup> Lagrange

$$\max_{\lambda, \dots, \lambda_L} \left[ -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L \lambda_i y_i (X_i, X_j) \lambda_j y_j + \sum_{i=1}^L \lambda_i \right] \quad \lambda_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, L \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^L \lambda_i y_i = 0$$

$$f(X, W, b) = \text{sgn}(wW.X + b) \quad (9)$$

الگوریتم بالا مرز خطی بین دو کلاس کاملاً جدا از هم را نشان می‌دهد. اما در حالتی که کلاس‌ها باهم همپوشانی داشته باشند جدا کردن کلاس‌ها به وسیله مرز تصمیم‌گیری خطی همواره با خطا همراه خواهد بود. برای حل این مشکل می‌توان ابتدا داده‌ها را از فضای اولیه  $\mathbb{R}^n$  با استفاده از یک تبدیل غیرخطی  $\phi$ ، به فضای با ابعاد بیشتر منتقل کرد که در فضای جدید کلاس‌ها تداخل کمتری با یکدیگر داشته باشند. سپس در فضای جدید با استفاده از معادلات قبلی و جایگزینی  $X_i$  با  $X_i(\phi)$  و در نظر گرفتن مقداری خطا، مرز تصمیم‌گیری بهینه محاسبه می‌شود. با توجه به این امر و معادله بالا در این حالت یافتن مرز تصمیم‌گیری بهینه و حل مسئله بهینه‌سازی به صورت رابطه (۱۰) تبدیل می‌شود.

$$\max_{\lambda_1, \dots, \lambda_L} \left[ -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L \lambda_i y_i (\phi(X_i), \phi(X_j)) \lambda_j y_j + \sum_{i=1}^L \lambda_i \right] \quad C \geq \lambda_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, L$$

$$\sum_{i=1}^L \lambda_i y_i = 0 \quad (10)$$

داخلی دو بردار در فضای ویژگی است. برای معادل بودن تابع  $k(X_i, X_j)$  با ضرب داخلی دو بردار در فضای ویژگی، باید  $k(X_i, X_j)$  یک تابع معین مثبت متقارن بوده و در شرط میسر صدق کند. برخی از مهم‌ترین توابع هسته‌ای (کرنل) که در آن صدق می‌کنند، عبارتند از: کرنل خطی (رابطه ۱۲)، کرنل چندجمله‌ای (رابطه ۱۳)، کرنل پایه شعاعی (رابطه ۱۴) و کرنل حلقوی (رابطه ۱۵).

$$K(X_i, X_j) = X_i \cdot X_j \quad (12)$$

$$k(X, y) = (X \cdot y + 1)^p \quad (13)$$

$$k(X, y) = e^{-\frac{\|x-y\|^2}{2\sigma^2}} \quad (14)$$

$$k(X, y) = \tanh(kX \cdot y - \delta) \quad (15)$$

پس از حل مسئله بهینه‌سازی بالا و یافتن ضرایب لاگرانژ،  $W$  با استفاده از رابطه (۷)، محاسبه می‌شود.

$$W = \sum_{i=1}^L \lambda_i y_i X_i \quad (7)$$

$\lambda_i$  بردارهای پشتیبان بزرگ‌تر از صفر، و  $\lambda_i$  نقاط دیگر صفر خواهد بود. بنابراین با توجه به معادله فوق و صفر بودن  $\lambda_i$  مربوط به  $X_i$  هایی که بردار پشتیبان نیستند، برای به دست آوردن مرز تصمیم‌گیری فقط نیاز به تعداد محدودی از نقاط آموزشی که همان بردارهای پشتیبان هستند هست و همه آن‌ها لازم نیستند. پس از یافتن  $W$  با استفاده از رابطه (۸) مقدار  $b$  به ازای بردارهای پشتیبان مختلف محاسبه شده و  $b$  نهایی با میانگین‌گیری از  $b$  های حاصل، به دست می‌آید.

$$\lambda_i [y_i (W \cdot X_i + b) - 1] = 0 \quad i = 1, \dots, L \quad (8)$$

طبقه‌بندی کننده نهایی از رابطه (۹) به دست می‌آید:

در این مسئله مقدار بهینه‌سازی  $C$  یک عدد ثابت است. اگر  $C \rightarrow \infty$ ، مسئله بهینه‌سازی به سمت یافتن یک مرز برای رده‌های با تداخل بسیار زیادتر پیش می‌رود. از طرف دیگر اگر  $C \rightarrow 0$ ، مسئله بهینه‌سازی به سمت یافتن مرز بهینه جداکننده دو کلاس با تداخل بسیار کمی پیش خواهد رفت. در رابطه (۱۰) معمولاً از یک تابع کرنل که به صورت رابطه (۱۱) تعریف می‌گردد، استفاده می‌شود.

$$k(X_i, X_j) = \phi(X_i) \phi(X_j) \quad (11)$$

پس از تعیین یک  $k(X_i, X_j)$  مناسب، در رابطه (۱۰)، به جای  $\phi(X_i) \phi(X_j)$  تابع  $k(X_i, X_j)$  (رابطه ۱۱) قرار داده شده و مسئله بهینه‌سازی حل می‌شود.  $k(X_i, X_j)$  در واقع یک تابع در فضای اولیه می‌باشد که برابر با ضرب

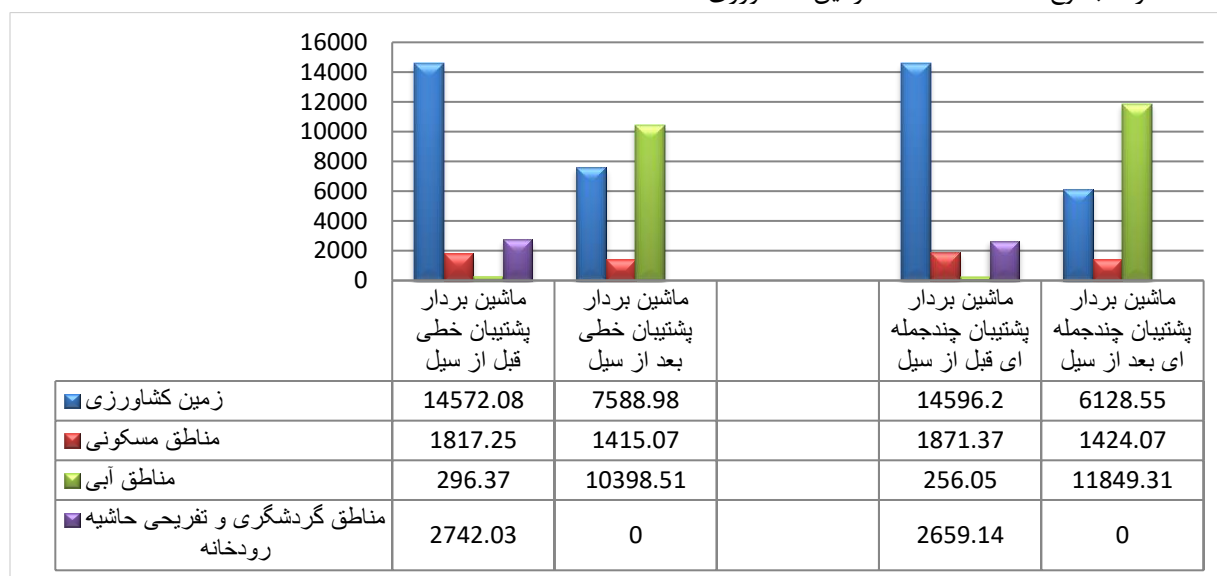


### ۳- یافته‌ها و بحث

#### ۳-۱- پردازش داده‌های قبل و بعد از سیل

نتایج حاصل از پردازش باندهای انعکاسی سنجنده OLI قبل و بعد از سیل ۱۳۹۵ دزفول با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان خطی و چندجمله‌ای و با چهار کاربری ( زمین‌های کشاورزی، مناطق مسکونی، مناطق آبی و گستره سیل و مناطق گردشگری و تفریحی حاشیه رودخانه) در شکل (۲) آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین میزان خسارت ناشی از سیل مربوط به زمین‌های کشاورزی بوده که از مجموع ۱۴۵۹۶،۲۰ ha زمین کشاورزی،

۸۴۶۷،۴۵ از این اراضی مورد تخریب و خسارت ناشی از سیل واقع شده است. همچنین مناطق گردشگری و تفریحی حاشیه رودخانه با مساحت ۲۶۵۹،۱۴ ha به صورت کامل تخریب شده است. کمترین میزان گسترش سیل در مناطق مسکونی با ۴۴۷ ha بوده است. نتایج حاصل از پردازش تصاویر قبل و بعد از سیل نشان می‌دهد که محدوده گستره سیل، ۱۱۵۹۳،۲۶ ha می‌باشد. شکل (۳ تا ۶) نقشه‌های حاصل از پردازش تصاویر قبل و بعد از سیل ۱۳۹۵ دزفول با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان خطی و چند جمله‌ای را نشان می‌دهد.



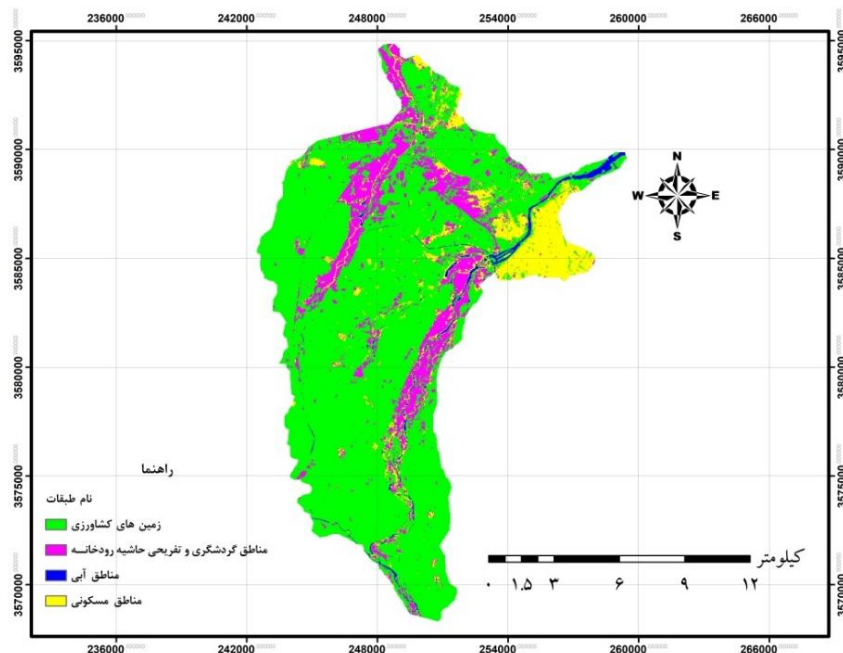
شکل ۲- نتایج حاصل از پردازش تصاویر قبل و بعد از سیل ۱۳۹۵ با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان خطی و چندجمله‌ای (ha)

Fig. 2 Results of flood images processing with linear and polynomial support vector machine algorithm(ha)

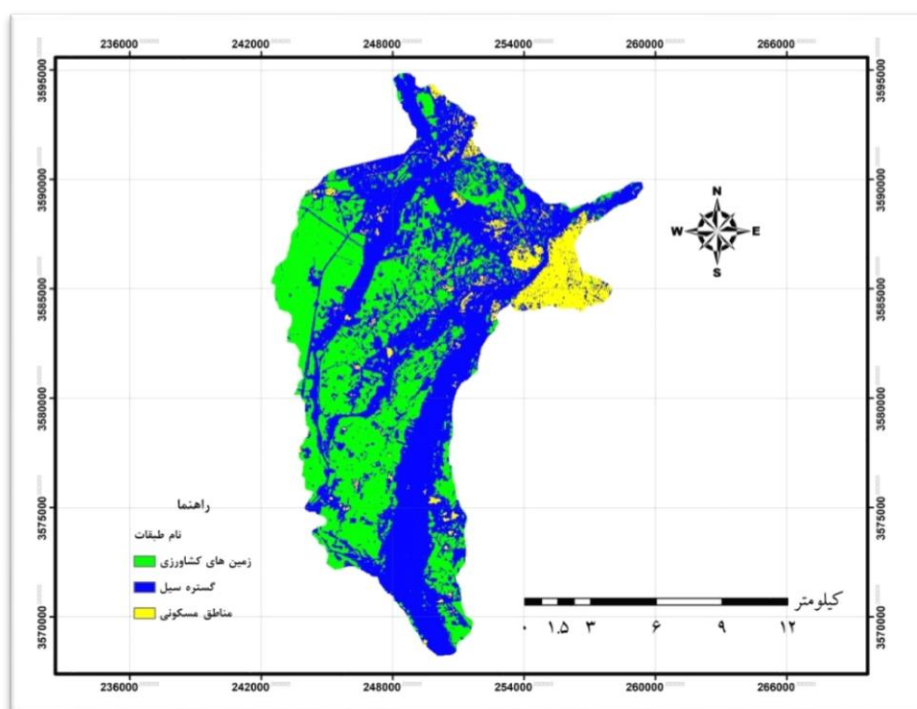
ماشین بردار خطی گستره سیل در بیشتر مناطق محدوده مورد مطالعه بوده است و تقریباً تمامی کاربری‌های حاشیه رودخانه و مناطق کم ارتفاع را تخریب کرده است. نتایج حاصل از اعمال الگوریتم ماشین بردار پشتیبان چندجمله‌ای قبل و بعد از سیل در شکل‌های (۵) و (۶) نشان داده شده است.

بر اساس شکل (۲) در هر دو الگوریتم مورد استفاده، مناطق گردشگری و تفریحی حاشیه رودخانه کاملاً توسط سیل تخریب شده و مساحت آن بعد از سیل به 0 ha رسیده است. همچنین مساحت مربوط به کاربری‌های دیگر نیز نشان‌دهنده میزان تخریب سیل در هر یک از کاربری‌ها است. تفسیر شکل‌های (۳) و (۴) نشان می‌دهد که بر اساس الگوریتم

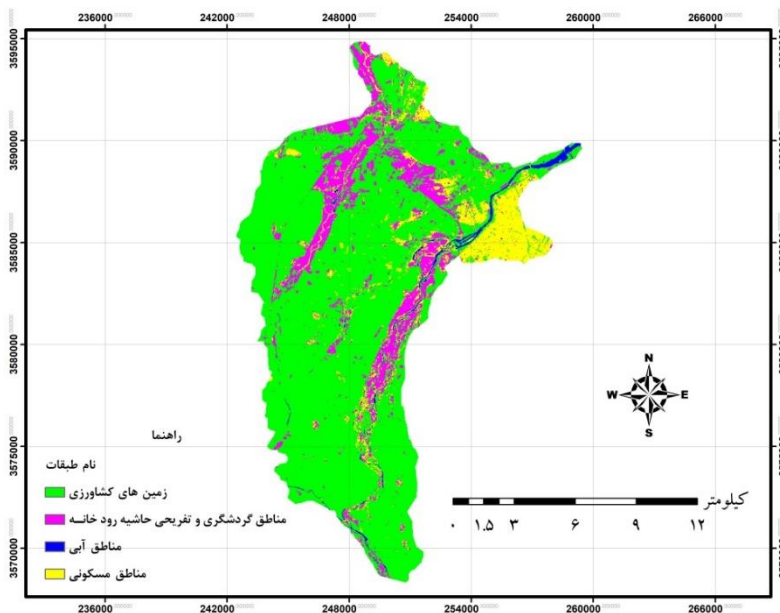




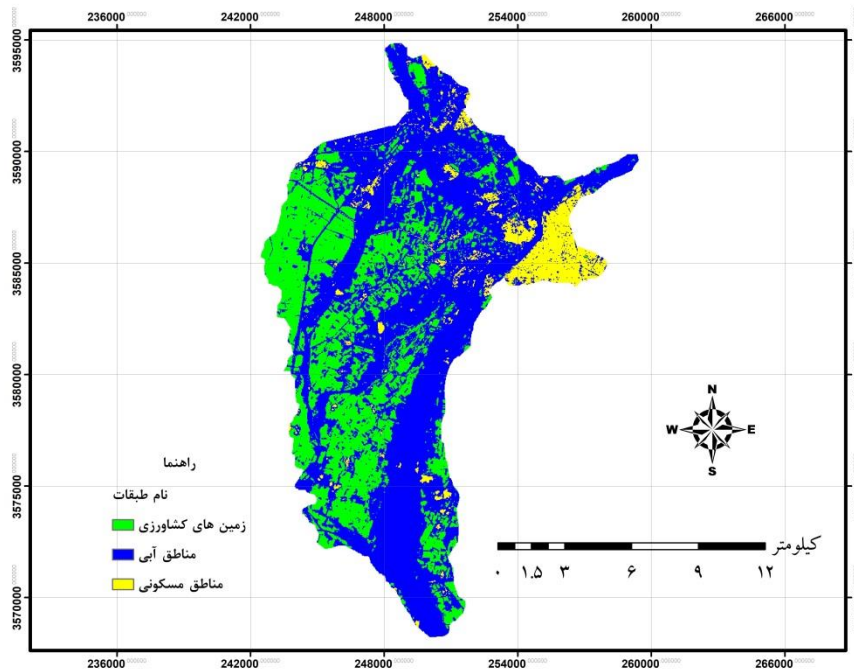
شکل ۳- نتایج حاصل از اعمال الگوریتم ماشین بردار پشتیبان خطی بر روی تصویر قبل از سیل (۱۰ فروردین ۱۳۹۵)  
 Fig. 3 Before flood image processing with linear support vector machine



شکل ۴- نتایج حاصل از اعمال الگوریتم ماشین بردار پشتیبان خطی بر روی تصویر بعد از سیل (۲۶ فروردین ۱۳۹۵)  
 Fig.4 After flood image processing with linear support vector machine



شکل ۵- نتایج حاصل از اعمال الگوریتم ماشین بردار پشتیبان چندجمله‌ای بر روی تصویر قبل از سیل (۱۰ فروردین ۱۳۹۵)  
 Fig. 5 Before flood image processing with polynomial support vector machine



شکل ۶- نتایج حاصل از اعمال الگوریتم ماشین بردار پشتیبان چندجمله‌ای بر روی تصویر بعد از سیل (۲۶ فروردین ۱۳۹۵)  
 Fig. 6 After flood image processing with polynomial support vector machine

کمتر بوده است. همچنین تفسیر تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که سیل بعد از ورود به محدوده زمین‌های کشاورزی پخش شده و سطح وسیع‌تری را تخریب کرده است که این

در مناطق مسکونی که در یک ارتفاع بالاتری از حاشیه رودخانه بوده‌اند، میزان گستره سیل و تخریب آن به نسبت سایر کاربری‌ها کمتر بوده است و به نسبت زمین‌های کشاورزی که در ارتفاع کمتری از مسیل رودخانه بوده‌اند،

- ۲- شیب عمومی منطقه که به سمت غرب و جنوب غربی هست، منجر به افزایش دبی اوج سیلاب و در نتیجه افزایش سطح و عمق پهنه‌های سیل گیر و انحراف جریان سیل به سمت اراضی کشاورزی فاقد سیل بندها و سازه‌های مهار سیلاب شده است.
- ۳- مناطق مسکونی مثل شهر دزفول به دلیل اینکه ارتفاع بالاتری از مسیل رودخانه داشته‌اند، کمترین میزان خسارت را متحمل شده‌اند.
- ۴- به دلیل ارتفاع بالای امواج سیل، محصولات کشاورزی به‌طور کامل به زیرآب رفته و بیشترین میزان خسارت را متحمل شده‌اند.
- ۵- به نظر می‌رسد مناطق گردشگری و تفریحی نیز به دلیل اینکه اکثراً در حریم رودخانه قرار داشته‌اند، منجر به شدت وقوع سیل با خسارات و تلفات شده است.

به‌منظور جلوگیری از خسارت‌های بعدی پیشنهاد می‌گردد که میزان تراکم سکونتگاه‌های انسانی در حریم رودخانه کاهش پیدا کند و با ایجاد بستر خاکی مقاوم در حدفاصل تلاقی حریم رودخانه با اراضی کشاورزی و کاشت گیاهان و درختان مقاوم در این مناطق از میزان خسارات سیل کاسته شود.

## Referances

- Abbasi B., Arefi H., Bigdeli B., and Roessner S. (2015). Automatic generation of training data for hyperspectral image classification using support vector machine. 36<sup>th</sup> International Symposium on Remote Sensing of Environment, Berlin, Germany
- Akbari E., Zanganeh Asadi M. A. and Taghavi E. (2016). Change detection land use and land cover regional Neyshabour using different methods of statistical training theory. *Gegra. Plan. Space Quart. J.*, 6(20), 35-50 [In Persian].
- Arkhi S. and Adibnejad M. (2011). Efficiency assessment of support vector machines for land use classification using landsat ETM + satellite data (Case study: Ilam Dam Catchment). *Iran J. Range. Desert Res.*, 18(3), 420-440 [In Persian].
- Anonymous. (2015). Annual statistic of Dezful town. Dezful Deputy Planning and Development, Department of Statistics and Information Technology [In Persian].
- Anonymous. (2006). Handbook of Damage Evaluation. Ministry of Energy, Iran Water Resources Management Company, Deputy Head of Research and Basic Studies, Office of Standards and Technical Standards [In Persian].
- Alavipanah K. (2011). Principal of modern remote sensing and interpretation of satellite images and aerial photography. Tehran University publication. Tehran.

نتایج با یافته‌های Daliran Firooz et al. (2015) & Mohammadi et al. (2015) مطابقت دارد.

## ۲-۳- ارزیابی صحت

به‌منظور ارزیابی صحت طبقه‌بندی‌های انجام‌شده از داده نقشه واقعیت زمینی که توسط Tavakkoli Sabour and Hasani Moghaddam. (2018) تهیه‌شده است، استفاده گردید. نتایج نشان داد که طبقه‌بندی حاصل از الگوریتم ماشین بردار خطی دارای صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۹۶٪ و ۰٫۹۴ بوده و برای الگوریتم ماشین بردار چندجمله‌ای به ترتیب ۹۰٪ و ۰٫۸۷ بوده است. بنابراین استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان با کرنل خطی، نتایج قابل قبول‌تری به دست می‌دهد.

## ۴- نتیجه‌گیری

هدف از تحقیق حاضر، ارزیابی میزان گستره مخاطره سیل سال ۱۳۹۵ دزفول با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای بود. نتایج این پژوهش نشان داد:

- ۱- تغییرات کاربری اراضی و افزایش ساخت‌وساز در امتداد و حریم رودخانه باعث تنگ‌شدگی مقطع رودخانه و شدت یافتن سیل شده است.

- Bigdeli B. and Samadzadegan F. (2014). Classification of hyperspectral data using a band grouping-based SVM ensemble system. *J. Geomat. Sci. Technol.*, 4(3), 253-286.
- Chi M., Feng R. and Bruzzone L. (2008). Classification of hyperspectral remote-sensing data with primal SVM for small-sized training dataset problem. *Adv. Space Res.*, 41(11), 1793-1799.
- Daliran Firooz H., Mokhtari F., Soltani S. and Mousavi A. (2015). Flood damage assessment in Ghamsar and Ghohrood watershed basins using HEC-FIA. *J. Water Soil Sci.*, 19(74), 63-76 [In Persian].
- Fatemi B. and Rezaei Y. (2012). *Principal of remote sensing*. Azadeh publication. Tehran.
- Farajzadeh M. (2012). The study of flood risk in Western Azarbaijan Province sub-basins using GIS. *Quant. Geomorph. Res.*, 1(1), 59-68 [In Persian].
- Keshavarz A. and GhasemianYazdi H. (2005). A rapid support vector machine-based algorithm for classification of hyperspectral images using spatial correlation. *Iran J. Elect. Com. Eng.*, 3(1), 37-44 [In Persian].
- Mohammadi M., Vahedbardi Sh. and Saadaldin A. (2015). Modeling the effects of land use changes on flood hydrograph (A case study: Ja'farabad wastershed, Golestan Province). *J. Water Soil Conserv.*, 22(5), 171-185.
- Niknejad M., Mirzaei Zadeh V. and Heydari M. (2014). Comparing different classifications of satellite imagery in forest mapping (Case study: Zagros forests in Iran). *Int. Res. J. Appl. Basic Sci.*, 7, 1407-1415.
- Pal M. and Foody G.M. (2010). Feature selection for classification of hyperspectral data by SVM. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 48, 2297-2307.
- Shojaiean A., Mokhtari S., Keshtkar L. and Soleymanirad E. (2014). Comparing the performance of parametric and nonparametric methods in land cover classification using Landsat 8 satellite images (Case study: A part of Dezful city). *Geogr. Data*, 24(93), 53-64 [In Persian].
- Samadzadegan F. and Hasani H. (2012). Determination of optimum SVMs based on genetic algoritms in classification of hyper spectral imagery. *J. Inform. Comun. Technol.*, 4(13-14), 9-24 [In Persian].
- Tavakkoli Sabour M. and hasani Moghaddam H. (2018). Evaluating the capability of multi temporal remote sensing data in estimation of flood extent. 2<sup>nd</sup> International congress of geographic information system and remote sensing innovation technologies in monitoring environmental changes, Tehran, Iran.
- Torahi A. A. and Rai S. C. (2011). Land Cover Classification and Forest Change analysis using satellite imagery - A case study in Dehdez Area of Zagros Mountain in Iran. *J. Geogr. Inform. Sys.*, 3(1), 1-11.
- Torahi, A. A., Hasani Moghaddam H. and Adliatiq R. (2016). Performance evaluation of Support Vector Machine in land use mapping. Proc. 2004, 2<sup>nd</sup> conference of spatial information engineering, KHNTU University. Tehran, Iran [In Persian].
- Taati A., Sarmadian F., Mousavi A., Taghati Hossien Pour C. and Esmaili Shahir A. H. (2015). Land use classification using support vector machine and maximum likelihood algorithms by Landsat 5 TM images. *Walailak J. Sci. Technol.*, 12(8), 681-687.
- Yakhkeshi M., Meftah Helgi M., Zahiri A., Yakhsheki M. E. and Madadi M. R. (2014). Effect of construction of Narmaab storage dam on the reduction of flood plain and flood damage at downstream lands. *Iran Irrig. Water Eng.*, 4(16), 24-36 [In Persian].
- Zeaiean Firoozabadi P., Mousavi A., Shakiba A. and Naseri H. (2003). Flood incident simulation using remote sensing data and automatic cell model (Case study part of Ghaemshahr Talar River Basin). *Geogr.*, 1, 125-144.

## Determination of Flood Extend Using OLI Data (Case Study: Dezful 2016 Flood)

Ali Asghar Torahi<sup>1</sup> and Hasan Hasani Moghaddam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Assist. Prof., Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geographic Science, Kharazmi University, Tehran, Iran

<sup>2</sup>M.A., Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geographic Science, Kharazmi University, Tehran, Iran

\*Corresponding author: h.moghaddam@gmail.com

### Original Paper

Received: November 04, 2018

Revised: January 7, 2019

Accepted: February 16, 2019

### Abstract

Among the various natural hazards, floods may be considered as the most devastating factor that inflicts great damage on human societies. Therefore, the importance of estimating flood damage and its scope in planning to reduce damages and determine points with high risk is very important. The aim of this study is to determine the extent of flood hazard using OLI satellite data. For this reason, a window of OLI satellite images of Landsat 8 was acquired before and after the Dezful flood of April 25, 2016. First, preprocessing operations include radiometric and atmospheric corrections of images were done, and the principal component analysis was then used to reduce the correlation of the data. Data processing was performed using a Support Vector Machine algorithm with linear and polynomial kernels. In order to train the Support Vector Machine algorithm, training samples for each class (agricultural land, flood extent, water resources, settlement areas, and recreational areas along the river boundary) were harvested at the user level. In order to evaluate the similarity of the classes and the degree of correlation between the samples, the quantitative assessment method of the Jeffries Matusita was performed. The results showed that the flood area was 11593.26 ha, the highest damage was due to agricultural land with a destruction of 8467.45 ha and recreational and tourist areas along the riverbank with a destruction of 2659.14 ha.

**Keywords:** Agricultural lands; Jeffries Matusita Index; PCA; Support Vector Machine Algorithm.