

تحلیل خشکسالی رودخانه مرزی الوند با استفاده از داده‌های سنجش از دور

سیاوش شایان*: استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

محمد شریفی کیا: دانشیار گروه سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

ناهید ناصری: کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخچه مقاله (تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۱)

چکیده

هدف این مطالعه، ردیابی و تحلیل اثرهای محیطی خشکسالی در منطقه‌ی نیمه خشک رودخانه‌ی الوند است که به وسیله‌ی شاخص‌های سنجش از دوری اجرا می‌شود. بدین منظور برای شناسایی و تحلیل خشکسالی، تغییرات زمانی با استفاده از شاخص میانگین متحرک با تلفیق عناصر اقلیمی، هیدرومتری و براساس سری داده‌های زمانی سالانه در ایستگاه قصرشیرین در دوره‌ی آماری ۱۳۹۰-۱۳۴۵ محاسبه شد. همچنین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷، سنجنده‌ی TM که مربوط به قبل از خشکسالی و تصاویر ETM⁺ که مربوط به زمان خشکسالی است، برداشت شد. پیش پردازش و پردازش در نرم‌افزار ENVI اجرا شد و تغییرات پوشش گیاهی رودخانه نیز به کمک شاخص پوشش گیاهی NDVI، با استفاده از طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم، حداقل فاصله برای بررسی خشکسالی مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور آشکارسازی تغییرات ایجاد شده، نواحی پوشش گیاهی رودخانه از روی نقشه‌ی کاربری اراضی به صورت کشت آبی، زراعت دیم و مراتع غنی تا فقیر تعیین و خروجی‌ها به شکل نقشه و نمودارهای موضوعی ارائه شد. نتایج پژوهش از روند منفی تغییرات و کاهش پوشش گیاهی در رودخانه حکایت می‌کند. ۱۸۰۱۸۹ هکتار پوشش گیاهی از بین رفته‌اند و آورده‌های رسوبی انشعابات فرعی و فرسایش آبی حاصل از خشکسالی، به تخریب مراتع در پایاب رودخانه منجر شده‌اند؛ از این رو تخریب پوشش طبیعی منطقه به خصوص اراضی مرتعی، میزان نگاهداشت اولیه را در پی داشته‌است. نتایج پژوهش، همبستگی بین شاخص میانگین متحرک خشکسالی و شاخص NDVI و کارایی و قابلیت مطلوب این شاخص را در تحلیل و تفسیر خشکسالی در مناطق نیمه خشک با پوشش مرتعی تأیید می‌کند.

واژگان کلیدی: خشکسالی، سنجش از دور، NDVI، رودخانه‌ی الوند.

۱- مقدمه

خشکسالی مخاطره‌ای طبیعی است که همواره مناطق مختلف جغرافیایی کشور ما را متأثر کرده‌است. بررسی رفتار رودخانه‌های مناطق خشک و نیمه خشک از جمله کارهای مهم و اساسی در کشور است؛ زیرا این مناطق با توجه به حساسیت منطقه و کمبود بارش، اثرات خشکسالی را تشدید می‌کند و به تغییر در رژیم جریان و رسوب، منابع آب، کشاورزی و ... منجر می‌شود. از سوی دیگر، ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری در مناطق بیابانی کشور نیز چندین فراوان نیستند و داده‌های آنها در بیشتر موارد، تداوم منظم و طولانی ندارد. در صورتی که پایش مدام و کارآمد

خشکسالی‌ها، باید به طور مدام و منظم و در کل منطقه اجرا شود. همچنین مطالعات تفصیلی میدانی از جمله مطالعه‌ی منابع طبیعی و تغییرات آن مشکل است؛ این امر به دلیل محدودیت‌های مرزی و مناطق سوق الجیشی، موانع طبیعی و شرایط خاص دسترسی به این مناطق است؛ بنابراین با توجه به موارد فوق و ویژگی‌های خاص منطقه‌ی مورد مطالعه به ویژه تحلیل خشکسالی، نمی‌توان از نقش داده‌های با ارزشی چون تصاویر ماهواره‌ای و شاخص‌های گیاهی به دست آمده از آنها به راحتی چشم‌پوشی کرد (Tucker et al, 1985 & Dabrowska-Zielinska et al, 2002). از آنجایی که گیاهان به تغییرات اقلیمی به ویژه تغییرات آب محیطی واکنش دقیق‌تری انجام می‌دهند، از قدیم از شاخص‌های مهم تشخیص نوع آب و هوا و تغییرات آن بوده‌اند. در سال‌های اخیر، تصاویر ماهواره‌ای سطح زمین به طور منظم و با دقت تفکیک مکانی بالا تهیه می‌شوند و نقش روز افزونی در پایش پوشش گیاهی مرتبط با شرایط خشکسالی برعهده دارند. همچنین مجموعه داده‌های حاصل از فن سنجنش از دور با دیگر سری داده‌ها، توان بالایی برای تشخیص، پایش و ارزیابی خشکسالی‌ها ارائه می‌دهد (Jeyaseelan, 2005 & whilite, 2000).

از اواخر دهه‌ی ۷۰ میلادی، بحث شاخص‌های گیاهی و نسبت‌گیری طیفی در محافل علمی مرتبط با سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی و سیستم دور کاوی مطرح شد. از آن زمان تاکنون، شاخص‌های مختلفی نظیر MS-AVI، W-DVI، SAVI، NDVI ابداع شد تا از طریق آن بتوان روند تغییرات پوشش گیاهی را در طول زمان اندازه‌گیری و تجزیه تحلیل کرد (kogan, 1995 & shahabfar et al, 2007). شاخص NDVI اولین بار در سال 1973 مطرح شد (Rouse et al, 1974). این فراگیرترین شاخصی است که تاکنون در مطالعات زیادی از آن استفاده شده‌است. این شاخص در مناطقی که بیشتر دارای پوشش مرتعی است، به خوبی می‌تواند میزان تغییرات را نشان دهد. همچنین با توجه به اینکه آب نسبت به دیگر پوشش‌های سطحی، مقدار معادل کمتری NDVI دارد؛ از این رو نواحی که پوشیده از آب شده‌اند، قبل و بعد از وقوع سیلاب می‌توانند به وسیله‌ی تغییرات مقادیر NDVI آنها تشخیص داده شود.

دانشمندان متعددی شاخص‌های گیاهی را برای ارزیابی وضعیت خشکسالی مطرح کرده‌اند؛ از جمله مطالعاتی که در این زمینه در خارج از کشور اجرا شده، مؤسسه‌ی DELF هلند است. این مؤسسه پروژه‌ای برای مطالعه‌ی پوشش گیاهی دریاچه‌ی هامون تحت عنوان «مدیریت جامع منابع آبی سیستان» اجرا کرد که در آن از شاخص NDVI استفاده شد و توانست تغییرات منفی پوشش گیاهی را به وضوح آشکار سازد (DEL F, 2007). در منطقه‌ی اورالی هند، خشکسالی با شاخص گیاهی NDVI، VCI، TCI، VHI در مقایسه با شاخص‌های آماری swi، spi حاصل از ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری مطالعه شد. نتایج نشان داد که بین شاخص NDVI با بارندگی ماهانه همبستگی بالایی وجود دارد (Bhuiyan, 2005). در مطالعه‌ی دیگر در ایتالیا، پایش خشکسالی با استفاده از شاخص SPI با شاخص‌های گیاهی حاصل از داده‌های سنجنش از دور صورت گرفت؛ به نحوی که شاخص NDVI به دست آمده و پوشش ناحیه به طور وسیعی برای ارزیابی و پایش وضعیت خشکسالی، همبستگی بسیار بالایی را نشان داد (jurgen et al, 1998).

حسینی و همکاران پژوهشی با عنوان «تأثیر خشکسالی‌ها بر تخریب پوشش گیاهی منطقه‌ی سیستان» اجرا کردند. آنها با استفاده از سیستم دور کاوی و تصاویر قبل و بعد از خشکسالی، تغییرات پوشش گیاهی سیستان را به کمک شاخص گیاهی W-DVI بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که پوشش گیاهی سیستان از ۱۰۱ هزار هکتار در سال ۱۹۹۸ به ۲۴ هزار هکتار در سال ۲۰۰۰ رسیده‌است (hossini et al, 2012). باعقیده و همکاران نیز با استفاده از شاخص-

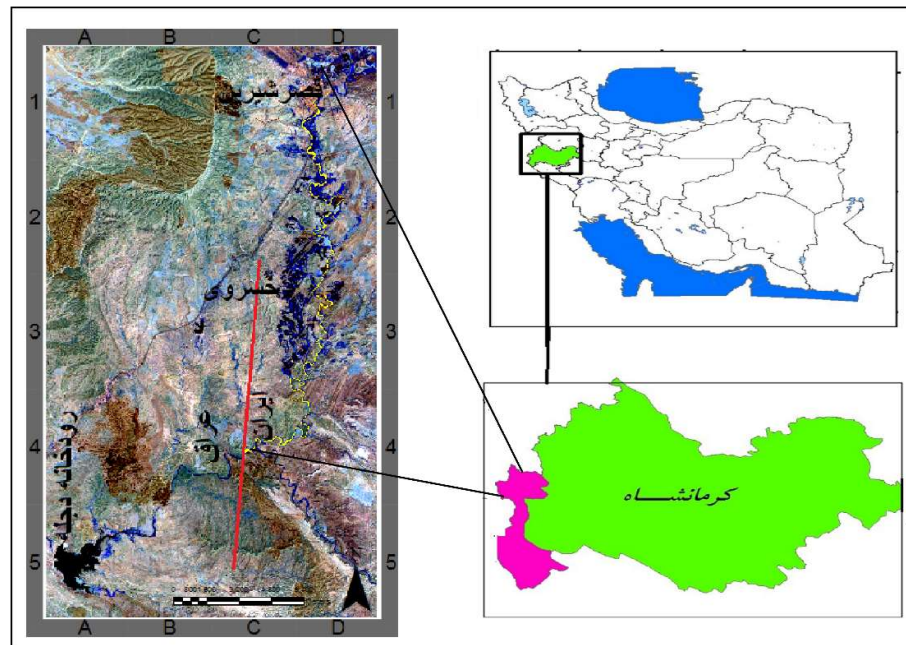
های اقلیمی و تصاویر ماهواره‌ای، پژوهشی با عنوان «بررسی استفاده از امکان شاخص پوشش گیاهی NDVI در تحلیل خشکسالی‌های استان اصفهان» انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص NDVI می‌تواند جایگزین مناسبی برای شاخص‌های اقلیمی در ارزیابی خشکسالی باشد. این شاخص در مناطقی که داده‌های اقلیمی پراکنده هستند و سری زمانی مرتب مداوم ندارند، بسیار بالاست (baaghedeh et al, 2010). پژوهش دیگری در دشت اردکان- یزد با استفاده از نمایه‌ی تأثیر خشکسالی LDI و شاخص پوشش گیاهی SAVI مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده مادیس اجرا شد. نتایج پژوهش نشان داد که تأثیر خشکسالی بر ۳۹ درصد از مساحت مراتع منطقه‌ی مطالعاتی، کم و بر ۱۱ درصد باقی شدید بوده‌است (pourmohamadi et al, 2011). همچنین در مطالعه‌ی دیگری، تحلیل خشکسالی منطقه‌ی کاشان با استفاده از شاخص Z نرمال و سری داده‌های ماهواره NOAA-AVHRR برای استخراج شاخص‌های NDVI، VCI و VHI مرتبط با خشکسالی صورت گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که محدوده‌ی مطالعاتی دارای پوشش گیاهی فقیری است و شرایط اقلیمی این محدوده نیز با شاخص‌های گیاهی رابطه‌ی معناداری دارد (shamsipour et al, 2009).

تعدد چنین مطالعاتی، بیانگر قابلیت‌های انکارناپذیر تصاویر ماهواره‌ای و شاخص‌های گیاهی در بررسی خشکسالی است. الوند یکی از اصلی‌ترین مرزهای رودخانه‌ای در غرب ایران است که بخشی از مرز ایران و عراق بر آن قرار دارد. این رودخانه در طول سال، رژیم آبدهی متغیری دارد؛ به طوری که ۸۴ درصد جریان آب در آن مربوط به ماه‌های دی تا اردیبهشت است. پژوهش‌های زیادی بر این رودخانه اجرا شده، اما به دلیل مرزی بودن منطقه و کم بودن آمار و اطلاعات، در زمینه‌ی استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور در پایش خشکسالی هیدرولوژیک و برنامه‌ریزی‌های محیطی توجه کمتری صورت گرفته‌است. از این رو، این پژوهش سعی دارد کارایی شاخص پوشش گیاهی را در مطالعه‌ی خشکسالی در رودخانه‌ی الوند بررسی و تحلیل کند تا بتواند با اثبات قابلیت این شاخص، راهی مطمئن و دقیق برای شناخت و پایش خشکسالی ارائه دهد.

۲- منطقه‌ی مورد مطالعه

قلمرو جغرافیایی این پژوهش، رودخانه‌ی الوند در غرب ایران و در غرب استان کرمانشاه به طول ۲۷ کیلومتر در دشت قصرشیرین و دشت خسروی است که بین مختصات جغرافیایی ۴۶°، ۱۹ تا ۴۵°، ۳۵ طول شرقی و ۳۴°، ۳۱ تا ۳۴°، ۰۵ عرض شمالی قرار دارد. رودخانه الوند جزئی از حوضه‌ی آبریز خلیج فارس و زیر حوضه‌ی آبریز مرزی غرب به شمار می‌رود. ایستگاه هیدرومتری قصرشیرین واقع در محدوده‌ی مورد مطالعه، ۳۸۴/۱ متر مکعب بر ثانیه با زیر شاخه‌های خود به رودخانه‌ی الوند می‌ریزد (jinabgharb, 2009). رودخانه‌ی الوند در محدوده‌ی مورد مطالعه به دلیل کاهش ارتفاع رژیم جریان، حاصل و تابع مستقیم رژیم بارشی است. رودخانه‌ی مذکور با ۲۷۶/۵ میلی‌متر بارش سالیانه در ایستگاه قصرشیرین و میانگین دمای روزانه ۲۰/۴ درجه‌ی سانتیگراد، در منطقه‌ی نیمه خشک قرار دارد (شکل ۱).

۲-۱- مواد و روش



شکل ۱: نقشه‌ی موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

برای اجرای این پژوهش از منابع داده‌ای ذیل بهره گرفته شده‌است:

- داده‌های اقلیمی و هیدرومتری دریافتی از وزارت نیرو؛

- نقشه‌ی توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰؛

- نقشه و جدول کاربری اراضی دریافتی از جهاد کشاورزی؛

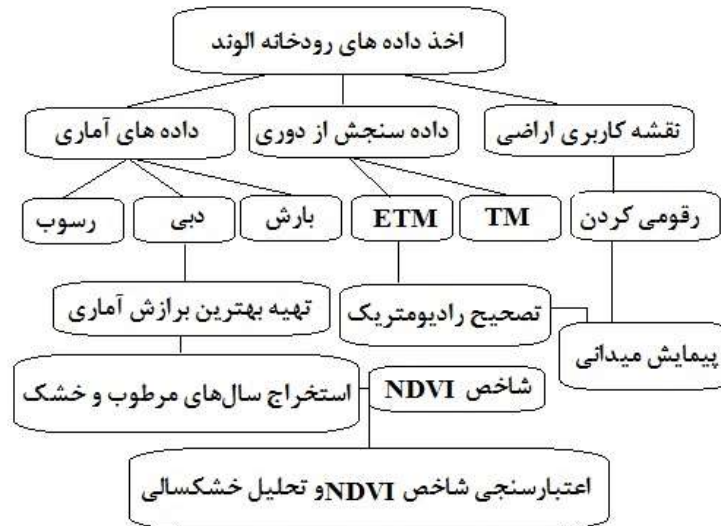
- تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده TM و ETM⁺؛

- داده‌های پیمایشی حاصل از برداشت میدانی.

- این پژوهش مبتنی بر روش تجربی، آزمایشگاهی و استدلال استقرایی است. ابتدا به منظور شناسایی روند و جریان خشکسالی حاکم بر منطقه، به تجزیه‌ی داده‌های هیدرومتری و اقلیمی (۱۳۹۰-۱۳۴۵) پرداخته شد و بر مبنای آن، نمودار دبی و بارش براساس سری زمانی سالانه‌ی ایستگاه قصرشیرین با استفاده از شاخص میانگین متحرک ۴۵ ساله در رودخانه ترسیم شد. این امر به منظور شناسایی نقاط حداکثری خشکی و نقاط مرطوب در رودخانه صورت گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و ساخت بانک اطلاعاتی نیز از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد. سپس با اطلاعات مستخرج از بازه‌های زمانی نمودار هیدرومتری، به تهیه‌ی تصاویر ماهواره‌ای از سال ۱۹۸۷ (اولین سال خشکی)، حداکثر خشکسالی (۲۰۰۵)، حداکثر ترسالی (۲۰۰۳) و سال آخر (۲۰۱۵) پرداخته شد. همچنین به منظور آماده‌سازی تصاویر، مراحل پیش پردازش از جمله تصحیح رادیومتریک نیز از روش کاهش تیرگی پدیده در محیط نرم‌افزار ENVI با الگوریتم GAP و پردازش داده‌ها صورت گرفت. با توجه به اینکه خشکسالی می‌تواند از طریق یکی از عناصر مستخرج از

تصاویر ماهواره‌ای به خوبی تحلیل شود، به منظور تولید شاخص سبزیگی^۱ به تصاویر چندطیفی^۲ پرداخته شد (رابطه ۱). با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده و پارامتر آماری کمترین فاصله^۳، به طبقه‌بندی تصاویر پرداخته شد و در نهایت با بهره‌گیری از مشاهده‌ها، اندازه‌گیری‌ها و برداشت‌های میدانی و با دقت ۹۰ متر، یافته‌های مستخرج از تصاویر در ۵ نقطه از اطراف رودخانه اصلاح و کنترل شدند (شکل ۲).

$$\text{NDVI} = (\text{B}_4 - \text{B}_3) + (\text{B}_3 - \text{B}_4) \quad \text{رابطه (۱):}$$



شکل ۲: روند نمای پژوهش

۲-۲- آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی

آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی، در ایجاد دید کلی برای مدیریت بهتر منابع طبیعی، حفاظت اراضی حاشیه‌ی رودخانه و اتخاذ تدابیر سیاست‌های درازمدت بسیار مؤثر است. داده‌های ماهواره‌ای در آشکارسازی و تجزیه و تحلیل تغییرات زیست‌محیطی کارایی بالایی دارند (yuan et al, 2005 & lillesand et al, 2004). نوع و نحوه‌ی اجرای این عملیات برحسب عوامل مختلفی چون نوع داده‌های مورد استفاده و هدف تحقیق، متغیر خواهد بود (Chander et al, 2009). به منظور شناسایی یک شاخص معتبر و فراگیر برای جایگزینی شاخص‌های خشکسالی‌ها، شاخص پوشش گیاهی NDVI انتخاب شد. شاخص NDVI براساس ضرایب انعکاسی تصاویر ماهواره‌ای در باندهای مناسب، در دوره‌ی رشد سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۵ محاسبه شد. به منظور آشکارسازی تغییرات ایجاد شده در سال‌های مذکور، نواحی پوشش گیاهی رودخانه از روی نقشه‌ی کاربری اراضی، به جنگل، کشت آبی، دیم‌زار و مراتع از متوسط تا فقیر طبقه‌بندی شده‌اند. بخش قابل ملاحظه‌ای از کشاورزی منطقه را زراعت دیم با مساحت ۲۱۴۷۱ هکتار تشکیل می‌دهد. این

¹ Multi expectral

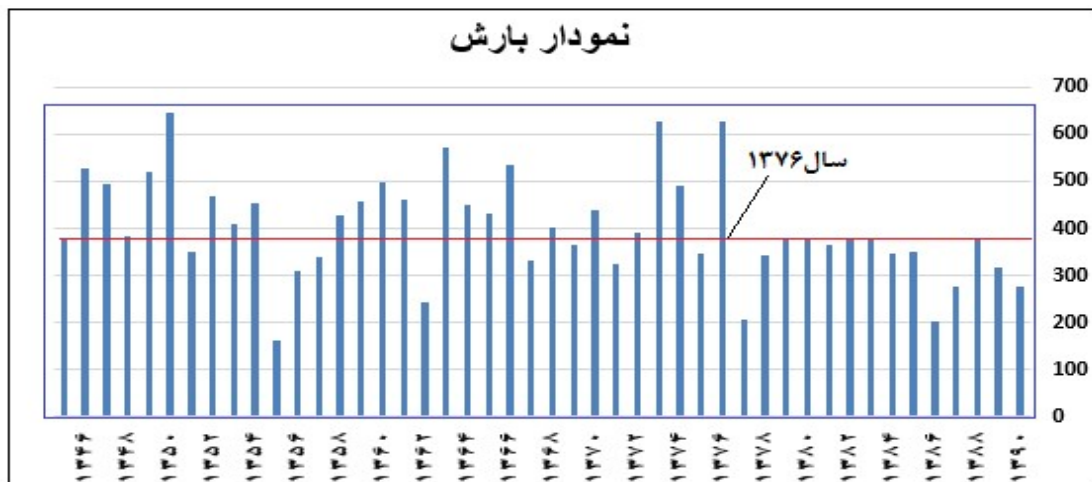
² NDVI

³ Minimum Distance

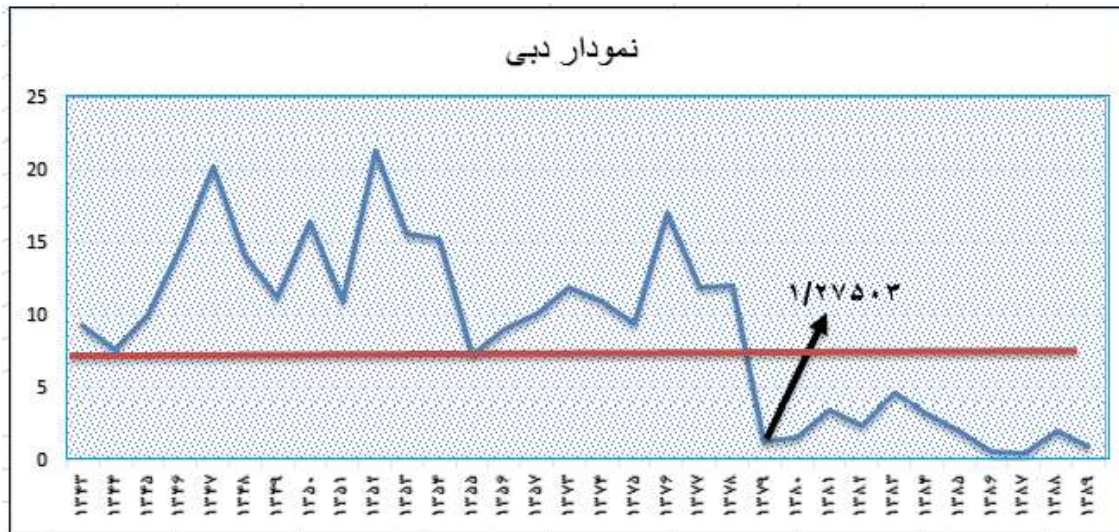
اراضی به طور عمده به دیم‌کاری غلات با آیش یکسال در میان اختصاص دارند. مراتع از نوع درجه متوسط به مساحت ۱۵۱۵۱۳ هکتار می‌رسد و مراتع درجه فقیر به مساحت ۲۵۰۰۰. اطراف رودخانه‌ی الوند نیز به زراعت آبی اختصاص داده شده‌است (جهاد کشاورزی شهرستان قصرشیرین، ۱۳۹۲).

۳- یافته‌ها (نتایج)

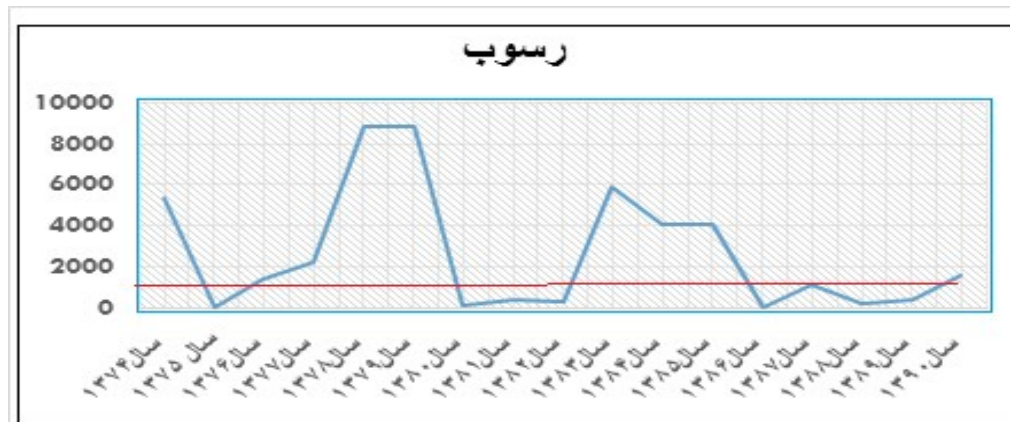
بررسی پارامترهای اقلیمی به منظور بررسی خشکسالی در رودخانه در راستای هدف پژوهش ضرورت می‌یابد؛ بدین سبب از داده‌های دبی و بارش سالیانه در یک دوره‌ی آماری ۵۰ ساله محاسبه شد. نتایج بارش نشان داد که سال ۱۳۷۶ با میزان ۲۰۰ میلی‌متر، کمترین میزان بارش را داشته‌است که این امر کاهش ۳۵ درصدی بارش نسبت به متوسط سال‌های مختلف (۳۸۵/۶ میلی‌متر) و کاهش ۸۵ درصدی نسبت به سال‌های قبل را نشان می‌دهد (نمودار ۱). نتایج دبی نیز این کاهش را در سال ۱۳۷۹ نشان می‌دهد که از میانگین دبی (۸ مترمکعب) پایین‌تر است (نمودار ۲). همچنین میزان آبدهی سالیانه‌ی رودخانه نسبت به سال‌های قبل، ۳۷/۱۳ مترمکعب بر ثانیه کاهش یافته‌است. این تأخیر زمانی در مقایسه‌ی بین نمودار بارش و دبی، به دلیل واکنش بارش در اجزای سیستم هیدرولوژی به خصوص سطح مخازن ضروری است. نمودار رسوب، روند معکوسی دارد و طی این سال‌ها افزایش قابل توجهی داشته‌است؛ به طوری که رودخانه‌ی الوند از میانگین برآورد سالیانه در ایستگاه قصرشیرین ۳۸۴/۱ (M.C.M) با زیرشاخه‌های خود افزایش یافته‌است (نمودار ۳). بررسی رژیم هیدرولوژیک حوضه در دوره‌های ترسالی و خشکسالی، حاکی از وجود تغییرات در جریان رودخانه و تأثیر عوامل اقلیمی و محیطی بر آن است. علی‌رغم تداوم جریان رودخانه در دو دوره‌ی ترسالی با وجود یکسان بودن میزان بارش (۲۶۴ میلی‌متر) در دو دوره‌ی مذکور، به شدت از میزان دبی‌های متوسط و آب پایه رودخانه کاهش و جریان رودخانه در محل انشعاب‌های آن از حالت دائمی به فصلی تغییر یافته‌است. این امر به مسدود شدن آبراهه توسط آوردهای رسوبی ناشی از آنها منجر می‌انجامد؛ بنابراین، خشکسالی در منطقه در سال ۱۳۷۹ شروع می‌شود و با این روند در سال‌های بعد همچنان ادامه دارد.



نمودار ۱: بارش سالانه‌ی ایستگاه سینوپتیک قصرشیرین

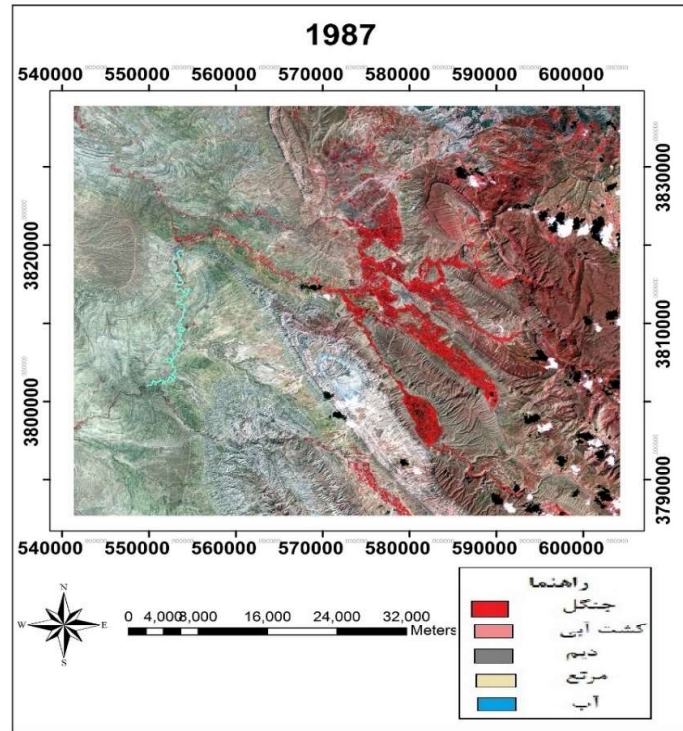


نمودار ۲: دبی ایستگاه هیدرومتری قصرشیرین

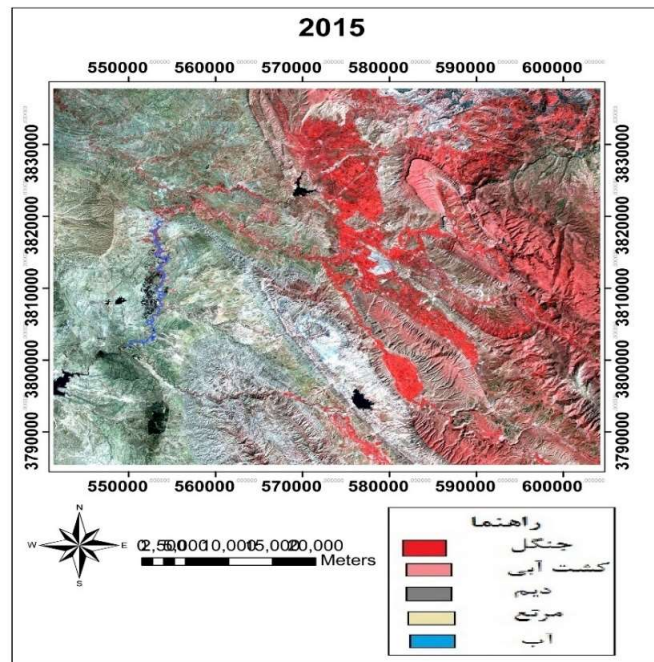


نمودار ۳: رسوب ایستگاه هیدرومتری قصرشیرین

طبقه‌بندی پوشش زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، یکی از مهم‌ترین کاربردهای سنجنش از دور است و بسیاری از الگوریتم‌ها برای این منظور توسعه یافته‌اند. با استفاده از شاخص NDVI، کاربری اراضی به کشت آبی، دیم و مراتع طبقه‌بندی شده‌اند. مقایسه‌ی تصاویر طبقه‌بندی شده نشان می‌دهد که ۷۰ درصد تخریب پوشش گیاهی مربوط به زمین‌های مرتعی و حواشی مسیر رودخانه و نی‌زارها هستند که به صورت طبیعی در منطقه وجود دارند. ۳۰ درصد بقیه‌ی تخریب پوشش گیاهی مربوط به اراضی کشت آبی و دیم است. نتایج این طبقه‌بندی به صورت ذیل است (شکل‌های ۳ و ۴):



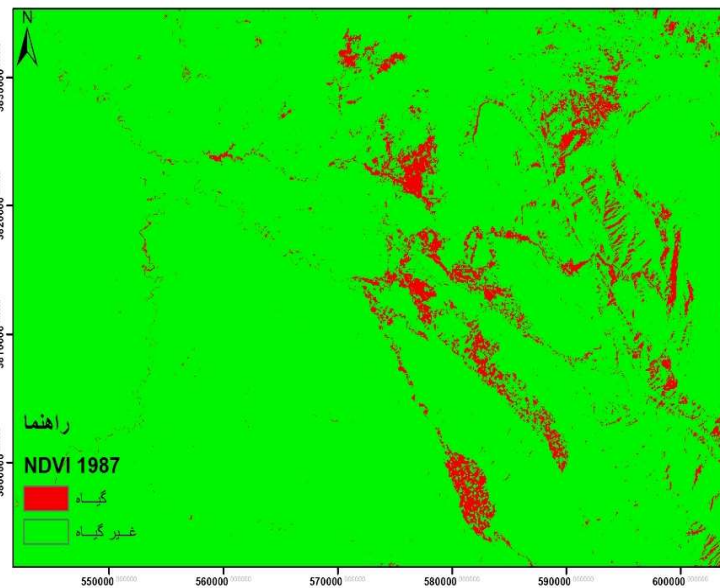
شکل ۳: طبقه‌بندی نظارت شده، تفاضل PCI استاندارد شده سال ۱۹۷۸



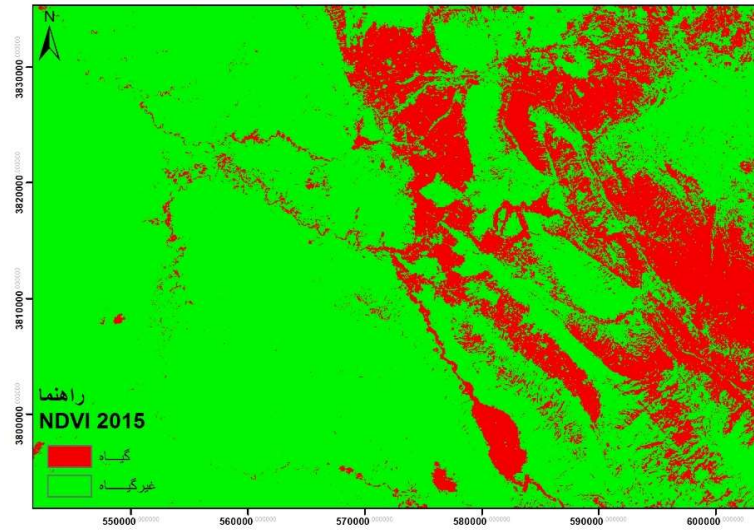
شکل ۴: طبقه‌بندی نظارت شده، تفاضل PCI استاندارد شده سال ۲۰۱۵

یافته‌های پژوهش حاصل از آشکارسازی تغییرات به کمک تصاویر، مؤید نقش تغییرات اقلیمی در حوضه‌ی رودخانه الوند است. طبق بررسی‌های انجام شده، تغییرات پوشش گیاهی و سطح اثر خشکسالی در منطقه به صورت ذیل بیان می‌شود (شکل‌های ۵، ۶ و ۷). در حوالی شهرستان قصرشیرین، سبزینه‌ها روند مثبتی را نشان می‌دهد؛ یعنی تغییر

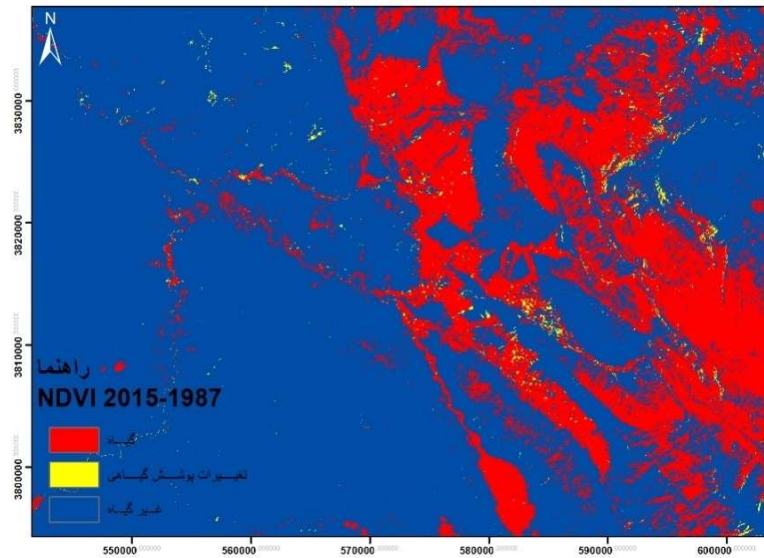
رژیم هیدرولوژیک در منطقه تأثیرگذار بوده، اما در رژیم پوشش تأثیر نداشته است. در این نواحی طبق نقشه‌ی کاربری اراضی، به دلیل کشت محصولاتی همچون نخلستان و قلمستان و محصولاتی مانند پیاز - که به آب زیادی نیاز ندارند و مقاوم به خشکی هستند - کشاورزان به کشت محصولاتی که نیاز کمی به آب دارند، روی آورده‌اند و در طول فصل کشت، متناسب با نیاز آبی در منطقه درختان را آبیاری می‌کنند. در واقع، سطح اثر خشکسالی در حد استرس گیاه بوده - است نه حذف گیاه. در محدوده‌ی مورد نظر - که مناطق شهری و روستاهای اطراف را شامل می‌شود - با توجه به اینکه در این منطقه به سبب مسائل مربوط به جنگ تحمیلی و نداشتن زیر ساخت‌های لازم، صنعت بدان وارد نشده است، اهالی محل بیشتر به زراعت آبی در اطراف رودخانه روی آورده‌اند. ۱۰۱۸۸ هکتار از اراضی تحت کشت دیم، بر اثر خشکسالی خسارت دیده‌اند. در مناطق دیگر به خصوص در اطراف رودخانه، تغییرات پوشش روند منفی را نشان می‌دهد. در مناطق پایاب رودخانه و دشت خسروی، ۸۰۰۱ هکتار از مراتع اطراف رودخانه تخریب شده‌اند. طبق یافته‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های آماری هیدرولوژیک در منطقه، بر اثر خشکسالی، آورده‌های رسوبی حاصل از مسدود شدن انشعابات فرعی رودخانه در محل آبراهه‌ی اصلی همچنین جریان سیلابی سرشاخه‌های رودخانه در فصل مرطوب، به افزایش تنش برشی آب در رودخانه و تخریب کناره‌های راست و چپ رودخانه منجر شده و رسوبات حاصل از فرسایش کناری نیز به تخریب مراتع اطراف رودخانه انجامیده است (شکل ۸).



شکل ۵: نقشه‌ی پوشش گیاهی رودخانه‌ی الوند سال ۱۹۸۷



شکل ۶: نقشه‌ی پوشش گیاهی رودخانه‌ی الوند سال ۲۰۱۵



شکل ۷: نقشه تغییرات پوشش گیاهی رودخانه الوند در دوره‌ی ۱۹۸۷-۲۰۱۵



شکل ۸: تخریب نیزارها و مراتع حاشیه‌ی رودخانه بر اثر آوردهای رسوبی حاصل از خشک شدن انشعاب‌های فرعی و مسدود شدن بستر رودخانه

۴- بحث و نتیجه‌گیری

تغییر اقلیم سبب شده‌است که در میزان دبی، رسوب و در سرعت جریان رودخانه‌ها تغییر ایجاد شود. مقایسه‌ی آمار دبی آب و دبی رسوب ۴۵ ساله، افزایش تولید رسوب در دهه‌های اخیر را نشان می‌دهد و بیشتر تغییرات، حاصل از تغییرات اقلیمی و به خصوص کاربری زمین است. با توجه به نتایج تحقیق و گفتگو با کارشناسان محلی، مشخص شد که خشکسالی هیدرولوژیکی سهم عمده‌ای در تخریب پوشش مرتعی در رودخانه‌ی الوند داشته‌است، همچنین فقدان دسترسی به منابع آب جایگزین همچون قنات، چشمه و منابع آب زیرزمینی غنی در منطقه‌ی مورد مطالعه، از مهم‌ترین عوامل تخریب پوشش گیاهی بوده‌است. با همین استدلال به معرفی شاخص میانگین متحرک خشکسالی در رودخانه با تلفیق شاخص پوشش گیاهی NDVI به دست آمده، با کمک آن ارزیابی خشکسالی بر پوشش گیاهی مرتع در منطقه مطالعاتی وجود دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که سطح پوشش گیاهی منطقه در طی دوره‌ی مطالعه، تغییرات زیادی داشته و ۱۸۰۱۸۹ هکتار از اراضی مرتعی اطراف رودخانه در معرض تخریب واقع شده‌اند. سطح پوشش برای سال ۱۹۸۷، ۴۸۰۲۹۱ هکتار و برای سال ۲۰۱۵، ۳۰۰۱۰۲ هکتار به دست آمد و شاخص NDVI، شرایط حاکمیت خشکی و کاهش پوشش گیاهی را نشان می‌دهد و همبستگی بین شاخص میانگین متحرک و NDVI معنی‌دار بود. از سوی دیگر، پیامدهای خشکسالی در منطقه به تغییر در نوع کشت گیاهانی منجر شده که به آبیاری کمتری نیاز دارند و در برابر خشکی مقاوم هستند. طی سال‌های مورد مطالعه شاخص NDVI با شاخص خشکسالی میانگین متحرک، انطباق مناسبی نشان می‌دهد که از نقاط قوت آن به شمار می‌رود. بنابراین پیشنهاد می‌شود از روش گفته شده، یعنی تلفیق عناصر اقلیمی و هیدرولوژیکی و شاخص‌های پوشش گیاهی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای - که ارتباط مجزای هر یک از آنها با خشکسالی بارها به دست پژوهشگران مختلف بررسی و به اثبات رسیده‌است - به بررسی خشکسالی به وسیله‌ی شاخص پوشش گیاهی در مناطق مرتعی و نیمه خشک کشور پرداخته شود. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص NDVI می-

تواند جایگزین مناسبی برای میانگین متحرک باشد و در بررسی‌های خشکسالی هیدرولوژیک، مناطق نیمه‌خشک و دارای پوشش مرتعی نیز می‌توان به این شاخص اعتماد کرد.

۵- سپاس‌گزاری

از مساعدت‌های مسئولان محترم دفتر مدیریت منابع آب پایه شهر تهران؛ به ویژه آقایان مهندس علی بابایی و مهندس رضا چرخنده تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Agricultural Jihad Province of Kermanshah, Land Use Level Table, 2012.
2. Baaghedeh, M.; Alijani, B.; & P. Zeaeyan, 2010. Investigating the possibility of using ndvi vegetation index in drought analysis in Isfahan province, *Geographical studies of arid zones*, first year, 4, 1-16.
3. Bhuiyan, C., 2005. Various Drought Indices For Monitoring Drought Condition In Aravalli Terrain Of India, Department of Civil Engineering, *Indian Institute of Technology Kanpur*, India, Pp. 3-10.
4. Chander, G.; Markham, B. L.; & D. L. Helder, 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors, *Remote sensing of environment*, 113(5), 893-903.
15. Dabrowska-Zielinska, K.; Kogan, F.; Ciolkosz, A.; Gruszczynska, M.; & W. Kowalik, 2002. Modeling of crop growth conditions and crop yield in Poland using AVHRR-based indices, *International Journal of Remote Sensing*, 23, 1109-1123.
16. Delf Hydraulics, 2007. Integrated water resources management for the Sistan closed inland delta, *Water research institute*, Netherlands.
17. Department of Energy, 2011. Jamab consulting engineering, watershed hydrology of the Western border.
18. Jurgen, V.; Vogat, A.; Viau, A.; Beaudin, I.; Niemeyer, S.; & F. Somma, (23-27 Nov 1998). "Drought Monitoring From Space Using Empirical Indices and Physical Indicators", *Proceedings International Symposium on Satellite- Based Observation, Tunis, Tunisia*.
19. Jeyaseelan, A.T., 2005. Droughts & Floods Assessment And Monitoring Using Remote Sensing And GIS, *Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology*, Pp. 291-313.
20. Kermanshah Meteorological Organization, Synoptic Station Data, Sar-e-Pol-e Zahab and Qasr-e-Shirin, Statistical Period, 1996-2012.
21. Kogan, F. N., 1995. Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection, *Advances in Space Research*, 11, 91-100.
22. Lillesand, T. M., & R. W. Kiefer, (1994). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons Inc. New York. 749 pp.
23. Pourmohamadi, S.; Rahimiyan, M.; Kalantar, M.; & S. Pourmohamadi, 2011. Zoning the Effect of Drought on Vegetation by Remote Sensing in Ardakan Plain - Yazd, *Natural Geographic Research*, Vol. 44, 2 (80), 125-140.
24. Rouse, J. W.; Haas, R. H.; Schell, J. A.; Deering, D. W.; & J. C. Harlan, 1974. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation, NASA/GSFC Type III Final Report, *Greenbelt*, Md. 371 p.

25. Shahabfar, A., & A. Ramesh, (2006). Construction of Drought Early Detection System in Iran Using NDVI FROM NOAA/ AHERR DATA, *International Conference on Water Observation & Information System for Decision Support (BALWOIS2006)*, 23- 26 May 2006, FY Republic of Macedonia. Singh, R.P., Roy, S. and Kogan, F.
26. Shamsipour, A.; Alavipanah, S.; & H. Mphamadi, 2015. The Effect of NOAA-AHARR Satellite Plant and Thermal Indices in Drought Analysis of Kashan Area, *Journal of Iranian Rangeland and Desert Research*, Vol. 17, No. 3 , 445-465.
27. Tucker, C. J.; Vanpraet, C. L.; Sharman, M. J.; & G. Van Ittersum, 1985. satellite remote sensing of total herbaceous biomass production in the Senegalese Sahel: 1980– 1984. *remote sensing of environment*, 17, 233–249.
28. Hossini, S.; Shafiei, H.; Ekhtesasi, M.; & S. Mohtashamnya, 2012. The Effect of Droughts on Vegetation Destruction in Sistan Area, *Journal of Iranian Derby and Desert Research*, Vol. 20, No. 2, 227-239.
29. Wilhite, D. A., 2000. Drought as a natural hazard, In: Wilhite, D. A. (Editor), *Drought: A global assessment*, I. Routledge, London. Pp,1- 18.
30. Yuan, F.; Sawaya, K. E.; Loeffelholz, B. C.; & M. E. Bauer, 2005. Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by multitemporal Landsat remote sensing, *Remote sensing of Environment*, 98(2), 317-328.

Drought Analysis of Alvand Boundary River Using Remote Sensing Data

Syavosh Shayan*: Assistant professor of Geomorphology at Tarbiat Modarres University, Tehran. Iran

Mohammad Sharifikia: Associate Professor, Department of Remote Sensing, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Nahid Naseri: Master of geomorphology Tarbiat Modarres University, Tehran. Iran

Article History (Received: February 8, 2017

Accepted: January 1, 2018)

Extended abstract

1- Introduction

The study of the behavior of rivers in the arid and dry areas is one of the most important tasks in the country. Because the area has increased the effects of drought due to the sensitivity of the area and rainfall shortage, it causes changes in the flow and sediment regime, water resources, agriculture, and so on. Since plants react more precisely to the specific climate changes of the environmental water changes, historically, they have been regarded as important indicators to identify the type of climate and its changes. In the recent years, as the satellite images are regularly and accurately separated from the surface, the growing role of vegetation cover associated with drought conditions is more assumed. The NDVI index was first introduced in 1973 and is the most comprehensive indicator ever used in many studies. This index can well reflect changes in the areas with more rangeland coverage. Also, given that the water has a lower NDVI than other surface coatings, therefore, the areas that are covered with the water can be detected by the changes in their NDVI values before and after the flood.

2- Methodology

First, in order to identify the trends and droughts in the region, the hydrometric and climatic data (1955-2011) were analyzed. Based on the annual flow diagram of the Qasr-e-Shirin station, the diagrams of rainfall and precipitation were identified using the 45-year moving average index in the river to identify the maximum points of the land as well as the wet points, and subsequently, the data from the satellite imagery of 1987 (first year of landing), the maximum drought of 2005, the maximum wetland of 2003, and those of 2015 were used to collect the satellite images from the hydrometric chart. Subsequently, multispectral images were taken to produce a green index. Using the controlled classification method and the statistical parameter, the least space was used to classify the images. Finally, using the observations, measurements and field observations, with the accuracy of 90 meters at 5 points around the river, the findings of the extracted images were corrected and controlled.

3- Results

An investigation of the hydrologic regime of the basin in the drought and wet periods indicates changes in the river flow and the impact of the climate and environmental factors on it. Despite the continuity of the river flow and the same rainfall (264 mm) during the two periods, the average of the mean and the basin water levels decreased sharply and the flow of the river at the location of the river divisions has changed from a volatile to a seasonal, which has led to the blockage of the river by the sediment yields from them. Using the NDVI index, land use has been classified into cropping water, rain, and pastures. A comparison of the classified images shows that 70% of the vegetation degradation is related to the rangelands and marginal lands of the river and river basins, which are natural in the region. The remaining 30 percent of the vegetation degradation is related to aquaculture and dry-land farming. The research findings from the discovery of changes through the illustrations reveal the role of the climate change in the Alvand river basin. 10188 ha of the damaged land is due to the drought. In other areas, and especially around the river, the changes in the coverage elucidate a negative trend. In the rivers of Khosravi plain, 8001 ha of the pastures around the river is destroyed.

4- Discussion & Conclusions

The results of this study showed that the vegetation level in the region has changed during the research period throughout the studied years. The NDVI index showed a desirable correlation with the moving average drought index which is one of its strengths. Therefore, it is suggested that the method described, that is, the combination of the climatic and hydrological elements and the vegetation indices derived from the satellite images, which have been investigated and proved by various researchers, have been repeatedly correlated with the drought to investigate it by the vegetation index in the rangeland and semi-arid areas of the country. The results of this study showed that the NDVI index could be a favorable alternative to moving average, and in the hydrological drought studies, the semi-arid and rangeland areas can be trusted.

Key Words: Drought, Remote Sensing, NDVI, Alvand River