

مقایسه شاخص‌های پوشش گیاهی سنجش از دور در پایش خشکسالی (مطالعه موردی مراتع نیمه شمال استان خوزستان)

حجت‌الله یزدانپناه: دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران *
مهدی مومنی: استادیار مهندسی نقشه برداری، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
حجت حسینی نژاد دزفولی: کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
سمید موحیدی: استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
مریم سلیمانی تبار: کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، سازمان آموزش و پرورش استان اصفهان، اصفهان، ایران
وصول: ۱۳۹۰/۶/۳۰ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۲۰، صص ۸۵-۹۸

چکیده

نیمه شمالی استان خوزستان گوشه‌ای از مناطق خشک و نیمه خشک کشور ایران به شمار می‌آید که به دلیل این ویژگی دائماً تحت تأثیر نوسانات کوچک و بزرگ نزولات جوی است. در این پژوهش از یک سری داده‌های ماهواره‌ای و یک سری داده‌های بارش ماهیانه ایستگاهی استفاده شده است. داده‌های ماهواره‌ای متعلق به سنجنده MODIS و داده‌های زمینی متعلق به ۱۳ ایستگاه سینوپتیکی و کلیماتولوژی منطقه مطالعاتی است. در کار صورت گرفته ابتدا شاخص تفاضل نرمال (NDVI) را برای داده‌های ماهواره متعلق به ماه ژئن را برآورد نموده‌ایم و سپس برای داده‌های بارش زمینی نیز شاخص استاندارد بارش (SPI) را در دوره‌های ۱۲ و ۱۳ محاسبه شده است و در مقایسه‌ای که میان این دو شاخص صورت گرفته است، مشخص شده که این دو شاخص در صورتی بهترین ارتباط را خواهند داشت که مقایسه میان شاخص استاندارد بارش ۱۲ ماهه و شاخص (NDVI) صورت گیرد. در نهایت مشخص گردید که در طول دوره تصویر برداری شده (۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸)، منطقه در دو سال ۲۰۰۳ و ۲۰۰۸ در وضعیت خشکسالی و حالت نسبتاً نرمال دردیگر سالهای مورد مقایسه است.

واژه‌های کلیدی: سنجنده MODIS، شاخص تفاضل نرمال NDVI، شاخص استاندارد بارش SPI، استان خوزستان

مقدمه

است خشکسالی موقعی رخ می‌دهد که بارش منطقه به طور غیر معمولی کم شود و مثلاً به زیر ۵۰ میلی‌متر در سال برسد (کاویانی، ۱۳۸۳، ۲۶۸). خشکسالی وضعیت دائمی یک اقلیم نیست و در تمامی اقلیمها چه اقلیم مرطوب و چه در اقلیم خشک اتفاق می‌افتد (Dracup et al, 1980: 299) غالباً خشکسالی‌ها از خشکسالی هواشناسی شروع شده و به ترتیب به

یکی از تفاوت‌های عمده خشکسالی با دیگر بلاهای طبیعی در این است که این مصیبت به نسبت سایرین که به صورت ناگهانی اتفاق می‌افتند، در زمان طولانی‌تر و به تدریج رخ می‌دهد به همین علت است که این بلا را بلایی خزننده دانسته‌اند (Kogan, et al. 2000). خطرهای ناشی از خشکسالی خیلی بیشتر از خشکی

خواهد آمد (پارمحمدی، ۱۳۸۴). چاپرا^۱ در ایالت گجرات^۲ هندوستان با استفاده از تصاویر سنجنده های NOAA^۳، AVHRR^۳ اقدام به محاسبه شاخص NDVI نموده و این شاخص را با شاخص SPI مقایسه نموده و در این مقایسه شاهد ارتباط نزدیک این دو شاخص در حالت SPI سه ماهه بوده است.

(Chapra, P., 2006) کوجن^۵، ایالات متحده را با استفاده از تصاویر سنجنده های (NOAA و MODIS) و با استفاده از شاخص های TCI, VCI در سال ۱۹۸۸ مور مطالعه قرار داد، و در کار صورت گرفته متوجه شده که شاخص (VCI)^۶ به نسبت شاخص (TCI)^۷ وضعیت خشکسالی را بهتر نشان می دهد.

(Kogan, et al. 2000) پیتر^۸ و همکاران با استفاده از داده های ماهواره ای AVHRR اقدام به محاسبه دو شاخص NDVI و SAVI^۹ برای قسمتهای مرکزی ایالات متحده نموده است، و به این نتیجه رسیده است که می توان با بررسی دقیق و پیوسته پوشش گیاهی می توان خشکسالی را شناسایی کرد و در نتیجه متوجه شده که پوشش گیاهی در زمان بسیار کوتاه بعد از اتفاق افتادن کمبود بارش می تواند آثار خشکی را نشان دهد. (Peters, et al. 2003) عبداللهی یا استفاده از

خشکسالی هیدرولوژیکی، کشاورزی و سرانجام اجتماعی اقتصادی تبدیل می شود (علیزاده، ۱۳۸۸، ۲۷۷) برای برآورد خشکسالی یک منطقه روشهای متفاوتی وجود دارد که این روشها نیاز به داشتن داده های قابل اطمینان از گذشته دارند، ولی به دلیل عدم دقت در برداشت داده ها، امر محاسبه خشکسالی را با مشکلاتی همچون عدم دقت در زمان و شدت وقوع خشکسالی و درک درست خسارات ناشی از خشکسالی واجه ساخته است. امروزه با فراهم شدن امکانات ماهواره ای و تصویر برداریهای متعدد و در بازه زمانی های متفاوت و میتوان خشکسالی را با صرف هزینه های و زمان کمتر و با دقت بالاتری اندازه گیری نمود. محاسبه ی شاخص های پوشش گیاهی روش مناسب برای اندازه گیری تراکم، کیفیت، میزان رشد، پراکنش و شناسایی امراض و بیماریهای گیاهی و همچنین محاسبه خشکسالی است. جمع آوری این شاخص ها بوسیله روش های معمولی بسیار مشکل و پرهزینه است. با این حال استفاده از داده های ماهواره ای امکان مطالعه ی گسترده و دقیقتر پوشش گیاهی را فراهم کرده است. (علوی پناه، ۱۳۸۲: ۱۷۰). از طریق دریافت اطلاعات با قدرت تفکیک مکانی و زمانی در سطح وسیعی از زمین و به صورت دریافت نزدیک به زمان واقعی، امکان پایش روند خشکسالی ها با استفاده از تکنولوژی سنجش از دور بر اساس بازتابندگی طیفی در باندهای مختلف و امکان محاسبه در هر پیکسل فراهم

1 -Chapra

2-Gujarat

3 -Advanced Very High Resolution Radiometer

4 -National Oceanic and Atmospheric Administration

5 -Kogan

6 -Vegetation Condition Index

7 -Temperature Condition Index

8 -Peters

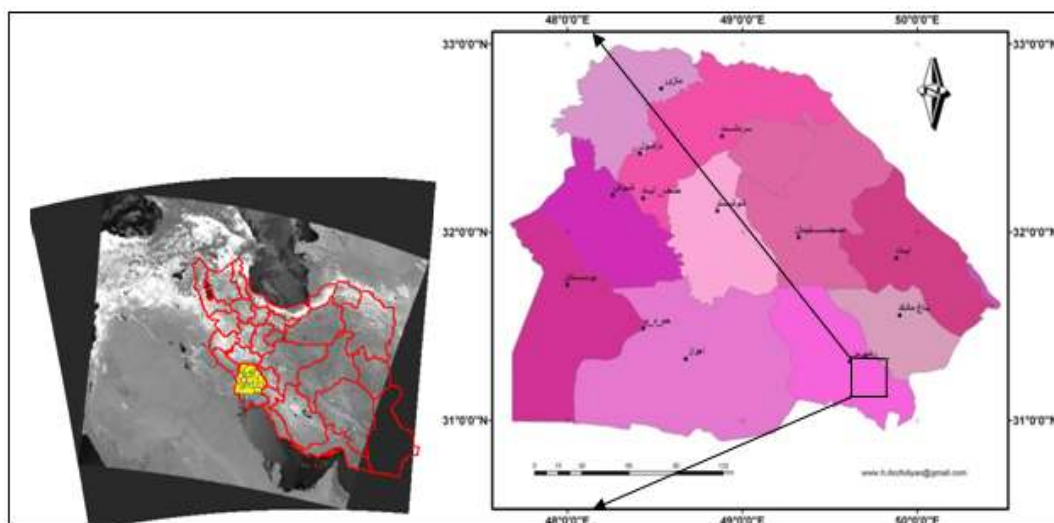
9-Soil Adjusted Vegetation Index

جنوبی منطقه معتدله شمالی واقع گردیده است. این منطقه با مساحتی تقریبی ۴۲ کیلومتر مربع در نیمه جنوب غربی کشور و در حاشیه غربی سلسله جبال زاگرس قرار گرفته است. از نظر عرض جغرافیایی در نیمه جنوبی منطقه معتدله شمالی از ۳۰ درجه شمالی از خط استوا قرار دارد. از نظر طول جغرافیایی در نیمکره شرقی کره زمین بین طول های جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. در مجموع ۲ درجه و ۵۷ دقیقه طول جغرافیایی و ۲ درجه عرض جغرافیایی را در بر می گیرد (شکل شماره ۱).

تصاویر سنجنده TM اقدام به مطالعه اراض گیاهی در دو منطقه شهری و غیر شهری پرداخته و آثار منفی کاهش این اراضی را بر افزایش نسبی دما راسنجیده است، او از شاخص NDVI استفاده کرده است. در نتیجه این کار در مناطق غیر شهری در طول دوره هیچ تغییر خاص حرارتی و پوشش گیاهی صورت نگرفته است ولی در مناطق شهری کمیت پوشش گیاهی در حدود ۳۶.۲ درصد کاهش پیدا نموده است و درجه حرارت این منطقه دچار تغییر منفی شده است. (عبداللهی، ۱۳۸۶)

موقعیت

منطقه مورد مطالعه در واقع نیمه شمالی استان خوزستان است که از نظر موقع ریاضی در نیمه



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (مرکز و شمال استان خوزستان)

عنوان (دادهای کمکی). دادهای فضایی دریافتی متعلق به سنجنده MODIS و ماهواره TERA است که از سازمان فضایی ایران (www.isa.ir) و در زمستان سال ۱۳۸۸ اخذ شده است. این دادهها در بازه زمانی ۷

مواد و روش

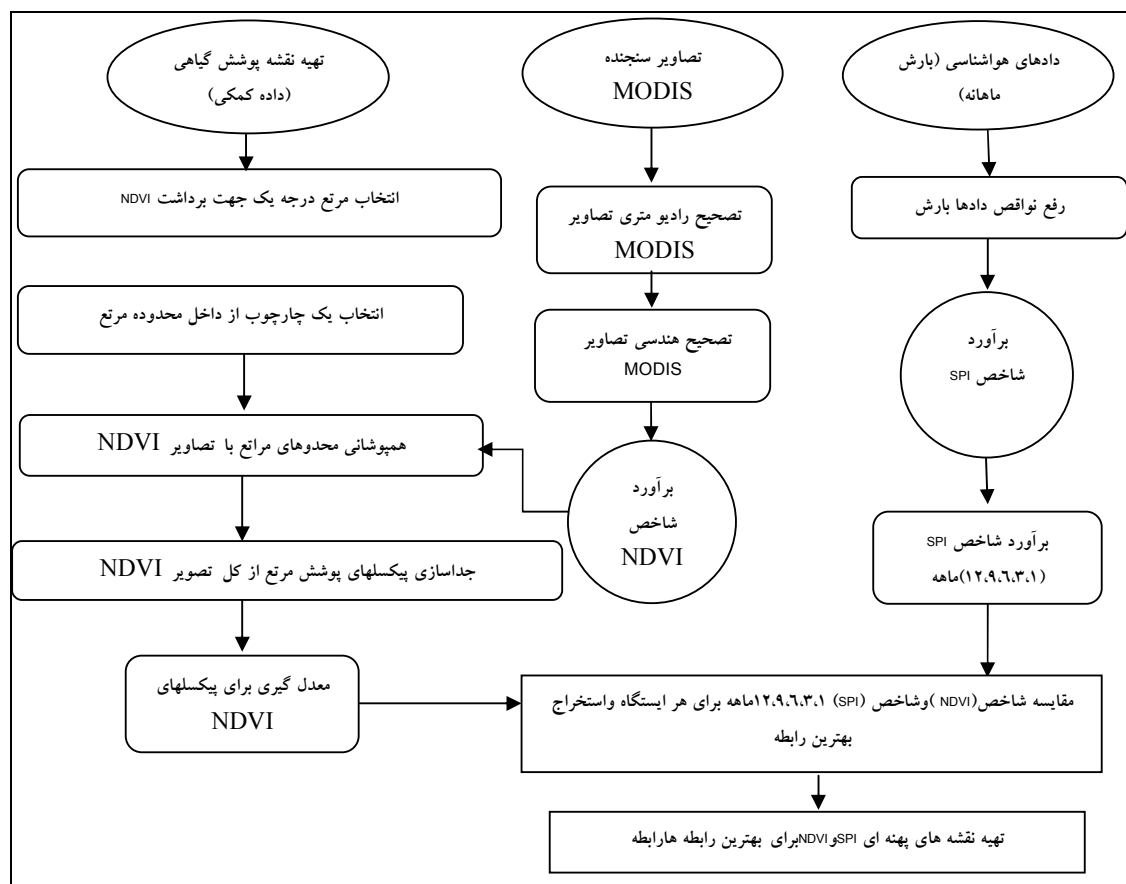
دادهای مورد نظر در این کار شامل سه دسته داده هستند: الف) دادهای سنجنده MODIS، ب) دادهای بارش منطقه، ج) نقشه های پوشش گیاهی منطقه به

ساله از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ بوده اند. در مجموع تعداد تصاویر اخذ شده در این پژوهش ۷ قطعه بودن است. دسته دوم داده‌های استفاده شده داده‌های بارش ۱۳ ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه که در از سایت هواشناس کشور (www.weather.ir) و سایت هواشناسی استان چهارمحال (www.charmahalmet.ir) بصورت مجموع ماهیانه دریافت شده. دسته سوم داده‌ها به صورت یک سری از نقشه‌های پوشش گیاهی از سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان و از سایت (www.khuzestan.frw.org) دریافت شده است. و هدف از اخذ این داده‌ها داشتن درک درستی از میزان و موقعیت اراضی مرتعی منطقه مورد مطالعه تا با استفاده از این نقشه‌ها و همپوشانی آنها بر خروجی‌های شاخص NDVI بتوانیم صرفاً میزان شاخص مناطق مرتعی درجه یک را استخراج کنیم.

روش

در اولین گام بعد از تصحیح هندسی و رادیومتر تصاویر MODIS که جزء مراحل پیش پردازش تصاویر هستند، اقدام به برآورد شاخص NDVI برای تصاویر مورد نظر می‌کنیم و در ادامه برای اینکه فقط داده‌های NDVI مناطق مرتعی را برداشت کنیم، از طریق نقشه مراتع منطقه مورد نظر و همپوشانی این نقشه با

خروجی NDVI فقط عدد پیکسل‌های مراتع درجه ۱ خروجی گرفته می‌شود و شرط را بر این قرار داده ایم که عدد پیکسل مراتع را خروجی بگیریم که در نزدیکترین موقعیت به ایستگاه‌های هواشناسی و از نظر وضعیت ارتفاع، بارندگی و دما در نزدیکترین حالت ممکنه باشند. حال به دلیل اینکه در نزدیکی بعضی از ایستگاه‌ها چندین پهنه مرتع وجود دارد، سعی می‌شود برای برطرف نمودن این مشکل از طریق مکان یابی برای هر ایستگاه اقدام به مشخص نمودن بهترین و نزدیکتری پهنه مرتع درجه یک به ایستگاه مورد نظر شود، سپس بعد از مشخص شدن پهنه مورد نظر قسمت همپوشانی خروجی NDVI را به صورت کلیپ درآورده و بعد میانگین پیکسل‌های این کلیپ را برای مقایسه های بعدی خروجی می‌گیریم. و در گام بعدی با استفاده از داده‌های بارش ماهیانه ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه و بعد از برطرف نمودن نواقص این داده‌ها اقدام به محاسبه شاخص SPI برای داده‌های ایستگاه‌ها به صورت ۱،۳،۶،۹،۱۲ نموده ایم و به دین ترتیب دوره های خشکسالی را برای منطقه مشخص نموده و در گام سوم اقدام به مقایسه شاخص SPI و NDVI در چندسالی که تصویر ماهواره ای داشته ایم نموده ایم (۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸). (شکل شماره ۲)



شکل ۲- مدل و مراحل کار

پیش پردازش

داده‌های خام سنجنش از دور، آنچنان که به وسیله سنجندهای موجود در ماهواره دریافت می‌شود، ممکن است که کمبودها و یا پارازیت‌هایی داشته باشد. نظر به اینکه جبران کمبودها و یا حذف پارازیتها قبل از هرگونه استفاده از داده‌ها یا پردازش آنها صورت می‌گیرد، این قبیل اعمال پیش پردازش نامیده می‌شود. (دیسفانی، ۱۳۷۷، ۱۵۰) برای انجام تصحیح رادیومتری تصاویر مورد نظر روشهای متفاوت وجود دارد که ما در این کار از روش برابر سازی هیستوگرام^۱ استفاده نموده ایم. در این روش،

هیستوگرام باندها به صورت مجزا محاسبه و ترسیم می‌گردد. معمولاً مناطقی که از آب صاف یا سایه و بازالت تیره تشکیل شده باشد، دارای انعکاس پایین است، پیکسل‌های این مناطق در طول موج مادون قرمز نزدیک، DNهای نزدیک به صفر دارند. چنانچه هیستوگرام دیگر باندها نیز رسم شود مشاهده خواهد شد که DNهای مناطق تیره در این باندها بیشتر از باند مادون قرمز است و هیچ گاه از صفر شروع نمی‌شود. در واقع حداقل DN در هیستوگرام باند های غیر از مادون قرمز مقداری در مناطق تیره افزون بر صفر است، که این مبین مقدار اثر پراکنش جوی است. بنابراین این برای حذف اثر جوی می‌توان این حداقل DN را از DN باندهای دیگر کسر کرد. (علوی پناه، ۱۳۸۲، ۱۳۵)

¹ -Histogram equalization

اولین بار Tucker در سال ۱۹۶۷، شاخص تفاضل نرمال NDVI را به عنوان شاخص سلامتی و تراکم پوشش گیاهی مطرح کرد (Thenkabail, et al. 2004). اختلاف مربوط به بازتاب نور خورشید در محدوده های طیفی مرئی و مادون قرمز نزدیک با توجه به خصوصیات گیاهی، در تعریف شاخص NDVI به کار می رود در بین شاخصهای گیاهی، شاخص گیاهی تفاضل بهنجار NDVI در سطح وسیعی پذیرفته شده و مورد استفاده اغلب مجامع علمی قرار گرفته است. (جوادینیا، ۱۳۸۶) بعد از کار پیش پردازش تصاویر مورد نظر مرحله برآورد شاخص NDVI آغاز می شود که در این مرحله با استفاده از فرمول زیر اقدام به برآورد شاخص کرده ایم.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1974, Rouse)$$

NIR مقدار بازتابندگی در باند مادون قرمز نزدیک =

RED مقدار بازتابندگی در باند قرمز مرئی =

باند قرمز و مادون قرمز نزدیک در تصاویر سنجندهای مختلف دارای شماره باند متفاوتی است بطوری که این دو باند در تصاویر TM به ترتیب دارای شماره باند ۳ و ۴ از این سنجنده هستند و این در حالی است که باند قرمز و مادون قرمز سنجنده MODIS به ترتیب باند ۱ و ۲ از این سنجنده را تشکیل می دهد بنابراین ترتیب قرار گیری باندهای سنجنده MODIS در فرمول شاخص NDVI به صورت زیر خواهد بود.

برآورد شاخص تفاضل نرمال برای سنجنده

$$MODIS = \frac{(باند ۲ - باند ۱)}{(باند ۲ + باند ۱)}$$

عمل محاسبه شاخص NDVI در کار صورت

گرفته بر روی تصاویر MODIS با فرمت BIL و در

تمامی عملیات مربوط به تصحیح مورد نظر در نرافزار. ERDAS IMAGINE 8.7 منظور از تصحیح هندسی یک تصویر، تغییر سیستم مختصات اجزای سازنده تصویر و انطباق آن با نقشه های نظیر و یا تصویری است که قبلاً بر روی آن تصحیح هندسی صورت گرفته است (زبیری، ۱۳۸۳، ۲۳۲) در نظری دیگر تغییر و تبدیل یک تصویر سنجش از دور به صورتی که دارای مقیاس و سیستم تصویر بشود تصحیحات هندسی گفته می شود. (دیسفانی، ۱۳۷۷، ۱۷۱) تصحیح هندسی و ژئورفرنس کردن تصاویر توسط سازمان فضایی ایران بر روی تصاویر MODIS دریافتی از این سازمان اعمال گردیده است، و همپنین سیستم تصویر و مختصات این تصاویر توسط فایل دریافتی از سازمان فضایی ایران و در نرم افزار GIS به تمامی تصاویر داده شده است. (جدول شماره ۱)

جدول ۱- سیستم تصویر تصاویر MODIS (منبع سازمان

فضایی ایران (www.isa.ir))

Projection	Lambert Conformal Conic
Ellipsoid	WGS 84
Latitude of first standard parallel	030d00'00"N
Latitude of second standard parallel	036d00'00"N
Latitude of projection origin	024d00'00"N
Longitude of projection origin	054d00'00"E
False easting (meters)	5000000
False northing (meters)	30000000

برآورد شاخص NDVI برای تصاویر MODIS

تا در بهترین شرایط اقلیمی مشابه با ایستگاه باشد. از این جهت برای پیدا کردن چنین مکانی شش شرط را برای کار مکان یابی پیش فرض دانسته ایم. که هر کدام از این شروط تشکیل یک لایه را در کار مکان یابی می دهد.

-مرتع مورد نظر در کمترین فاصله به ایستگاه هر شهرستان باشد. -مرتع مورد نظر در کلاس بارش ایستگاه مورد نظر باشد -مرتع باید در کلاس دمای ایستگاه مورد نظر باشد. (ویا در کمترین فاصله به کلاس ایستگاه باشد) -مرتع باید در کلاس ارتفاعی ایستگاه مورد نظر باشد.. (ویا در کمترین فاصله به کلاس ایستگاه باشد) -مرتع باید از منابع رطوبتی همچون دریاچه و رودخانه فاصله داشته باشد. (حداقل ۱ km) -مرتع مورد نظر بهتر است از نظر کیفی جزء مراتع درجه یک باشد. سپس بعد از تشکیل لایه هر شهرستان به هر لایه بر اساس اولویت و اهمیت در کار درصدی داده شده است. (جدول شماره ۲).

قدرت تفکیک ۲۵۰*۲۵۰ مترودر در نرم افزار ERDAS IMAGINE انجام گرفته است.

انتخاب محلی مناسب برای برداشت شاخص NDVI جهت مقایسه با هر ایستگاه مراتع درجه یک به مراتع اتلاق می گردد که پوشش گیاهی آنها صد درصد باشد یعنی تمامی سطح زمین را پوشیده باشند(کردوانی، ۶۸، ۱۳۸۱) هدف از بهره برداری از پیکسلهای شاخص NDVI مراتع درجه یک این است که این مراتع نسبت به سایر مراتع تمامی سطح زمین را می پوشانند، در نتیجه پیکسل NDVI کاملاً ارزش پوشش گیاهی را نشان می دهد و از ادغام با سایر ارزش ها همچون خاک که در مراتع درجه پایین تر قابل مشاهده است جلوگیری به عمل می آید. بعد از مشخص کردن پهنه های مراتع درجه یک هر شهرستان به وسیله نقشه پوشش گیاهی دریافتی از سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان، اقدام به کار مکان یابی برای انتخاب بهترین مرتع از میان تمامی مراتع اطراف هر ایستگاه کرده ایم

جدول ۲- وزن هر لایه در ادغام نهایی

لایه ی مؤثر	پوشش گیاهی	فاصله از منابع رطوبتی	ارتفاع	دما	بارش	فاصله از ایستگاه
وزن هر لایه	۲۵٪	۱۵٪	۱۵٪	۱۵٪	۱۵٪	۱۵٪

جغرافیای شش لایه ترکیب گردیده اند (آبشیرینی، ۱۳۸۷)

-بعد از وزن دهی به هر کدام از لایه ها، سپس طبق فرمول زیر که در واقع نوعی فرمول همپوشانی وزنی (Overlay) است در محیط سیستم اطلاعات

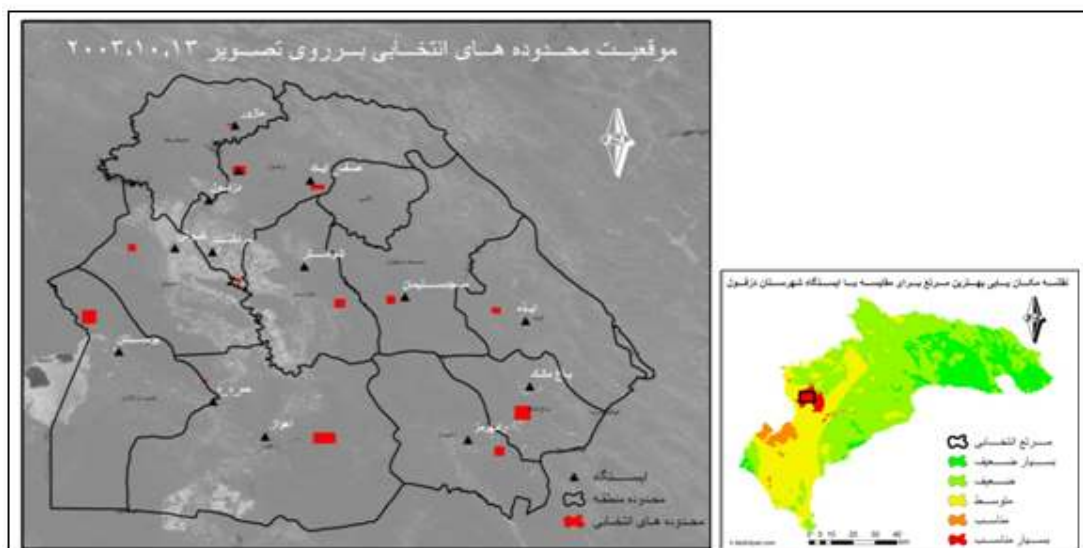
$$MSS = (R * 15) + (ds * 15) + (veg * 25) + (T * 15) + (drh * 15) + (E * 15) / 100$$

MSS: نقشه مکان یابی مرتع هر شهرستان T: لایه دما
veg: لایه پوشش گیاهی ds: لایه فاصله از ایستگاه
drh: لایه فاصله از منابع رطوبتی R: لایه بارش
E: لایه ارتفاع

بررسی کنیم، و برای جلوگیری از زیاده نویسی سعی شده است که تمامی مناطق مکان یابی شده (مراتع

لازم به ذکر است که کار صورت گرفته برای هر شهرستان به صورت انفرادی صورت گرفته است تا موقیت ایستگاه هر شهرستان را با مراتع خود شهرستان

انتخابی) برای مقایسه با ایستگاه‌ها بر روی نقشه کل منطقه بصورت یکجا نشان داده شود. (شکل شماره ۳)



شکل ۳- موقعیت محدوده های انتخابی برای هر ایستگاه منطقه مورد مطالعه

میانگین رابه عنوان عدد شاخص NDVI محدوده انتخابی جهت مقایسه بعدی انتخاب می گردد. با مراجعه به (جداول شماره ۳) می توان مقادیر میانگین های بدست آمده را به تفکیک سال و محدوده مشاهده نمود.

میانگین گیری و توصیف برداشت ها بعد از مکان یابی بهترین مراتع، اقدام به کلیپ نمودن قسمتهای انتخابی از تصاویری که شاخص NDVI بر آنها اعمال شده می کنیم، سپس از این قسمتهای کلیپ شده میانگین گیری کرده و این مقدار

جدول ۳- برآورد میانگین پیکسلهای شاخص NDVI برای محدوده های انتخابی، تصاویر ماه (ژئن)

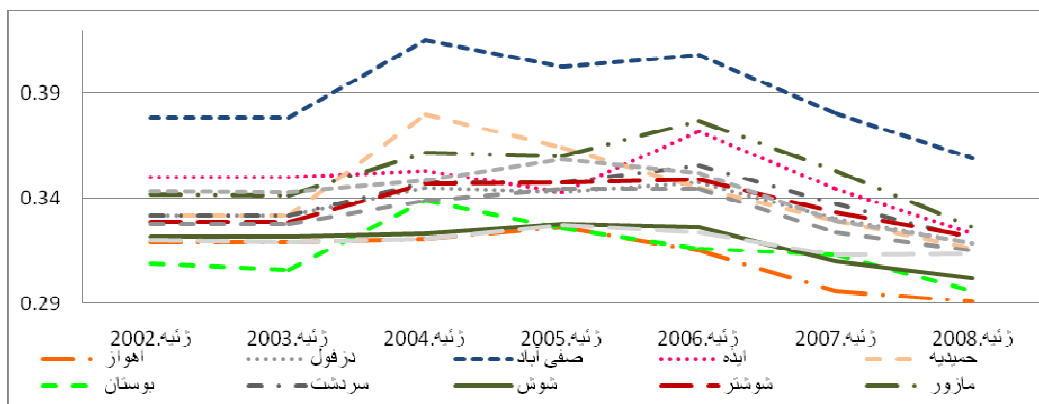
ژئن		سال											ژئن		
		۲۰۰۲	۰۳	۰۴	۰۵	۰۶	۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۲	۰۳	۰۴	۰۵	۰۶	۰۷	۲۰۰۸
منطقه	۲۰۰۸	۰.۲۹۰	۰.۲۹۵	۰.۳۱۵	۰.۳۲۶	۰.۳۲۰	۰.۳۱۹	۰.۳۱۹	۰.۳۲۰	۰.۳۲۰	۰.۳۲۶	۰.۳۱۵	۰.۲۹۵	۰.۲۹۰	
اهواز	۲۰۰۸	۰.۳۱۸	۰.۳۳۰	۰.۳۴۷	۰.۳۴۷	۰.۳۳۰	۰.۳۳۱	۰.۳۳۱	۰.۳۳۱	۰.۳۴۵	۰.۳۴۲	۰.۳۴۷	۰.۳۳۰	۰.۳۱۸	
دزفول	۲۰۰۸	۰.۳۵۹	۰.۳۸۰	۰.۴۰۷	۰.۴۰۲	۰.۳۷۸	۰.۳۷۸	۰.۳۷۸	۰.۳۴۷	۰.۴۱۴	۰.۴۱۴	۰.۴۰۲	۰.۳۸۰	۰.۳۵۹	
صفی آباد	۲۰۰۸	۰.۳۳۳	۰.۳۴۴	۰.۳۷۱	۰.۳۴۲	۰.۳۲۶	۰.۳۲۶	۰.۳۲۶	۰.۳۴۹	۰.۳۴۹	۰.۳۵۲	۰.۳۴۲	۰.۳۴۴	۰.۳۳۳	
ایذه	۲۰۰۸	۰.۳۱۶	۰.۳۲۹	۰.۳۴۵	۰.۳۶۳	۰.۳۶۵	۰.۳۳۱	۰.۳۳۱	۰.۳۳۱	۰.۳۶۹	۰.۳۶۳	۰.۳۴۵	۰.۳۲۹	۰.۳۱۶	
حمیدیه	۲۰۰۸	۰.۳۱۳	۰.۳۱۲	۰.۳۲۹	۰.۳۲۷	۰.۳۲۰	۰.۳۱۹	۰.۳۱۹	۰.۳۱۹	۰.۳۲۰	۰.۳۲۷	۰.۳۲۹	۰.۳۱۲	۰.۳۱۳	
مسجدسلیمان	۲۰۰۸	۰.۳۱۳	۰.۳۱۲	۰.۳۲۹	۰.۳۲۷	۰.۳۲۰	۰.۳۱۹	۰.۳۱۹	۰.۳۱۹	۰.۳۲۰	۰.۳۲۷	۰.۳۲۹	۰.۳۱۲	۰.۳۱۳	
رامهرمز	۲۰۰۸	۰.۳۱۸	۰.۳۲۹	۰.۳۵۲	۰.۳۵۲	۰.۳۲۶	۰.۳۲۶	۰.۳۲۶	۰.۳۴۹	۰.۳۴۹	۰.۳۵۲	۰.۳۴۲	۰.۳۲۹	۰.۳۱۸	
باغملک	۲۰۰۸	۰.۳۱۵	۰.۳۲۳	۰.۳۴۴	۰.۳۴۴	۰.۳۲۳	۰.۳۲۳	۰.۳۲۳	۰.۳۳۱	۰.۳۳۱	۰.۳۶۹	۰.۳۶۳	۰.۳۴۵	۰.۳۱۵	
بوستان	۲۰۰۸	۰.۲۹۵	۰.۳۱۲	۰.۳۱۶	۰.۳۲۵	۰.۳۲۸	۰.۳۰۹	۰.۳۰۹	۰.۳۰۹	۰.۳۲۱	۰.۳۲۱	۰.۳۲۱	۰.۳۰۵	۰.۲۹۵	
سردشت	۲۰۰۸	۰.۳۲۰	۰.۳۳۷	۰.۳۵۵	۰.۳۴۷	۰.۳۳۱	۰.۳۳۱	۰.۳۳۱	۰.۳۳۱	۰.۳۴۵	۰.۳۴۲	۰.۳۴۷	۰.۳۳۰	۰.۳۲۰	
شوش	۲۰۰۸	۰.۳۰۱	۰.۳۰۹	۰.۳۲۶	۰.۳۲۷	۰.۳۲۱	۰.۳۲۱	۰.۳۲۱	۰.۳۳۱	۰.۳۳۱	۰.۳۴۵	۰.۳۴۲	۰.۳۳۰	۰.۳۰۱	
شوشتر	۲۰۰۸	۰.۳۲۱	۰.۳۳۳	۰.۳۴۹	۰.۳۴۷	۰.۳۳۳	۰.۳۳۳	۰.۳۳۳	۰.۳۳۱	۰.۳۳۱	۰.۳۴۵	۰.۳۴۲	۰.۳۳۰	۰.۳۲۱	
مازور	۲۰۰۸	۰.۳۲۶	۰.۳۳۳	۰.۳۵۲	۰.۳۴۹	۰.۳۲۶	۰.۳۲۶	۰.۳۲۶	۰.۳۴۹	۰.۳۴۹	۰.۳۵۲	۰.۳۴۲	۰.۳۴۴	۰.۳۲۶	
رامهرمز	۲۰۰۸	۰.۳۱۸	۰.۳۲۹	۰.۳۵۲	۰.۳۵۲	۰.۳۲۶	۰.۳۲۶	۰.۳۲۶	۰.۳۴۹	۰.۳۴۹	۰.۳۵۲	۰.۳۴۲	۰.۳۲۹	۰.۳۱۸	
بوسان	۲۰۰۲	۰.۲۹۵	۰.۳۱۲	۰.۳۱۶	۰.۳۲۵	۰.۳۲۸	۰.۳۰۹	۰.۳۰۹	۰.۳۰۹	۰.۳۲۱	۰.۳۲۱	۰.۳۲۱	۰.۳۰۵	۰.۲۹۵	

شده نام آن ایستگاه را به خود اختصاص داده است. بنا به داده های بدست آمده از محاسبه شاخص NDVI برای محدوده های ذکر شده، مشخص شد که در بازه زمانی تصویر برداری برای منطقه مورد مطالعه، حد

لازم به ذکر است که بعد از برآورد میزان شاخص NDVI برای محدوده های انتخاب شده به دلیل اینکه هریک از این محدوده ها به نسبت یک ایستگاه و برای مقایسه با اطلاعات (شاخص SPI) آن ایستگاه انتخاب

نیز میزان شاخص حالت سعودی دارد که بنظر میرسد بهترین حالت درمیان سالهای تصویر برداری شده است. (شکل شماره ۴)

اکثر فراوانی کاهش شاخص NDVI برای ماه می در سال ۲۰۰۷ بوده است و از طرفی دیگر در سال ۲۰۰۳ نیز در این ماه شاهد کاهش نسبتاً چشم گیری بوده است و از طرفی در حدود سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۶



شکل ۴- نمایشگر شاخص NDVI برای تصاویر ماه ژئن در بازه زمانی (۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸)، نزول شاخص در ماه ژئن سالهای ۲۰۰۳ و ۲۰۰۷ و سعود نسبی آن در سالهای ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۶ مشهود است.

استاندارد انحراف از میانگین نسبت به انحراف معیار داده های آماری است. در واقع در این روش علاوه بر انحراف از میانگین بارش های رخ داده در طی یک دوره آماری، انحراف معیار داده ها نیز مورد استفاده قرار می گیرد، بطوریکه نسبت اختلاف میانگین جامعه یا نمونه از مقدار بارندگی هر سال آماری به انحراف معیار جامعه یا نمونه محاسبه می شود. (زارع و محبوبی، ۱۳۸۳) بعد از برآورد شاخص SPI براساس جدول زیر خشکسالی ها رده بندی می شوند. (جدول شماره ۴)

جدول ۴- درجه بندی شاخص SPI (Mckee)

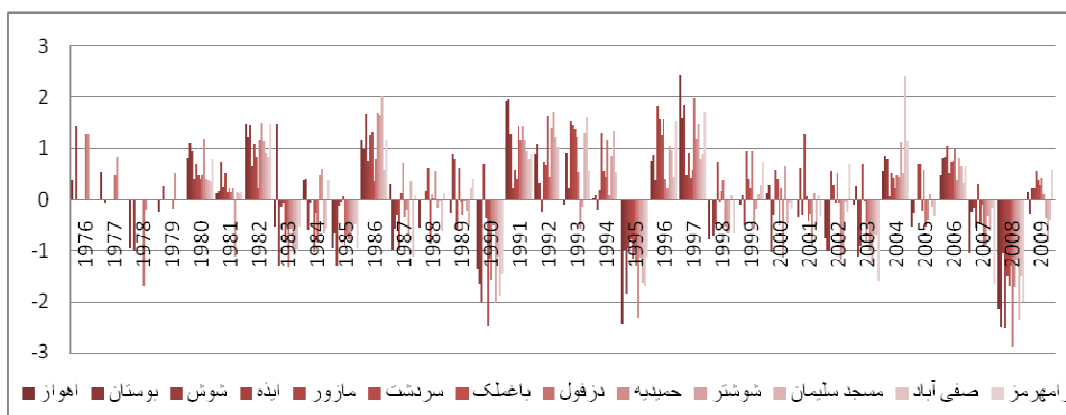
توصیف وضعیت	کلاسهای
نرمال	بیشتر از ۱/۰-
خشکسالی متوسط	۱/۰- تا ۱/۵-
خشکسالی شدید	۱/۵- تا ۲/۰-
خشکسالی بسیار شدید	کمتر از ۲/۰-

شاخص استاندارد بارش (SPI)

شاخص مورد استفاده برای برآورد خشکسالی هواشناسی، شاخص استاندارد بارش SPI است که مک کی و همکارانش این شاخص را برای تعریف و پایش خشکسالی و تعیین کمبود بارش برای مقیاس های زمانی ۱، ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۳۶ ماهه ایجاد کرده اند. (Mckee, et al. 1993:83) از نظر متخصصان شاخص بارش استاندارد برای مقیاس زمانی (۳، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸) قابل محاسبه است و به منظور هشدار اولیه و پایش شدت خشکسالی اهمیت دارد این شاخص برای کمی نمودن کمبود بارش در بازه زمانی، باز زمانی چند گانه طراحی شده است. (بذرافشان، ۱۳۸۱) بعد از تنظیم داده ها به صورت ماهانه بر اساس شاخص انتخابی، محاسبه مقدار بارش استاندارد برای کل دوره آماری به صورت ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲ ماهه انجام می شود. اساس انتخابی شاخص بارش

است، در ادامه به نمایندگی از کل نمایشگرهای SPI شاهد نمایش گزارش شاخص SPI در حالت ۱۲ ماهه در قالب نمایشگرهایی خواهیم بود. که بخوبی بیانگر وضعیت منطقه را از نظر ترسالی‌ها و خشکسالی است. (شکل شماره ۵)

در کار صورت گرفته شاخص استاندارد بارش برای داده‌های بارش ماهیانه ۱۳ ایستگاه منطقه مورد مطالعه و درپنج حالت زمانی (۱،۳،۶،۹،۱۲) برآورد گردیده است، هدف از این کار مقایسه این شاخص با شاخص NDVI است که در ادامه به این کار پرداخته می‌شود و همچنین برآورد دوره‌های خشکسالی منطقه



شکل ۵- نمودار خشکسالی ۱۲ ماه

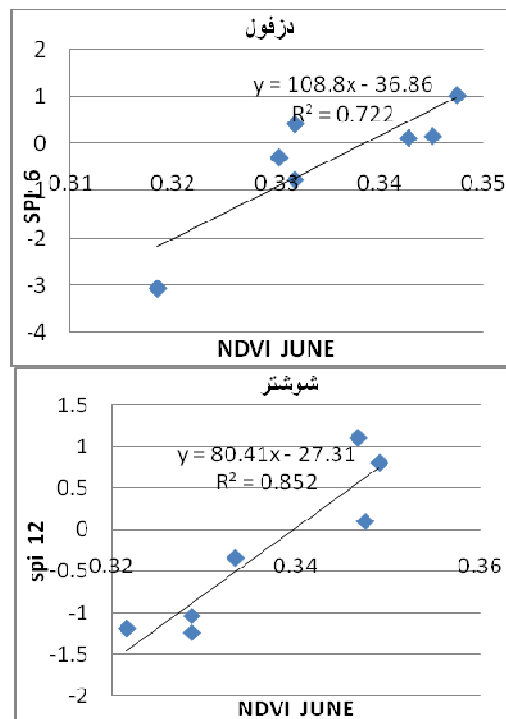
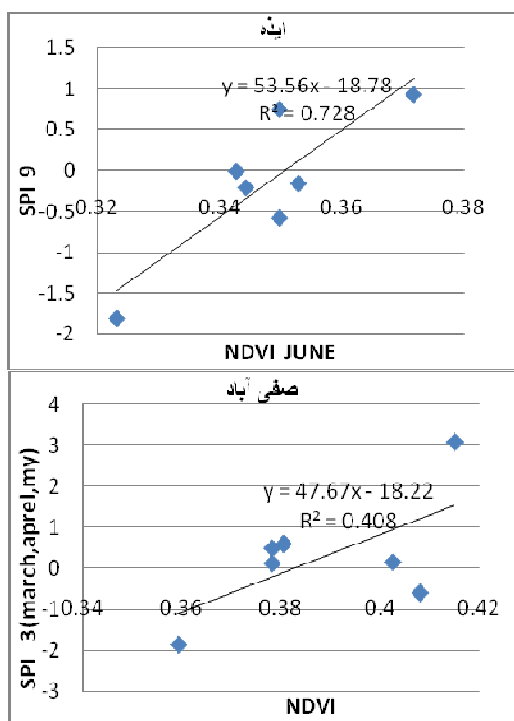
برقراری شود که شاخص SPI به صورت ۱۲ ماهه و بعد از آن در حالت ۹ و ۶ ماهه قبل از تصویر برداری با شاخص NDVI مقایسه گردد. از میان شهرستانهای منطقه مورد مطالعه بهترین ارتباط میان این دو شاخص مورد نظر در حالت SPI ۱۲ ماهه برای ایستگاه شوشتر با $R^2 = 0.852$ و دزفول با مقدار $R^2 = 0.794$ ثبت شده است. در حالت SPI ۹ ماهه این دو ایستگاه بازهم جزء بهترین هستند با این تفاوت که ایستگاهی همچون ایذه نیز با $R^2 = 0.728$ به آنها می‌پیوندد. در حالت مقایسه SPI ۶ ماهه با NDVI این ماه (ژئن) نیز این سه شهرستان از سایرین دارای R2 بهتری هستند. و در نهایت در حالت SPI ۳ ماهه بهترین R2 با مقدار 0.408 متعلق به

از میان سالهایی که دارای وضعیت بحرانی بوده اند می‌توان به سالهایی همچون سال (۱۹۹۰، ۱۹۹۵، ۲۰۰۳) و (۲۰۰۸) اشاره نمود که میزان شاخص SPI در هر ۴ دوره زمانی برآورد شده برای ۱۳ ایستگاه مورد مطالعه دچار یک نوع کاهش بخصوصی شده اند. که در ادامه به تولید نقشه‌های SPI ۱۲ ماهه به صورت میانمایی شده به روش IDW می‌پردازیم.

مقایسه NDVI تصاویر ماه ژئن با شاخص SPI

مقایسه ایستگاه به ایستگاه (منفرد) شاخص SPI با NDVI ماه (ژئن) منطقه در مقایسه‌های صورت گرفته میان شاخص SPI و شاخص NDVI برای تصاویر این ماه (ژئن) مشخص شده که بهترین رابطه میان این دو شاخص در حالتی

ایستگاه صفی آباد است. (شکل شماره ۶) (جدول شماره ۵)



شکل ۶- نمایش بهترین ارتباط میان NDVI ماه ژئن با SPI ۳، ۶، ۹، ۱۲ ماهه در ۴ ایستگاه نمونه

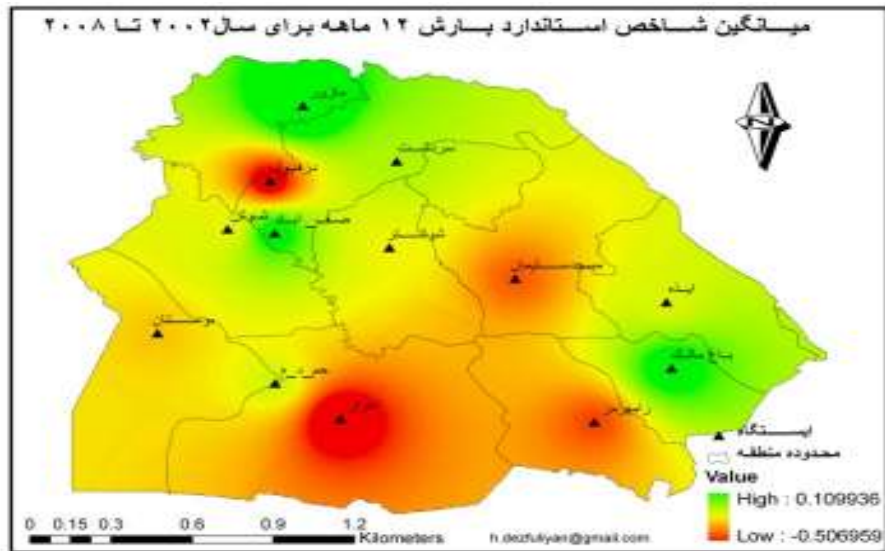
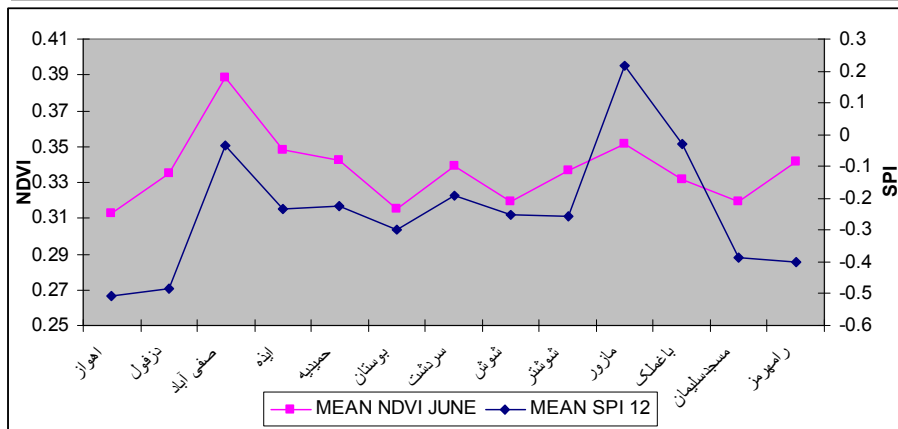
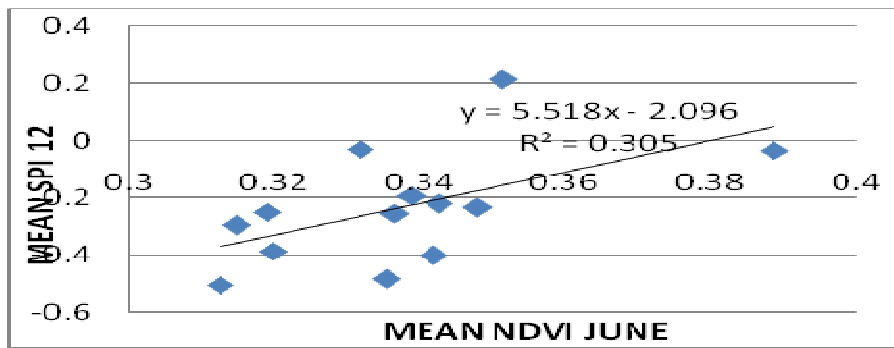
جدول ۵- ارتباط میان شاخص NDVI ماه (ژئن) با شاخص SPI به صورت ایستگاه به ایستگاه

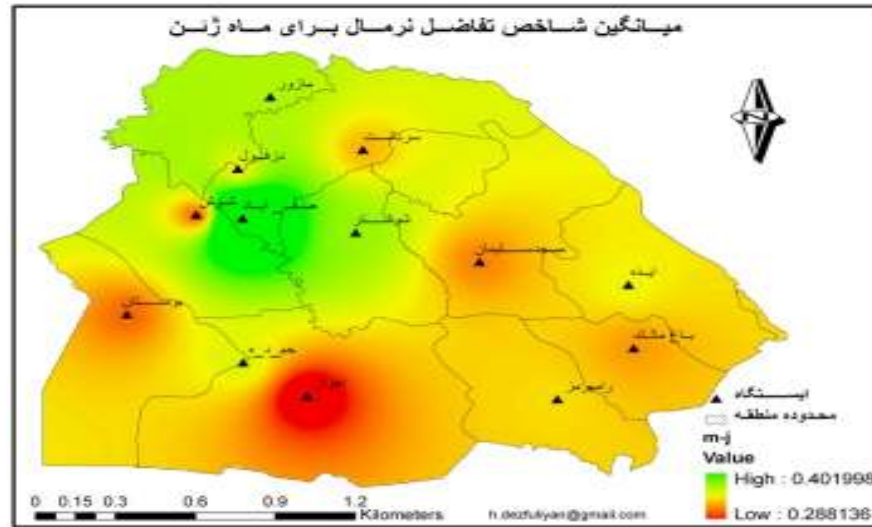
R2	اهواز	دزفول	صفی آباد	ایذه	حمیدیه	بوستان	سردشت	شوش	شوشتر	مازو	باغملک	مسجد سلیمان	رامهرمز	میانگین
0.551	0.794	0.765	0.643	0.694	0.508	0.690	0.238	0.852	0.457	0.656	0.457	0.558	0.598	
0.522	0.722	0.556	0.728	0.438	0.652	0.587	0.121	0.757	0.342	0.454	0.425	0.530	0.525	
0.527	0.722	0.566	0.742	0.484	0.651	0.643	0.277	0.755	0.566	0.555	0.425	0.590	0.577	
0.205	0.273	0.408	0.328	0.237	0.268	0.207	0.346	0.196	0.103	0.138	0.217	0.319	0.241	
0.000	0.453	0.525	0.534	0.113	0.059	0.414	0.204	0.191	0.394	0.476	0.231	0.182	0.282	

ساله قابل مقایسه با شاخص NDVI بدست آورده و سپس میان میانگین های شاخص SPI و میانگین شاخص NDVI رابطه برقرار می کنیم. بنا به مقایسه میانگین شاخص NDVI ماه ژئن با میانگین های شاخص SPI به صورت (۱۲،۹،۶،۳) قبل از تصویربرداری مشخص شده که شاخص NDVI ماه ژئن در بهترین حالت با شاخص SPI ۱۲ قرارداد. (شکل شماره ۶)

مقایسه NDVI تصاویر ماه (ژئن) با شاخص SPI

در این کار معدل گیری از پارامترها، ابتدا از میزان شاخص NDVI هر محدوده در طول دوره تصویر برداری ۸ ساله به تفکیک ماه و ایستگاه میانگین گیری شده، به سخنی دیگر میانگین شاخص NDVI را برای هر ایستگاه در کل دوره برای ماه (ژئن) محاسبه می کنیم، و سپس در قدم بعدی، معدل شاخص SPI را برای هر ایستگاه به تفکیک (۱۲،۹،۶،۳) ماهه برای ۸





شکل ۶- نمایشگر و نقشه های مقایسه میانگین NDVI ماه (ژنن) محدوده های انتخابی با SPI ۱۲ ماهه ایستگاهها

نتیجه گیری

در نتیجه کار صورت گرفته و مقایسه های انجام گرفته میان شاخص NDVI و صورتهای مختلف شاخص SPI (۱۲،۹،۶،۳) ماهه، به این نتیجه می رسیم که شاخص NDVI بهترین همبستگی را با شاخص SPI ۱۲ ماهه در طول دوره آماری داشته است و بعد از آن این رابطه با شاخص SPI ۹ ماهه و ۶ ماهه قوی بوده است. پس این مورد بیانگر این حقیقت است که در منطقه شمال استان خوزستان، NDVI مراتع درجه ۱ بهترین همبستگی را با شاخصهای SPI طولانی تر از ۶ ماهه دارد و به بیان دیگر هرچه دوره SPI طولانی تر می شود R² بین این دو شاخص قویتر می شود. از طرفی دیگر در مقایسه های سالیانه صورت گرفته میان شاخص تفاضل نرمال و استاندارد بارش و برطبق نمودارهای شاخص SPI ۱۲ ماهه، شدیدترین سالها از نظر داشتن شرایط خشکسالی، (۲۰۰۳، ۱۹۹۵، ۱۹۹۰ و ۲۰۰۷) بوده اند در این راستا شاخص NDVI نیز به خوبی بیانگر این حقیقت است که دو سال از دوره تصویر برداری یعنی سالهای ۲۰۰۳

و ۲۰۰۸ دارای شرایط کاهش شاخص NDVI همانند شاخص SPI بوده است که این خود روشنگر ارزش شاخص تفاضل نرمال در برآورد خشکسالی است. از طرفی در یک دید کلی به نقشه های ساخته شده شاخص SPI و NDVI به این نتیجه کلی میتوان رسید که مناطق جنوبی و غربی منطقه مطالعاتی بیش از مناطق شمالی و شرقی که مناطق کوهستانی نیز هستند تحت تأثیر شرایط خشکسالی در سالهای آماری بوده اند.

منابع

آبشیرینی، احسان، کاظم، رنگزن و سعیدی خورشیدی (۱۳۸۷)، پتانسیل یابی منابع آب زیرزمینی با استفاده از روش همپوشانی شاخص وزنی در محیط (G.I.S) بذرافشان، جواد، ۱۳۸۱، مطالعه تطبیقی برخی شاخص های خشکسالی هواشناسی در چند نمونه اقلیمی ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی. دانشگاه تهران - کرج

کاویانی، محمد رضا، بهلول علیجانی، ۱۳۸۳، مبنای آب و هوا شناسی، انتشارات سمت، چاپ دهم، تهران
 میذر، پل ام، ۱۹۹۰، پردازش کامپیوتری تصاویر سنجنش از دور، ترجمه محمد نجفی دیسفانی، ۱۳۷۷، انتشارات سمت، چاپ اول، تهران
 یار محمدی، پ. ۱۳۸۴، لزوم بکارگیری توأم سیستمهای اطلاعات جغرافیایی و سنجنش از دور در پایش خشکسالی، فصلنامه علمی-ترویجی خشکی و خشکسالی، شماره ۱۸

- Chopra, P., (2006) Drought Risk Assessment using Remote sensing and GIS: A case study of Gujarat, M. thesis, ITC University
 Dracup, J. A. et al (1980) on the definition of drought, water Resource Res. 16(2), 297-302 PP
 Mckee, T. B., N. J. Daesken and J. Kleist (1993) the relationship of drought frequency and duration to time scales 8 conf, Applied Climatology. Anaheim, CA, American Meteorological Society. 179-180 PP
 Peters, A. T., Leijzi, A. W. and Vina. A., 2002, Drought Monitoring with NDVI – Based standardized vegetation index, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing vol 68, No. 1, PP 71-75
 Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. and Deering, D. W. 1973. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. Third ERTS symposium, NASA SP-351, 1:309-317.
 Thenkabail, P. S.; Gamage, M. S. D. N.; Smakhtin, V. U. 2004. The use of remote sensing data for drought assessment and monitoring in Southwest Asia. Report 85. Coimbo, Srilanka: International Water Management Institute.
 Kogan, F. N. 2000, Contribution of Remote Sensing to Drought Early Warning, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Environmental satellite Data and Information Services (NESDIS), Washington DC. U.S.A. PP 86-100

جوادنیاء، اسلام، محمد رضا مباحثری، ۱۳۸۶، ارتقاء شاخص NDVI برای پیش بینی خشکسالی با استفاده از تصاویر ASTER و MODIS، رساله کارشناسی ارشد دانشکده عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الیدن طوسی.

جوادنیاء، اسلام، محمد رضا مباحثری، ۱۳۸۶، بررسی روشهای ارزیابی خشکسالی کشاورزی با استفاده از تکنیکهای سنجنش از دوری، ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، آبان ۱۳۸۶

زبیری، محمد، علیرضا مجد، ۱۳۸۳، آشنایی با فن سنجنش از دور و کاربرد در منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم، تهران

زارع ابیانه، حمید، علی اکبر محبوبی (۱۳۸۳) بررسی وضعیت خشکسالی و روند آن در استان همدان براساس شاخص های آماری خشکسالی، پژوهش و سازندگی درزراعت و باغداری، شماره ۶۴

علیزاده، امین، ۱۳۸۵، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی (شرکت به نشر)، مشهد

عبداللهی، جلال و دستیاران، ۱۳۸۶، محدودیت های ایجاد نقشه پوشش گیاهی توسط تصاویر ماهواره ای لندست+ETM در خشکسالیها، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۴، شماره ۳، ص ۲۸۶-۳۰۱

علوی پناه، سید کاظم، ۱۳۸۲، کاربرد سنجنش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، تهران

کردوانی، پرویز، ۱۳۸۱، مراتع ایران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، تهران