



Geographic Notion
Vol.7. Spring 2010
Zanjan University
No. 49

اندیشه جغرافیایی
سال چهارم، شماره هفتم، بهار ۱۳۸۹
دانشگاه زنجان
مقاله شماره ۴۹

برآورد سطح پوشش گیاهی با استفاده از شاخص های مختلف تصاویر ماهواره ای و مقایسه ی آنها با شاخص جهانی NDVI در حوضه قشلاق-سنندج

سید حسین میرموسوی^۱، غالب بابایی^۲، ستار کریمی^۳

چکیده

در طول دو دهه گذشته، استفاده از شاخص های گیاهی حاصل از داده های ماهواره ای در بررسی منابع طبیعی، خشکسالی و... اهمیت زیادی پیدا کرده است. شاخص های گیاهی با استفاده از تعدادی باند مناسب محاسبه می شوند. معمولاً دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک، جهت تهیه شاخص های مختلف پوشش گیاهی به کار می رود. مطالعه رفتار زمانی پوشش گیاهی، مدل سازی آب و هوایی، طبقه بندی پوشش گیاهی در سطح جهانی، پایش محصولات کشاورزی، مطالعات بیابان زدایی و خشکسالی، حفاظت محیط زیست، بررسی تعادل میزان انرژی و آب در سطح جهانی از جمله کاربردهای شاخص های پوشش گیاهی است. در این مطالعه، به منظور مقایسه نتایج حاصل از شاخص های مختلف در پایش تغییرات پوشش گیاهی، شاخص NDVI برای حوضه مورد مطالعه، استخراج و با شاخص های، DVI, IPVI, RVI و SAVI مقایسه شده است. نتایج این مطالعه نشان می دهد که نزدیکترین شاخص به NDVI، شاخص SAVI و RVI می باشد و دو شاخص DVI و IPVI نیز نتایج نزدیک به هم داشته ولی اختلاف نسبتاً زیادی با شاخص های دیگر دارند.

واژگان کلیدی: شاخص های گیاهی، شاخص NDVI، حوضه قشلاق- سنندج

۱. استادیار گروه جغرافیا دانشگاه زنجان hossein.mousavi047@gmail.com

۲. کارشناس ارشد GIS و سنجش از دور

۳. دانشجوی کارشناسی جغرافیای طبیعی دانشگاه کردستان

مقدمه

شاخص های پوشش گیاهی توسط بسیاری از دانشمندان به عنوان یکی از مهم ترین پارامترها برای نقشه برداری زمین های کشاورزی، بررسی بارش، تخمین اثرات آب و هوایی، محاسبه میزان بیوماس، بازدهی محصول و فرآوری چراگاه، شرایط خشکسالی و تعیین مقدار توان گیاهان مطرح شده است (دابروسکا و همکاران، ۲۰۰۲: ۱۱۱۳). یکی از مؤثرترین شاخص ها، شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی^۲ (NDVI) می باشد (جنسن^۳، ۱۹۹۶: ۸۳۵) که نخستین بار توسط تکر به عنوان شاخص سلامت تراکم پوشش گیاهی مطرح گردید (تکر^۴، ۱۹۷۹: ۱۳۰). شاخص NDVI برگرفته از داده های AVHRR^۵ به طور گسترده ای برای ارزیابی پوشش گیاهی، برآورد محصولات کشاورزی و تشخیص خشکسالی مورد استفاده قرار گرفته است (بندیت و همکاران، ۱۹۹۳: ۳۲۰ و مولین^۷ و همکاران، ۱۹۹۸: ۱۰۲۵). بزرگی NDVI به سطح فعالیت فتوسنتز در پوشش گیاهی ارتباط دارد. یکی از مزیت های سنجنده MODIS بر AHVRR این است که برای ثبت تغییرات پوشش گیاهی حساس تر است و دقیق تر می تواند شرایط پوشش گیاهی را پیش بینی کند (هوته^۸ و همکاران، ۱۹۹۹: ۱۰۵). از دیگر شاخص های پوشش گیاهی می توان به شاخص های RVI، DVI، IPVI و SAVI اشاره نمود.

در زمینه برخورداری از تصاویر ماهواره ای و شاخص NDVI، مطالعات مختلفی در سراسر جهان انجام شده است که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود:

1. Dabrowska-Z, et al
2. Normalized Difference Vegetation Index
3. Jensen
4. Tucker
5. Advanced Very High Resolution Radiometer
6. Benedetti et al
7. Moulin
8. Huete

سو^۱ و همکاران (۲۰۰۳)، با استفاده از داده های ماهواره ای NOAA/AVHRR ارتباط رطوبت خاک با این داده ها را ارزیابی نمودند. همچنین از شاخص رطوبت خاک برای پایش سطح پوشش گیاهی در دشت شمال چین استفاده نمودند. در مطالعات ایشان، مقایسه بین شاخص رطوبت خاک و اندازه گیری های واقعی رطوبت خاک، اعتبار و توانایی این تئوری را نشان داد.

تنکابیل^۲ و همکاران (۲۰۰۴)، در مطالعه خود، با استفاده از داده های سنجش از دور، پوشش گیاهی را در جنوب غرب آسیا، پایش کردند. آنها در مناطق مورد بررسی خود شامل افغانستان، پاکستان و قسمت های غربی هند، از دو شاخص اختلاف نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) و شاخص شرایط گیاهی استفاده نمودند.

شارما^۳ (۲۰۰۶)، در مطالعه خود، سطح پوشش گیاهی را در استان کاراناکای^۴ کشور هند با دو روش ارزیابی نمود. وی در این مطالعه، خود از داده های بارش، طی دوره آماری مربوط به سال های ۲۰۰۳-۱۹۷۰ برای محاسبه شاخص بارش استاندارد و از تصاویر ماهواره NOAA/AVHRR/NDVI جهت محاسبه شاخص شرایط گیاهی در هند استفاده نموده است. در نهایت دو روش را با هم مقایسه نموده و به این نتیجه رسید که دقت شاخص NDVI بیشتر است.

وایسنت و سرانو (۲۰۰۶)، در مطالعه خود، با استفاده از داده های ماهواره NOAA/AVHRR/NDVI تولید محصولات گندم و جو را در یکی از مناطق خشک اروپا (دره ابرودر اسپانیا) پایش بینی کردند. این پایش بینی برای ماه های فوریه و ماه های قبل از برداشت، انجام شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که این پایش بینی ها، می تواند برای مدیریت تولید محصول در سطوح داخلی، مفید واقع شود.

۱ Su

۲ Thenkabail

2. Sharma

3. Karanataka

4. Liu and Wu

لیو و وو^۱ (۲۰۰۸)، با استفاده از شاخص های NDVI برگرفته از سنجنده MODIS، خشکسالی کشاورزی را در چین میانی بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که این شاخص می تواند در محدوده های زمانی و طیفی متفاوت از خشکسالی منطقه ای، قاره ای و جهانی مورد استفاده قرار گیرد.

گوویا^۲ و همکاران (۲۰۰۹)، از شاخص NDVI بدست آمده از ماهواره های SPOT4 و SPOT5 برای بررسی وسعت، شدت و تداوم خشکسالی طی سال های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۶ در سراسر کشور برتقال استفاده کردند. شدت حادثه خشکسالی بر اساس شرایط خشکسالی بر روی پوشش گیاهی تعیین گردید. در دهه های گذشته خشکسالی های سال ۱۹۹۹، ۲۰۰۲ و مخصوصاً مهم ترین آن در سال ۲۰۰۵ شناسایی شد.

فانک^۳ و بود^۴ (۲۰۰۹)، سطح زمین های کشاورزی را با استفاده از شاخص MODIS/NDVI در زیمبابوه بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که این شاخص برای پایش برای برآورد سطح زیرکشت محصولات، مناسب است.

از جمله مطالعات دیگر در این زمینه می توان به مطالعات جین^۵ و همکاران (۲۰۰۹) در مناطق غربی هند، مورثی^۶ و همکاران (۲۰۰۹) در ایالت هایانا^۷ هند، یوهاس و سودری^۸ (۲۰۰۹) در شمال غربی آمریکا، وی مین و همکاران^۹ (۲۰۰۸) در شرق حوضه سیچون^۹ چین، ون جیانگ^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۸) در استان هنان^{۱۱} چین، ایکسای^۱ و همکاران (۲۰۰۷) در چین اشاره نمود.

^۲ Gouveia

^۳ Funk and Budd

^۴ Jain

^۵ Murthy

^۶ Haryana

^۷ Yuhas and Scuderi

^۸ WeiMin

^۹ Sichun

^{۱۰} WenJiang

^{۱۱} Henan

در سال های اخیر استفاده از قابلیت های تصاویر ماهواره ای و شاخص های پوشش گیاهی به خصوص NDVI مورد توجه محققان و سازمان های مختلف در سطح کشورمان نیز بوده است. به عنوان نمونه چنار (۱۳۸۰) در مطالعات خود، خشکسالی را در استان های آذربایجان شرقی، غربی و اردبیل طی سال های ۲۰۰۰-۱۹۹۸ با استفاده از تصاویر NOAA/AVHRR ارزیابی نمود. در مطالعه وی، نتایج محاسبه شاخص NDVI در مورد تغییرات تراکم پوشش گیاهی، ارزیابی زمینی خسارت خشکسالی را در استان آذربایجان شرقی تأیید کرده و نتایج بدست آمده به استان های آذربایجان غربی و اردبیل نیز تعمیم داده شد. همچنین در این تحقیق اثبات شد که بارندگی های فصلی مخصوصاً زمستانی که بصورت برف هستند، نقش زیادی در بروز یا عدم بروز خشکسالی دارند.

کبیری و آبکار (۱۳۸۱)، برای بررسی کمی و کیفی خشکسالی در ایران در سال های ۱۹۹۳ و ۱۹۹۵ میلادی، از مدل بارندگی استفاده کردند. بررسی ها نشان دهنده آن بود که رابطه خطی بین مقادیر تجمعی بارندگی و مقادیر میانگین شاخص NDVI وجود دارد.

احترامیان و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعات خود، با استفاده از نقشه شاخص پوشش گیاهی کل کشور و داده های مادون قرمز نزدیک باند های ۱ و ۲ سنجنده AVHRR ماهواره NOAA در سال های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۰ میلادی، ابتدا وضعیت پوشش گیاهی کشور را مورد بررسی قرار دادند. سپس جهت بررسی دقیق خشکسالی با بهره گیری از هم پوشانی دو تصویر شاخص پوشش گیاهی، نقشه تغییر دو ساله پوشش گیاهی کشور را تهیه کردند.

جلیلی (۱۳۸۴) در مطالعه خود از آمار بارندگی ماهانه و روزانه ایستگاه های استان تهران جهت محاسبه شاخص های SPI و از تصاویر ماهواره ای NOAA/AVHRR جهت محاسبه شاخص هایی مانند VCI، NDVI استفاده نمود. در این مطالعه پس از

استخراج شاخص های هواشناسی و ماهواره ای، با استفاده از روش رگرسیون خطی ساده، تحلیل آماری روی نتایج انجام گرفته است. نتایج مطالعه وی نشان داد که شاخص SPI ضرایب همبستگی بهتری را با شاخص های ماهواره ای در اغلب موارد داشته است. همچنین در بین مقیاس های زمانی یک ماهه و سه ماهه، شاخص های هواشناسی سه ماهه در بیشتر موارد، همبستگی بهتری را نشان دادند.

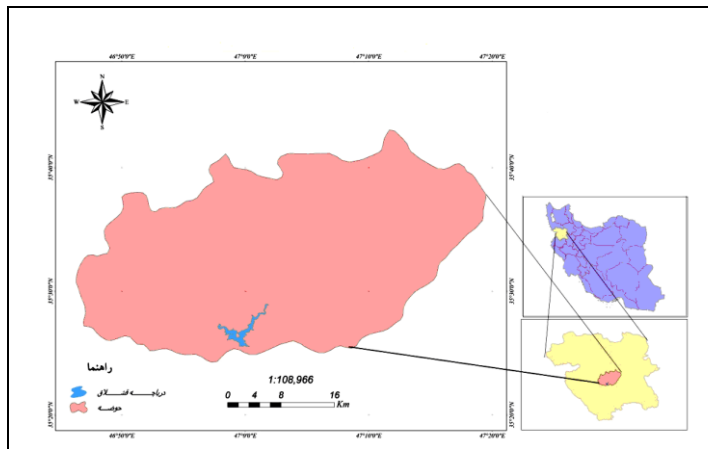
باعقیده (۱۳۸۶)، در مطالعه خود، خشکسالی را در استان اصفهان با استفاده از تصاویر چند زمانه NDVINOAA/AVHRR / و شاخص SPI ارزیابی نمود. بررسی رابطه بین شاخص ها نشان داد که از بین سری های مختلف SPI، شاخص ماهواره ای NDVI با SPI سه ماهه همبستگی بهتری را نشان می دهد و روند تغییرات در مقادیر مربوط به شاخص SPI در دوره آماری مشترک، نسبت به مقادیر محاسبه شده شاخص ماهواره ای NDVI، از هماهنگی کمتری برخوردار است.

محمود زاده و همکاران (۱۳۸۷)، از دو شاخص SPI و NDVI طی سال های ۲۰۰۳-۱۹۹۸ برای بررسی خشکسالی در منطقه فریدون شهر استفاده نموده و در نهایت این دو شاخص را با هم مقایسه نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد که بین تصاویر NDVI ماه های آوریل و می و SPI ماه های دسامبر و ژانویه همبستگی معناداری وجود دارد. از جمله مطالعات دیگر در این زمینه می توان به مطالعات ثنایی نژاد و همکاران (۱۳۸۷) در مشهد، جوادنیا و مباحثی (۱۳۸۷) در شمال شهر اهواز، طاهر زاده (۱۳۸۵) در حوضه میناب، باجگیران و همکاران (۲۰۰۸) در شمال غرب ایران و شمسی پور و همکاران (۲۰۰۸) در دشت های مرکزی ایران اشاره نمود.

در این مطالعه سعی شده است تا با به کارگیری شاخص های مختلف در برآورد سطح پوشش گیاهی حوضه قشلاق-سندج نسبت به بررسی و مقایسه نتایج روشها با هم اقدام و شاخص مناسب معرفی گردد.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوضه قشلاق سنندج می باشد که در شمال شهر سنندج و در مسیر سنندج-دیواندره واقع شده است. در پایین دست این حوضه، دریاچه و سد قشلاق وجود دارد که آب مزارع کشاورزی منطقه و نیز تامین کننده آب شهر سنندج می باشد (شکل ۱).



شکل شماره ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه قشلاق سنندج

داده و روشها

داده مورد استفاده در این مطالعه تصویر سنجنده ETM+ مربوط به تاریخ چهارم ژوئن ۲۰۰۲ حوضه قشلاق سنندج می باشد.

روشها

- شاخص NDVI

ارزیابی پوشش گیاهی بوسیله سنجش از دور انعکاسی به عنوان یکی از دقیق ترین و کارآمدترین روشها جهت پایش شرایط خشکسالی شناخته شده است. در این ارتباط شاخص هایی نظیر شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی (NDVI) جهت مناطق مختلف بدست آمده که نشان دهنده وضعیت لحظه به لحظه و دراز مدت پوشش گیاهی در این مناطق است. شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده که از معروفترین و ساده ترین و کاربردی ترین شاخص های شناخته شده تاکنون می باشد. در سال ۱۹۶۷، تکر

این شاخص را به عنوان شاخص سلامت و تراکم پوشش گیاهی مطرح کرد که رابطه آن به صورت زیر می باشد (ثنکابیل، ۲۰۰۴: ۷۸۰).

$$NDVI_{MODIS} = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} = \frac{Band2 - Band1}{Band2 + Band1} \quad (1)$$

این شاخص از تقسیم اختلاف مقادیر باندهای قرمز (Red) و مادون قرمز نزدیک (NIR) بر مجموع آن ها به دست می آید. از آنجایی که شاخص های گیاهی بر اساس خواص طیفی گیاهان طراحی شده اند، در نتیجه مقادیر بدست آمده از آن ها منعکس کننده انبوهی پوشش گیاهی در محدوده پیکسل مورد نظر می باشند. در مورد شاخص گیاهی NDVI مقادیر مربوط به گیاهان بین (۰/۱ تا ۰/۰۵) برای مناطق گیاهی تنک و (۰/۶ تا ۰/۱) برای مناطق گیاهی معمولی و نیمه متراکم و (۰/۷ تا ۰/۶) برای مناطق گیاهی بسیار متراکم و انبوه می باشند. آب، برف و یخ دارای مقادیر NDVI منفی می باشند. خاک ها نیز دارای مقادیر کمتر از ۰/۰۵ می باشند و ابر ها نیز عموماً دارای مقادیر NDVI برابر صفر می باشند.

شاخص NDVI بیشترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی دارد. البته این شاخص در مناطق با پوشش کم در مقابل اثرات خاک و اتمسفر حساسیت متوسطی را نشان می دهد. ولی عموماً به دلیل محاسبات ساده بطور وسیعی از این شاخص استفاده می شود.

- شاخص RVI

شاخص پوشش گیاهی استاندارد شده از شاخص های مبتنی بر نسبت است که اولین بار در سال ۱۹۶۹ توسط جردن^۱ به منظور کاهش اثرات آلودگی تهیه شد. دامنه تغییرات آن از صفر تا بی نهایت و شیب خط برابر یک است و به ندرت برای تهیه نقشه های پوشش گیاهی از آن استفاده می شود. این شاخص اگر چه کمتر به عنوان شاخص

1. Thenkabail
1. Jordan

پوشش گیاهی مطرح است، اما کاربرد ویژه در از بین بردن اثرات متفاوت روشنایی و توپوگرافی دارد و نتیجه تقسیم انعکاس باند مادون قرمز بر قرمز است و به صورت زیر محاسبه می شود (نیوکومر^۱ و همکاران، ۲۰۱۱: ۳):

$$RVI = \frac{NIR}{Red} \quad (۲)$$

که NIR و R به ترتیب میزان بازتابندگی در باند های مادون قرمز نزدیک (باند ۲ سنجنده MODIS) و باند قرمز (باند ۱ سنجنده MODIS) می باشند.

با توجه به ویژگی های طیفی مواد، مقدار این شاخص برای آب کمتر از یک و برای خاک بیشتر از یک است. دامنه مقادیر آن از صفر تا بی نهایت قرار دارد. در کل از شاخص های مبتنی بر نسبت بوده و خطوط هم مقدار پوشش گیاهی در منطقه مبدأ تقارب پیدا می کنند و خط خاک در آن شیب برابر یک داشته و از مبدأ می گذرد.

- شاخص DVI

شاخص پوشش گیاهی تفاضلی که اولین بار توسط اوریت و ریچاردسون^۲ (۱۹۹۲)، پیشنهاد شد، از کسر کردن مقادیر انعکاس باند قرمز از باند مادون قرمز بدست می آید (هاجمتسیس^۳ و همکاران، ۲۰۱۰: ۹۱):

$$DVI = NIR - RED \quad (۳)$$

با توجه به منحنی بازتاب های پوشش های عمده زمین، مقدار این شاخص برای پوشش گیاهی بیشتر بوده درحالی که برای آب منفی و برای خاک و سنگ مقدار آن نزدیک به صفر است. دامنه آن در محدوده ۲۵۵- و ۲۵۵+ قرار دارد.

- شاخص IPVI

2. Newcomer
1. Everitt and Richardson
2. Hadjimitsis

کرپین^۱ در سال ۱۹۹۰ این شاخص را معرفی نمود. او دریافت که کسر نمودن انعکاس باند قرمز در صورت کسر NDVI نامناسب است و این شاخص را به عنوان راهی جهت بهبود سرعت محاسبات پیشنهاد نمود. شاخص پوشش گیاهی درصد مادون قرمز نیز از شاخص های مبتنی بر نسبت است. مزیت این شاخص این است که مقادیر منفی NDVI را برطرف می کند. شیب خط خاک در آن یک بوده و با فرمول زیر محاسبه می شود (هاجمتسیس و همکاران، ۲۰۱۰: ۹۱):

$$IPVI = \frac{(NDVI+1)}{2} = \frac{NIR}{(NIR+RED)} \quad (۴)$$

شاخص SAVI -

این شاخص میانه ای از شاخص های مبتنی بر نسبت و شاخص های عمودی است. به این معنی که خطوط طیفی گیاهان نه موازی با خطوط خاک هستند و نه تمامی پیکسل ها از یک نقطه همگرایی می گذرند. به این صورت که در فضای طیفی بین باند های قرمز و مادون قرمز در محدوده ای که ارقام منفی هستند، به صورت شاخص های مبتنی بر نسبت و در محدوده ارقام مثبت مانند شاخص های عمودی عمل می کنند.

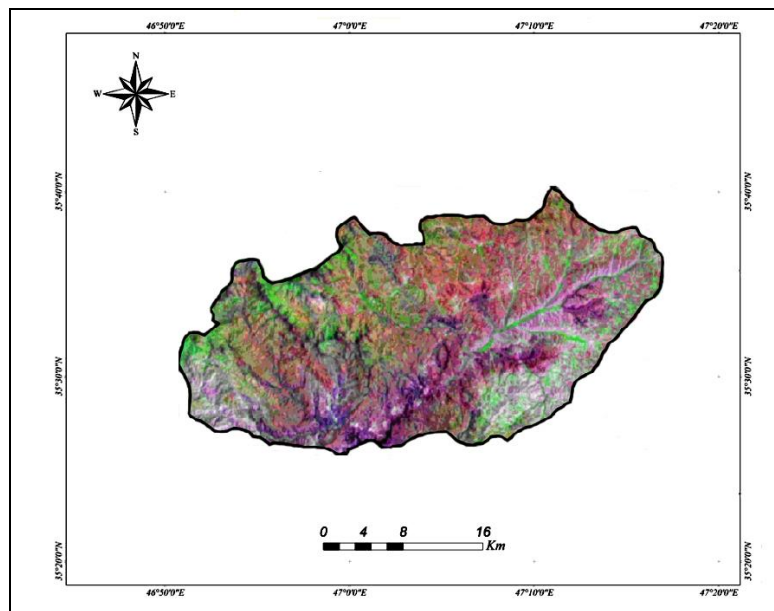
SAVI از بهترین شاخص های پوشش گیاهی است. در این شاخص برای نواحی جهت تصحیح زمینه های تیره و روشن خاک های مختلف از فاکتور L استفاده می شود. مقادیر فاکتور L ما بین صفر و یک متغیر است به نحوی که L=0 برای نواحی با تراکم پوشش گیاهی متوسط و آب و هوای نیمه مرطوب معتدل L=0/5 انتخاب می شود. دامنه تغییرات شاخص SAVI بین +۱ و -۱ و شیب خط خاک برابر یک می باشد و بصورت زیر محاسبه می گردد (کوشال^۲، ۲۰۱۰: ۵):

$$SAVI = \frac{NIR-R}{NIR+R+L} (1 + L) \quad (۵)$$

که در آن R باند قرمز و NIR باند مادون قرمز سنجنده و L فاکتور تعدیل کننده خاک می باشد.

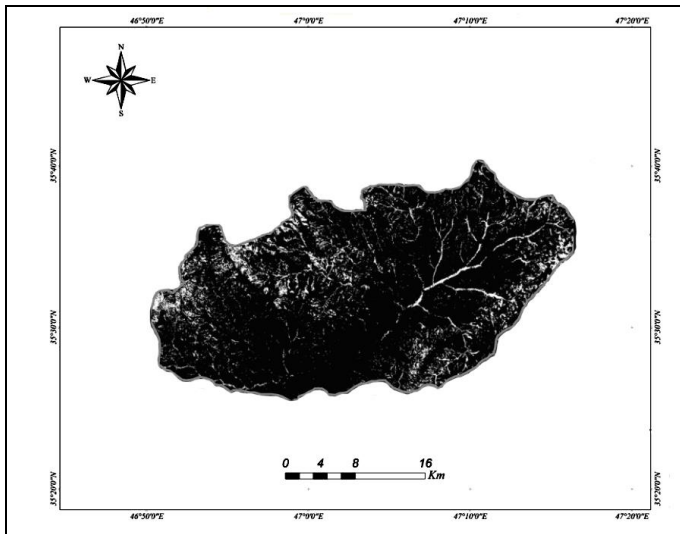
یافته ها

در تصاویر تهیه شده بر مبنای شاخص های مورد مطالعه، پوشش گیاهی با رنگ سفید مشخص شده است. با انتخاب ۲۰ نمونه از روی تصویر NDVI از مناطقی که کاملا پوشیده از پوشش گیاهی اند برای مقایسه با شاخص های دیگر به محیط ENVI منتقل شد و همپوشانی این نمونه ها با شاخص های گیاهی به عمل آمد (شکل ۲ تا ۷).



شکل ۲: تصویر کاذب سنجنده ETM+ مربوط به تاریخ چهارم ژوئن ۲۰۰۲ حوضه قشلاق سنندج بررسی میزان پوشش گیاهی حوضه مورد مطالعه بر مبنای شاخص NDVI نشان داد که میزان پوشش گیاهی موجود در حوضه قشلاق سنندج در چهارم ژوئن ۲۰۰۲ تقریباً ۹۷۴۴۰۰ کیلومتر مربع می باشد که از این میزان، حدود ۲۵۴۵۰۰ کیلومتر مربع پوشش گیاهی خوب، ۴۳۵۵۰۰ کیلومتر مربع پوشش گیاهی متوسط و ۲۸۴۴۰۰ کیلومتر مربع پوشش گیاهی ضعیف را به خود اختصاص داده است (شکل ۳).

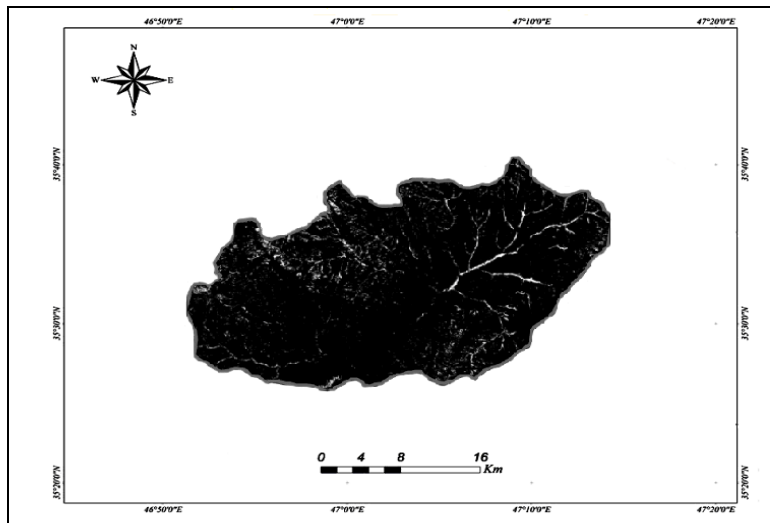
برآورد های حاصل از بررسی میزان سطح پوشش گیاهی بر مبنای شاخص IPVI نشان داد که این شاخص پایین ترین میزان را در تخمین سطح پوشش گیاهی در بین شاخص های دیگر دارد به طوری که میزان کل پوشش گیاهی حوضه بر اساس این شاخص $971092/9$ کیلومتر مربع تخمین زده شد که از این میزان، 243600 کیلومتر مربع، پوشش گیاهی خوب، 410500 کیلومتر مربع پوشش گیاهی متوسط و $316992/9$ کیلومتر مربع پوشش گیاهی فقیر می باشد. میزان اختلاف سطح کل برآورد شده به وسیله این شاخص با شاخص NDVI، $3307/1$ کیلومتر مربع می باشد که نسبتاً قابل ملاحظه بوده و حاکی از تفاوت های معنی دار در نوع تفکیک پوشش گیاهی در این شاخص نسبت به شاخص NDVI می باشد (شکل ۴).



شکل ۳: شاخص NDVI تصویر سنجنده ETM+ مربوط به تاریخ چهارم ژوئن ۲۰۰۲ حوضه قشلاق سنندج

ارزیابی میزان پوشش گیاهی بر مبنای شاخص RVI تصویر سنجنده ETM+ مربوط به تاریخ چهارم ژوئن ۲۰۰۲ حوضه قشلاق سنندج نیز نشان دهنده آن است که مساحت کل پوشش گیاهی حوضه $972865/4$ کیلومتر مربع می باشد. تفریق نوع پوشش گیاهی بر اساس این شاخص نیز نشان داد که حدود 248500 کیلومتر مربع پوشش گیاهی خوب،

۴۳۴۵۰۰ کیلومتر مربع پوشش گیاهی متوسط و $289865/4$ کیلومتر مربع پوشش گیاهی ضعیف می باشد. بررسی اختلاف بین سطح برآورد شده با این شاخص نسبت به شاخص NDVI نشان داد که اختلاف بین این دو شاخص $1534/6$ کیلومتر مربع می باشد که در بین سایر شاخص های مورد مطالعه کمترین میزان اختلاف را با شاخص مذکور دارد (شکل ۵).



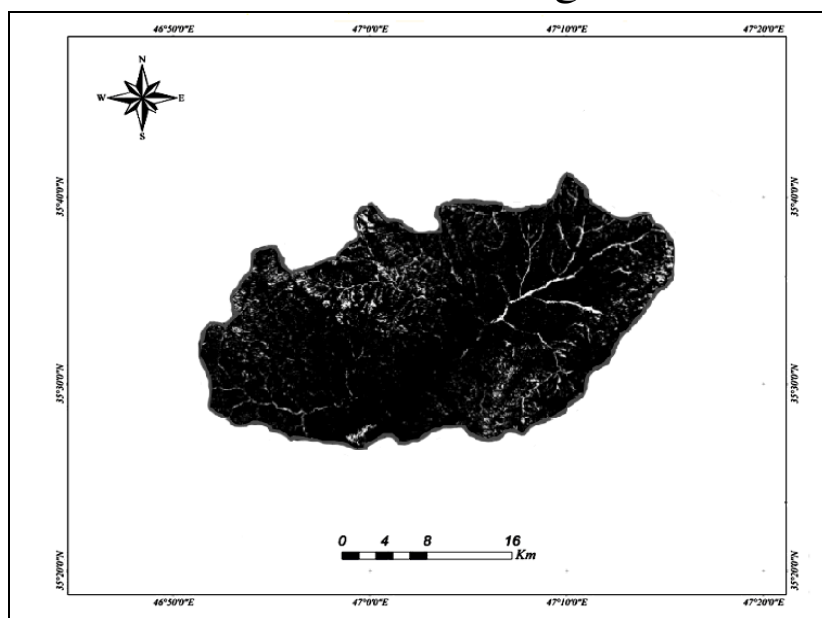
شکل ۴: شاخص IPVI تصویر سنجنده ETM+ مربوط به تاریخ چهارم ژوئن ۲۰۰۲ حوضه قشلاق

سندج

ارزیابی میزان پوشش گیاهی محاسبه شده بر اساس شاخص DVI در حوضه مورد مطالعه نشان داد که کل پوشش گیاهی حوضه $971707/5$ کیلومتر مربع می باشد که از این میزان حدود 244200 کیلومتر مربع پوشش گیاهی خوب، 430100 کیلومتر مربع پوشش گیاهی متوسط و $297407/5$ کیلومتر مربع پوشش گیاهی ضعیف می باشد. مقایسه اختلاف بین این شاخص و شاخص NDVI از نظر سطح کل برآورد شده نشان دهنده اختلاف نسبتاً بالایی در حدود $2692/4$ کیلومتر مربع می باشد.

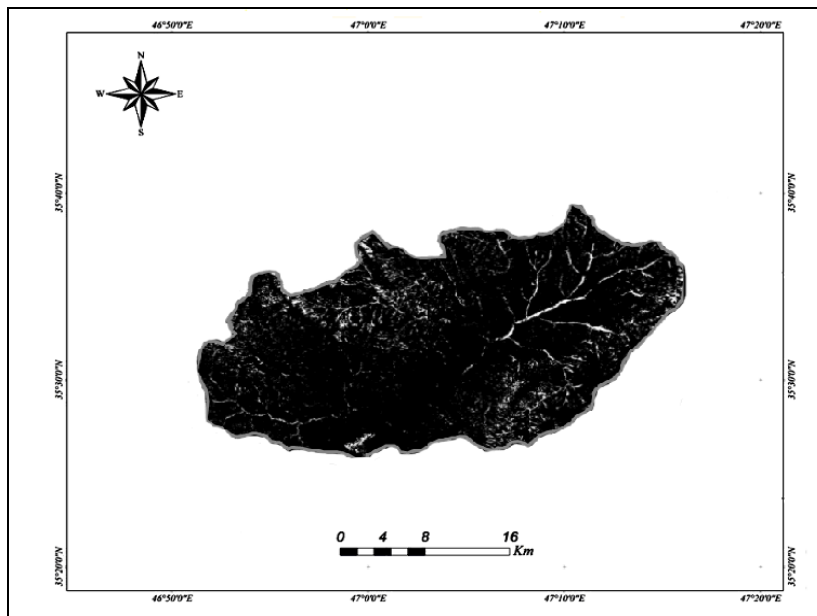
مقایسه این شاخص با سایر شاخص های مورد مطالعه نشان دهنده تشابه بین نتایج این شاخص با شاخص IPVI و اختلاف فاحش با سایر شاخص ها است (شکل ۶).

محاسبات انجام شده بر روی تصویر انتخابی در برآورد سطح کل پوشش گیاهی حوضه قشلاق سنندج بر مبنای شاخص SAVI نشان داد که میزان کل پوشش گیاهی حوضه ۹۷۲۶۰۷/۵ کیلومتر مربع می باشد.



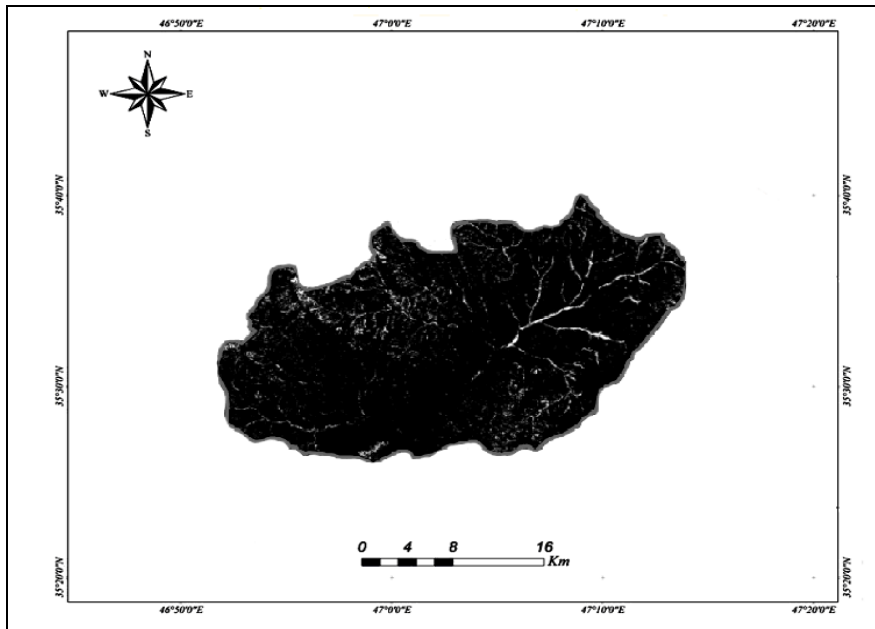
شکل ۵: شاخص RVI تصویر سنجنده ETM+ مربوط به تاریخ چهارم ژوئن ۲۰۰۲ حوضه قشلاق

سنندج



شکل ۶: شاخص DVI تصویر سنجنده ETM+ مربوط به تاریخ چهارم ژوئن ۲۰۰۲ حوضه قشلاق سندج

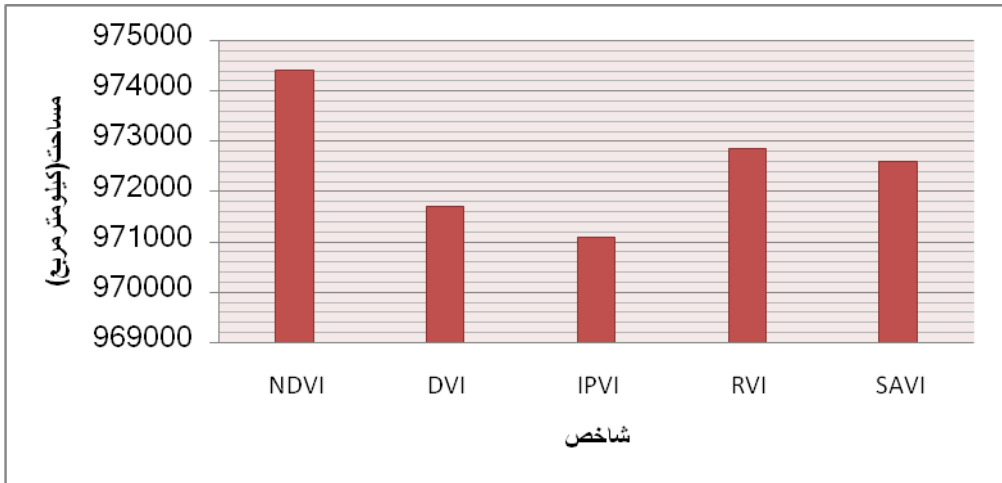
نتایج حاصل از تفریق تصاویر جهت تشخیص نوع پوشش گیاهی نیز نشان داد که در مجموع حدود ۲۴۴۸۰۰ کیلومتر مربع پوشش گیاهی خوب، ۴۳۱۲۰۰ کیلومتر مربع پوشش گیاهی متوسط و ۲۹۶۶۰۷/۵ کیلومتر مربع پوشش گیاهی ضعیف می باشد (شکل ۷). میزان اختلاف سطح برآورد بین این شاخص با شاخص NDVI نیز ۱۷۹۲/۴ کیلومتر مربع می باشد که بعد از شاخص RVI نزدیکترین تشابه نتیجه را با شاخص NDVI دارد (شکل ۸).



شکل ۷: شاخص SAVI تصویر سنجنده ETM+ مربوط به تاریخ چهارم ژوئن ۲۰۰۲ حوضه قشلاق سندج

بحث و نتیجه

به منظور ارزیابی دقیق تغییرات پوشش گیاهی، بایستی تصور صحیحی از انواع شاخص های پوشش گیاهی و انتخاب مناسب آنها وجود داشته باشد. مشاهدات فضایی دارای پتانسیل لازم در این زمینه می باشد. بدین صورت که 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 تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از تکنولوژی سنجش از دور بر اساس بازتابندگی طیفی در باندهای مختلف و امکان محاسبه در هر پیکسل فراهم خواهد آمد.



شکل ۸: نمودار مقایسه شاخص های پوشش گیاهی مورد مطالعه با هم

شاخص های پوشش گیاهی در دهه ۱۹۷۰ میلادی بر اساس اختلاف رفتار گیاهان نسبت به باند های قرمز و مادون قرمز توسعه پیدا کردند و در کل به دو گروه عمده زیر تقسیم بندی می شوند:

۱. شاخص پوشش گیاهی نسبتی و یا شیب پایه

۲. شاخص پوشش گیاهی عمودی^۱ و یا فاصله پایه

در شاخص های مبتنی بر شیب در منحنی های طیفی گیاهی یکسری نقاط همگرایی وجود دارد. اگر این نقاط خطی فرضی به پیکسل مورد نظر در محدوده باند قرمز و مادون قرمز وصل شود، می توان از شیب این خط جهت محاسبه برخی از شاخص های گیاهی استفاده کرد. در نتیجه فرمول تمام اندیس های این دسته، غیر خطی و نسبتی می باشد. شاخص های NDVI، RVI، SAVI و ... از این جمله شاخص ها هستند.

در اندیس های گیاهی از نوع دوم، تفسیر ویژه اندیس های گیاهی بر پایه فاصله عمودی یک نقطه خاص از خط خاک در نمودار طیفی قرمز در برابر مادون قرمز (h)

^۱ Orthogonal

می باشد، در نتیجه فرمول این اندیس ها خطی است. از اندیس های این نوع نیز می توان به اندیس گیاهی اختلافی DVI ، PVI ، $WPVI$ و اشاره کرد.

میزان موفقیت در کشف تغییرات پوشش گیاهی بوسیله سنجش از دور ضمن اینکه بستگی به توانایی در تعیین نوع پوشش گیاهی، مرحله رشد و دیگر پارامتر های اکولوژیک از پوشش گیاهی منعکس شده دارد تا حدود زیادی به انتخاب شاخص مناسب در پایش تصاویر نیز وابسته است. از این نظر مقایسه بین نتایج حاصل از این شاخص ها بر روی یک تصویر یکسان می تواند میزان تفاوت ها و تشابهات را نشان داده و در تصمیم گیری برای انتخاب درست محققین، موثر واقع شود. براین اساس در این مطالعه شاخص $NDVI$ که از معروفترین و پر کاربردترین شاخص ها در پایش تغییرات پوشش گیاهی بر اساس تصاویر ماهواره ای است با دو شاخص RVI ، $SAVI$ از شاخص های بر پایه شیب و دو شاخص PVI ، DVI از شاخص های عمودی انتخاب و نتایج آنها با همدیگر مقایسه شد. نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص RVI و در مرتبه بعدی شاخص $SAVI$ تشابه نسبتا زیادی با شاخص $NDVI$ دارند. میزان این اختلاف از نظر درصد مساحت محاسبه شده بوسیله شاخص $NDVI$ نسبت به RVI تقریبا ۰/۱۶ درصد و برای شاخص $SAVI$ نیز ۰/۱۹ درصد برآورد گردید در حالی که این اختلاف برای شاخص DVI حدود ۰/۲۸ درصد و برای شاخص $IPVI$ حدود ۰/۳۴ بود. بنابراین می توان چنین استنباط نمود که شاخص های RVI و $SAVI$ برای محاسبه تغییرات پوشش گیاهی بعد از شاخص $NDVI$ شاخص های مناسبی می باشند.

منابع

۱. احترامیان، کوروش و علیرضا شهابفر، سید محمد جعفر ناظم السادات، (۱۳۸۵). پیش بینی شرایط خشکسالی با استفاده از شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی (NDVI) در ایران، همایش ژئوماتیک ۸۲، سازمان نقشه برداری کشور، ۱۱ صفحه.
۲. باعقیده، محمد، (۱۳۸۶). بررسی و پایش خشکسالی های استان اصفهان با استفاده از تصاویر چندزمانه‌های NOAA/AVHRR، شاخص NDVI و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، رساله دکترای اقلیم شناسی، دانشگاه تربیت معلم، تهران.
۳. ثنایی نژاد، سید حسین و امیررضا شاه طهماسبی، رضا صدر آبادی حقیقی، کیومرث کلارستانی، (۱۳۸۷). مطالعه تغییرات طیف بازتابی مزارع گندم در مشهد با استفاده از تصاویر MODIS، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۵، ۱۹-۱۱.
۴. جلیلی، شیدا، (۱۳۸۴). مقایسه شاخص های ماهواره ای و هواشناسی در پایش خشکسالی ها (مطالعه موردی: استان تهران)، پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
۵. جواد نیا، اسلام و محمد رضا مباحثی، (۱۳۸۷). ارتقاء شاخص NDVI برای پیش بینی خشکسالی با استفاده از تصاویر Aster و Modis، همایش ژئوماتیک ۸۷، سازمان نقشه برداری کشور، ۱۵ صفحه.
۶. چنار، علیرضا، (۱۳۸۰). ارزیابی و نظارت بر خشکسالی در استان های آذربایجان شرقی، غربی و اردبیل با استفاده از تصاویر AVHRR، پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
۷. طاهر زاده، علی، (۱۳۸۵). تحلیل خشکسالی با استفاده از تکنیک های سنجش از دور و GIS در حوضه میناب، پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۸. کبیری، کیوان و علی اکبر آبکار، (۱۳۸۱). مونیتورینگ خشکسالی در ایران با استفاده از مدل بارندگی و اندیس گیاهی NDVI، همایش ژئوماتیک ۸۱، سازمان نقشه برداری کشور، ۱۳ صفحه.

۹. محمود زاده، عبدالحسین و بهرام ثقفیان، احمد مختاری، (۱۳۸۷). بررسی همبستگی شاخص خشکسالی SPI و شاخص NDVI منطقه فریدون شهر، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب، دانشگاه تبریز، دانشکده مهندسی عمران، ۸ صفحه.

10. Bajgiran, PR, Darvishsefat, AA, Khalili, A, Makhdoum, MF, (2008), Using AVHRR-based vegetation indices for drought monitoring in the Northwest of Iran, *Journal of Arid Environments*, 72(6), 1086-1096.

11. Beenedetti, R., Rossin, P. (1993), On the use of NDVI profiles as a tool for agricultural statistics: The case study of Wheat estimate and forecast in Emilia, *Remote Sensing of Environment*, 311-356.

12. Dabrowska-Zielinska, K., Kogan, F., Ciolkosz, A., Gruszynska, M., Kowalik, W., (2002). Modelling of crop growth conditions and crop yield in Poland using AVHRR-based indices. *International Journal of Remote Sensing*, 23, 1109-1123.

13. Funk, C., Budd, M. E., (2009). Phenologically-Tuned MODIS NDVI-based production anomaly estimates for Zimbabwe, *Remote Sensing of Environment*, 113, 115-125.

14. Gouveia, C., Trigo, R. M., Dacamra, C. C., (2009). Drought and vegetation stress monitoring in Portugal using satellite data, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 185- 195.

15. Hadjimitsis. D. G , Papadavid. G, Agapiou. A, Themistocleous. k, Hadjimitsis. M, Retalis. A, (2010), Atmospheric correction for satellite remotely sensed data intended for agricultural applications: impact on vegetation indices, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 10, PP 89-95.

16. Huete, A. (1999), MODIS Vegetation Index, ATBD 13, PP 123-146 .
17. Jain , SK, Keshri , R, Goswami , A, Sarkar , A, Chaudhry , A, (2009). Identification of drought- vulnerable areas using NOAA AVHRR data, International Journal of Remote Sensing, 30(10), 2653-2668.
18. Jensen, J. R., (1996). Introductory digital image processing: A remote sensing perspective, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 827-839.
19. Koshal , Avadhesh Kumar, (2010), Indices Based Salinity Areas Detection Through Remote Sensing & GIS in Parts of South West Punjab, 13th International map India conference, pp1-11.
20. Liu, C. L., Wu, J. J., (2008). Crop drought monitoring using MODIS NDVI over Mid-Territory of China, International Geoscience and Remote Sensing Symposium.
21. Moulin, S. A., Bondeau, A, Delecolle, R., (1998). Combining regional scale, International Journal of Remote Sensing, 19, 1021-1036.
22. Murthy, C. S., Sai, M. V. R. S., Chandrasekar, K., Roy, P. S., (2009). Spatial and temporal responses of different crop-growing environments to agricultural drought: a study in Haryana state, India using NOAA AVHRR data, International Journal of Remote Sensing, 30(11/12), 2897-2914.
23. Newcomer. M, Chen Hsu.w, Justice.E, Guild.L, Rogoff.D, Skiles.J, (2011), PROTOTYPE APPLICATION OF NASA MISSIONS TO IDENTIFY PATTERNS OF WETLAND VEGETATION DEVELOPMENT WITHIN THE SOUTH SAN FRANCISCO BAY SALT PONDS, ASPRS 2011 Annual Conference Milwaukee, Wisconsin , May 1-5th, pp 1-10.
24. Shamsipour, A.A., Alavipanah, S. K., Mohammadi, H., Azizi, G., Khoshakhlagh, F., (2008). An analysis of drought

- events for central plains of Iran through an employment of NOAA-AVHRR data, *Desert*, 13 (2), 105-115.
25. Sharma, A., (2006). Spatial data mining for drought monitoring: An approach using temporal NDVI and relationship, Thesis Geo-Information Science and Earth Observation, India.
26. Su ,ZB, Yacob A, Wen J, Roerink G, He YB, Gao BH, Boogaard H, van Diepen C, (2003). Assessing relative soil moisture with remote sensing data: theory, experimental validation, and application to drought monitoring over the North China Plain, *Physics and Chemistry of the Earth*, 28(1-3), 89-101.
27. 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, Research Report 85, International water management Institute, ,747-782.
28. Tucker, C. J., (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation, *Remote Sensing of Environment*, 8, 127-150.
29. Vicente-Serrano SM, Cuadrat-Prats JM, Romo A, (2006). Early prediction of crop production using drought indices at different time-scales and remote sensing data: application in the Ebro valley (North-East Spain), *International Journal of Remotr Sensing*, 27(3), 511-518.
30. WeiMin, K, YuXiang, L, XiaoBo, Z, Juan, Ch, (2008). The characteristic of temperature/vegetation drought index (TVDI) and its application in remote sensing drought monitoring in Guizhou, *Guizhou Agricultural Sciences*, 4, 27-30.
31. WenJiang, Z, QiFeng, L, ZhiQiang, G, Jian, P, (2008). Response of remotely sensed Normalized Difference Water Deviation Index to the 2006 Drought of eastern Sichuan Basin, *Science in China Series D: Earth Sciences*, 51(5), 748-758.

32. Xi, Y, Jianjun, W, Peijun, Sh, Hong, X,(2007). Validation of MODIS land surface temperature product as a drought indicator in China, 2007 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2007 Barcelona, Spain, 23-28.
33. Yuhas, A. N., Scuderi, L. A.(2009), MODIS-derived NDVI characterisation of drought-induced evergreen dieoff in western North America, Geographical Research, 47(1), 34-45.