مهندس خلیل ولیزاده کامران[1]

نسترن مرادزاده[2]

بررسی شاخص‌های پوشش گیاهی با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ی لندست، سنجنده‌ی TM

چکیده :

طیف الکترومغناطیس تسلسلی از انرژی‌هاست، که طول موج بلند آنها از حدود نانومتر تا چندین متر متغیر بوده و منبع اصلی آن خورشید است که پس از عبور از اتمسفر به اهداف زمینی (پوشش گیاهی، آب و خاک) برخورد می‌کند. مقداری از این طیف‌ها جذب و مقداری عبور می‌کنند و بقیه هم انعکاس می‌یابند که این طیف انعکاس یافته، توسط سنجنده‌های ماهواره‌های مختلف جذب می‌شوند و پس از طی مراحلی به صورت داده‌های تصویری یا ارقامی در اختیار استفاده کنندگان قرا ر می‌گیرند تا مطالعات مختلف بر روی اهداف زمینی را آسان‌تر می‌کنند. یکی از اهداف زمینی که نقش مهمی در سیکل هیدرولوژیکی

---

۱ - عضو هیأت علمی دانشگاه تبریز

۲ - کارشناس ارشد رشته‌ی مدیریت مناطق بیابانی از دانشگاه شیراز

و عرصه‌ی حیات دارد، پوشش گیاهی است. احتیاج به زمان و هزینه‌ی زیادی دارد که علم سنجش از دور به کمک این مطالعات آمده است. بررسی پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به کمک شاخص‌های پوشش گیاهی[1] صورت می‌گیرد. شاخص‌های پوشش گیاهی نوع ویژه‌ای از شاخص‌های طیفی هستند که برای استخراج اطلاعات از داده‌های تصویری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شاخص‌ها به صورت عددی هستند و غالباً براساس شواهد تجربی محاسبه می‌شوند. دو فرضیه‌ی اساسی در این زمینه وجود دارد: فرض اساسی این است که شاخص‌های پوشش گیاهی از ترکیب داده‌های سنجش از دور در باندهای مختلف به دست می‌آیند و فرض دوم آنست که تمامی نقاط لخت در طیف نوری، تشکیل یک خط به نام خط خاک[2] را می‌دهند. شاخص‌های پوشش گیاهی از نظر نحوه‌ی تقارب خطوط هم ارزش پوشش گیاهی به دو دسته، شاخص‌های مبتنی بر نسبت و شاخص‌های متعامد، تقسیم می‌شوند که از جمله‌ی این شاخص‌ها عبارتند از:

NDVI[3]-IPVI[4]-DVI[5]-SAVI[6]-WDVI[7]-ARVI[8]-GEMI[9]-MSAVI[10]-MSAVI[11]-RVI-PVI[12]-GVI[13]

1- Vegetation Indexes
2- soil line
3- Normalized Difference Vegetation Index
4- Infrared Percentage Vegetation Index
5- Difference Vegetation Index
6- Soil Adjusted Vegetation Index
7- Weighted Difference Vegetation Index
8- Atmospherically Resistant Vegetation Index
9- Globlal Environmental Monitoring Index
10- Modified Soil Adjusted Vegetation Index
11- Ratio Vegetation Index
12- Perpendicular Vegetation Index
13- Green Vegetation Index

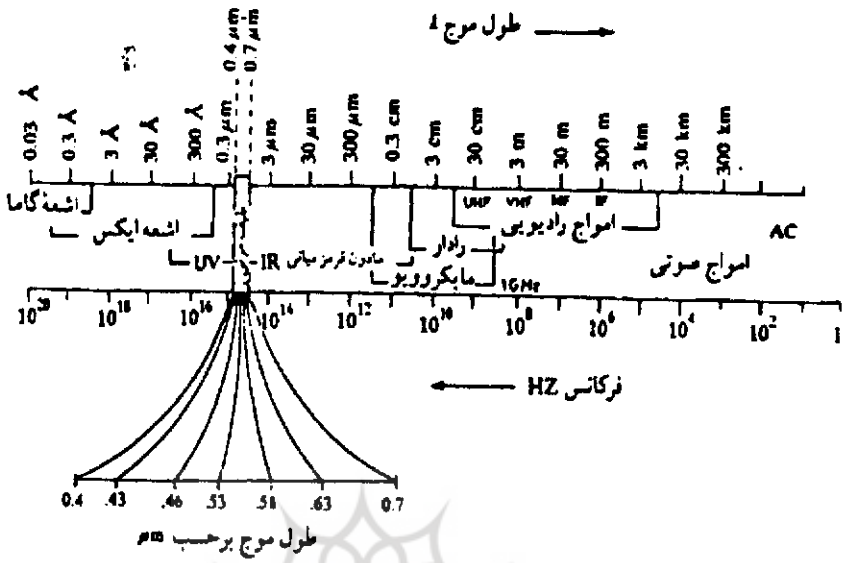
هر یک از این شاخص‌ها برای اهداف مختلف (حساس بودن یا نبودن به یک عامل ویژه) طراحی شده‌اند و دارای ویژگی‌های متفاوتی هستند که براساس نیاز و امکانات موجود از هر شاخص استفاده می‌گردد.

کلید واژه‌ها: *پوشش گیاهی، خط خاک، شاخص نظارت جهانی محیط، شاخص پوشش گیاهی مقاوم به اتمسفر، شاخص پوشش گیاهی سبز.*

مقدمه

طیف الکترومغناطیسی، تسلسلی از انرژی‌هاست که طول موج بلند آنها از حدود نانومتر تا چندین متر متغیر بوده، با سرعت نور حرکت می‌کند و در خلأ نیز انتشار می‌یابد (شکل۱). محدوده‌های طیف الکترومغناطیس که معمولاً در سنجش از دور به کار برده می‌شوند ماوراء بنفش نزدیک (۰/٤–۳ میکرومتر)، نور مرئی (۰/۷–۰/٤ میکرومتر)، مادون قرمز نزدیک و حرارتی (۱٤–۰/۷ میکرومتر) و میکروموج (۱ متر –۱ میلیمتر) می‌باشد.

طیف الکترومغناطیس که منبع اصلی آن خورشید است، پس از عبور از اتمسفر به اهداف زمینی برخورد می‌کند و مقداری انرژی، توسط اهداف زمینی جذب می‌شود و مقداری عبور داده شده، بقیه هم انعکاس می‌یابد و توسط سنجنده‌های ماهواره‌های مختلف جذب می‌شود که پس از طی مراحل مختلف، به صورت تصویر در اختیار استفاده کنندگان قرار می‌گیرد، مطالعات مختلف بر روی اهداف زمینی را آسان‌تر می‌کند. یکی از اهداف زمینی که نقش مهمی در سیکل هیدروژیکی دارد، پوشش گیاهی است که نقش مهمی در عرصه‌ی حیات دارد. بنابراین شناخت ویژگی‌های طیفی پوشش گیاهی امری لازم می‌باشد.



شکل شماره‌ی (۱) : طیف الکترومغناطیس که در سنجش از دور از بخشی از آن استفاده می‌شود (علیزاده، ۱۳۷۲)

ویژگی‌های طیفی پوشش گیاهی

همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود در منحنی انعکاس پوشش گیاهی، سه بخش مجزا دیده می‌شود (شکل ۲):

الف) ناحیه‌ی جذب به وسیله‌ی ذرات رنگی

نمودار انعکاس طیفی پوشش گیاهی نشان می‌دهد که گیاهان در ناحیه‌ی قرمز و آبی طیف الکترومغناطیس، انعکاس بسیار کم و در بخش سبز طیف، انعکاس بالایی دارند. ذرات رنگی موجود دربرگ گیاهان، مقداری از انرژی را در محدوده‌ی طیف مرئی جذب نموده، باعث کاهش انعکاس در این ناحیه می‌شود، به طوری که ۷۰ تا ۹۰ درصد از نور آبی و قرمز برای فراهم آوردن انرژی لازم، جهت انجام واکنش شیمیایی فتوسنتز جذب می‌شود.

ب) ناحیه‌ی بدون جذب

به علت واکنش داخلی سازه‌ی سلولی، برگ‌ها مقدار زیادی پرتو مادون قرمز را از خود باز می‌تابانند. در نتیجه، بازتاب طیفی گیاهان در مادون قرمز، خیلی نزدیک به ۰/۷ تا ۰/۷۵ میکرومتر با افزایش طول موج به شدت بالا می‌رود – این تغییر سریع بازتاب طیفی، گاهی به لبه‌ی قرمز مشهور است – و این افزایش تا ۱/۳۵ میکرومتر ادامه می‌یابد. نه تنها ارتفاع منحنی در ناحیه‌ی مادون قرمز به نوع گیاه بستگی زیاد دارد، بلکه موقعیت دقیق لبه‌ی قرمز نیز بسته به نوع گیاه متغیر است. این دو عامل بسته به اینکه گیاه سالم و یا تحت فشار است نیز فرق می‌کند. این دو عامل در طول زمان نیز با تغییر رنگ برگ‌ها از زمان شکفتن تا کامل شدن برگ‌ها و رسیدن خزان متغیرند.

ج) ناحیه‌ی جذب به وسیله‌ی آب

در طول موج‌های ۱/٤ و ۱/۹ و ۲/٦ میکرومتر (مادون قرمز میانی) انرژی توسط مولکول‌های آب موجود در برگ گیاهان شدیداً جذب و در نتیجه میزان انعکاس، افت شدیدی می‌یابد. این ناحیه منطبق با ناحیه‌ی جذب حداکثر توسط رطوبت اتمسفری بوده، بنابراین خارج از پنجره‌های اتمسفری قرار دارد. چنانچه گیاه با نوعی کمبود مواجه شود، از رشد معمولی باز می‌ماند این عمل به جذب کم انرژی در باندهای آبی و قرمز طیف مرئی منجر می‌شود. گاهی جذب انرژی در باند قرمز تا حدی کم و انعکاس در آن به حدی زیاد می‌شود که گیاه در آن به رنگ زرد دیده می‌شود و ناسالم بودن آن مشخص می‌شود. بدیهی است که چنین تغییراتی در مقدار جذب کلروفیل یا انعکاس انرژی یک گیاه، در منحنی بازتاب طیفی آن آشکار می‌شود. با افزایش سن گیاهان، نخست مقدار انعکاس مادون قرمز (۱/۳۵-۰/۷) میکرومتر کاهش می‌یابد در حالی که در بخش مرئی، کمتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد. با ادامه‌ی روند و شروع خزان، انعکاس نسبی در بخش طیف سبز کاهش می‌یابد، زیرا سایر رنگ‌دانه‌ها بر سبزینه، غالب می‌شوند و در نتیجه برگ، سبزی خود را از دست می‌دهد و در واقع از دست

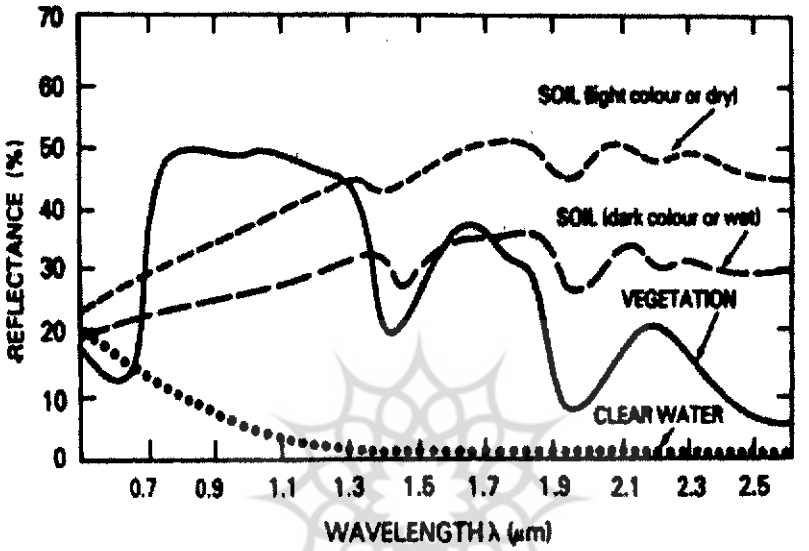
دادن رنگ‌دانه‌های کلروفیل، انعکاس بالایی را در ناحیه‌ی مرئی و بویژه باند قرمز در پی داشته، خشک شدن گیاه نیز انعکاس در ناحیه‌ی مرئی و مادون قرمز میانی را افزایش می‌دهد.

پس طیفی که پوشش گیاهی را بهتر نشان می‌دهد در بین محدوده‌ی ۱۳۰۰ nm – ۷۰۰ قرار دارد، زیرا پوشش گیاهی در این طیف، انرژی را به طور کامل منعکس می‌کند و روشن دیده می‌شود. طیفی که شاخص‌های پوشش گیاهی اغلب از آن استفاده می‌کنند، باند مادون قرمز و قرمز می‌باشد (تاکر، ۱۹۷۹). اما باید این نکته یادآوری شود که برخی از شاخص‌ها از طیف‌های دیگری هم استفاده می‌کنند. اما به طور کلی از این طیف‌ها چه نوع اطلاعات استخراج می‌گردند؟ امروزه ماهواره‌های متعددی در فضا مستقر هستند که در روی آن‌ها ابزاری به اسم سنجنده‌ها نصب شده‌اند که امواج انعکاس یافته از اهداف زمینی را جذب می‌کنند و این طیف‌ها را به صورت اطلاعات تصویری یا ارقامی در اختیار استفاده کنندگان قرار می‌دهند که از جمله‌ی این ماهواره‌ها، ماهواره‌ی لندست است که یکی از ماهواره‌های با سابقه در فضا است و شامل ماهواره‌ی لندست نسل اول و دوم می‌باشد که ماهواره‌های نسل اول از رده خارج شدند و اکنون ماهواره‌های نسل دوم فعال می‌باشند که این ماهواره‌های نسل دوم حاوی دو سنجنده‌ی سیستم اسکن کننده‌ی چند طیفی MSS[1] و نقشه‌بردار موضوعی TM[2] می‌باشند که در این بحث از اطلاعات سنجنده‌ی TM استفاده می‌شود. این سنجنده امواج انعکاس یافته از اجسام را در ۷ باند مجزا جمع‌آوری می‌کند که قدرت تفکیک طیفی این سنجنده عبارت است از:

TM1=450-520 nmTM2=520-600 nm TM3=630=630-690 nm
TM4=760-900nm TM5=1550-1750nm TM7=2080-2350 NM

1 - Multi Spectral Scanner
2 - Thematic Mapper

قدرت تفکیک مکانی آن ۳۰ متر است و قدرت تفکیک زمانی آن ۱۶ روز و قدرت تفکیک پرتوسنجی آن (۲۵۶-۰) گام است.



شکل شماره‌ی (۲): ویژگی‌های طیفی مواد عمده‌ی سطح زمین (میدز،۱۳۷۷)

طبق نظریه‌ی (تاکر، ۱۹۷۹)، شاخص‌های پوشش گیاه اغلب از دو طیف مادون قرمز و قرمز استفاده می‌کنند که باید دریافت، شاخص‌ها از کدام باندهای سنجنده‌ی TM استفاده می‌کنند باندی که در محدوده‌ی طیفی مادون قرمز قرار دارد، باند TM4 است و باندی که در محدوده‌ی طیفی قرمز قرار دارد، باند TM3 است، بنابراین در بیشتر شاخص‌ها از اطلاعات دو باند TM4 و TM3 استفاده می‌شود.

شاخص‌های پوشش گیاهی

شاخص‌های پوشش گیاهی نوع ویژه‌ای از شاخص‌های طیفی هستند که برای استخراج اطلاعات از داده‌های تصویری مورد استفاده قرار گرفت، اغلب اطلاعات را از کانال‌های طیفی قرمز و مادون قرمز نزدیک، استخراج می‌نمایند. این شاخص‌ها کمیت‌های عددی هستند و رابطه‌ای با وضعیت پوشش گیاهی در هر نقطه از تصاویر ماهواره‌ای دارند،

شاخص‌های گیاهی غالباً براساس شواهد تجربی محاسبه می‌گردند. فرضیه‌ی اصلی در استفاده از آن‌ها این است که از ترکیب داده‌های سنجش از دور در باندهای مختلف، می‌توان اطلاعات مفیدی را درباره‌ی پوشش گیاهی یک منطقه به دست آورد. فرض دوم این است که تمامی نقاط لخت در طیف نوری، تشکیل یک خط به نام Soil Line را می‌دهند. شاخص‌های پوشش گیاهی از نظر نحوه‌ی تقارب خطوط هم ارزش پوشش گیاهی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- شاخص‌های مبتنی بر نسبت : که در آن‌ها خطوط هم مقدار پوشش گیاهی در یک منطقه تقارب پیدا می‌کنند و شیب خط وصل کننده‌ی مبدأ به نقطه‌ی پیکسل مورد نظر را اندازه‌گیری می‌نمایند.
- شاخص‌های متعامد: که در آن‌ها خطوط هم مقدار پوشش گیاهی، موازی با خط خاک هستند و فاصله‌ی عمودی پیکسل را از خط خاک اندازه‌گیری می‌نمایند.

۱- شاخص پوشش گیاهی (NDVI)

این شاخص متداول‌ترین شاخص پوشش گیاهی است که توسط روز و همکاران (۱۹۷۳) ارایه شده است:

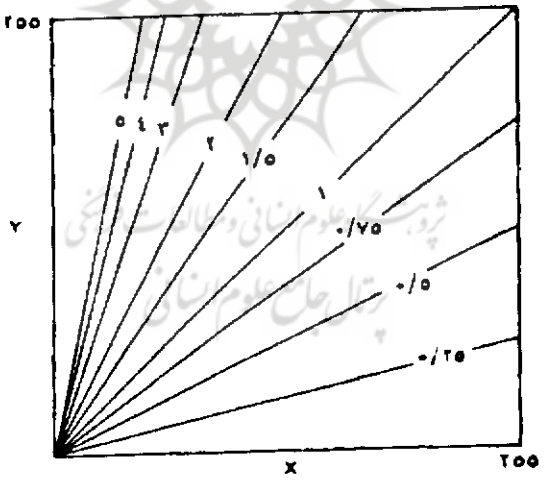
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

NIR– انعکاس در باند مادون قرمز نزدیک

RED – انعکاس در باند قرمز

این شاخص یک شاخص مبتنی بر نسبت بوده، خطوط هم مقدار پوشش گیاهی در مبدا تقارب پیدا می‌کند و خط خاک در آن شیبی برابر با یک داشته، از مبدأ می‌گذرد (شکل ۳).

از نظر تئوریکی، مقدار این شاخص در محدوده‌ی (۱+ و ۱–) متغیر است. مقدار این شاخص برابر پوشش گیاهی متراکم به سوی عدد ۱ میل می‌کند و برعکس ابرها، برف و آب ارزش منفی DNVI را تولید می‌نمایند و سنگ و خاک بایر هم مقادیر کوچک مثبت یا منفی نزدیک به صفر را دارند.



شکل شماره‌ی (۳): خطوط هم مقدار در شاخص گیاهی NDVI (میدز، ۱۳۷۷)

۲- شاخص گیاهی نسبی (RVI)

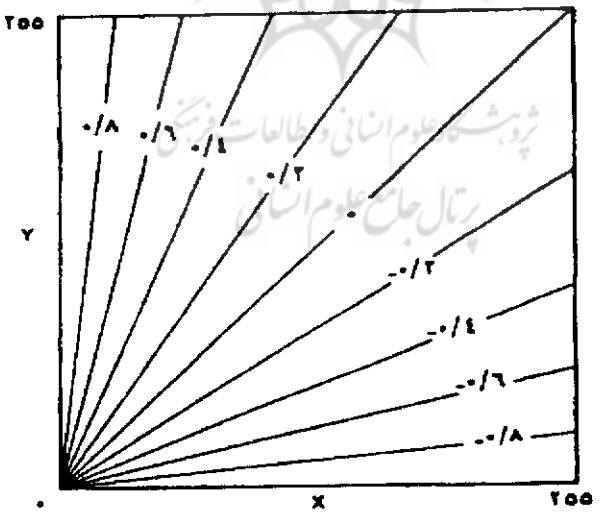
این شاخص که توسط جوردن، (۱۹۶۹) ارایه شد، کمتر به عنوان شاخص پوشش گیاهی معروف است و استفاده از آن بیشتر به منظور از بین بردن اثرات متفاوت روشنایی و توپوگرافی صورت می‌گیرد:

$$RVI = \frac{NIR}{RED}$$

با توجه به ویژگی طیفی مواد، مقدار این شاخص برای آب، کمتر از یک و برای خاک، بیشتر از یک است و دامنه‌ی مقادیر این شاخص از ۰ تا بی‌نهایت می‌باشد.

این شاخص نیز یک شاخص مبتنی بر نسبت بوده، خطوط هم مقدار پوشش گیاهی در مبدأ تقارب پیدا می‌کند و شاخص RVI با شاخص NDVI از طریق معادله زیری با هم ارتباط دارند:

$$NDVI = \frac{RVI - 1}{RVI + 1}$$



شکل شماره‌ی (٤): خطوط هم مقدار پوشش گیاهی در شاخص RVI (میدز، ۱۳۷۷)

۳- شاخص پوشش گیاهی درصد مادون قرمز (IPVI)

این شاخص، اولین بار توسط کریپن، (۱۹۹۰) ارایه شده است. او دریافت که کسر نمودن انعکاس باند قرمز در صورت کسر NDVI نامناسب است و این شاخص را برای بهبود سرعت محاسبات پیشنهاد کرد. این شاخص عدم تجانس مفهومی ارزش‌های منفی را برای شاخص پوشش گیاهی از بین برده است:

$$IPVI = \frac{NIR}{NIR + RED}$$

این شاخص یک شاخص مبتنی بر نسبت بوده، خطوط هم مقدار گیاهی در نقطه‌ی مبدأ با هم تقارب پیدا می‌کند و خط خاک در آن شیبی برابر با ۱ داشته و از مبدأ می‌گذرد و دامنه‌ی آن نیز در محدوده‌ی (۱-۰) قرار دارد. این شاخص از لحاظ مفهومی با NDVI یکی است:

$$IPVI = \frac{NFVI + 1}{2}$$

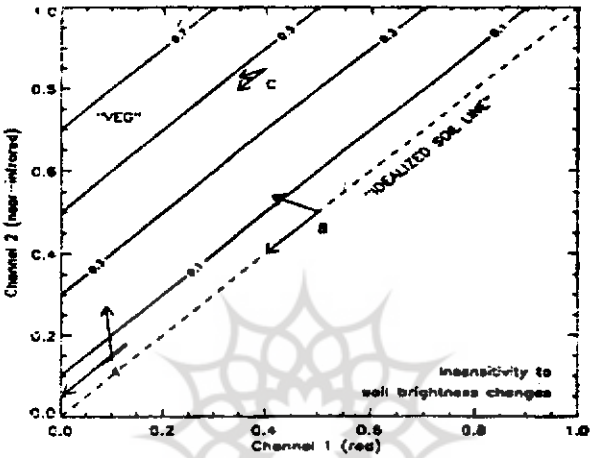
٤- شاخص پوشش گیاهی تفاضلی (DVI)

این شاخص در مقالات مختلف به ریچدسون و اوریت، (۱۹۹۲) نسبت داده شده، ولی به عنوان شاخص پوشش گیاهی در کار لیلسند و کیفر (۱۹۸۷) دیده می‌شود. این شاخص از کسر کردن مقادیر انعکاس باند قرمز از باند مادون قرمز به دست می‌آید:

$$DVI = NIR - RED$$

با توجه به منحنی بازتاب‌های پوشش‌های عمده‌ی زمین، مقدار این شاخص برای پوشش گیاهی بیشتر بوده، در حالی‌که برای آب منفی و برای خاک و سنگ مقدار آن نزدیک به صفر (مثبت یا منفی) است.

این شاخص یک شاخص متعامد بوده، خطوط هم مقدار پوشش گیاهی، موازی با خط خاک است. خط خاک در این شاخص، شیب اختیاری داشته، از نقطه‌ی مبدأ می‌گذرد و دامنه‌ی آن در محدوده‌ی (۲۵۵+ و ۲۵۵–) قرار دارد (شکل ۵).



شکل شماره‌ی (۵): خطوط هم مقدار پوشش گیاهی در پینتی و ورستریت (۱۹۹۶) DVI

۵- شاخص متعامد پوشش گیاهی (PVI)

این شاخص اولین بار توسط ریچدسون و ویگند (۱۹۷۷) (1977) ارایه شده است. این شاخص را می‌توان یک حالت عمومی شاخص DVI دانست که امکان وجود شیب‌های مختلف را برای خط خاک، فراهم می‌آورد. شاخص PVI به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$PVI = Sin(a)NIR - Cos(a)DED$$

که در آن a زاویه‌ی بین خط خاک و محور NIR می‌باشد.

این شاخص به تغییرات اتمسفری کاملاً حساس است و یک شاخص متعامد بوده، خطوط هم مقدار پوشش گیاهی با خط خاک موازی است. خط خاک در این شاخص شیبی اختیاری داشته و از نقطه‌ی مبدأ می‌گذرد و دامنه‌ی مقادیر این شاخص در محدوده‌ی (۱+ و ۱ -) قرار دارد.

۶- *شاخص پوشش گیاهی تفاضلی وزن‌دار شده (WDVI)*

این شاخص، اولین بار توسط کلورز (۱۹۸۸) ارایه شده و رابطه‌ی آن با IPVI با NDVI است. این شاخص از نظر ریاضی نسخه‌ی ساده شده‌ی PVI است، با این تفاوت که دامنه‌ی مقادیر آن محدود نیست. این شاخص نیز مانند Pvi به شرایط اتمسفری حساس است

Qi ; et al (1994)

$$WDVI = NIR - S^* RED$$

که در آن S، شیب خط خاک است.

این شاخص یک شاخص متعامد بوده خطوط هم مقدار پوشش گیاهی، موازی با خط خاک می‌باشد. خط خاک در این شاخص، شیب اختیاری داشته، از مبدأ می‌گذرد و دامنه‌ی تغییرات آن نامحدود است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

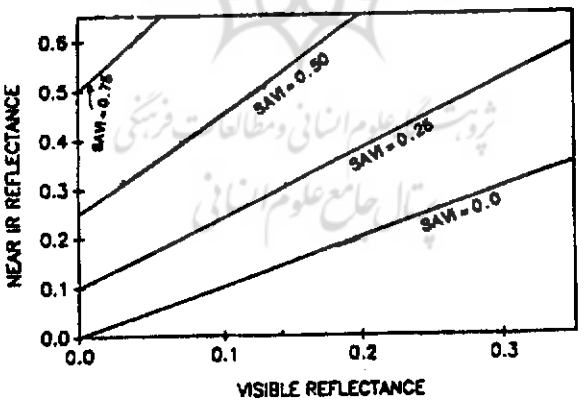
۷- شاخص پوشش گیاهی تعدیل شده با خاک (SAVI)

این شاخص توسط هیوت (۱۹۸۸) ارایه شده است. براساس این شاخص یک شاخص دو رگه می‌تواند بین شاخص‌های مبتنی بر نسبت و متعامد باشد. در نتیجه خطوط هم مقدار پوشش گیاهی موازی نیستند و در یک نقطه هم تقارب پیدا نمی‌کنند. ساختار اولیه‌ی این شاخص با استفاده از اندازه‌گیری‌ها روی پنبه با خاک روشن و تیره ایجاد شد و فاکتور L از طریق آزمون و خطا تا زمانی که شاخص پوشش گیاهی مساوی برای خاک‌های تیره و روشن

ارایه دهد، مشخص شد. فاکتور تصحیح اثرات زمینه‌ی خاک – L- از صفر، برای تراکم بیشتر، تا ۱ برای تراکم کم پوشش گیاهی، متغیر است. مقدار استاندارد استفاده شده عبارت از ۰/۵ می‌باشد که متناسب با پوشش گیاهی با تراکم متوسط است و مقدار شاخص، چنین محاسبه می‌شود:

$$SAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED + L}(1 + L)$$

عبارت (۱+L) برای قرار دادن دامنه‌ی مقادیر شاخص در محدوده‌ی (۱– و ۱+)، در فرمول فوق به کار رفته است و به ازای L=0 این شاخص با شاخص NDVI ، یکی می‌شود. این شاخص، یک شاخص مبتنی بر نسبت بوده، خطوط هم مقدار پوشش گیاهی در کوادرانت منفی RED NIR با هم تقارب پیدا می‌کنند. خط خاک، دارای شیبی برابر ۱ بوده، از مبدأ می‌گذرد و دامنه‌ی مقادیر شاخص بین (۱– و ۱+) می‌باشد (شکل ٦).



شکل شماره‌ی (٦): خطوط هم مقدار شاخص SAVI

۸- شاخص پوشش گیاهی تعدیل شده با خاک تجدید نظر شده (MSAVI)

این شاخص، اولین با توسط کی و همکاران (۱۹۹٤) ارایه شده است. فاکتور تعدیل کننده، L در شاخص SAVI به مقدار پوشش گیاهی مشاهده شده بستگی دارد. به عبارت دیگر برای محاسبه‌ی شاخص پوشش گیاهی که خود برای نشان دادن مقدار پوشش گیاهی محاسبه می‌شود، باید از مقدار پوشش گیاهی آگاهی داشته باشیم. برای رفع این مشکل از یک شاخص دیگر به نام MSAVI استفاده می‌شود:

$$MSAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED + L}(1 + L)$$

که در آن S، شیب خط خاک است.

ایده، اصلی MSAVI، فراهم آوردن یک فاکتور تصحیح متغیر L است، که از NDVI و WDVI استفاده می‌کند و مفهوم آن، این است که خطوط هم مقدار پوشش گیاهی در یک نقطه‌ی مشخص، تقارب پیدا نمی‌کنند. این شاخص مبتنی بر نسبت بوده، خطوط هم مقدار پوشش گیاهی در نقاط مختلف از خط خاک عبور می‌کنند. خط خاک در این شاخص، شیب اختیاری داشته، از مبدأ می‌گذرد و دامنه‌ی مقادیر آن بین (۱- و ۱+) می‌باشد.

یک شاخص دیگر نیز اولین بار توسط کی و همکاران (۱۹۹٤) ارایه شده است:

$$MSAVI2 = (1/2)(2(NIR + 1)) - \sqrt{(2 * NIR+)^2 - S(NIR - RED)}$$

که ویژگی آن مشابه ویژگی MSAVI است.

حساسیت شاخص‌های MSAVI و SAVI نسبت به تغییرات پوشش گیاهی زمانی که پوشش گیاهی کم است در مقایسه با NDVI کم ولی در مقایسه با PVI زیاد است. این

شاخص‌ها همچنین در مقابل تغییرات شرایط اتمسفری در مقایسه با NDVI حساس‌تر بوده، در مقایسه با PVI حساسیت آنها کمتر است.

۹- شاخص نظارت جهانی محیط (GEMI)

این شاخص، توسط پینتی و ورستریت (۱۹۹۱) ارایه شده است. واضح است که برای طراحی هر شاخص طیفی بسته به این‌که چه کاربردی خواهد داشت – باید شرایط ویژه‌ای در نظر گرفت. مثلاً اگر هدف، نمایش و بررسی پوشش گیاهی در مقیاس جهانی باشد، شرایط محدود کننده‌ی متعددی باید در نظر گرفته شود از جمله:

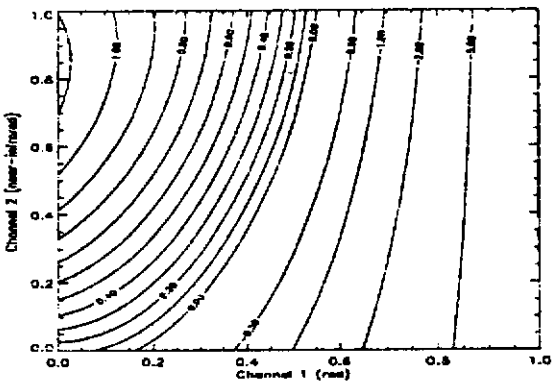
- چنین شاخصی باید حداقل توانایی تشخیص و شناسایی کلاس‌های پوشش گیاهی را در سطح کلی داشته باشد.
- توانایی تشخیص نواحی پوشیده از گیاهان را از سطوح دیگر زمین داشته باشد.
- تا حد امکان به فرآیند جذب و پخش اتمسفری، حساسیت نداشته باشد.
- در نواحیی که به طوری کامل از گیاهان پوشیده نشده‌اند، ارزش شاخص به تغییرات درجات روشنایی خاک، حساسیت نداشته باشد.

همه‌ی این شرایط در طراحی شاخص GEMI به خوبی در نظر گرفته شده است:

$$GEMI = eta(1-0.25eta) - \frac{RED-0.125}{1-RED}$$

$$eta = \frac{2(NIR^2 - RED^2) + 1.5*NIR + 0.5*RED}{NIR + RED + 0.05}$$

این شاخص یک شاخص غیر خطی است که خطوط هم مقدار پوشش گیاهی در آن پیچیده بوده، دامنه‌ی مقادیر شاخص از ۰ تا ۱+ متغیر است (شکل ۷).



شکل شماره‌ی (۷): خطوط هم مقدار شاخص GEMI

۱۰- شاخص پوشش گیاهی مقاوم به اتمسفر (ARVI)

این شاخص، توسط کافمن و تانر (۱۹۹٤) ارایه شده است. آنها در شاخص NDVI به جای انعکاس باند قرمز از عبارت زیر استفاده کردند:

$$ARVI = \frac{NIR - rb}{NRI + rb}$$

$$Rb=red-gumma(blue-red)$$

که در آن Gamma=1 , Blue انعکاس در باند آبی و RED انعکاس در باند قرمز است.

این شاخص، یک شاخص مبتنی بر نسبت بوده، خطوط هم مقدار پوشش گیاهی و خط خاک و دامنه‌ی مقادیر آن همانند NDVI است.

۱۱- شاخص پوشش گیاهی سبز (GVI)

برای محاسبه‌ی GVI از چند روش استفاده می‌شود. اصول کلی این روش‌ها استفاده از دو یا چند باند برای تعیین خاک لخت می‌باشد سپس برای پیدا کردن خط سبز که از نقاط ۱۰۰٪ پوشش گیاهی عبور می‌کند. این خط بر خط خاک لخت عمود می‌باشد. شاخص PVI نمونه‌ی دو باندی آن می‌باشد و کریس و سایکون (۱۹۸٤)، آن را برای TM در ٦ باند، توسعه دادند:

$$GVI = 0.2848\,TM_1 - 0.2435\,TM_2 - 0.5436\,TM_3 + 0.7243\,TM_4 + \\ + 0.0840\,TM_5 - 0.28\,TM_7$$

این یک شاخص متعامد بوده، خطوط هم مقدار پوشش گیاهی موازی با خط خاک است و دامنه‌ی مقادیر شاخص از (۱- تا ۱+) می‌باشد.

به طور کل در جدول شماره‌ی (۱) خصوصیات کلیه‌ی شاخص‌های بحث شده. موج شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتیجه‌گیری

شاخص‌های پوشش گیاهی اعدادی هستند که از ترکیب‌های مختلف باندهای طیفی سنجش از دور حاصل شده، با مقدار پوشش گیاهی رابطه دارند. در استفاده از این شاخص‌ها دو فرض اساسی وجود دارد:

- ترکیب نمودن باندهای طیفی می‌تواند اطلاعات مفیدی را در مورد پوشش گیاهی ارایه دهد.
- خاک‌های بایر در تصویر خطی را به نام خط خاک در فضای طیفی تولید می‌کنند که در آن میزان پوشش گیاهی صفر است.

هر کدام از این شاخص‌های بحث شده در این مقاله برای اهداف مختلف (حساس بودن یا نبودن به یک فاکتور ویژه) طراحی شده‌اند و دارای ویژگی‌های متفاوتی هستند. NDVI متداول‌ترین شاخص پوشش گیاهی است که از نظر محاسباتی ساده بوده، در مقایسه با سایر شاخص‌های بحث شده، دارای بهترین محدوده می‌باشد و بیشترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی دارد و در مقابل اثرات اتمسفری و اثرات زمینه‌ی خاک، به جز در مواردی که پوشش گیاهی کم است، حساسیت کمتری دارد.

RVI شاخصی است که برای کاهش اثرات توپوگرافی از آن استفاده می‌شود. PVI شاخصی است که تراکم پوشش گیاهی را بر مبنای فاصله‌ی عمودی از خاک، محاسبه می‌نماید و محدوده‌ی دینامیکی ضعیفی دارد و به شرایط اتمسفری کاملاً حساس است. بنابراین استفاده از آن، قبل از انجام تصحیحات اتمسفری برای داده‌های چند زمانه مناسب نمی‌باشد. شاخص WDVI نسخه‌ی ساده شده‌ی شاخص PVI می‌باشد و به شرایط اتمسفری کاملاً حساس است.

شاخص‌های SAVI و MSAVI برای به حداقل رساندن اثرات زمینه‌ی خاک طراحی شده‌اند و زمانی که پوشش گیاهی تنک باشد، می‌توان از آن‌ها استفاده نمود. این

شاخص‌ها در صورت انجام نشدن تصحیحات اتمسفری، ارزش کاربردی کمتری دارند. حساسیت این شاخص‌ها نسبت به تغییرات پوشش گیاهی در مقایسه با NDVI کم و نسبت به اثرات اتمسفری در مقایسه با NDVI زیاد است. ولی در مقایسه با PVI حساسیت زیاد به تغییرات پوشش گیاهی و حساسیت کم به شرایط اتمسفری دارند. ARVI شاخصی است که خصوصیات شاخص NDVI را دارد در ضمن به تغییرات شرایط اتمسفری، بیشتر مقاومت دارد. تحقیقات مختلفی در سراسر دنیا در این مورد صورت گرفته است و اکثراً شاخص NDVI جواب بهتری داده است، اما باید برای منطقه‌ای مانند ایران هم تحقیقاتی در این زمینه، صورت گیرد تا بهترین شاخص برای هر منطقه به دست آید. طبق تحقیق «خواجه‌الدین» (۱۳۷۵) در منطقه‌ی «جازموریان» شاخص NDVI را به عنوان بهترین شاخص معرفی کرده است و «محمدی» (۱۳۷۹) در مطالعه‌ی خود در منطقه‌ی «نمرود فیروز کوه» شاخص GVI را به عنوان بهترین شاخص، و «معصومی» (۱۳۷۸) در مطالعه‌ی خود در منطقه‌ی «اردبیل» شاخص NDVI را به عنوان بهترین شاخص انتخاب کرده است. بنابراین هر یک از شاخص‌ها باید برای مناطق مختلف، بررسی گردند تا بهترین شاخص برای آن مناطق انتخاب شود که بتواند با شرایط موجود منطقه سازگاری داشته باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره‌ی (۱): ویژگی‌های تعدادی از شاخص‌های پوشش گیاهی

شاخص	دامنه‌ی تغییرات مقادیر شاخص	نقطه‌ی تقارب خطوط هم مقدار شاخص	شیب خط خاک	گروه
RVI	۰ تا بی نهایت	مبدأ مختصات	یک	مبتنی بر نسبت
NDVI	۱+ و ۱-	مبدأ مختصات	یک	مبتنی بر نسبت
IPVI	۱+ و ۰	مبدأ مختصات	یک	مبتنی بر نسبت
DVI	۲۵۵+ و ۲۵۵-	ـــــ	اختیاری و خط خاک از مبدأ می‌گذرد	متعامد
PVI	۱+ و ۱-	ـــــ	اختیاری و خط خاک از مبدأ می‌گذرد	متعامد
WDVI	نامحدود	ـــــ	اختیاری و خط خاک از مبدأ می‌گذرد	متعامد
SAVI	۱+ و ۱-	ربع سوم دایره‌ی مثلثاتی	یک	مبتنی بر نسبت

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ادامه جدول شماره (۱):

شاخص	دامنه‌ی تغییرات مقادیر شاخص	نقطه‌ی تقارب خطوط هم مقدار شاخص	شیب خط خاک	گروه
MSAVI	۱+ و ۱-	خطوط هم مقدار پوشش گیاهی نقاط مختلف از خط خاک عبور می کند	اختیاری و خط خاک از مبدأ می‌گذرد	مبتنی بر نسبت
GEMI	۱+ و ۰	پیچیده	———	غیر خطی
ARVI	۱+ و ۱-	مبدأ مختصات	یک	مبتنی بر نسبت
GVI	۱+ و ۱-	خطوط هم مقدار پوشش گیاهی موازی با خط خاک است	اختیاری	متعامد

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

- مبدأ مختصات مربوط به سیستمی است که در آن محور Xها مربوط به انعکاسات قرمز و Y ها مربوط به انعکاسات مادون قرمز است.

منابع فارسی

۱- میلز، پ. (۱۳۷۷)، ***پردازش کامپیوتری تصاویر سنجش از دور***، ترجمه‌ی نجفی دیسفانی، م، تهران: انتشارات سمت.

۲- خواجه‌الدین، س. ج. (۱۳۷۵)، استفاده از داده‌های ماهواره Landsat5-MSS در بررسی جوامع گیاهی و تعیین اراضی شور منطقه‌ی جازموریان، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان زدایی و روش‌های مختلف بیابان زدایی، شهریور ۷۵، ص‌ص ۴۸-۴۱.

۳- زبیری، م. و مجد، ع. (۱۳۷۵)، ***آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی***، تهران؛ انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

٤- علیزاده ربیعی، ح. (۱۳۷۲)، ***سنجش از دور: اصول و کاربرد***، تهران: انتشارات سمت.

۵- محمدی، ع. (۱۳۷۹)، تعیین بهترین شاخص برای نشان دادن تراکم پوشش گیاهی در منطقه‌ی نمرود فیروزکوه با استفاده از RS و GIS. مجموعه مقالات همایش کاربرد سنجش از دور و سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی در مطالعه‌ی مناطق بیابانی، تالار علامه امینی تهران. ص‌ص ۳۰۸-۲۹٤.

٦- معصومی، م. ت. (۱۳۷۸)، بررسی امکان استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی حاصل از تصاویر چند زمانه ماهواره (AVHRR/NOAA) در طبقه‌بندی و مطالعات تغییرات زمانی پوشش گیاهی، مطالعه‌ی موردی استان اردبیل، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس تهران. ص‌ص۱۸۵.

7- Clevers, J.G.P.W. (1988), The derivation of a simplified rectance model for the estimation of leaf area index, ***Remote Sensing of Environment***, 35:161-173.

8- Cripen, R.E.(1990), Calculating the vegetation index faster, ***Remote Sensing of Environment***, 34:71-73.

9- Crist, E.P. and C.R. Cicone (1984), Application of the Tasseled Cap concept to simulated thematic mapper data, ***Photogrammetric Engineering and Remote sensing***, 50:343-352.

10- Hueıe, A. R. (1988), A soil-adjusted vegetation index (SAVI), ***Remote Sensing of Environment***, 25:295-309.

11- Jordan, C. F. (1969), Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor, ***Ecology***, 50:663-666.

12- Kaufman, Y.J. and D. Tanre. (1992), Atomospherically resistant vegetation index (ARVI), Transaction on Ceoscience and Remote Sensing, Symposiom New York-92. pp 261-270.

13- Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer (1987), ***Remote sensing and image interpretation***, 2nd Edition/ John Wiley and Sons, New York.

14- Price, B. and M.M. Verstraete (1991), GEMI: A non-linear index to monitor global vegetation from satellites, ***Vegetation***, 101:15-20

15- C.(1992). Estimationg vegetation amount visible and near infrared reflectance, ***Remote Setsing of Environment***, 41:29-34.

16- Qi, J., A.Chehbouni, A.R. Huete and Y.H. Kerr (1994), Modified soil adjusted vegetation index (MSAVI), ***Remote Sensing of Environment***, 48:119-126.

17- Richardson, A. J. and J. H. Everitt (1992), Using spectral vegetation index to land productivity, ***Geocarto International***, 1:63-69.

18- Richardson, A.J. and C.L. Wiegand (1977), Distinguishing vegetation from soil background information, ***Photogrammetric Engineering and Remote Sensing***, 43:1541-1552.

19- Rouse, J.W., R.H. Hass., J.A, Schell and D.W. Deering (1973), Monitoring vegetation system in the great plains with ERTS, Third ERTS Symposium, NASA sp-351, 1:309-317

20- Tucker, C.J. (1979), Red and photographic infrared infrared linear combination for monitoring vegetation. ***Remote Sensing of Environment***, 8:127-150.

21- Verstraete, M. and B. Pint (1996), Designing optimal spectral indexes for remote sensing application, ***IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing***, 34:1254-1264.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی