

شاخص های طیفی گیاه در سنجش از دور ابرطیفی

در این مقاله آموزشی برخی از شاخص های طیفی گیاهی کاربردی برای تصاویر ابرطیفی ارائه شده است. شاخص های ارائه شده در این بخش صرفاً برای داده های ابرطیفی به منظور مطالعه سبزینگی گیاه استفاده میشود. پیش تر در بخش مطالب سایت www.GIRS.ir در ارتباط با ۲۱ شاخص طیفی گیاهی در زمینه سبزینگی گیاه برای داده های ماهواره لندست نکاتی را بیان کردیم. در این مقاله هدف آن است تا کاربران با شاخص های طیفی سبزینگی گیاه برای داده ابرطیفی آشنا شده و بتوانند از آنها در تصاویر ابرطیفی ماهواره ای و هوایی استفاده کنند.

سبزینگی گیاه تابعی از موارد متعددی است که در زیر به آن اشاره شده است:

- (۱) میزان سطح برگ
- (۲) مواد و ترکیبات شیمیایی موجود در گیاه
- (۳) هندسه تاج پوشش
- (۴) میزان کلروفیل موجود در گیاه

شاخص سبزینگی ابرطیفی به مانند شاخص سبزینگی چندطیفی برای برآورد میزان فوتوسنتز استفاده میشود که در آگاهی از وضعیت گیاه به عنوان اطلاعات اصلی محسوب میشود. شاخص های ابرطیفی معمولاً برای استفاده از داده های اسپکترومتری زمینی، هوایی و ماهواره ای استفاده میگردد.

این شاخص ها برای مطالعه میزان سلامتی گیاه در زمین های زراعی و برآورد میزان سلامت محصول نیز بسیار مفید و کاربردی است. به عبارت دیگر از این شاخص ها برای مطالعه و مدیریت زمین های زراعی و آنالیز آنها به همراه تغییراتی که در بازه های زمانی مختلف میتوانند داشته باشند استفاده میشود.

بسیاری از شاخص های ابرطیفی گیاه به مانند شاخص های چند طیفی از باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک استفاده نموده اند که در بازه ۶۹۰ تا ۷۴۰ نانومتر است. این بازه بازه ای است که در آن بواسطه وجود کلروفیل در گیاه، بیشترین جذب و بازتاب امواج الکترومغناطیسی در رفتار طیفی گیاه ایجاد میشود.

باند مادون قرمز نزدیک در مقایسه با باند قرمز از طول موج و میزان نفوذ بیشتری برخوردار است، در نتیجه اطلاعات بیشتری را در ارتباط با ترکیبات و ساختارهای درونی گیاه در اختیار کاربران قرار میدهد.

استفاده از باند قرمز (لبه قرمز) امکان شناسایی بسیاری از تغییرات کوچک در پوشش گیاهی را فراهم می آورد. با توجه به اینکه در سنجش از دور ابرطیفی این شناسایی با دقت بیشتری صورت میگیرد، لذا راحت تر و دقیق تر میتوان تغییرات ایجاد شده در پوشش های گیاهی را مدل سازی نمود.

مهم ترین شاخص های طیفی ابرطیفی که با استفاده از نرم افزار ENVI میتوان آنها را محاسبه نمود عبارت اند از:

شاخص Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index (MCARI)

این شاخص به عنوان یکی از مشتقات شاخص CARI است که در ارتباط با برآورد فراوانی کلروفیل در گیاه استفاده میشود. این شاخص در سال ۲۰۰۰ میلادی به منظور کاهش میزان اثر خاک پس زمینه و سطوح غیر فوتوسنتزی تصحیح شده است.

$$MCARI = [(\rho_{700} - \rho_{670}) - 0.2(\rho_{700} - \rho_{550})] * (\rho_{700}/\rho_{670})$$

شاخص Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index Improved (MCARI2)

این شاخص به مانند شاخص MCARI است با این تفاوت که برآورد شاخص سطح برگ را بهتر انجام میدهد. در این شاخص از ضریب فاکتور تعدیل خاک استفاده شده و در عین حال حساسیت آن نسبت به شاخص سطح برگ حفظ شده و در برابر اثر کلروفیل مقاوم است.

$$MCARI2 = \frac{1.5[2.5(\rho_{800} - \rho_{670}) - 1.3(\rho_{800} - \rho_{550})]}{\sqrt{(2 \times \rho_{800} + 1)^2 - (6 \times \rho_{800} - 5 \times \sqrt{\rho_{670}}) - 0.5}}$$

شاخص Modified Red Edge Normalized Difference Vegetation Index (MRENDVI)

این شاخص نسخه اصلاح شده لبه قرمز شاخص NDVI است که بازتاب آینه ای سطح برگ را تصحیح نموده است. این شاخص از حساسیت بسیار بالایی نسبت به لبه قرمز و تغییرات آن برخوردار است. مهم ترین کاربردهای این شاخص در زمینه کشاورزی، پایش جنگل و تنش های گیاهی است.

$$MRENDVI = \frac{\rho_{750} - \rho_{705}}{\rho_{750} + \rho_{705} - 2 \times \rho_{445}}$$

مقدار تصویر خروجی این شاخص بین منفی یک تا مثبت یک است و معمولاً بازه بین ۰٫۲ تا ۰٫۷ را پوشش گیاهی تشکیل میدهد.

شاخص Modified Red Edge Simple Ratio (MRESR)

این شاخص نسخه تغییر یافته شاخص Simple Ratio است. در این شاخص از باندهای لبه قرمز استفاده شده و اثر بازتاب آینه ای برگ گیاهان در آن نیز تصحیح شده است. کاربرد این شاخص در زمینه تنش گیاهی در زمین های زراعی، پایش جنگل ها است. مقادیر بدست آمده در تصویر این شاخص از ۰ تا ۳۰ متغیر است. معمولاً پوشش گیاهی سبز در این تصویر از بازه مقادیر بین ۲ تا ۸ برخوردار است.

$$MRESR = \frac{\rho_{750} - \rho_{445}}{\rho_{705} - \rho_{445}}$$

شاخص Modified Triangular Vegetation Index (MTVI)

این الگوریتم شاخص TVI را برای برآوردهای شاخص سطح برگ بهینه سازی میکند از طریق جایگزین کردن طول موج ۷۵۰ نانومتر با ۸۰۰ نانومتر. محدوده ۷۵۰ نانومتر شدت بواسطه تغییرات برگ و ساختار تاج پوشش تحت تاثیر قرار میگیرد.

$$MTVI = 1.2[1.2(\rho_{800} - \rho_{550}) - 2.5(\rho_{670} - \rho_{550})]$$

شاخص Modified Triangular Vegetation Index - Improved (MTVI2)

این الگوریتم مشابه شاخص MTVI است اما به شکل بهتری به برآورد شاخص سطح برگ کمک میکند. این شاخص با حفظ ویژگیهای خاک پس زمینه نسبت به LAI از حساسیت کافی برخوردار بوده و در برابر اثر کلروفیل مقاوم است.

$$MTVI2 = \frac{1.5[1.2(\rho_{800} - \rho_{550}) - 2.5(\rho_{670} - \rho_{550})]}{\sqrt{(2 \times \rho_{800} + 1)^2 - (6 \times \rho_{800} - 5 \times \sqrt{\rho_{670}}) - 0.5}}$$

شاخص Red Edge Normalized Difference Vegetation Index (RENDVI)

این الگوریتم نسخه اصلاح شده شاخص NDVI برای داده های ابرطیفی است. کاربرد شاخص RENDVI برای پایش جنگل و زمین های زراعی و تنش های آنها است. این شاخص متفاوت از NDVI بوده و در آن از پیک جذب و بازتاب امواج قرمز و مادون قرمز نزدیک استفاده نشده است. این الگوریتم از حساسیت بسیار بالایی نسبت به لبه قرمز و اثرات آن در رفتار طیفی پوشش گیاهی دارد.

$$RENDVI = \frac{\rho_{750} - \rho_{705}}{\rho_{750} + \rho_{705}}$$

بازه مقادیر تصویر حاصل از این الگوریتم بین منفی یک تا مثبت یک متغیر است. معمولاً پوشش گیاهی سبز در این شاخص از بازه مقادیر بین ۰,۲ تا ۰,۹ برخوردار است.

شاخص Transformed Chlorophyll Absorption Reflectance Index (TCARI)

این الگوریتم به عنوان یکی از چندین شاخص CARI است نشان دهنده افزونگی کلروفیل در گیاه است. این شاخص متأثر از بازتاب خاک می باشد خصوصاً در مناطقی که شاخص سطح برگ در آنها از مقدار پایینی برخوردار است.

$$TCARI = 3[(\rho_{700} - \rho_{670}) - 0.2(\rho_{700} - \rho_{550})\left(\frac{\rho_{700}}{\rho_{670}}\right)]$$

شاخص Triangular Vegetation Index (TVI)

این شاخص بر اساس مثلث فرضی فضای طیفی که سه راس آن از ۱) پیک بازتاب باند سبز، ۲) کمترین جذب کلروفیل و ۳) جناح های مادون قرمز نزدیک تشکیل شده ایجاد گردیده. زمانی که افزایش کلروفیل باعث افزایش جذب در محدوده قرمز میشود بازتاب در مادون قرمز نزدیک افزایش پیدا کرده و در نتیجه به مساحت مثلث نیز افزوده میگردد. این شاخص برای برآورد شاخص سطح برگ مناسب است با این حال نسبت به افزایش کلروفیل با افزایش تراکم پوشش گیاهی حساس است.

$$TVI = 0.5[120(\rho_{750} - \rho_{550}) - 200(\rho_{670} - \rho_{550})]$$

شاخص Vogelmann Red Edge Index 1 (VREI1)

این شاخص از یک حساسیت ترکیبی نسبت به کلروفیل برگ گیاه، سطح برگ های تاج پوشش و آب موجود در آن برخوردار است. این شاخص در مطالعات فتولوژی گیاهی و پایش چرخه آن و مدل سازی میزان بهره وری پوشش گیاهی کاربرد داشته و استفاده میشود. بازه مقادیر این شاخص بین ۰ تا ۲۰ متغیر بوده و معمولاً پوشش گیاهی در آن از مقادیر بین ۴ تا ۸ برخوردار است.

$$VREI1 = \frac{\rho_{740}}{\rho_{720}}$$

شاخص Vogelmann Red Edge Index 2 (VREI2)

این الگوریتم نیز بصورت ترکیبی نسبت به اثرات کلروفیل موجود در گیاه، سطح برگ تاج پوشش و رطوبت و آب موجود در گیاه حساس است. بازه مقادیر این شاخص به مانند شاخص قبلی بین ۰ تا ۲۰ متغیر بوده و معمولاً پوشش گیاهی در آن از مقادیر بین ۴ تا ۸ برخوردار است.

$$VREI2 = \frac{\rho_{734} - \rho_{747}}{\rho_{715} + \rho_{726}}$$