

نمایه های ماهواره ای خشکسالی

نمایه های ماهواره ای خشکسالی:

از آنجائیکه خشکسالیها بر نواحی وسیعی اثر می گذارند، پایش آنها با استفاده از سیستم های مرسوم مشکل است. از دهه ۱۹۸۰، استفاده از داده های سنجش از دور سنجنده AVHRR ماهواره NOAA برای پایش خشکسالی در مقیاس ملی تا جهانی، رایج شده است (واردلو^۱، ۲۰۰۹). این نمایه های ماهواره ای خشکسالی که با استفاده از پارامترهای ماهواره ای سطحی، محاسبه می شوند، عبارتند از: دمای درخشندگی (BT)، نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده (NDVI)، نمایه جهانی پایش محیطی^۲ (GEMI) و نمایه های سلامت پوشش گیاهی^۳ (VHI و TCI، VCI).

^۱. Wardlaw

^۲. Global Environmental Monitoring Index

^۳. Vegetation Health Indices

روشهای سنجش از دور مبتنی بر مقادیر بازتابش انواع پوشش اراضی بوده و تشخیص ویژگیهای سطح را ممکن می‌سازد. پوشش گیاهی، بخشی از طیف مرئی تابش خورشیدی را جذب نموده و بیشتر تابش فروسرخ نزدیک (NIR¹) را بازتاب می‌کند و با استفاده از طیف‌های مرئی، فروسرخ نزدیک و مادون قرمز میانی، ویژگیهای زیست فیزیکی پوشش گیاهی به دست می‌آید.

دمای درخشندگی (BT):

مقادیر دمای درخشندگی با استفاده از نوار گرمایی و با استفاده از رابطه تابش پلانک بدست می‌آید:

$$T_b = \frac{C_2 \nu}{\ln\left(1 + \frac{C_1 \nu}{E}\right)}$$

که در آن، T_b = دما (درجه کلونین) برای بازتاب E ، ν = عدد میانی طول موج نوار (cm^{-1}) و $C_1 = 1.1910659 \times 10^{-5} mW/(m^2 - sr - cm^{-4})$ و $C_2 = 1.438833 cm - K$ اعداد ثابت می‌باشند.

نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده (NDVI):

نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده که توسط رز و همکاران² (۱۹۷۴) ارائه شده است، مقدار پوشش گیاهی را بر اساس نسبت پاسخ‌های پوشش گیاهی به نوارهای فروسرخ نزدیک (باند ۲ NOAA-AVHRR) و مرئی (باند ۱ NOAA-AVHRR) نشان داده (هویان، ۲۰۰۸) و بر این امر استوار است که پوشش گیاهی سالم، بواسطه جذب این طیف مرئی توسط کلروفیل و دیگر رنگدانه‌ها، در طیف الکترومغناطیسی مرئی (VIS³) بازتاب پائینی داشته و به دلیل

¹. Near Infrared

². Rouse et al.

³. Visible

بازتاب‌های درونی توسط بافت اسفنجی مزوفیل یک برگ سبز، در طیف الکترومغناطیسی مادون قرمز نزدیک (NIR) بازتاب بالایی دارد (کمپل^۱، ۱۹۸۷):

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

$NDVI$ = نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده، NIR = مقدار بازتاب در طیف الکترومغناطیسی مادون قرمز نزدیک و VIS = مقدار بازتاب در طیف الکترومغناطیسی مرئی.

مقدار نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده از ۱- (آب) تا ۱+ (پوشش انبوه) تغییر می‌کند. به دلیل بالا بودن بازتاب گیاه سالم در طیف فرورسرخ نزدیک، مقادیر نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده مربوط به آن زیاد بوده و بین ۱-۰/۵ است. پوشش گیاهی نواحی حاره‌ای و جنگلهای بارانی گرمسیری دارای $NDVI$ نزدیک به ۱ می‌باشند. مقادیر مثبت پائین (حدود ۰.۲ تا ۰.۴)، نشان دهنده بوته‌زار و چمنزار است. برای سطوح بدون پوشش گیاهی، مثل سطح آب مقادیر نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده، منفی و نزدیک به ۱- است. مقدار نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده نزدیک صفر (۰.۱ تا -۰.۱)، نشان دهنده نواحی لم یزرع مثل خاک لخت، سنگ، شن، یا برف می‌باشد. زیرا خاک لخت در هر دو طیف مرئی و فرورسرخ نزدیک، بازتاب بالایی دارد (لیلساند و کیفر^۲، ۱۹۹۴).

نمایه‌های سلامت پوشش گیاهی:

این نمایه‌ها می‌توانند به طرز مؤثری بیانگر تنش آبی در مناطق نسبتاً همگن باشند. هرچند، در نواحی ناهمگن، تفسیر این نمایه‌ها پیچیده‌تر خواهد بود (کوگان، ۱۹۹۰). این نمایه‌ها عبارتند از نمایه شرایط گیاه، نمایه شرایط دمایی و

^۱. Campbell

^۲. Lillesand and Keifer

نمایه سلامت گیاه که به ترتیب مشخص کننده شرایط رطوبتی، حرارتی و سلامت پوشش گیاهی می‌باشند (کوگان و همکاران، ۲۰۰۴).

• نمایه شرایط گیاه (VCI):

نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده کاربرد موفقیت‌آمیزی در تشخیص پوشش گیاهی و مراتع تحت تنش و آسیب دیده، داشته است. اما تفسیر نتایج در نواحی غیر همگن، مشکل خواهد بود. در چنین نواحی، تفاوت‌های میان سطوح پوشش گیاهی را می‌توان با تفاوت‌های منابع زیست‌محیطی (یعنی، اقلیم، خاک، پوشش گیاهی و عوارض زمین) مرتبط دانست. برای مثال، تحت شرایط مشابه پوشش گیاهی، مقدار نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده منطقه‌ای با منابع مناسب بوم‌شناسی و اقلیم، دو برابر مناطق مجاور با منابع نامناسب بوم‌شناسی و اقلیم خواهد بود (کوگان، ۱۹۸۷). در نتیجه نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده دو مؤلفه دارد: بوم‌شناسی و آب و هوا. برای مناطق پوشیده از پوشش گیاهی، دامنه مؤلفه آب و هوایی کوچک‌تر از مؤلفه بوم‌شناسی است و تغییرات پوشش گیاهی مرتبط با آب و هوا، بخوبی قابل تشخیص نخواهند بود. در زمانیکه نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده برای تحلیل تأثیر آب و هوا بر پوشش گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مؤلفه آب و هوایی باید از مؤلفه بوم سامانه جدا شود. نمایه شرایط گیاه که توسط کوگان (۱۹۹۵) تعریف شده است، برای برآورد اثر آب و هوا بر پوشش گیاهی استفاده می‌شود (رحیم زاده باجگیران و همکاران، ۲۰۰۸). نمایه VCI نوسانات کوتاه‌مدت مرتبط با آب و هوا در نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده را از تغییرات بوم‌شناسی بلندمدت جدا می‌کند (کوگان، ۱۹۹۰ و ۱۹۹۵). بنابراین درحالی‌که نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده نشان دهنده دینامیک فصلی پوشش گیاهی است، نمایه شرایط گیاه دینامیک پوشش گیاهی را در مقیاس ۰ تا ۱۰۰ نشان می‌دهد تا منعکس کننده تغییرات نسبی شرایط رطوبتی، از شدیداً بد تا بهینه باشد (کوگان و همکاران، ۲۰۰۳).

این نمایه معرف وضعیت پوشش گیاهی به عنوان تابعی از حداقل و حداکثر نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده برای یک اکوسیستم معین در یک دوره زمانی چند ساله بوده و با استفاده از رابطه بدست می‌آید.

$$VCI = 100 \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}}$$

که در این رابطه نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده = مقدار نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده در تاریخ مورد نظر که معیاری کلی از وضعیت و سلامت پوشش گیاهی بوده و یکی از اولین نمایه‌های سنجش از دور است که برای تشخیص و پایش خشکسالی بکار رفته است (واردلو^۱، ۲۰۰۹)، $NDVI_{max}$ = حداکثر مطلق نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده در دوره زمانی و $NDVI_{min}$ = حداقل مطلق نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده در دوره زمانی می‌باشند.

وایت و همکاران^۲ (۱۹۹۷) کسر رابطه را با عنوان نسبت $NDVI_{ratio}$ ، به منظور استاندارد نمودن $NDVI$ بکار برده‌اند. البته به این روش به علت وابستگی آن به داده‌های بلندمدت برای بدست آوردن $NDVI_{max}$ و $NDVI_{min}$ انتقاد وارد می‌شود، که موجب ناپایداری زمانی می‌شود. اما در صورتیکه این مقادیر هر سال با توجه به داده‌های تاریخی به روز شوند، مسئله مذکور قابل توجه نخواهد بود.

نمایه شرایط گیاه، نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده را نرمال کرده و امکان مقایسه اکوسیستم‌ها را فراهم می‌سازد و سیگنالهای اقلیمی کوتاه‌مدت را از سیگنالهای اکولوژیکی بلند مدت جدا می‌کند. از این‌رو نسبت به نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده، شرایط تنش آبی را بهتر بیان می‌کند (کوغان و سالیوان^۳، ۱۹۹۳).

• نمایه شرایط دمایی (TCI):

^۱. Wardlow

^۲. White et al.

^۳. Kogan and Sullivan

این نمایه اخیراً بر اساس دمای سطح و با استفاده از داده‌های باندهای حرارتی سنجنده AVHRR ماهواره NOAA، توسعه یافته و دقت پایش خشکسالی را افزایش داده، به تشریح وضعیت دمایی کمک کرده و نیز اطلاعات سودمندی برای پایش تنش پوشش گیاهی فراهم ساخته است (کوگان، ۱۹۹۴ و ۱۹۹۵). این نمایه امکان تعیین تغییرات ظریف در سلامت گیاه به واسطه اثر حرارتی را، در زمان شدت یافتن خشکسالی (ناشی از همراه شدن کمبود رطوبت با درجه حرارت بالا)، فراهم می‌سازد (کوگان، ۲۰۰۲).

این نمایه با استفاده از رابطه $TCI = 100 \frac{BT_{max} - BT}{BT_{max} - BT_{min}}$ بدست می‌آید.

$$TCI = 100 \frac{BT_{max} - BT}{BT_{max} - BT_{min}}$$

که در آن BT = دمای تابندگی در تاریخ مورد نظر می‌باشد که از باندهای ۴ و ۵ AVHRR بدست می‌آید، BT_{max} = حداکثر مطلق دمای تابندگی در دوره زمانی و BT_{min} = حداقل مطلق دمای تابندگی در دوره زمانی می‌باشند.

نمایه‌های شرایط گیاه و شرایط دمایی بدون بعد بوده و مقدار آنها بین ۱۰۰-۰ تغییر می‌کند. صفر نشان دهنده بدترین شرایط در طول دوره زمانی مورد بررسی بوده و ۱۰۰ نشان دهنده بهترین شرایط در همان دوره زمانی می‌باشد.

این نمایه‌ها برای تعیین تنش گیاهی ناشی از رطوبت و درجه حرارت در طول وقوع خشکسالی، بکار می‌روند. در اصل، نمایه شرایط گیاه (VCI) و نمایه شرایط دمایی (TCI)، انحراف نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده و دمای تابندگی یک سال خاص را نسبت به دامنه تغییرات آنها (از تنش‌زا تا مطلوب) در شرایط حدی ارزیابی می‌کنند. آستانه شرایط حدی با محاسبه مقادیر حداکثر و حداقل نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده و دمای تابندگی از داده‌های ماهواره‌ای در یک دوره زمانی بدست می‌آید (کوگان و همکاران، ۲۰۰۴).

• نمایه سلامت گیاه (VHI):

این نمایه ترکیبی است از نمایه شرایط گیاه (مبتنی بر نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده) و نمایه شرایط دمایی که از داده‌های AVHRR، برای نمایش تنش خشکسالی، به صورت تابعی از تازگی پوشش گیاهی و درجه حرارت، استخراج می‌شود. به عبارتی اثر ترکیبی تنش رطوبتی و تنش حرارتی می‌باشد. این نمایه با استفاده از رابطه بدست می‌آید (واردلو، ۲۰۰۹).

$$VHI = a \times VCI + b \times TCI$$

که در این رابطه، a و b ضرایبی که سهم VCI و TCI را در VHI بصورت کمی در می‌آورند.

نمایه سلامت گیاه را می‌توان جهت آنالیز هواشناسی سلامت پوشش گیاهی بکار برد (کوگان و همکاران، ۲۰۰۴).