Long Term Mean of Vegetation Analysis in Iran using NDVI Index

Majid Montazeri [1*], Omid Reza Kefayat Motlagh [2]

[1] Assistant Professor of Climatology, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2 MA Student of Climatology, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Abstract

Vegetation is the mirror of climate. So getting information on vegetation status, such as their extent and distribution, is of great importance. It is very difficult and costly to gather information about continuous vegetation changes with conventional methods. Therefore, remote sensing is a very useful method that provides a wide view of a region. The purpose of this study is to examine the average long-term average of Iran's coatings with the help of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). In this paper, the 16 days data of NDVI data of MODIS Aqua from 13/4/1381 to 13/12/1393 were exploited from MODIS web page and then in the base of 10 billion of codes, the long term mean of 16 days NDVI of Iran during the years was calculated. As the NDVI of above 0.2 represents vegetation, the long term mean of vegetation was calculated for each of the 16 days. The findings showed that Iran's vegetation in the period of December 26th to January 9th is minimum covering about 8 percent of Iran's territory, and from April 15th to May 1th is maximum with 30 percent of coverage.

Key words: Long Term Mean, Vegetation, NDVI, MODIS Aqua, Iran.

* m.montazeri@geo.ui.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

جغرافیـــا و برنامـــه‌ریـــزی محیطـــی
ســال ۲۹، پیــاپی ۷۱، شــماره ۳، پــاییز ۱۳۹۷

واکاوی میانگین بلندمدت پوشش گیاهی ایران به کمک نمایهٔ NDVI

مجید منتظری *، استادیار آب‌وهواشناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
امیدرضا کفایت‌مطلق، دانشجوی کارشناسی ارشد آب‌وهواشناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

وصـول: ۱۳۹۵/۰۴/۳۱ پـذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۴، صص ۱۴-۱

چکیده

گیاه آیینهٔ آب‌وهواست؛ بنابراین نیاز به کسب اطلاعات دربارهٔ وضعیت پوشش گیاهی از قبیل میزان و پراکنش آن اهمیت زیادی دارد. از آنجا که گردآوری اطلاعات دربارهٔ تغییرات پیوستهٔ پوشش گیاهی با روش‌های معمولی بسیار مشکل و پرهزینه است، دورسنجی روش بسیار سودمندی است که دید وسیعی از یک منطقه ارائه می‌دهد. هدف از پژوهش کنونی، بررسی میانگین بلندمدت پوشش گیاهی ایران به کمک نمایهٔ تفاضل بهنجارشدهٔ پوشش گیاهی (NDVI) است. در این پژوهش نخست داده‌های ۱۶روزهٔ نمایهٔ NDVI مودیس آکوا در محدودهٔ ایران در بازهٔ زمانی ۱۳۸۱/۴/۱۳ تا ۱۳۹۳/۱۲/۲۳ از تارنمای مودیس استخراج و سپس برمبنای نزدیک به ۱۰ میلیارد یاخته، میانگین بلندمدت نمایهٔ ۱۶روزهٔ NDVI ایران در طول سال محاسبه شد. با توجه به اینکه مقادیر NDVI بیش از ۰/۲ نشان‌دهندهٔ پوشش گیاهی است، میانگین بلندمدت پوشش گیاهی ایران برای هر ۱۶ روز در طول سال محاسبه شد. یافته‌ها نشان داد پوشش گیاهی ایران در بازهٔ ۵ تا ۱۹ دی‌ماه کمینه است و حدود ۸درصد گسترهٔ ایران را می‌پوشاند؛ در حالی که در بازهٔ ۲۶ فروردین تا ۱۱ اردیبهشت بیشینه است و ۳۰درصد ایران را دربرمی‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: میانگین بلندمدت پوشش گیاهی، NDVI، مودیس - آکوا، ایران.

*نویسنده مسؤول: m.montazeri@geo.ui.ac.ir

www.SID.ir

مقدمه

پیشرفت فناوری ماهواره‌ای در سال‌های گذشته این امکان را برای کارشناسان علوم زمین فراهم کرده است که سیارهٔ زمین را با دقت بیشتر و به‌صورت همه‌جانبه مطالعه کنند؛ به‌طوری‌که این مطالعات با بهره‌گیری از روش‌های دورسنجی با پرداخت هزینه‌های مالی و اتلاف وقت کمتر صورت می‌گیرد و نتایج به‌دست‌آمده از این روش‌ها در بسیاری از مواقع امکان استناد دارند. ازجمله مطالعات مهمی که با بهره‌گیری از روش دورسنجی انجام می‌شود، مطالعات پوشش گیاهی است که رشد، بیماری، رطوبت، خشکی و شادابی گیاه را نشان می‌دهد. علت این توانایی آن است که پوشش‌های مختلف، چه زنده و چه غیرزنده، درمقابل امواج الکترومغناطیس واکنش متفاوتی دارند که همین امر کمک می‌کند اختلاف پوشش‌های مختلف آشکار شود؛ بر همین اساس پژوهشگران زیادی به‌منظور بررسی پوشش گیاهی از داده‌های دورسنجی استفاده و این روش را مناسب این‌گونه مطالعات ارزیابی کرده‌اند (هیوتی[1]، ۲۰۰۴: ۱).

هدف از ایجاد نمایه‌های پوشش گیاهی آن است که بعضی ویژگی‌های پوشش گیاهی مانند تاج‌پوشش، زیست‌توده، گسترهٔ برگ یا درصد پوشش گیاهی پیش‌بینی و ارزیابی شود. اصولاً بازتاب پوشش گیاهی در محدودهٔ طیفی نورِ مرئی (۰/۶۶– ۰/۴۳ میکرومتر) کم و در محدودهٔ فروسرخ نزدیک (۱/۱– ۰/۷ میکرومتر) زیاد است. سه ویژگی مهم برگ مانند سبزینه، ساختار فیزیولوژیک و میزان آب، اثر مهمی در بازتاب طیفی آن دارد. با توجه به این مهم، ترکیب باندهای طیفی نور مرئی و فروسرخ نزدیک به بازشناسی پوشش گیاهی خاک و آب کمک می‌کند. شرایط خاک زمینه، اثر چشمگیری بر بازتاب طیفی و محاسبهٔ نمایه‌های پوشش گیاهی می‌گذارد (علوی‌پناه، ۱۳۸۵: ۱۷۲–۱۷۱).

درصد پوشش گیاهی، یکی از مؤلفه‌های مهم در بررسی کمی گیاهان سطح زمین، عبارت است از نسبت سطح پوشیده از گیاه به سطح کل که به‌صورت درصد بیان می‌شود (ژانگ و همکاران[2]، ۲۰۰۳: ۸۳). مقدار پوشش گیاهی به‌طور معمول به دو صورت تراکم سطحی و تراکم عمودی بررسی و مطالعه می‌شود. تراکم سطحی بیان‌کنندهٔ میزان مساحت پوشیده‌شده از گیاه در واحد سطح است. تراکم عمودی بیان‌کنندهٔ تعداد لایه‌های برگی در مناطق پوشیده از گیاه است که میزان فتوسنتز و تبخیر و تعرق گیاهان را کنترل می‌کند (گوتمن و ایگناتو[3]، ۱۹۹۸: ۱۵۳۳). در این پژوهش تراکم سطحی پوشش گیاهی ایران‌زمین مطالعه شده است. تخمین درصد پوشش گیاهی در مطالعات گوناگونی کاربرد دارد و از اهمیت خاصی برخوردار است. پوشش گیاهی، یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذار بر فرسایش خاک محسوب می‌شود. هرچقدر درصد پوشش گیاهی افزایش یابد، میزان فرسایش خاک کاهش می‌یابد (ایلول و استوکینگ[4]، ۱۹۷۶: ۶۱).

با توجه به اهمیت تعیین میزان درصد پوشش گیاهی و کاربردهای گوناگون آن، تاکنون روش‌های زیادی به‌منظور محاسبهٔ این متغیر ارائه شده است؛

[1] Huete

[2] Zhang et al
[3] Gutman and Ignatov
[4] Elwell and Stocking

www.SID.ir

برای نمونه روش‌های برداشت میدانی و همچنین استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. در طول چند دههٔ گذشته، نمایه‌های مختلف پوشش گیاهی مشتق‌شده از بازتاب طول موج‌های مختلف تصاویر ماهواره‌ای (به‌ویژه ترکیبی از باندهای سرخ و فروسرخ نزدیک) به‌منظور تخمین ویژگی‌های بیوفیزیکی پوشش گیاهی مانند نمایهٔ سطح برگ (LAI)، زیست‌توده، رشد گیاه و درصد پوشش ارائه شده است که هرکدام بسته به شرایط منطقهٔ مطالعه‌شده نتایج خوبی را نشان داده‌اند (روس[1]، ۱۹۷۴: ۳۷۱؛ کیای و همکاران[2]، ۱۹۹۴: رنداکس و همکاران[3]، ۱۹۹۶: ۹۵؛ هیوتی و همکاران[4]، ۱۹۹۷: ۴۴۰).

از دیگر روش‌هایی که به‌منظور محاسبهٔ درصد پوشش گیاهی با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای به کار می‌رود، تجزیهٔ یاخته‌های آمیخته است. محدودیت این روش در مناطق خشک آن است که نیاز به انتخاب یاخته‌های خالص[5] دارد. در این مناطق به دلیل تراکم کم پوشش گیاهی، امکان انتخاب این نوع پیکسل برای تخمین درصد پوشش گیاهی وجود ندارد (کانگ[6]، ۲۰۰۵: ۲۴۸). از ترکیب ۱۰روزهٔ نمایهٔ NDVI که از تصویربرداری سنجندهٔ مودیس با تفکیک ۲۵۰متری به دست آمده است، برای توصیف الگوهای مختلف رشد در ۳۲ شهرستان در روندونیا بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ استفاده شده است. طبقات شش‌گانهٔ مراتع سرسبز نشان داد طبقهٔ مراتع سبز بالا زیر سلطهٔ مراتع جوان است؛ در حالی که طبقهٔ مرتع کم‌سبز در پایین‌ترین طبقه قرار دارد. نسبت مراتع پیر که در طبقهٔ سرسبزی بالا قرار داشتند، کاهش و نسبت مراتعی که در طبقهٔ سرسبزی کم قرار داشتند، افزایش یافته است که حاکی از کاهش بهره‌وری علوفه در طول زمان در روندونیاست (نوماتا و همکاران[7]، ۲۰۰۷: ۱).

لیو و وا[8] (۲۰۰۸) با بهره‌گیری از نمایه‌های NDVI برگرفته از سنجندهٔ مودیس، خشکسالی کشاورزی را در چین میانی بررسی کردند. نتایج مطالعهٔ آنها نشان داد این نمایه در محدودهٔ زمانی و طیفی متفاوت از خشکسالی منطقه‌ای، قاره‌ای و جهانی استفاده می‌شود.

ایران به دلیل گستردگی زیاد به لحاظ طول و عرض جغرافیایی، وجود پیچیدگی پیکربندی ناهمواری‌ها و قرارگیری در معرض یورش توده‌های هوا، ازنظر پوشش گیاهی شرایط ویژه‌ای دارد. پوشش گیاهی این کشور متأثر از عرض جغرافیایی، ارتفاع و توده‌های هواست؛ به‌طوری‌که با تغییر هریک از این عوامل، پوشش گیاهی نیز تغییر خواهد کرد؛ به بیان دیگر شرایط کلی پوشش گیاهی تابعی از عرض جغرافیایی و ارتفاع است و عوامل دیگری مانند دما، بارش و حتی نوع خاک در رویش گیاه در هر مکان نقش دارند. برای بیان وابستگی بین دما و پوشش گیاهی به کار زو و همکاران (۲۰۱۱) اشاره می‌کنیم. بررسی‌های انجام‌شده در فلات تبت نشان داد دما، عامل اصلی کنترل‌کنندهٔ تغییر پوشش گیاهی است و در حال حاضر افزایش دما، گسترهٔ پوشش گیاهی یا فشردگی آن را در منطقه افزایش می‌دهد؛

[1] Rouse
[2] Qi et al
[3] Rondeaux et al
[4] Huete et al
[5] Endmember
[6] Conghe
[7] Numata et al
[8] Liu and Wu

www.SID.ir

علاوه بر این طرح احیای زیست‌محیطی که از سال ۲۰۰۵ آغاز شده، نقش مهمی در بهبود پوشش گیاهی منطقه داشته است (زو و همکاران[1]، ۲۰۱۱: ۵۲۸). این بررسی نشان داد پوشش گیاهی ظاهراً تغییری نکرده، مگر در فاصلهٔ سال‌های ۱۹۸۲- ۲۰۰۳ که اندکی افزایش یافته است؛ اما گسترهٔ پوشش گیاهی پس از سال ۲۰۰۳ افزایش ناگهانی یافته و در سال‌های ۲۰۰۴- ۲۰۰۶ همین مقادیر بزرگ را حفظ کرده است؛ همچنین اثر تغییر دما بر تغییرات پوشش گیاهی بسیار بیش از اثر آب بوده است. بررسی‌های بیشتر نشان داد دمای سطح خاک در ماههای فروردین تا مرداد نقش مهم‌تری در تغییرات پوشش گیاهی داشته است (زو و همکاران، ۲۰۱۱: ۵۳۴).

رابطهٔ مستقیمی بین نمایهٔ NDVI و میزان بارندگی وجود دارد و تغییرات بارشی در دوره‌های ترسالی و خشکسالی به‌ویژه در مناطقی که از حساسیت آب‌وهوایی برخوردارند، ارتباط و تأثیر مستقیمی بر میزان کمیت و کیفیت پوشش گیاهی دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۶).

در پژوهشی دیگر میرموسوی و کریمی (۱۳۹۲) اثر خشکسالی را بر پوشش گیاهی استان کردستان با توجه به تصاویر سنجندهٔ مودیس مطالعه کردند و نشان دادند بین میانگین نمایه‌های NDVI و SPI همبستگی زیادی (۰/۷۷+) در سطح معناداری ۰/۰۱ وجود دارد و با کاهش تقریباً ۰/۲۰- از میزان نمایهٔ SPI به طور متوسط ۱/۲درصد (معادل ۳۵۰کیلومتر مربع) سطح پوشش گیاهی ضعیف افزایش می‌یابد. این میزان کاهش برای نمایهٔ NDVI تقریباً معادل ۰/۰۱ است. نتایج حاصل از محاسبهٔ نمایهٔ SPI نشان داد در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۸ خشکسالی متوسط در استان کردستان رخ داده است. محاسبهٔ نمایهٔ NDVI در این دو سال نشان می‌دهد میزان پوشش گیاهی ضعیف به‌طور محسوسی افزایش یافته است (به ترتیب ۸۰/۶درصد و ۷۶/۶درصد)؛ در حالی که در سال ۲۰۰۷، سال تقریباً نرمال، میزان پوشش گیاهی ضعیف برمبنای نمایهٔ NDVI حدود ۶۹/۷درصد محاسبه شد. مقایسهٔ بین سال‌های ۲۰۰۱ با ۲۰۰۷ (تغییر تقریباً ۱۱درصدی پوشش گیاهی ضعیف) به‌خوبی نشان‌دهندهٔ اثر خشکسالی بر پوشش گیاهی در استان کردستان است (میرموسوی و کریمی، ۱۳۹۲: ۵۷). همچنین آنها با محاسبهٔ نمایهٔ NDVI برای چهار ماه آگوست، سپتامبر، اکتبر و نوامبر نشان دادند هرچه از ماه آگوست به سمت ماه نوامبر برویم، از میزان پوشش گیاهی کاسته می‌شود؛ درنتیجه درصد پوشش گیاهی ضعیف افزایش و درصد پوشش گیاهی متوسط و خوب کاهش می‌یابد (میرموسوی وکریمی، ۱۳۹۲: ۶۹).

در پژوهشی سلام‌پور و همکاران (۱۳۹۲) درصد همبستگی بارش فصل رویش و میزان تولید علوفه استان زنجان را بررسی کردند. یافته‌های آنها نشان داد میزان علوفهٔ قابل برداشت از مراتع با بارندگی فصل رویش ارتباط معناداری دارد (سلام‌پور و همکاران، ۱۳۹۲: ۱). تأثیرات بارندگی بر پوشش گیاهی برحسب زمان بارش و نوع فرم رویشی متفاوت است؛ به‌طوری‌که در مناطق شهری رابطهٔ معناداری بین میزان بارش و پوشش گیاهی در هیچ یک از مقیاس‌های زمانی دیده نمی‌شود. در مناطق مرتعی بیشترین میزان همبستگی میان بارش فصل

[1] Xu et al

www.SID.ir

بهار و تغییرات پوشش گیاهان دیده می‌شود؛ در حالی که منطقهٔ جنگلی بیشترین همبستگی را با بارش سالیانه نشان می‌دهد و در زمین‌های کشاورزی بیشترین همبستگی با بارش فصل بهار و اسفند دیده می‌شود. در مناطق علفزار نیز همبستگی بیشتری نسبت به بوته‌زارها با میزان بارندگی وجود دارد (هادیان و همکاران، ۱۳۹۳: ۴۷). از آنجا که پوشش گیاهی آیینهٔ آب‌وهواست و همچنین بر حیات اکوسیستم‌های گیاهی و حیوانی بسیار تأثیرگذار است، بنابراین لازم است وضعیت کشور ایران را ازنظر تراکم پوشش گیاهی بررسی کنیم و بدانیم در طول زمان روند پوشش گیاهی ایران به چه صورت است.

داده‌ها و روش پژوهش

در این پژوهش از داده‌های سنجندهٔ مودیس آکوا برای بررسی میانگین بلندمدت پوشش گیاهی ایران بهره گرفته شد. سنجندهٔ مودیس آکوا در ۱۴ اردیبهشت ۱۳۸۱ خورشیدی توسط سازمان ناسا به فضا پرتاب شد. زمان گذر این ماهواره بر فراز استوا ۱۳:۳۰ به وقت محلی است (وانگ و زی[1]، ۲۰۰۹: ۱۹۲). ماهوارهٔ آکوا با دو ماه تأخیر داده‌های NDVI را برداشت کرده است. فرمت داده‌ها HDF و بازهٔ زمانی آنها ۱۶روزه است. مختصات این داده‌ها سینوسی[2] است و ایران در مختصات ۵ و ۶ عمودی و ۲۱ تا ۲۳ افقی قرار دارد (شکل ۱). داده‌های این ماهواره به‌صورت کاشی‌های جداگانه در ابعاد ۱۲۰۰*۱۲۰۰ کیلومتری دردسترس است و درمجموع شش کاشی گسترهٔ ایران را پوشش می‌دهد. با توجه به اینکه داده‌های به کار گرفته‌شده خارج از گسترهٔ ایران‌زمین را نیز دربرمی‌گرفت، به کمک تابع این‌پلی‌گون[3] در نرم‌افزار متلب، فقط داده‌هایی استخراج شد که درون مرز جغرافیایی ایران را پوشش می‌داد.

نمایهٔ تفاضل بهنجارشدهٔ پوشش گیاهی (NDVI)، رایج‌ترین نمایهٔ پوشش گیاهی است که به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

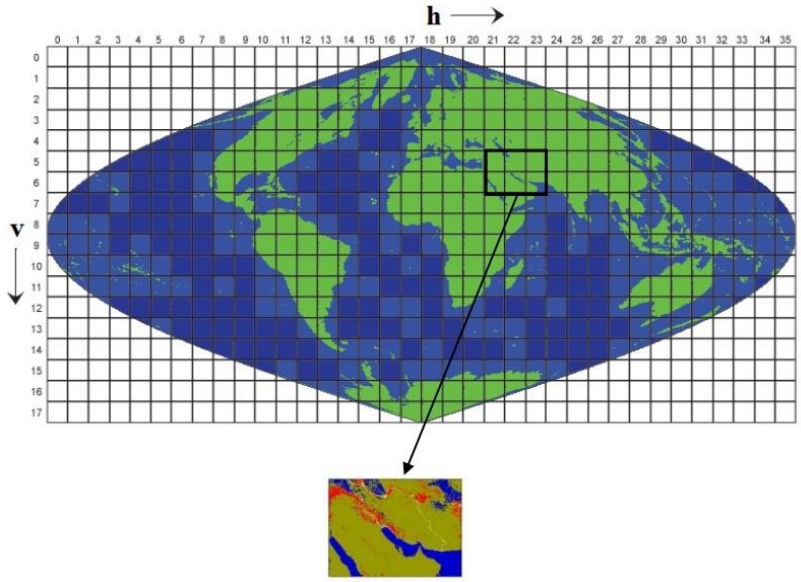
رابطهٔ ۱ $$NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED)$$

NIR و RED به ترتیب نمایندهٔ بازتاب اندازه‌گیری‌شده در باند فروسرخ نزدیک و باند سرخ هستند. مقدار این نمایه بین ۱- و ۱+ است (واژه‌نامهٔ انجمن هواشناسی ایالات متحده، ۲۰۱۳). در این پژوهش مقادیر بیش از ۰/۲ نشان‌دهندهٔ پوشش گیاهی، مقادیر ۰/۲≥NDVI≥۰ نشان‌دهندهٔ خاک و مقادیر کمتر از صفر نشان‌دهندهٔ آب، برف و یخچال‌های کوهستانی است.

در این پژوهش از داده‌های ۱۶ روزهٔ نمایهٔ تفاضل بهنجارشدهٔ پوشش گیاهی (NDVI) مودیس آکوا[4] در فاصلهٔ زمانی ۱۳۸۱/۴/۱۳ تا ۱۳۹۳/۱۲/۲۳ با تفکیک مکانی ۵۰۰ متر بهره گرفته شد.

[1] Wang and Xie
[2] Sinusoidal
[3] Inpolygon
[4] ftp://ladsweb.nascom.nasa.gov/allData

www.SID.ir



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی تصاویر استفاده‌شده در سیستم تصویر سینوسی

یافته‌های پژوهش

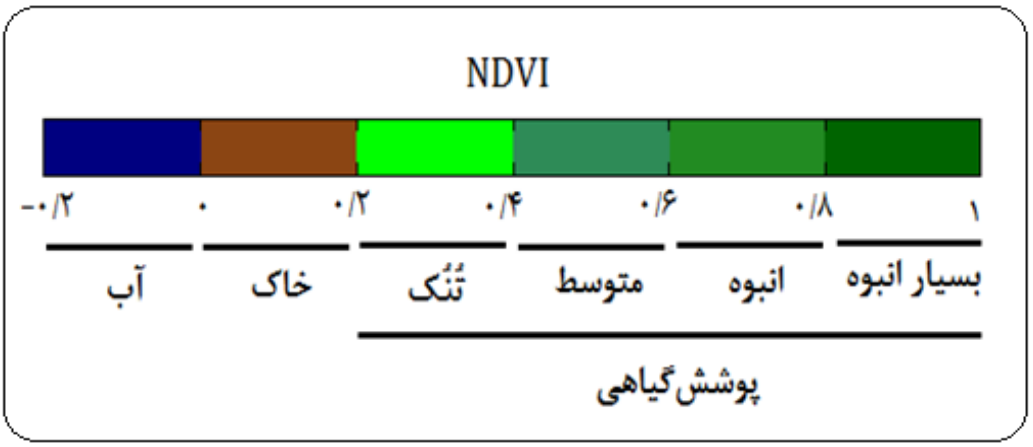
با توجه به اینکه ایران جزو ده کشور اول در معرض نابودی جنگل‌ها، نخستین پنج کشور مواجه‌شده با بیابان‌زایی، دومین کشور مواجه با بیشترین فرسایش خاک و صدوسی‌وچهارمین کشور جهان ازنظر پایداری زیست‌محیطی (بنا بر آمار سال ۲۰۰۵ برنامه محیط زیست سازمان ملل) است، اهمیت پوشش گیاهی در تأمین اکسیژن، جلوگیری از فرسایش و همچنین تأمین آب زیرزمینی بر همگان به‌ویژه اهل علم بیش از پیش آشکار است. مهم‌ترین عامل در تثبیت خاک، پیشگیری از روند فرسایش و جذب آب، پوشش گیاهی است. در این بین توجه به پوشش جنگلی در مقایسه با سایر پوشش‌های گیاهی مانند درختچه‌ها و گیاهان مرتعی به دلیل توان زیاد حفظ آب و خاک بیشتر است. با علم به اینکه بیشتر حوضه‌های آبخیز و نقاط بحرانی ایران در مناطق کوهستانی و پرشیب واقع است و همچنین این عرصه‌ها توده‌های تنک و تخریب‌یافتهٔ جنگلی دارد یا کاملاً بدون پوشش درختی است، لزوم برنامه‌ریزی و به‌ویژه مطالعات مناسب در این‌باره کاملاً ضروری به نظر می‌رسد.

تفاوت شدید دما و بارش در ایران، یکی از بارزترین ویژگی‌های آب‌وهوایی ایران با سایر نقاط جهان است. با مقایسهٔ آب‌وهوای نقاط مختلف کشور به‌خوبی به این تنوع و اختلاف پی برده می‌شود؛ برای نمونه میانگین سالیانهٔ بارش ایران نزدیک به ۲۵۰میلی‌متر است؛ اما بارش دریافتی مناطق کویری از ۵۰میلی‌متر هم کمتر است. در عوض در بعضی نقاط کرانه‌های خزر بارش سالیانه نزدیک به ۱۸۰۰میلی‌متر است (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۲۲). از سوی دیگر ایران از دیدگاه دما نیز بسیار متنوع است. دلیل این تنوع، همسایگی خشکی ایران با دو تودهٔ بزرگ آب در شمال و جنوب، گستردگی در عرض جغرافیایی و تنوع ناهمواری است. میانگین دمای ایران ۱۸درجهٔ سلسیوس است که نسبت به میانگین جهانی ۱۵درجهٔ سلسیوس بیشتر است. درنتیجه ایران گذشته از فقر بارش، گرمای زیادی نیز دارد (همان: ۹۲)؛ بنابراین

www.SID.ir

تنوع، ویژگی ذاتی آب‌وهوای ایران است و هیچ‌کدام از عناصر آب‌وهوایی تصویر همگنی ارائه نمی‌دهد. این ناهمگنی و تنوع عناصر آب‌وهوایی بر پوشش گیاهی، نوع خاک و روش زندگی مردم اثر گذاشته است؛ به‌طوری‌که جنگل‌ها و مراتع سرسبز، مجاور بیابان‌های عریان و بی‌حاصل، کوه‌های پوشیده از برف در کنار چاله‌های خشک و دره‌های رسوبی پرجمعیت مجاور دشت‌های بی‌آب و بی‌بهره و عاری از سکنه قرار گرفته‌اند (علیجانی، ۱۳۸۹: ۲-۱). به دلیل پیچیدگی و تنوع آب‌وهوایی ایران شاهد پوشش گیاهی بسیار متفاوتی نیز هستیم. بررسی پژوهشگران دربارهٔ نمایهٔ NDVI بیشتر در مقیاس محلی و بازهٔ زمانی کوتاه‌مدت بوده است؛ بنابراین برای نخستین بار در این پژوهش میانگین بلندمدت پوشش گیاهی ایران به کمک NDVI بررسی شده است.

شکل (۲) مقادیر NDVI تعریف‌شده در این پژوهش را نشان می‌دهد. براساس تعریف مقادیر NDVI میان ۱-۰/۸ پوشش گیاهی بسیار انبوه، مقادیر میان ۰/۸-۰/۶ پوشش گیاهی انبوه، مقادیر میان ۰/۶-۰/۴ پوشش گیاهی متوسط، مقادیر میان ۰/۴-۰/۲ پوشش گیاهی تنک و مقادیر میان ۰/۲-۰ پوشش گیاهی فقیر و خاک پس‌زمینه در نظر گرفته شده است؛ البته ۰/۱ نشان‌دهندهٔ خاک پس‌زمینه است و مقادیر میان ۰/۲-۰/۱ نشان‌دهندهٔ علفزارها و بوته‌زارهاست که در این پژوهش به‌منزلهٔ خاک شناخته شده است. مقادیر کمتر از صفر نیز منابع آب و ممکن است دریاچه، تالاب، سد، برف و حتی یخ‌های کوهستانی (در دورهٔ سرد سال) باشد؛ به‌طورکلی در این پژوهش مقادیر NDVI بیش از ۰/۲ پوشش گیاهی در نظر گرفته شده است.

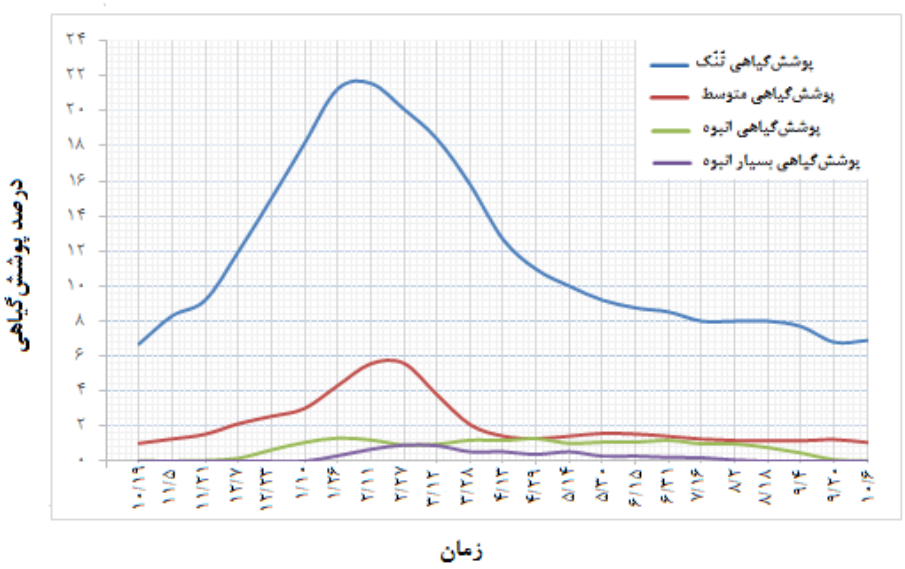


شکل ۲. مقادیر NDVI تعریف‌شده در این پژوهش

شکل (۳) آهنگ زمانی تغییرات انبوهی پوشش گیاهی را در طول سال خورشیدی در ایران نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود پوشش گیاهی تنک به رنگ آبی است و درصد بیشتری از ایران را دربرگرفته است. این نوع پوشش گیاهی در دی‌ماه کمینه (۱۰/۱۹) و در آغاز اردیبهشت‌ماه بیشینه (۲/۱۱) است. پوشش گیاهی متوسط به رنگ سرخ دیده می‌شود و پس از پوشش گیاهی تنک، بیشترین گسترهٔ ایران را پوشش داده است. این نوع پوشش گیاهی نیز مانند پوشش گیاهی تُنُک، در دی‌ماه کمینه

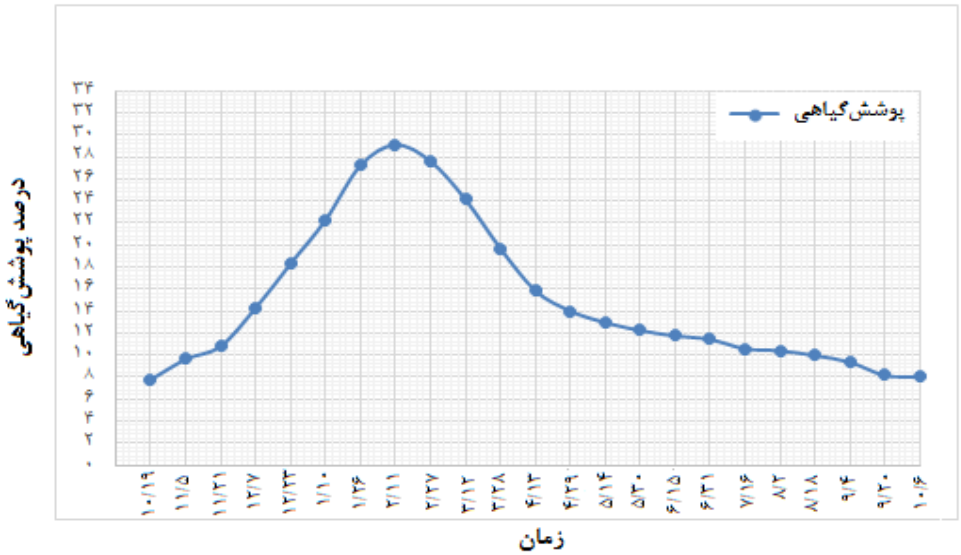
www.SID.ir

(۱۰/۱۹) و در آغاز اردیبهشت‌ماه بیشینه (۲/۱۱) است. پوشش گیاهی انبوه به رنگ سبز دیده می‌شود و در آغاز دی‌ماه کمینه (۱۰/۶) و در فروردین‌ماه بیشینه (۱/۲۶) است. پوشش گیاهی بسیار انبوه به رنگ صورتی دیده می‌شود و کمترین گسترهٔ ایران را پوشش داده است؛ به‌طوری‌که در زمستان دیده نمی‌شود و بیشینهٔ آن در اردیبهشت‌ماه ۲/۲۷ است.



شکل ۳. آهنگ زمانی تغییرات انبوهی پوشش گیاهی در طول سال (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳)

شکل (۴) آهنگ درصد گسترهٔ پوشیده از گیاه را در طول سال خورشیدی در ایران نشان می‌دهد؛ همان‌طور که دیده می‌شود پوشش گیاهی در دی‌ماه کمینه (۱۰/۱۹) است. در این هنگام کمتر از ۸درصد ایران پوشیده از گیاه است.



شکل ۴. آهنگ درصد گسترهٔ پوشیده از گیاه در طول سال

www.SID.ir

همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، این روند طبیعی است؛ زیرا دما نیز کمینه است و با وجود بارش زیاد، شرایط رویش گیاه فراهم نیست. پوشش گیاهی در آغاز اردیبهشت‌ماه بیشینه (۲/۱۱) است. در این هنگام پوشش گیاهی حدود ۳۰درصد ایران را پوشش داده و عناصر آب‌وهوایی به‌ویژه دما و بارش به تعادل رسیده‌اند و شرایط رویش گیاه فراهم است؛ به همین دلیل گسترهٔ پوشش گیاهی ایران در این هنگام چشمگیر است.

جدول (۱)، درصد انبوهی پوشش گیاهی ایران را در طول سال میلادی نشان می‌دهد. گذشته از تغییرات انبوهی پوشش گیاهی در طول سال، بیشینه، میانگین و درصد پوشش آب و خاک نیز دیده می‌شود. در ردیف آخر هم میانگین کل (برای حدود ۱۳ سال) بیان شده است.

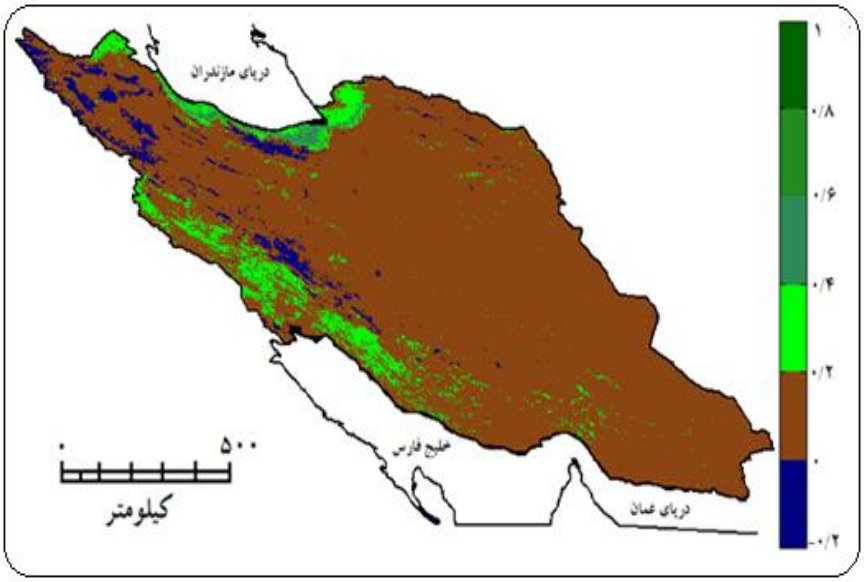
جدول ۱. درصد انبوهی پوشش گیاهی در طول سال

درصد پوشش گیاهی	درصد منابع آب و برف	درصد پوشش خاک	درصد پوشش گیاهی تنک	درصد پوشش گیاهی متوسط	درصد پوشش گیاهی انبوه	درصد پوشش گیاهی بسیار انبوه	زمان
۷/۷۷	۳/۷۳	۸۸/۵	۶/۷	۱/۰۳	۰/۰۳	۰	۱۰/۱۹
۹/۶۲	۴/۶۳	۸۵/۷۳	۸/۳	۱/۲۸	۰/۰۲	۰	۱۱/۵
۱۰/۸	۳/۴۳	۸۵/۷۴	۹/۲	۱/۵۵	۰/۰۵	۰	۱۱/۲۱
۱۴/۳۰	۲/۰۷	۸۳/۶۳	۱۱/۹۷	۲/۱۵	۰/۱۸	۰	۱۲/۷
۱۸/۳	۱/۱	۸۰/۶	۱۵	۲/۵۷	۰/۶۶	۰/۰۰۱	۱۲/۲۳
۲۲/۲۷	۰/۹	۷۶/۸۳	۱۸/۱۵	۳/۰۲	۱/۰۸	۰/۰۰۷	۱/۱۰
۲۷/۲۳	۰/۶۳	۷۲/۱۲	۲۱/۲۵	۴/۳۲	۱/۳۳	۰/۳۲	۱/۲۶
۲۹/۰۸	۰/۵	۷۰/۴	۲۱/۵۸	۵/۵۷	۱/۲۲	۰/۶۹	۲/۱۱
۲۷/۶	۰/۴۴	۷۱/۹۵	۲۰/۱	۵/۶	۰/۹۴	۰/۹۳	۲/۲۷
۲۴/۱۳	۰/۴۱	۷۵/۴۴	۱۸/۴	۳/۸	۰/۹۸	۰/۹	۳/۱۲
۱۹/۷	۰/۳۹	۷۹/۹۱	۱۵/۸	۲/۱	۱/۲۱	۰/۵۵	۳/۲۸
۱۵/۸۶	۰/۳۹	۸۳/۷۴	۱۲/۶۶	۱/۴۴	۱/۱۹	۰/۵۵	۴/۱۳
۱۴	۰/۳۷	۸۵/۶	۱۰/۹۶	۱/۳	۱/۳	۰/۴	۴/۲۹
۱۲/۹۴	۰/۳۵	۸۶/۷	۱۰	۱/۴۴	۱/۰۳	۰/۵۵	۵/۱۴
۱۲/۲۳	۰/۳۲	۸۷/۴۴	۹/۲	۱/۶	۱/۱	۰/۳	۵/۳۰
۱۱/۷۴	۰/۳۱	۸۷/۹۳	۸/۷۶	۱/۵۶	۱/۱	۰/۳	۶/۱۵
۱۱/۴۲	۰/۳۱	۸۸/۲۶	۸/۵۳	۱/۴۳	۱/۲	۰/۲۳	۶/۳۱
۱۰/۵۷	۰/۲۹	۸۹/۱۲	۸	۱/۲۷	۱	۰/۲۱	۷/۱۶
۱۰/۳۸	۰/۳	۸۹/۳۱	۸	۱/۱۹	۱	۰/۰۸	۸/۲
۹/۹۵	۰/۳۲	۸۹/۷۱	۸	۱/۱۸	۰/۷۹	۰/۰۰۱	۸/۱۸
۹/۳۵	۰/۵	۹۰/۱۳	۷/۷	۱/۱۷	۰/۴۸	۰/۰۰۰۱	۹/۴
۸/۱۵	۱	۹۰/۸۴	۶/۸	۱/۲۵	۰/۱	۰	۹/۲۰
۸/۰۲	۲	۹۰	۶/۹	۱/۰۸	۰/۰۳	۰	۱۰/۶

www.SID.ir

شکل (۵) نشان می‌دهد در دهۀ نخست و دوم دی‌ماه، میانگین بلندمدت نمایۀ ۱۶روزۀ NDVI ایران ناچیز است؛ به‌طوری‌که در این هنگام از سال پوشش گیاهی بسیار انبوه دیده نمی‌شود. پوشش گیاهی انبوه در بخش‌های محدودی از استان‌های گیلان، مازندران و گلستان دیده می‌شود و فقط ۰/۰۳درصد از کشور را دربرگرفته است که بسیار اندک است. در کرانۀ خزر و استان‌های خوزستان، بوشهر و حتی جنوب استان فارس و کرمان، پوشش گیاهی متوسط دیده می‌شود. این نوع پوشش گیاهی ۱/۰۳درصد کشور را دربرگرفته است. در کرانۀ خزر، غرب و جنوب غرب (منطبق بر زاگرس)، شمال شرق، جنوب شرق، استان‌های مرکزی کشور مانند تهران، قم، اصفهان و بخش‌های محدودی از کشور مانند دشت مغان و جنوب استان کرمان، پوشش گیاهی تنک به رنگ سبز روشن دیده می‌شود که ۶/۷درصد کشور را پوشش داده است. باید توجه داشت لکه‌های آبی‌رنگی که روی البرز، زاگرس و شمال غرب ایران دیده می‌شود، همه نشان‌دهندۀ آب نیست؛ بلکه ممکن است ناشی از وجود برف و یخ‌های کوهستانی باشد. این احتمال در این هنگام از سال به‌ویژه روی رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس به واقعیت بسیار نزدیک است؛ زیرا در بعضی ارتفاعات مانند دماوند، سبلان و زردکوه بختیاری برف دیده می‌شود؛ به همین دلیل است که در این هنگام از سال مقادیر آبی در کشور زیاد است و ۳/۷۳درصد از گسترۀ کشور را دربرگرفته است.

دما و بارش، مهم‌ترین بازیگران چرخۀ آب‌وهوا، نقش تعیین‌کننده‌ای در پوشش گیاهی دارند؛ بنابراین از یک سو به دلیل شرایط آب‌وهوایی (ازجمله وجود برف و یخ در کوهستان‌ها) سنجندۀ مودیس بخشی از البرز، زاگرس و شمال غرب ایران را آب تشخیص داده است و از سوی دیگر دمای کم در بسیاری از مناطق کشور مانع رشد گیاه شده است؛ به همین دلیل پوشش گیاهی ایران در این هنگام از سال کمینه است و فقط ۷/۷۷درصد گسترۀ ایران را پوشش داده است؛ بنابراین ۸۸/۵درصد کشور را خاک پس‌زمینه دربرگرفته است.



شکل ۵. میانگین بلندمدت نمایۀ ۱۶روزۀ NDVI ایران طی بازۀ زمانی ۵ تا ۱۹ دی‌ماه

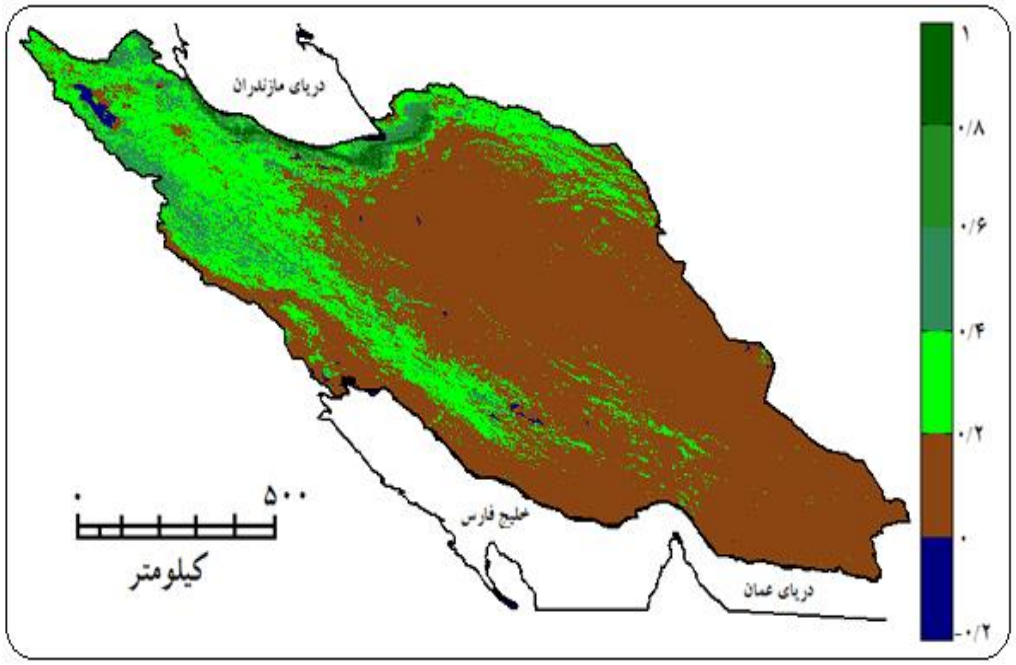
www.SID.ir

شکل (۶) نشان می‌دهد میانگین بلندمدت نمایهٔ ۱۶روزهٔ NDVI ایران در پایان فروردین و دههٔ اول اردیبهشت‌ماه بیشترین گستره را پوشش داده است؛ به‌طوری‌که گذشته از کرانهٔ خزر، شمال غرب و زاگرس را نیز پوشش داده است. به بیان بهتر فقط در این موقع از سال، شمال غرب ایران پوشش گیاهی چشمگیر دارد.

پوشش گیاهی بسیار انبوه گذشته از استان‌های گلستان و مازندران، در استان گیلان نیز دیده می‌شود که نسبت به ۱۶ روز پیش دو برابر شده و ۰/۶۹درصد ایران را دربرگرفته است؛ اما پوشش گیاهی انبوه کمتر شده و ۱/۲۲درصد ایران را پوشش داده است. این نوع پوشش گیاهی بیشتر در کرانهٔ خزر و مرکز استان فارس، کرمانشاه، تهران و جنوب همدان دیده می‌شود.

پوشش گیاهی متوسط بیشتر شده و حدود ۵/۵۷درصد ایران را پوشش داده است. پوشش گیاهی تنک به نسبت ۱۶ روز پیش تغییر چندانی نداشته و ۲۱/۵۸درصد ایران را دربرگرفته است. این نوع پوشش گیاهی بیشتر در زاگرس، شمال غرب و شمال شرق ایران به رنگ سبز روشن دیده می‌شود.

پهنه‌های آبی فقط ۰/۵درصد ایران را پوشش داده است که به دلیل ذوب برف‌ها نسبت به زمستان و آغاز بهار کمتر شده است؛ به‌طورکلی پوشش گیاهی ایران در این هنگام از سال بیشینه است؛ به‌طوری‌که ۳۰درصد ایران را دربرگرفته که در طول سال بی‌سابقه است.



شکل ۶. میانگین بلندمدت نمایهٔ ۱۶روزهٔ NDVI ایران طی بازهٔ زمانی ۲۶ فروردین تا ۱۱ اردیبهشت‌ماه

نتیجه‌گیری

ایران، سرزمینی با آب‌وهوای گرم و خشک در عرض میانه است. مهم‌ترین عامل زیست‌محیطی آن، کمبود منابع آبی است که به‌شدت در پراکنش پوشش گیاهی در کشور تأثیرگذار است؛ به بیان دیگر تغییرات پوشش گیاهی در کشور تابعی از توزیع زمانی دما و

www.SID.ir

بارش است؛ از این رو با تغییر این دو متغیر آب‌وهوایی، رفتار پوشش گیاهی نیز دستخوش تغییر می‌شود. ایران از نظر پوشش گیاهی فقیر است و همین پوشش فقیر نیز در حال نابودی است. از آنجا که نابودی پوشش گیاهی فرسایش خاک، بیابان‌زایی و درنهایت نابودی منابع آبی به‌ویژه آب‌های زیرزمینی را به دنبال دارد، بنابراین تلاش در جهت حفظ پوشش گیاهی و جلوگیری از پیامدهای زیان‌بار آن، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. به‌منظور برنامه‌ریزی برای حفظ، گسترش و حتی احیای پوشش گیاهی، شناسایی رفتار تغییرات آن در کشور بسیار ضروری است.

یکی از روش‌های جامع، کم‌هزینه و سریع در مطالعهٔ پوشش گیاهی، استفاده از داده‌های پوشش گیاهی ماهواره‌ای است. در این نوشتار برای بررسی میانگین بلندمدت پوشش گیاهی ایران از داده‌های ۱۶ روزهٔ نمایهٔ تفاضل بهنجارشدهٔ پوشش گیاهی (NDVI) سنجندهٔ مودیس – آکوا در فاصلهٔ زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۳ با تفکیک مکانی ۵۰۰ متر بهره گرفته شد. پس از انجام پردازش داده، برمبنای نزدیک به ۱۰ میلیارد یاخته، میانگین بلندمدت NDVI ایران محاسبه شد. با توجه به اینکه مقادیر NDVI بیش از ۰/۲ نشان‌دهندهٔ پوشش گیاهی است، میانگین بلندمدت پوشش گیاهی ایران برای هر ۱۶ روز در طول سال محاسبه شد. پوشش گیاهی در چهار دستهٔ بسیار انبوه، انبوه، متوسط و تنک بررسی شد. این بررسی نشان داد پوشش گیاهی تنک بیشترین گسترهٔ ایران را پوشش می‌دهد. این نوع پوشش گیاهی در ۱۹ دی‌ماه کمینه است و در ۰۲ اردیبهشت‌ماه به نهایت گسترش خود می‌رسد. رفتار پوشش گیاهی متوسط نیز همانند پوشش تنک است. گستردگی پوشش گیاهی انبوه در ۰۶ دی‌ماه به‌شدت محدود شده است و در ۲۶ فروردین‌ماه به اوج گسترش می‌رسد. پوشش گیاهی بسیار انبوه کمترین گسترهٔ ایران را دربرمی‌گیرد؛ به‌طوری‌که در زمستان دیده نمی‌شود و در ۲۷ اردیبهشت‌ماه به اوج گسترش خود می‌رسد. درمجموع پوشش گیاهی در ایران در دی‌ماه همزمان با اوج سرمای زمستانی به کمترین حد گسترش خود رسیده است؛ به‌طوری‌که حدود ۸درصد ایران را دربرمی‌گیرد. اوج گسترش پوشش گیاهی همزمان با بهبود شرایط آب‌وهوایی و آغاز فصل رشد گیاهان در اردیبهشت‌ماه است که حدود ۳۰درصد کشور را در بر می‌گیرد.

در این پژوهش فقط بررسی میانگین پوشش گیاهی در رده‌های مختلف ازنظر تراکم مدنظر بوده است؛ حال آنکه با بررسی سال‌به‌سال هریک از رده‌های پوشش گیاهی ازنظر تراکم، ارزیابی روند کاهش پوشش گیاهی در کشور، شناسایی مناطق آسیب‌پذیر و آسیب‌دیده، جلوگیری از تخریب بیشتر آنها و در مرحلهٔ بعد ترمیم یا احیای آنها امکان‌پذیر می‌شود؛ زیرا نابودی پوشش گیاهی، نابودی اکوسیستم و درنهایت نابودی تمدن چند هزارسالهٔ ایران‌زمین را به دنبال خواهد داشت.

منابع

احمدی، محمود، نارنگی‌فرد، مهدی و فخاری واحد، مجتبی، (۱۳۹۱). **پایش تأثیر تغییرات میزان بارش بر شاخص پوشش گیاهی در حوضهٔ آبریز سروستان**، همایش ملی تغییرات اقلیم و

www.SID.ir

مهندسی توسعهٔ پایدار کشاورزی و منابع طبیعی، تهران، شرکت علم و صنعت طلوع فرزین، ۸-۱.

سلام‌پور، کبری، معانی، مجید و قربانی، غفار، (۱۳۹۲). **بررسی آثار بارندگی فصل رویش بر میزان علوفهٔ برداشت‌شده از مراتع (مطالعهٔ موردی: شهرستان زنجان)**، اولین همایش ملی توسعهٔ پایدار کشاورزی با کاربرد الگوی زراعی، همدان، گروه توسعهٔ پایدار کشاورزی، ۸-۱.

علوی‌پناه، سید کاظم، (۱۳۸۵). **کاربرد سنجش از دور در علوم زمین**، جلد اول، چاپ دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

علیجانی، بهلول، (۱۳۸۹). **آب‌وهوای ایران**، جلد اول، چاپ دهم، تهران، انتشارات پیام نور.

فاتحی مرج، احمد و باقری‌نیا، مژگان، (۱۳۹۰). **بررسی خشکسالی مرتعی غرب ایران با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹**، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دورهٔ ۵، شمارهٔ ۱۶، ۲۲-۱۳.

مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۹۰). **آب‌وهوای ایران**، جلد اول، چاپ اول، مشهد، انتشارات شریعهٔ توس.

میرموسوی، سید حسین و کریمی، حمیده، (۱۳۹۲). **مطالعهٔ اثر خشکسالی بر پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر سنجندهٔ MODIS (مورد مطالعه: استان کردستان)**، جغرافیا و توسعه، دورهٔ ۱۱، شمارهٔ ۳۱، ۷۶-۵۷.

هادیان، فاطمه، حسینی، سید زین‌الدین و سیدحسنی، منصوره، (۱۳۹۳). **پایش تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از اطلاعات بارندگی و تصاویر ماهواره‌ای N0AA AVHRR در استان کرمانشاه**، نشریهٔ مرتع‌داری، دورهٔ ۱، شمارهٔ ۱، ۶۲-۴۶.

Conghe, S., (2005). **Spectral mixture analysis for subpixel vegetation fractions in the urban environment: How to incorporate endmember variability?** ,Remote Sensing of Environment, Vol 95 (2), 248–263.

Elwell, H. A., & Stocking, M. A., (1976). **Vegetal cover to estimate soil erosion hazard in Rhodesia**, Geoderma, Vol 15 (1), 61-70.

Gutman, G., & Ignatov, A., (1998). **The derivation of the green vegetation fraction from NOAA/AVHRR data for use in numerical weather prediction models**, International Journal of Remote Sensing, Vol 19 (8), 1533-1543.

Huete, H., Liu, Q., Batchily, K., & Van Leeuwen, W., (1997). **A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS**, Remote Sensing of Environment, Vol 59, 440-451.

Huete, A., (2004). **Remote Sensing for Natural Resources Management and Enviromental Monitoring**, Manual of remote sensing 3 ed., Vol 4, Univercity of Arizona.

Liu, C. L., Wu, J. J., (2008). **Crop drought monitoring using MODIS NDVI over Mid-Territory of China**, International Geosciense and Remote Sensing Symposium, 2008. IGARSS 2008, IEEE International (Vol 3, pp III-883), IEEE.

Numata, Izaya; A.Roberts, Dar; Sawada, Yoshito; A.Chadwick, oliver; P.Schimel, Joshua & V.Soares, Joao, (2007). **Earth Interaction**, No 11, Pp 1-25.

Qi, J., Chehbouni, A., Huete, A. R., & Kerr, Y. H., Sorooshian, S., (1994). **A Modified Soil**

www.SID.ir

Positive Correlation Between Soil Temperature and NDVI from 1982 to 2006 in Alpine Meadow of the Three-River Source Region on the Qinghai-Tibetan Plateau, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, No 13, pp 528-535.

Zhang, Y. X., Li, X. B., & Chen, Y. H., (2003). **Overview of field and multi-scale remote sensing measurement approaches to grassl and vegetation coverage**, Advanced Earth science, Vol 18 (1), 85-93 (in Chinese with English abstract).

ftp://ladsweb.nascom.nasa.gov/allData (2015.15.8)

http://glossary.ametsoc.org/wiki/Main_Page. (2015.10.9)

http://Www.unep.org. (2015.15.9)

Adjusted Vegetation Index (MSAVI), Remote Sensing of Environment, Vol 48 (2), 119-126.

Rondeaux, G., Steven, M., & Baret, F., (1996**). Optimisation of soil-adjusted vegetation indices**, Remote Sensing of Environment Vol 55 (2), 95-107.

Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., Deering, D. W., & Harlan, J. C., (1974). **Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation**, NASA/GSFG, Type III. Final Report, 371.

Wang, X., H. Xie., (2009). **New methods for studying the spatiotemporal variation of snow cover based on combination products of Modis Terra and Aqua**, Jornal of Hydrology, Vol 371(1-4), 192-200.

Xu, W., Gu, S., Zhao, X.Q., Xiao, J., Tang, Y., Fang, J., Zhang, J., Jiang, Sh., (2011). **High**

www.SID.ir