نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال هجدهم، شماره ۴۸، بهار ۹۷

واکاوی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده‌ی مودیس

دریافت مقاله: ۹۶/۶/۲۰ **پذیرش نهایی**: ۹۶/۱۱/۱۳
صفحات: ۵۷-۴۱

فخری سادات فاطمی نیا : دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
f.fateminiya@yahoo.com
بهروز سبحانی: دانشیار گروه اقلیم شناسی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران[1].
sobhani@uma.ac.ir
سید ابوالفضل مسعودیان: استاد گروه اقلیم شناسی دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
porcista@yahoo.ie

چکیده

در این پژوهش، وضعیت گستره‌ی برگ در ایران از سال ۱۳۹۵-۱۳۸۱ با دورسنجی بررسی شد. برای این منظور به گردآوری و استخراج داده‌های نمایه‌ی گستره‌ی برگ برای چارچوب قلمرو ایران از تارنمای مودیس اقدام شد. سپس، با استفاده از برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار متلب به منظور انجام مجاسبات آماری- ریاضی پایگاه داده‌ای تشکیل گردید. پس از واکاوی داده‌ها، امکان تهیه‌ی نقشه‌ی میانگین بلندمدت ماهانه برای هر یک از ماه‌های سال فراهم گردید. این نقشه‌ها، نشان‌دهنده‌ی این امر هستند که نواحی مرکز، شرق و جنوب‌شرق تقریباً فاقد گستره‌ی برگ هستند و یا گستره‌ی برگ بسیار تنک در برخی مناطق دیده می‌شود. در مقابل نیمه‌ی شمالی و غربی کشور دارای گستره‌ی برگ مناسبی هستند که به استثنا جنگل‌های هیرکانی و ارسباران عموماً شامل کشتزارها می‌شود. دو عامل اصلی برای رشد و نمو گیاهان، بارش و دمای مناسب می-باشد که این دو شرط در غرب کشور به دلیل قرارگیری در مسیر بادهای غربی مهیاست. از نظر زمانی نیز اردیبهشت و خرداد بالاترین میانگین گستره‌ی برگ و آذر و دی کمترین میانگین را دارا هستند. در مرحله‌ی بعد، بررسی ۱۵ سال داده‌های نمایه‌گستره‌ی برگ به روش تحلیل خوشه‌ای بر پایه‌ی محاسبه‌ی فواصل اقلیدسی و روش ادغام وارد نشان داد که تمام ۱۲ ماه سال در دو گروه اصلی جای می‌گیرند و در واقع در دو دوره با پوشش گیاهی قوی و ضعیف، تقسیم‌بندی می‌شود. در این تحلیل، فروردین در دوره‌ی سرد سال و مهرماه در دوره‌ی گرم سال به عنوان ماه‌های گذار می‌باشند و در طبقه‌ای جداگانه قرار گرفته‌اند.

کلید واژگان: واکاوی، رفتار زمانی، نمایه‌ی گستره‌ی برگ، ایران.

---

۱. نویسنده مسئول: اردبیل، بلوار دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم انسانی، گروه اقلیم شناسی .

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]

مقدمه

نمایه‌ی گستره‌ی برگ[1]، یکی از فراسنج‌های مهم و اساسی در بسیاری از پژوهش‌های آب و هواشناسی و کشاورزی به شمار می‌رود. این نمایه که یکی از نمایه‌های پوشش گیاهی است، بیانگر مقدار سطح فتوسنتزکننده‌ی گیاه و مصرف آب توسط گیاه(تبخیر و تعرق) و همچنین عملکرد محصول می‌باشد(Wang et al,2005). LAI، به عنوان مجموع مساحت یک طرف برگ گیاهان در واحد سطح زمین تعریف می‌شود که به صورت یک عدد بر حسب مترمربع بر مترمربع بیان می‌شود (Jonkheere, 2004: 22). در واقع، این نمایه، عبارت از مقدار سطح برگ در یک مترمربع از پوشش گیاهی به مترمربع زمین می‌باشد. این نمایه، نسبت مساحت سطح فوقانی برگ‌های گیاه به مساحت زمین واقع در زیر برگ‌ها است. بازه‌ی تغییرات این نمایه با توجه به نوع گیاه و مراحل مختلف رشد گیاه، متفاوت می‌باشد. یعنی کمینه و بیشینه‌ی این نمایه به ترتیب در مرحله‌ی چندبرگی گیاه و مرحله‌ی پایانی رشد گیاه است(بادیه‌نشین و همکاران،۱۳۹۳:۱۵۵) این نمایه، قادر به نشان دادن میزان حاصلخیزی خاک، رویش و یا نابودی درختان، افزایش نیتروژن، میزان زیست‌توده، افزایش محصول و کاهش یا افزایش برگ‌های پوشش گیاهی است(Afas & et al, 2005:536 ; Arias, 2007: 190). پایش این نمایه، به منظور مدیریت آبیاری و عملیات کشاورزی در شبکه‌ی زهکشی و آبیاری اهمیت دارد(بادیه‌نشین و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۵۵).

تاکنون روش‌های زیادی به منظور محاسبه‌ی تعیین میزان درصد پوشش گیاهی و کاربردهای گوناگون آن ارائه شده است. به عنوان نمونه می‌توان به روش‌های مستقیم(برداشت میدانی) و روش‌های غیرمستقیم (استفاده از تصاویر ماهواره‌ای) اشاره نمود. یکی از ابتدایی‌ترین و قدیمیترین روش‌ها روش مستقیم و وزن-کشی است. در این روش، سطح برگ گیاهان به صورت مستقیم اندازه‌گیری می‌گردد. از جمله محدودیت‌های این روش می‌توان به هزینه‌بر بودن، طولانی بودن زمان برآورد، نمونه‌برداری تخریبی در صورت جمع‌آوری بر گ ناشی از قطع و نابودی درختان اشاره نمود(Maire et al, 2011: 586-599). در بسیاری از مواقع، اندازه‌گیری مستقیم نمایه‌ی گستره‌ی برگ مستلزم تخریب قسمتی از سطح زمین و مزرعه است)Le Maire et al, 2011:;Yang, W et al, 2006;Yang, P et al, 2006:).

در کل، این روش نه تنها، دید کاملی از پوشش گیاهی منطقه‌ی مورد نظر ارائه نمی‌دهد، بلکه درصد خطاها نیز در آن بسیار زیاد می‌باشد(درویش‌زاده و همکاران،۱۳۹۱: ۲۶). روش‌های غیرمستقیم که امروزه در اغلب کشورها به کار می‌روند، با استفاده از مؤلفه‌هایی که به سهولت قابل اندازه‌گیری هستند، میسر می‌شود. عمدتاً انجام عمل برآورد در این گونه روش‌ها بر پایه‌ی اندازه‌گیری میزان نور عبور یافته از میان تاج پوشش درختان و با استفاده از ابزارهای پیشرفته به ویژه وسایل اپتیکی و بررسی انعکاس طیف نوری بر روی داده‌های ماهواره‌ای و یا عکس‌های هوایی استوار است(عدل، ۱۳۸۶: ۴۱۸). در هر منطقه، کسب اطلاعات در مورد وضعیت پوشش گیاهی، انواع آن، میزان و پراکنش آن‌ها، وضعیت سبزینگی یک منطقه در سال‌های مختلف(تغییرات دوره‌ای) دارای اهمیت می‌باشد. نمایه‌های گیاهی، در طی چند سال گذشته در بررسی منابع طبیعی و پایش پوشش گیاهی کاربرد وسیعی پیدا کرده‌اند(سپهری، ۱۳۸۱؛ ۲۶۰ ؛ رحمانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۹). در واقع نمایه‌های گیاهی باعث برتری یافتن پوشش‌های گیاهی از دیگر پدیده‌ها می‌گردند(علوی-

1 - leaf area index

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]

پناه،۱۳۸۲: ۷۱-۷۰؛ علوی‌پناه و همکاران، ۱۳۸۵: ۸۴). همچنین این نمایه به طور غیر مستقیم با میزان فرسایش خاک، بررسی خشکسالی(Ghulam, 2006) ،آتش‌سوزی(Burgan et al, 1996)، مدیریت منابع طبیعی و سایر پدیده‌های مؤثر بر سطح زمین و جوامع زیست‌انسانی ارتباط پیدا می‌کند. به طور مثال، هر چه درصد پوشش گیاهی[۱] افزایش یابد، میزان فرسایش خاک کاهش می‌یابد(Burgan et al, 1976). امروزه، پایش طولانی‌مدت نمایه‌ی گستره‌ی برگ می‌تواند درک درستی از تغییرات پویا در بهره‌وری و اثرات اقلیم بر روی اکوسیستم‌های گیاهی فراهم کند(نوروزی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱).

تهیه‌ی اطلاعات در مورد نمایه‌های پوشش گیاهی در مقیاس وسیع و جهانی از سال ۱۹۸۱ و به کمک داده-های سنجنده‌ی AVHRR ماهواره‌ی نوآ امکان‌پذیرگردید. سپس به کمک ماهواره‌هایی با قدرت تفکیک بهتر و سنجنده‌های توسعه‌یافته‌تری مانند VEGETATION سنجنده‌ی اسپات[۲]و مادیس ماهواره‌ی ترا برای سطوح جهانی و ملی توسعه یافت. استفاده از سری‌های زمانی تصاویر مادیس با قدرت تفکیک ۲۵۰ متر در سطح ملی ایران بهتر از تصاویر نوآ خواهدبود(سازمان فضایی ایران[۳]). در رابطه با گستره‌ی برگ، پژوهش‌های زیادی انجام شده است.

تافین‌دونگ و همکاران[۴](۲۰۱۶ :۶۳)، گستره‌ی برگ گندم زمستانه را با استفاده از داده‌های تلفیقی سنجنده-ی مادیس و لندست ۸ بررسی نمودند. ایشان به منظور تخمین میزان محصول به جمع‌آوری نمایه‌ی گستره-ی برگ سبز (GLAI) پرداختند. بدین منظور با استفاده از دو مدل ESTARFM [۵] و STARFM[۶]، به برآورد میزان گستره‌ی برگ پرداختند. نتایج نشان داد زمانیکه داده‌های سنجش از دور محدود باشد، الگوریتم‌های ترکیبی، پایش رشد محصولات و تخمین میزان رشد آن‌ها را بهبود می‌دهد. هوآن‌جین و همکاران[۷](۲۰۱۷: ۵۲)، به مطالعه‌ی گستره‌ی برگ در جنوب‌غرب چین و ارتباط آن با توپوگرافی، زمان و نوع نوع پوشش گیاهی در سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۱ در مادیس و GLASSپرداختند. نتایج نشان داد که بازیابی‌ها در هر دو مورد نسبت به شاخص‌های توپوگرافی حساس هستند. اختلاف نمایه‌ی گستره‌ی برگ در این دو مورد برای ۶۴/۷۰ درصد از پیکسل‌های بازیابی شده در جنوب‌غرب چین ۰/۵+_ می‌باشد. نمایه‌ی گستره‌ی برگ برای این منطقه، بیشتر شامل چمن و محصولات زراعی است و جنگل‌های پهن‌برگ را کمتر شامل می-شود. لوکاپاسولی و همکاران [۸](۱۵۹؛۲۰۱۷) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مادیس به بازیابی الگوریتم نمایه-ی گستره‌ی برگ در مراتع کوه‌های آلپ پرداختند. ایشان داده‌های سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۵ را با دو تفکیک ۱۰۰۰ و ۲۵۰ متر مورد بررسی قرار دادند. داده‌های نمایه‌ی گستره‌ی برگ برای هر دو نوع تفکیک مکانی با

۱- Fraction of Vegetation، درصد پوشش گیاهی عبارت از نسبت سطح پوشیده از گیاه در زمین به سطح کل است(ژانگ و همکاران ،۲۰۰۳).

2 - Spot Sensor
3 -http://old.isa.ir/page=sanjeshpages/Applications-5-1
4 - Taifeng Dong & et al
5 - Enhanced STARFM
6 - Spatial and Temporal Adaptive Reflectance Fusion Model
7 - Huaan Jin & et al
8- Luca Pasolli & et al

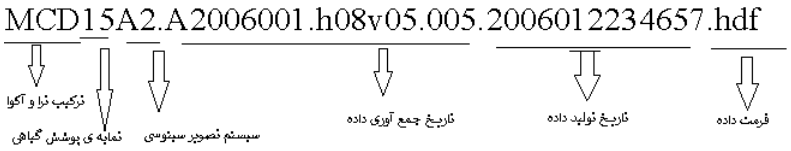
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]

استفاده از سری زمانی اعتبارسنجی شدند. نتایج ایشان قابلیت الگوریتم پیشنهادی را برای به دست آوردن نمایه‌ی گستره‌ی برگ با RMSE کلی ۱/۶۸ مترمربع بر مترمربع در محیط‌های باز و کوهستانی نشان داد.

روش تحقیق

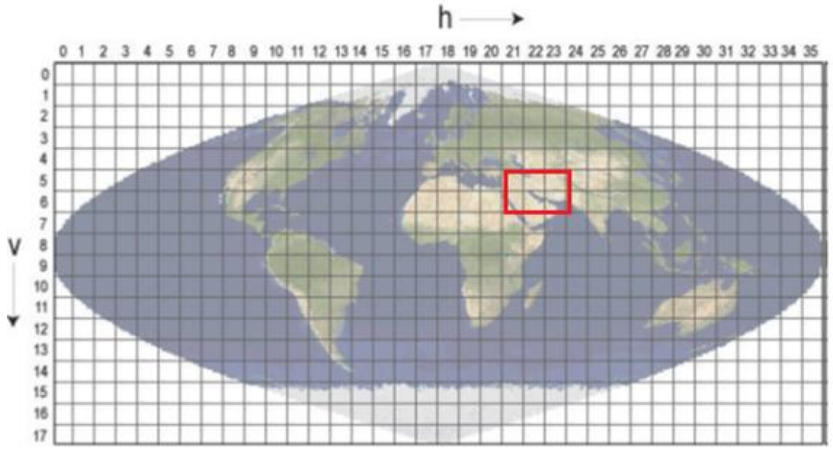
در پژوهش حاضر، از داده‌های سنجنده‌ی مودیس استفاده شده است. تفکیک مکانی این داده‌ها یک کیلومتری است. بنابراین برای مناطقی که پوشش گیاهی چندان گسترده‌ای هم نداشته باشند، بررسی امکان‌پذیر است. همچنین نمایه‌ی گستره‌ی برگ در سنجنده‌ی مادیس، دارای تفکیک زمانی ۸ روزه است که از سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۸۱ در دسترس است و از تارنمای ftp://ladsweb.nascom.nasa.gov قابل دریافت می‌باشند.

نمایه‌ی LAI/FPAR با استفاده از سیستم شبکه‌بندی سینوسی تولید شده است. در شبکه‌بندی سینوسی، ایران روی شش تصویر مادیس قرار می‌گیرد و با موزاییک کردن این تصاویر و کاشی‌ها در کنار یکدیگر، پوشش کل ایران به دست می‌آید. به دلیل آن‌که شروع جمع‌آوری داده‌های LAI از صد و هشتاد و پنجمین روز سال ۲۰۰۲ میلادی(روز ۶ ماه ژولای(۲۰۰۲/۷/۶) مقارن با (۱۳۸۱/۴/۱۵) بوده است، به همین دلیل در سال ۱۳۸۱ ، تعداد ۱۳۸ کاشی موجود است. از سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۹۵ برای هر سال ۲۷۶ کاشی موجود است که جمعاً شامل ۴۰۰۲ کاشی می‌باشد. در شکل1، h نماد کاشی‌های افقی و v نماد کاشی‌های عمودی است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کاشی‌های H21v05, h21v06, h22v05, h22v06, h23v05, h23v06 کل ایران را پوشش می‌دهند. این کاشی‌ها با فرمت HDF-EOS و ۱۰×۱۰ درجه‌ی قوسی(استوایی) هستند(Mcst, 2006: 1-61)(جدول۸). لازم به ذکر است که محصول مورد استفاده در پژوهش حاضر، محصول MCD15A2 می‌باشد. این محصول، ترکیب۱ تصاویر ترا و آکوا می‌باشد. نام تصاویر نمایه‌ی گستره‌ی برگ که توسط مودیس تولید شده است به صورت زیر شرح داده می‌شود:



۱ - Combined

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]



شکل(۱). شبکه‌بندی سینوسی سنجنده‌ی مادیس

در این پژوهش، از روش‌های تحلیلی- آماری جهت واکاوی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در تصاویر مودیس با استفاده از نرم‌افزارهای متلب[۱] و گوگل‌ارث[۲] با رویکرد کاربردی بهره گرفته شده است. برای انجام این پژوهش، ابتدا با استفاده از نرم‌افزار متلب به موزائیک‌بندی و تعیین قلمرو ایران در مجموعه‌ی داده‌های ماهواره‌ای مودیس پرداخته شد. پس از آن اقدام به گردآوری و استخراج داده‌های نمایه‌ی گستره‌ی برگ برای چارچوب قلمرو ایران از تارنمای مادیس نمودیم. سپس، با استفاده از برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار متلب به منظور انجام محاسبات آماری- ریاضی پایگاه داده‌ای تشکیل گردید که تمام تجزیه و تحلیل‌ها و واکاوی‌های همدیدی-آماری نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران بر مبنای این پایگاه داده صورت پذیرفت.

نتایج

یکی از روش‌های واکاوی مکانی، بررسی میانگین بلندمدت می‌باشد. از این‌رو، در این پژوهش سعی شده است تا میانگین بلندمدت ماهانه‌ی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور، از مجموعه‌ی۱۵سال تصاویر مربوط به نمایه‌ی گستره‌ی برگ در سنجنده‌ی مادیس استفاده شده است که با کمک نرم‌افزارهای اقلیمی که به آن اشاره شد به واکاوی مکانی این نمایه در ایران طی دوره‌های آماری ۱۳۹۵-۱۳۸۱به صورت ماهانه پرداخته شده است. از آنجا که آگاهی از پوشش گیاهی هر منطقه، نماینده‌ی شرایط آب و هوایی هر محل می‌باشد، در پژوهش حاضر، طبقه‌بندی پوشش گیاهی ایران بر اساس نمایه‌ی گستره‌ی برگ، از اهداف اصلی است. به همین منظور، پس از واکاوی داده‌ها در محیط نرم‌افزار متلب، امکان تهیه‌ی نقشه برای هر یک از ماه‌های سال فراهم گردید. این نقشه‌ها، شباهت مکان‌ها از نظر پوشش گیاهی را نمایش می‌دهند.

[۱] - Matrix Labratory(MATLAB)

[۲] - Google Earth

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]

با توجه به جدول (۱)، کمینه‌ی پوشش گیاهی در تمام ماه‌ها صفر و بیشینه‌ی آن ۶/۵۴ می‌باشد. به همین دلیل راهنمای نقشه‌ها از صفر تا ده قرار داده شد. عدد صفر در راهنما به معنای عدم پوشش گیاهی نیست، بلکه این بدان معناست که یاخته‌هایی که کد صفر دارند دارای گستره‌ی برگ ضعیف هستند و با افزایش کدها تا کد ۶/۵ گستره‌ی برگ نیز به تدریج شدت بیشتری می‌یابد. به عبارت دیگر کد ۶/۵ نشان می‌دهد که در محدوده‌ی مورد نظر در هر مترمربع از زمین، نمایه‌ی گستره‌ی برگ نیز یک مترمربع می‌باشد.

به منظور بررسی بیشتر، راهنمای نقشه‌ها از نظر شدت پوشش گیاهی به ۵ گروه تقسیم شدند. از میان گروه‌های به دست آمده یاخته‌های بالاتر از ۳ که نشان‌دهنده‌ی وضعیت بهتر و تراکم بیشتر گستره‌ی برگ هستند، مورد بررسی قرار گرفتند. دی و بهمن به ترتیب با(۲۹ و ۲۳ یاخته) ۰/۰۰۱ یاخته‌ی بالاتر از ۳ کمترین میزان را در بین ماه‌های سال دارند. در مقابل، خرداد و تیر به ترتیب با (۱۹۰۲۱ و۱۸۸۷۵ یاخته) ۱/۰۰۹ و ۱/۰۰۱ درصد یاخته‌ی بالاتر از۳ بالاترین تعداد یاخته را به خود اختصاص داده‌اند. از لحاظ میانگین گستره‌ی برگ نیز اردیبهشت‌ماه با ۰/۵۳ بالاترین و دی‌ماه با ۰/۱۳ کمترین میزان میانگین گستره‌ی برگ را دارا هستند. جدول (۱).

جدول (۱). درصد گستره‌ی برگ در طبقات مختلف(منبع: نویسندگان،۱۳۹۶)

درصد / ماه	درصدیاخته‌های بین ۰/۰۱-۰۰	درصدیاخته‌های بین ۰/۱-۰/۰۱	درصدیاخته‌های بین ۱-۰/۱	درصدیاخته‌های بین ۳-۱	درصدیاخته‌های بالاتر از ۳
فروردین	۰/۰۹	۰/۹۵	۳۸/۶۲	۱/۹۲	۰/۱٤
اردیبهشت	۰/۰۰۲	۰/۱۲	۳۸/۰۵	۲/۷۱	۰/۸٤
خرداد	۰/۰۰۰۳	۰/۰۲	۳۹/۰۰٦	۱/۷۱	۱/۰۰۹
تیر	۰	۰/۰۲	۳۹/٦۸	۱/۰٤	۱/۰۰۱
مرداد	۰	۰/۰۷	۳۹/۷٦	۱/۰٦	۰/۸۵
شهریور	۰/۰۰۰۰۵	۰/۱۵	۳۹/۸۸	۱/۰۸	۰/٦۸
مهر	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۱	٤۰/۳۳	۱/۱۵	۰/۲۵
آبان	۰/۰۰۰۱	۳/٦۱	۳۷/٤٤	۰/٦٦	۰/۰۲۵
آذر	۰/۱۳	۱۷/۸۷	۲۳/٦۰	۰/۱۳	۰/۰۰۲
دی	۱/۲۷	۲۰/۱۷	۲۰/۲۲	۰/۰۷٤	۰/۰۰۱
بهمن	۱/۷۷	۱۳/٤۲	۲٦/٤۰	۰/۱٤	۰/۰۰۱
اسفند	۰/٦۳	۳/٦۵	۳٦/۷۸	۰/٦٦	۰/۰۰٤

در فروردین‌ماه میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران ۰/۳۸ درصد می‌باشد. به عبارت دیگر ۰/۳۸ درصد از مساحت ایران در این فصل شاهد پوشش گیاهی در طبقات مختلف می‌باشد. نقشه‌ی فروردین‌ماه نشان می‌دهد که نمایه‌ی بالاتر از ۳ ،۰/۱۴ درصد از مساحت ایران را می‌پوشاند. انبوه‌ترین نمایه‌ی گستره‌ی برگ در حاشیه‌ی کرانه‌های خزر از آستارا تا شرقی‌ترین قسمت استان گلستان در منتهی‌الیه جلگه گرگان می‌باشد که شامل کشتزارهای وسیع چای، جو، گندم، برنج و جنگل‌های هیرکانی است که این جنگل‌ها از لحاظ گستره‌ی برگ درصد زیادی را به خود اختصاص داده‌اند. عرض این ناحیه تا شمال رشته‌کوه‌های البرز می‌باشد. پوشش گیاهی گردنه‌ی حیران، کشتزارها، باغات و شالیزارهای جنوبی خزر و همچنین جنگل‌های هیرکانی از جنوب رشت تا ترکمن‌صحرا، کشتزارهای جنوبی داراب، مزارع کلزا در فیروزآباد، کشتزارهای شرق رودخانه‌ی کر در جنوب مرودشت، کشتزارهای شمالی مرودشت، کشتزارهای غربی مصیری، نیزارهای

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]

منطقه‌ی حفاظت شده‌ی باکلان و چک در استان خوزستان،کشتزارهای شمالی شوش، کشتزارهای شمالی گیلان‌غرب، کشتزارهای شمالی و جنوبی سرپل‌ذهاب، کشتزارهای برنج ، گندم و جو در طالب‌آباد در استان تهران دارای نمایه‌ی بالاتر از سه هستند. به عبارتی در مناطق ذکر شده میزان گستره‌ی برگ در هر مترمربع از زمین، یک مترمربع می‌باشد ولی در مقابل، شرق زاگرس، نواحی داخلی و جنوب‌شرق ایران دارای کمترین نمایه‌ی گستره‌ی برگ در تمامی طبقات است و میزان این نمایه در هر متر مربع از زمین بسیار کمتر از یک متر مربع می‌باشد. اشکال(۲و۵).

اردیبهشت‌ماه با میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ ۰/۵۳ درصد در میان سایر ماه‌ها دارای بیشینه‌ی این نمایه می‌باشد. در این ماه، درصد نمایه‌ی بالاتر از ۳ نسبت به فروردین‌ماه افزایش یافته و به ۰/۸۴ رسیده است که این افزایش بیشتر در کرانه‌های خزری به چشم می‌خورد. در این ماه جنگل‌های ارسباران و قره‌داغ در شمال آذربایجان شرقی تا کلیبر، جنگل‌های منطقه‌ی حفاظت شده‌ی دیزمار در مردانقم، کشتزارهای بیله‌سوار، کشتزارهای شرق گرمی در استان اردبیل نمایه‌ی بالاتری دارند. حاشیه‌ی جنوبی دریای خزر از آستارا تا پارک ملی گلستان در جنوب‌شرق خزر دارای درصد بالای یاخته‌های بالاتر از ۳ نسبت به فروردین‌ماه هستند. کشتزارهای فرخ‌آباد و طالب‌آباد به ترتیب در غرب و جنوب استان تهران، کشتزارهای زین‌آباد و کرم‌آباد در جنوب و شمال مرودشت، نیزارهای منطقه‌ی حفاظت شده‌ی باکلان و چک نمایه‌ی بالاتر از ۳ را نشان می‌دهند. اشکال (۳و۶).

در خردادماه میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران ۰/۴۹ درصد می‌باشد که نسبت به ماه قبل روند کاهشی داشته است. در این ماه، نمایه‌ی گستره‌ی برگ بالاتر از ۳ در حاشیه‌ی سواحل خزر به خصوص از آستارا تا تالش نسبت به اردیبهشت‌ماه نمود بیشتری یافته و ۱/۰۰۹ درصد از ایران را در برگرفته است و در میان ۱۲ ماه مورد بررسی بالاترین میزان یاخته‌های بالاتر از ۳ را به خود اختصاص داده است. در واقع در حواشی سواحل خزر از آستارا تا شرق استان گلستان و پارک ملی گلستان در هر مترمربع، میزان این نمایه تقریباً یک مترمربع است که از طرف جنوب نیز به بخش‌های شمالی البرز منتهی می‌گردد. این محدوده شامل جنگل‌های هیرکانی، شالیزارها، مزارع چای، پنبه، گندم، جو و باغات کیوی و مرکبات می‌باشد. پس از آن جنگل‌های ارسباران، منطقه‌ی حفاظت شده‌ی دیزمار و ارسباران با پوشش بلوط، ارس و افرا دارای نمایه‌ی بالاتر از ۳ هستند. در جنوب‌غرب ایران تنها یک مورد در منطقه‌ی حفاظت شده‌ی باکلان و چک است که شامل درختچه‌های گز، پده و نیزار می‌باشد. باغات دره‌ی مرادبیک در همدان، کشتزارهای جنوب‌شرق شهر بهار، پوشش گیاهی اطراف دریاچه‌ی زریوار، باغات و کشتزارهای جنوبی مراغه، مزارع هندوانه و سیب‌زمینی در آذرشهر، کشتزارهای ترگور و گل‌تپه در غرب دریاچه‌ی ارومیه، کشتزارهای جنوبی سلماس، مراتع شمال‌غرب خوی، کشتزارها و مراتع چالدران، پوشش گیاهی واقع در مرز بین ایران و ترکیه، کشتزارهای جنوبی سراب، کشتزارها و باغات شرق هریس و جنگل‌ها و مزارع شرق گرمی در استان اردبیل دارای تراکم یاخته‌های بالاتر از ۳ هستند. اشکال (۴و۷).

در سه ماهه‌ی تابستان به دلیل کاهش بارندگی‌ها در اکثر مناطق ایران و افزایش دمای هوا، از تراکم پوشش گیاهی در برخی مناطق کاسته می‌شود. میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران در تیرماه ۰/۴۰ درصد می‌باشد. در این ماه، حواشی دریای خزر شاهد کاهش نمایه‌ی گستره‌ی برگ در تمامی طبقات به جز طبقه‌ی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]

سوم می‌باشد. اما در کل تیرماه با ۱/۰۰۱ درصد یاخته‌ی بالاتر از ۳ در میان ماه‌های تابستان بالاترین میزان را داراست. نمایه‌ی گستره‌ی برگ بالاتر از ۳ از حاشیه‌ی جنوب‌غربی خزر از آستارا تا منتهی‌الیه پارک ملی گلستان می‌باشد که شامل جنگل‌های هیرکانی است و شالیزارها و کشتزارها در این طبقه کمتر به چشم می‌خورد. جنگل‌های ارسباران در آذربایجان شرقی و همچنین زمین‌های کشاورزی اطراف تالاب هورالعظیم و نی‌ها و نیلوفرهای تالاب یاخته‌های بالاتر از ۳ را نشان می‌دهند. پوشش گیاهی دریاچه‌ی زریوار، باغات و کشتزارهای جنوب مراغه، کشتزارهای گل‌تپه، کشتزارهای جنوب سلماس، مراتع غرب خوی، کشتزارهای شمالی چالدران، پوشش گیاهی در شمالی‌ترین نقطه‌ی ایران در چشمه ثریا واقع در شمال استان آذربایجان غربی و جنگل‌ها و مزارع شرق گرمی دارای تراکم یاخته‌های بالاتر از ۳ هستند. اشکال (۸و۱۱).

در مردادماه میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران ۰/۳۶ می‌باشد. در این ماه، نمایه‌ی گستره‌ی برگ در تمامی طبقات به جز طبقه‌ی ۳ و ۱ افزایش یافته است. نمایه‌ی بالاتر از ۳ بالاخص در حاشیه‌ی خزر نسبت به تیرماه کاهش یافته است. از مردادماه، شمال‌غرب کشور شاهد تضعیف پوشش گیاهی در هر مترمربع است. از آنجا که کشتزارهای جو و گندم تقریباً درو شده‌اند این کاهش پوشش گیاهی طبیعی به نظر می‌رسد. میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ در مرداد ماه ۰/۳۶ درصد می‌باشد. یاخته‌های بالاتر از ۳ نیز در این ماه ۰/۸۵ درصد می‌باشد که پس از ماه‌های خرداد، تیر و اردیبهشت در رتبه‌ی چهارم قرار دارد. این یاخته‌ها شامل کل محدوده‌ی جنگل‌های هیرکانی از آستارا تا منتهی‌الیه پارک ملی گلستان به استثنا آمل تا گنبدکاووس و صومعه‌سرا تا رودسر در جنوب‌غربی خزر را شامل می‌شوند. مناطق جنگلی گرمی، کشتزارها و مراتع غرب پارس‌آباد مغان، جنگل‌های ارسباران با تراکم کمتر نسبت به تیرماه، شالیزارهای کامفیروز در شمال‌غرب دریاچه‌ی سد درودزن و کشتزارهای چغندرقند، پنبه و ذرت در شرق این دریاچه، کشتزارهای گل‌تپه، کشتزارهای سلماس و در نهایت نیزارهای اطراف تالاب هورالعظیم دارای گستره‌ی برگ بالاتر از ۳ می‌باشد. اشکال (۹ و۱۲).

میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران درشهریورماه ۰/۳۲ می‌باشد. در واقع شهریور نسبت به اردیبهشت حدود ۰/۲۰ درصد با کاهش نمایه‌ی گستره‌ی برگ مواجه است. با توجه به نقشه، در شهریورماه نمایه‌ی گستره‌ی برگ در تمامی طبقات به جز طبقه‌ی ۳ نسبت به مردادماه افزایش یافته است. این بدان معناست که در هر مترمربع از خاک ایران، یک متر مربع نمایه‌ی گستره‌ی برگ وجود دارد. در این ماه، یاخته‌های بالاتر از ۳ حدود ۰/۶۲ از کشور را در برگرفته است که نسبت به ماه قبل کاهش داشته است. در شهریور همانند ماه‌های قبل در اطراف تالاب هورالعظیم در منطقه‌ی حفاظت شده‌ی باکلان و چک نمایه‌ی بالاتر از ۳ دیده می‌شود. کشتزارهای جنوب تهران، جنگل‌ها و مزارع شرق گرمی، جنگل‌های ارسباران و جنگل‌های هیرکانی از جنوب آستارا تا پارک ملی گلستان به استثنا آمل تا گنبدکاووس و صومعه‌سرا تا رودسر در جنوب‌غربی خزر دارای نمایه‌ی گستره‌ی برگ بالاتر از ۳ هستند، اما تراکم و تعداد آن‌ها نسبت به ماه‌های قبل به شدت کاهش داشته است. در مابقی کرانه‌های خزر نیز کشتزارهای برنج، کنف، غلات، چای و ... با تراکم پایین، نمایه‌ی بالاتر از۳ دارند. اشکال (۱۰ و۱۳).

در مهرماه میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران ۰/۲۷ درصد می‌باشد و روند کاهشی این نمایه ادامه دارد. با شروع فصل سرد، به تدریج شاهد کاهش پوشش گیاهی هستیم، هر چند در مهرماه، سمت و سوی دما به

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]

طرف مساعد شدن و البته کاهش پیش می‌رود ولی کاهش و نبود بارش‌ها و همچنین گرمای طاقت‌فرسای فصل قبل باعث کاهش منابع آبی مورد نیاز گیاهان شده است. به همین دلیل در مهر ماه حتی اگر بارش‌ها برای رویش گیاه نازل شوند ولی دمای مناسبی برای رشد و پرورش گیاهان وجود ندارد. رفته رفته در مهرماه، حواشی دریای خزر شاهد کاهش شدید نمایه‌ی گستره‌ی برگ می‌باشد و طبقه‌ی ۳ و ۴ این نمایه بیشتر دیده می‌شود. در مهرماه همچون ماه‌های قبل نمایه‌ی بالاتر از ۳ از آستارا شروع می‌شود و باغات مرکبات انزلی، صومعه‌سرا، جنگل‌های هیرکانی در جنوب لنگرود و املش، باغات کیوی، مرکبات و خرمالو در تنکابن و مزارع کنف، خاکشیر، گل ختمی، کاسنی، گل گاوزبان و مزارع یونجه و اسپرس در اطراف آمل، بابل و نکا و همچنین جنگل‌های واقع در حاشیه‌ی جنوبی این شهرها تا استان گلستان را شامل می‌شود. علاوه بر این نیزارهای منطقه‌ی حفاظت شده‌ی باکلان و چک، کشتزارهای جنوبی اهواز، جنگل‌ها و مزارع شرق گرمی نیز نمایه‌ی بالایی دارند. اشکال (۱۴ و۱۷).

در آبان‌ماه ۰/۱۹ درصد از وسعت ایران دارای گستره‌ی برگ از ضعیف تا قوی می‌باشد. در این ماه نیز شاهد کاهش این نمایه در سراسر کشور می‌باشیم. در این ماه نیز شاهد کاهش این نمایه در سراسر کشور می‌باشیم. نیزارهای منطقه‌ی حفاظت شده‌ی باکلان و چک، حاشیه‌ی خزر و جنگل‌های هیرکانی، جنگل‌های حاشیه‌ی آبشار لاتون در جنوب آستارا، منطقه‌ی ییلاقی آق‌اولر تالش، جنگل گیسوم، کشتزارها و شالیزارهای شرق و غرب بندر انزلی، باغات چای و جنگل‌های لاهیجان و سیاهکل و املش تا جنگل‌های گلستان با تراکم پایین نسبت به مهرماه، یلخته‌های بالاتر از ۳ را نشان می‌دهند. اشکال (۱۵ و ۱۸).

در آذرماه میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ ۰/۱۴ و نمایه‌ی بالاتر از ۳ به طور ملموسی نسبت به سال قبل کاهش داشته و به ۰/۰۰۲ درصد رسیده است و این کاهش در کرانه‌های خزری نیز کاملاً مشهود است. در این ماه، پارک جنگلی گرگان، جنگل مارگین بهشهر، کشتزارها و شالیزارهای غرب قائم‌شهر، کشتزارها و شالیزارهای جنوب تنکابن، لشتو و رامسر، شالیزارها و باغات چای املش، لنگرود، لاهیجان، باغات چای فومن نشان دهنده‌ی یاخته‌های بالاتر از ۳ هستند. اشکال (۱۶ و۱۹).

دی‌ماه با میانگین گستره‌ی برگ۰/۱۳دارای پایین‌ترین میزان میانگین این نمایه در تمام سال می‌باشد. یاخته‌های۰/۱-۰/۰۱ بیشترین نمود را دارند. درصد یاخته‌های بالاتر از ۳ ، ۰/۰۰۱ می‌باشد. این یاخته‌ها شامل، باغات چای و شالیزارهای لاهیجان، لنگرود[1]، املش، تنکابن و غرب قائم‌شهر می‌باشد. در بقیه‌ی نقاط ایران هیچ یاخته‌ی بالاتر از ۳ در این ماه دیده نمی‌شود. اشکال (۲۰ و۲۳).

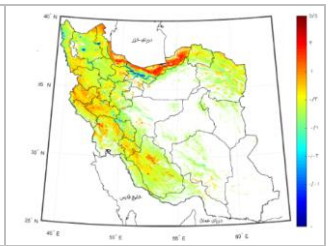
در بهمن‌ماه میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ تا حدودی بیشتر شده و به ۰/۱۶ رسیده است. درصد یاخته‌های بالاتر از ۳ نیز در این ماه همانند دی‌ماه ۰/۰۰۱ درصد می‌باشد ولی تعداد یاخته‌های بالاتر از ۳ در بهمن ۲۳ عدد می‌باشد که نسبت به ماه قبل ۶ یاخته کمتر شده است، با این وجود تعداد این یاخته‌ها در دوره‌ی سرد نسبت به ماه‌های دوره‌ی گرم همچون خرداد ماه با ۱۹۰۲۱ یاخته‌ی متراکم، به شدت کاهش یافته است. در این ماه، کشتزارهای ماهور در استان خوزستان، باغات چای و شالیزارهای لاهیجان، لنگرود، املش و غرب قائم‌شهر نمایه‌ی بالاتر از۳ را نشان می‌دهند. اشکال (۲۱ و۲۴).

۱- این دو مکان بالاترین تمرکز تولید چای در ایران را دارا هستند.

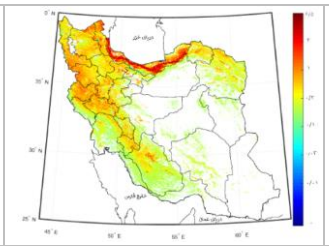
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]

در اسفندماه، در کرانه‌های خزر آب نقش تعدیل‌کننده‌ای بر روی دما دارد و باعث رشد و نمو گیاهان در این فصل از سال شده است. میانگین گستره‌ی برگ در این ماه ۰/۲۵ و تعداد یاخته‌های بالاتر از ۳ نیز در این ماه به ۸۲ یاخته با ۰/۰۰۴ درصد رسیده است که نسبت به ماه‌های قبل افزایش داشته است. افزایش یاخته‌های بالاتر از ۳ در برخی مناطق ساحلی دریای خزر، غرب وجنوب‌غرب کشور واقع در غرب زاگرس می‌باشد، این افزایش در بقیه‌ی نقاطی که دارای نمایه‌ی گستره‌ی برگ هستند و در واقع در سایر طبقات گستره‌ی برگ نیز مشهود است. این افزایش در پوشش گیاهی به دلیل نزدیک شدن به فصل گرم و مهیا شدن شرایط رویش گیاهان امری طبیعی است. در این ماه، یاخته‌های بالاتر از ۳ شامل کشتزارها، شالیزارها و باغات چای لاهیجان و لنگرود، مزارع چای جنوب املش، باغات کیوی و مرکبات در تنکابن و رحیم‌آباد کشتزارهای غلات، جو، گندم، شالیزارها و مزرعه‌ی پنبه در بابل، مزارع کلزا و شالیزارهای ساری، جنگل قرق، شالیزار و جنگل نظامی قائم‌شهر و کشتزارهای جنوب گنبدکاووس، کشتزارهای جنوب سرپل‌ذهاب، کشتزارهای مهران، کشتزارها و مزارع کلزا در دزفول، جنگل‌ها و مناطق حفاظت شده‌ی دز، کشتزارهای غرب مصیری، کشتزارها، مزارع کلزا در کارزین واقع در شهرستان قیر نشان دهنده‌ی یاخته‌های بالاتر از ۳ هستند. اشکال (۲۲ و ۲۵).

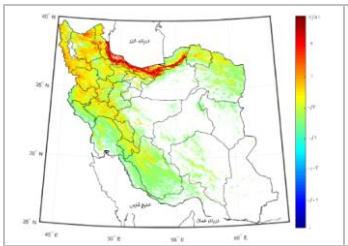
با توجه به تصاویر در تمام طول سال، اصولاً قلمرو خزری شامل کرانه‌ها و پسکرانه‌های جنوبی این دریا، قلمرو آذری در شمال‌غرب کشور مشتمل بر آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، زنجان، اردبیل و همچنین جنوب‌غرب کشور دارای پوشش گیاهی مناسبی هستند که منطبق بر بخش‌های پربارش و نیمه‌پربارش ایران هستند. در این رابطه، تأثیر توده‌های بزرگ آبی همچون خزر و خلیج فارس بر رطوبت جو و رویداد بارش در این قلمروها، نشان‌دهنده‌ی اهمیت این پهنه‌های آبی بر بارش و به تبع آن پوشش گیاهی این مناطق می‌باشد. با شروع فصل سرد، دمای پایین و همچنین وجود برف و یخ‌های کوهستانی در بسیاری از مناطق کشور مانع رشد و نمو گیاهان شده است. به همین دلیل است که در نیمه‌ی دوم سال، پوشش‌گیاهی در ایران کمینه است و گیاهان به خواب زمستانی رفته‌اند. در تمامی ماه‌ها بیش از نیمی از ایران یعنی شرق، جنوب‌شرق، نواحی مرکزی، نواحی ساحلی دریای عمان تقریباً خالی از نمایه‌ی گستره‌ی برگ می‌باشند. به عبارت دیگر، این مناطق از نظر پوشش گیاهی بسیار فقیر هستند و همان‌طور که در تصاویر آشکار است بیشتر از نیمی از مساحت کشور دچار فقر پوشش‌گیاهی است. در این تصاویر، مشاهده می‌شود که مناطقی که دارای ارتفاع بالاتری بوده‌اند و همچنین مناطقی که در حواشی ارتفاعات و پستی و بلندی‌ها قرار دارند نسبت به مناطق کم‌ارتفاع، کویری و همچنین مناطق مرکزی دارای نمایه‌ی گستره‌ی برگ بیشتری هستند.



شکل۲)، میانگین LAI درفروردین



شکل۳)،میانگینLAI دراردیبهشت



شکل۴)، میانگین LAI در خردادماه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]



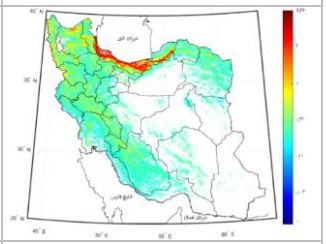
شکل۵)، میانگین LAI درفروردین



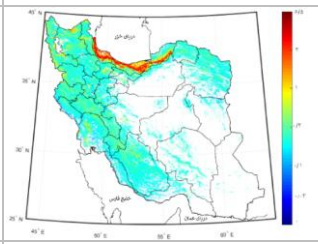
شکل۶)،میانگینLAI دراردیبهشت



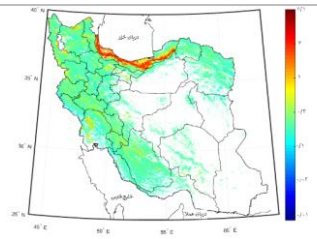
شکل۷)، میانگین LAI در خرداد



شکل۸)، میانگینLAI در تیر



شکل۹)، میانگین LAI در مرداد



شکل۱۰)،میانگینLAI درشهریور



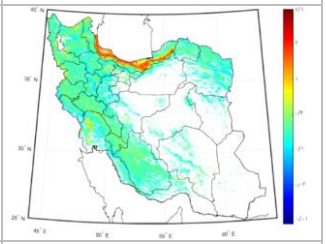
شکل۱۱)،میانگین LAI در تیر



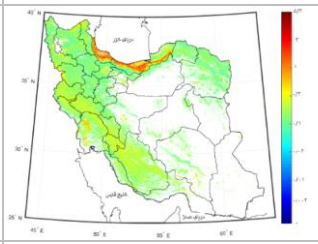
شکل۱۲)،میانگینLAIدر مرداد



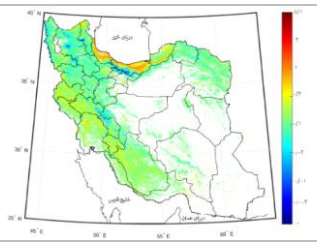
شکل۱۳)،میانگین LAIدر شهریور



شکل۱۴)، میانگین LAI در مهر

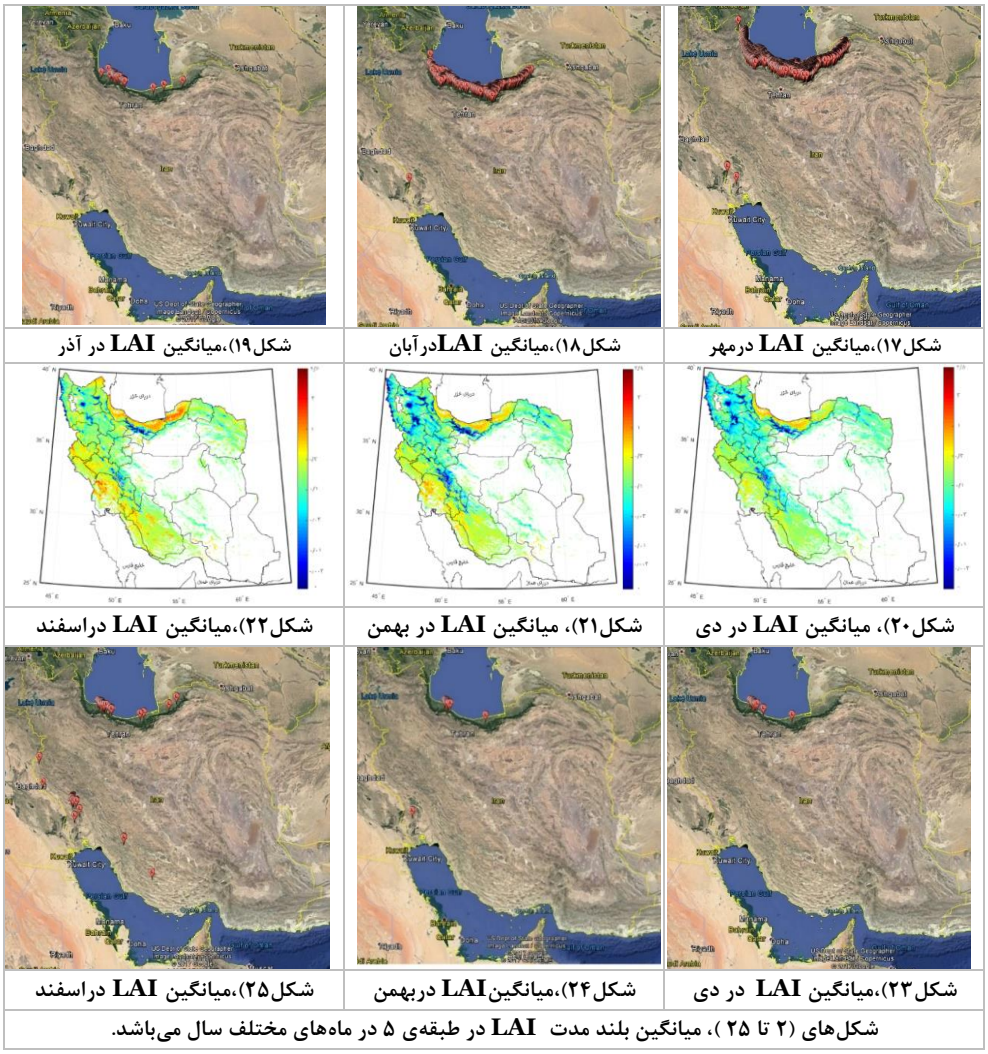


شکل۱۵)، میانگینLAI در آبان



شکل۱۶)، میانگین LAI در آذر

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]



شکل۱۷)،میانگین LAI درمهر | شکل۱۸)،میانگین LAIدرآبان | شکل۱۹)،میانگین LAI در آذر

شکل۲۰)، میانگین LAI در دی | شکل۲۱)، میانگین LAI در بهمن | شکل۲۲)،میانگین LAI دراسفند

شکل۲۳)،میانگین LAI در دی | شکل۲۴)،میانگین LAIدربهمن | شکل۲۵)،میانگین LAI دراسفند

شکل‌های (۲ تا ۲۵)، میانگین بلند مدت LAI در طبقه‌ی ۵ در ماه‌های مختلف سال می‌باشد.

در مرحله‌ی بعد، امکان طبقه‌بندی هر یک از ماه‌های سال فراهم گردید. در این رابطه، دارنمایی تهیه شد که وضعیت ماه‌های مختلف سال را از نظر نمایه‌ی گستره‌ی برگ نشان می‌دهد.

در پژوهش حاضر، دوره‌ی آماری داده‌های گستره‌ی برگ از تاریخ۱۳۸۱/۰۴/۱۵ تا ۱۳۹۵/۱۰/۱۱ به مدت ۱۵ سال می‌باشد. پس از آن، به منظور تهیه‌ی دارنما، پایگاه داده‌ها در نرم افزار متلب به صورت آرایه‌ی ۱۲*۸۶۴۰۰۰۰ با آرایش P تشکیل شد. آرایش P، آرایه‌ای از پایگاه داده‌ها است که در آن سطرها(m)، زمان و ستون‌ها(n)، داده‌های گستره‌ی برگ هستند. در پایگاه داده‌ها ۱۲ ماه به عنوان سطر و ۸۶۴۰۰۰۰ داده‌ی گستره‌ی برگ به عنوان ستون در نظر گرفته شد.

اولین شرط برای تهیه‌ی دارنما، محاسبه‌ی درجه‌ی همانندی است که در این خصوص روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که برخی از آن‌ها عبارتند از فاصله‌ی اقلیدسی، فاصله‌ی همبستگی، فاصله‌ی همینگ، فاصله‌ی ماهالانوبیس، فاصله‌ی مینکوسکی، فاصله‌ی کوسینوسی، فاصله‌ی بلوک‌شهری، فاصله‌ی جاکارد و

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]

فاصله‌ی چبیشف. غالباً در مطالعات اقلیمی و همچنین در پژوهش حاضر، برای محاسبه‌ی درجه‌ی ناهمانندی (همانندی) از فاصله‌ی اقلیدسی استفاده می‌شود. در مواردی که مقیاس اندازه‌گیری متغیرها متفاوت و دارای دامنه‌های مختلفی باشند استفاده از فاصله‌ی اقلیدسی استاندارد شده توصیه می‌شود. جدول(۲). از آن‌جا که در این پژوهش، تنها یک متغیرِ میزان گستره‌ی برگ بررسی می‌گردد تنها فاصله‌ی اقلیدسی محاسبه شده است. فرض کنید x_r بردار مشاهدات بر روی r و x_s بردار مشاهدات بر روی s باشد در این صورت فواصل یادشده در بالا بصورت جدول(۲) محاسبه می‌شوند.

جدول(۲). روش‌های محاسبه درجه همانندی

رابطه‌ی ۱، فاصله اقلیدسی	$d_{rs}^2 = (X_r - X_s)(X_r - X_s)'$
فاصله اقلیدسی (فاصله اقلیدسی استاندارد شده)	$d_{rs}^2 = (X_r - X_s)D^{-1}(X_r - X_s)'$
دراینجا D^{-1} آرایه‌ی قطری است که شامل پراش متغیرهاست.	

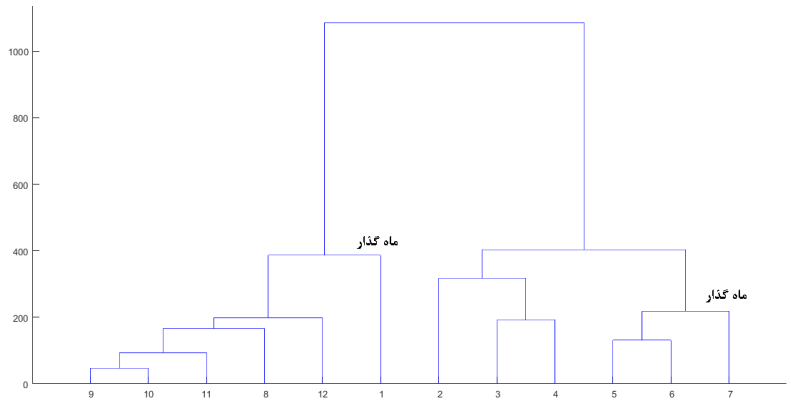
مأخذ:(مسعودیان، ۱۳۹۱: ۷۱)

با توجه به توضیحات فوق، در گام بعدی، پیکسل‌های خارج از محدوده‌ی ایران و همچنین سطرهایی که دارای نبود آماری بودند از آرایه حذف شدند و به این ترتیب آرایه‌ی نهایی به صورت یک آرایه‌ی ۱۲*۱۸۸۴۰۷۷ به دست آمد. این آرایه مبنای فواصل اقلیدسی قرار گرفت. پس از اندازه‌گیری درجه‌ی همانندی باید شیوه‌ای برای ادغام زمان‌هایی که بالاترین همانندی را نشان داده‌اند بکار برد. شیوه‌های مختلفی برای ادغام معرفی شده‌اند که از آن جمله می‌توان به پیوند تکی، پیوند کامل، پیوند متوسط، پیوند وزنی، پیوند مرکزی، پیوند میانه و پیوند وارد اشاره نمود. در پژوهش حاضر از روش ادغام وارد استفاده شده است. زیرا در این‌صورت میزان پراش درونگروهی به حداقل می‌رسد و همگنی گروه‌های حاصله به حداکثر می‌رسد(مسعودیان،۱۳۸۶: ۷). در روش وارد گروه‌های r و s در صورتی ادغام می‌شوند که افزایش پراش ناشی از ادغام آن‌ها نسبت به ادغام هریک از آن‌ها با دیگر گروه‌ها کمینه باشد رابطه‌ی(۲):

$$d(r,s) = \frac{n_r n_s d_{rs}^2}{(n_r + n_s)} \qquad \text{رابطه‌ی(۲)}$$

دراینجا d_{rs}^2 فاصله بین گروه r و گروه s است و n تعداد مشاهدات است. در مرحله‌ی بعد، بر روی آرایه‌ی داده‌ها یک تحلیل خوشه‌ای پایگانی(سلسله‌ای) به روش ادغام وارد صورت گرفت. برای محدوده‌ی مورد مطالعه که شامل ایران می‌باشد دارنمای کلی مشخص گردید. شکل(۲۶). بدین صورت که کل داده‌ها یعنی ۱۸۸۴۰۷۷ پیکسل با توجه به درجه‌ی همانندی(فاصله اقلیدسی) موجود در ابتدا به دو گروه بزرگ تقسیم شدند و سپس این مراحل تا پایین‌ترین سطح ادامه یافت تا اینکه همه داده‌ها در ۱۲ گروه جای گرفتند.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]



شکل(۲۶). دارنمای ماهانه‌ی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)

همان‌طور که در شکل (۲۶) مشاهده می‌شود، محور افقی نمایانگر ماه‌ها و محور عمودی، نشان‌دهنده‌ی فاصله‌ی اقلیدسی است. در این نمودار، ماه‌های سال، در نهایت در دو گروه بزرگ قرار می‌گیرند که خود حاکی از یک دوره‌ی گرم (با پوشش گیاهی قوی) و یک دوره‌ی سرد (با پوشش گیاهی ضعیف) می‌باشد. هر یک از این دو گروه بزرگ نیز خود به دو زیرگروه تقسیم می‌شوند که شامل یک طبقه مربوط به ماه‌های گذار و طبقه‌ی دیگر مربوط به پنج ماه باقیمانده در هر دوره‌ی سرد و گرم می‌باشد. در واقع، فروردین در دوره‌ی سرد سال و مهرماه در دوره‌ی گرم سال به عنوان ماه‌های گذار می‌باشند. به عبارت دیگر، به دلیل اینکه در فروردین ماه پوشش گیاهی در حال روییدن می‌باشد و همچنان ویژگی‌های دوره‌ی سرد سال تا حدودی در این ماه حاکم است، این ماه در دوره‌ی سرد واقع شده است. پس از آن از اردیبهشت‌ماه میانگین گستره‌ی برگ افزایش می‌یابد و این افزایش تا مهرماه کم و بیش ادامه دارد. در واقع در مهرماه همچنان گستره‌ی برگ همانند دوره‌ی گرم سال می‌باشد و به همین دلیل این ماه در دوره‌ی سرد قرار گرفته است.

در نهایت، تمام ماه‌ها با توجه به میزان تشابه خود با ماه دیگر، گروه‌بندی شدند. این تقسیم‌بندی تا آن‌جا ادامه پیدا کرد که هر یک از دوازده ماه سال در یک گروه جداگانه قرار گرفتند و در انتها ۱۲ خوشه‌ی جداگانه به وجود آمد. در اواخر دوره‌ی سرد و از بهمن‌ماه که دوره‌ی ضعف پوشش گیاهی است، میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ نسبت به دی‌ماه ۳ درصد افزایش یافته است.

ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر که دارای میانگین بالاتر از ۰/۴۰ درصد هستند در یک طبقه قرار گرفته اند و ماه‌های مرداد، شهریور و مهرکه نسبت به سه ماه قبل میانگین پایین‌تری دارند در طبقه‌ای دیگر قرار گرفته‌اند. در دوره‌ی سرد طبقه‌ی دیگری وجود دارد که شامل ماه‌های آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند می‌باشد. در واقع از آبان‌ماه که میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ کاهش بیشتری داشته است تا فروردین ماه که مجدداً این نمایه شروع به افزایش می‌کند در این طبقه قرار گرفته‌اند. بیشینه و کمینه‌ی نمایه‌ی گستره‌ی برگ به صورت جدول (۳) می‌باشد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]

جدول(۳)، ویژگی‌های آماری نمایه‌ی گستره‌ی برگ

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسمند
میانگین	۰/۳۸	۰/۵۳	۰/۴۹	۰/۴۰	۰/۳۶	۰/۳۲	۰/۲۷	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۲۵
بیشینه	۵/۵۴	۶/۵۰	۶/۵۱	۶/۵۴	۶/۳۶	۶/۱۰	۵/۸۹	۵/۳۶	۵/۲۰	۴/۵۵	۳/۹۵	۴/۶۶
کمینه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

نتیجه‌گیری

ایران در طول سال، دارای تنوع آب و هوایی و در نتیجه تنوع پوشش گیاهی می‌باشد و در این گستره‌ی وسیع از پوشش گیاهی بسیار تنک تا انبوه به چشم می‌خورد. با توجه به قرارگیری ایران در منطقه‌ی خشک و نیمه‌خشک جهان باید کشوری عاری از پوشش گیاهی در انتظارمان بود ولی خوشبختانه دو عامل اصلی برای رشد و نمو گیاهان یعنی دما و بارش در سراسر نیمه‌ی غربی، شمالی و جنوب‌غرب فراهم است و این مناطق نسبت به مناطق شرقی، مرکزی و جنوب‌شرقی کشور دارای پوشش گیاهی قابل توجهی هستند. آنچه که در این مناطق دما و بارش‌های مناسب را به ارمغان می‌آورد وجود بادهای غربی و چرخندهایی است که به کشور وارد می‌شوند و شرایط ناپایداری را ایجاد می‌کنند. در واقع، یکی از عوامل وجود پوشش گیاهی در نیمه‌ی غربی کشور وجود بادهای غربی است که باعث ریزش باران در این مناطق می‌گردد و پوشش گیاهی مناسبی را ایجاد می‌کنند. مسلماً ناهمواری‌ها و رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس در نیمه‌ی شمالی و غربی کشور مانع از ورود بادهای غربی به نواحی مرکز، شرق و جنوب‌شرق کشور می‌شوند و در نتیجه این مناطق، تقریباً خالی از پوشش گیاهی هستند و یا پوشش گیاهی بسیار تنک در برخی مناطق دیده می‌شود. در مجموع، همان‌طور که در تصاویر نیز مشخص شده است گستره‌ی برگ و در واقع پوشش گیاهی ایران ناچیز است و تنها در کرانه‌های خزر، پوشش گیاهی متراکم دیده می‌شود. در سراسر گستره‌ی ایران در بیشتر موارد، گستره‌ی برگ بالاتر از ۳، به استثنا جنگل‌های هیرکانی و ارسباران شامل کشتزارها می‌شود و در این طبقه، باغات کمترین یاخته را به خود اختصاص داده‌اند. داده‌های نمایه‌گستره‌ی برگ به روش تحلیل خوشه‌ای بر پایه‌ی محاسبه‌ی فواصل اقلیدسی و روش ادغام وارد برای مدت ۱۵ سال نیز بررسی شدند. این بررسی نشان داد که تمام ۱۲ ماه سال در دو گروه اصلی جای می‌گیرند و در واقع به دو دوره‌ی گرم با پوشش گیاهی قوی و دوره‌ی سرد با پوشش گیاهی ضعیف تقسیم می‌شوند. در این گروه‌بندی، فروردین در دوره‌ی گرم سال و مهرماه در دوره‌ی سرد سال با میانگین مشابه در طبقه‌ای جداگانه قرار گرفتند.

منابع

بادیه‌نشین، علیرضا، نوری، حمیده، وظیفه‌دوست، مجید(۱۳۹۳)، **واسنجی معادلات برآورد نمایه‌ی گستره‌ی برگ محصولات ذرت و چغندرقند با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده مودیس(شبکه آبیاری قزوین)**، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۵، شماره ۲، ۱۶۵-۱۵۵.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]

درویش‌زاده، روشنک، متکان، علی‌اکبر، حسینی اصل، امین. ابراهیمی‌خوسفی، محسن. (۱۳۹۱)، **تخمین درصد پوشش گیاهی منطقه خشک ایران مرکزی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای(مطالعه موردی :حوزه شیطور، بافق)**، دو فصلنامه علمی - پژوهشی خشک بوم، ۲ :۳۷- ۲۵.

رحمانی، ناصح، کاکایی، شاهد، میریعقوب‌زاده، میرحسن (۱۳۹۰)، **ارزیابی شاخص‌های پوشش گیاهی مورد استفاده در سنجش از دور(مطالعه‌ی موردی؛ حوضه هریسک)**، همایش ژئوماتیک.

سپهری، عادل، متقی، محمدرضا(۱۳۸۱)، **کاربرد شاخص‌های گیاهی سنجنده TM در برآورد درصد پوشش گیاهی مراتع حفاظت شده جهان نما-گرگان، مجله منابع طبیعی ایران**، ۵۵(۲):۲۷۱-۲۵۹.

عدل، حمیدرضا (۱۳۸۶)،**برآورد بیوماس برگ و نمایه‌ی گستره‌ی برگ دو گونه‌عمده در جنگل‌های یاسوج**،مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵: ۴۲۶-۴۱۷.

علوی پناه، سیدکاظم، (۱۳۸۲)، **کاربرد سنجش از دور در علوم زمین(علوم خاک)**، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۹۶ صفحه.

علوی‌پناه، سیدکاظم، رفیعی‌امام، عمار، حسینی، سید زین‌العابدین، جعفر بیگلو، منصور(۱۳۸۵). **بررسی تغییرپذیری طیفی پدیده‌های مختلف پوشش گیاهی و آب با استفاده از سنجش از دور**، مجله پژوهش-های جغرافیایی ۵۸: ۹۷- ۸۱.

مسعودیان، سید ابوالفضل(۱۳۸۶)، شناسایی تیپ‌های همدید، هوای ایستگاه سنندج طی سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۴۳، مجله جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره۷.

محمدی، بختیار، مسعودیان، سیدابوالفضل(۱۳۸۶)، **ارتباط تیپ های همدید هوای ایستگاه سنندج با الگو های گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال**، جغرافیا و توسعه، ۹: ۳۹-۵۶.

مسعودیان، سید ابوالفضل،(۱۳۹۱)، **شناسایی گونه‌های هوای اصفهان**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی،۳: ۸۶-۶۵.

نوروزی، علی‌اکبر. جلالی، نادر. میری، مرتضی. عباسی، موسی. ۱۳۹۲. **برآورد شاخص سطح برگ گیاه برنج در شمال ایران**، نشریه حفاظت منابع آب و خاک،۲ : ۱۰-۱.

Afas, N., Pellis, A., Niinemets, U., (2005), **Growth and Production of a Short Rotation Coppice Culture of Poplar II: Clonal and Year-to-Year Differences in Leaf and Petiole Characteristic and Stand Leaf Area Index**, Journal of Biomass and Bioenergy, 28: 536- 547.

Arias, D., (2007), **Calibration of LAI-2000 to Estimate Leaf Area Index and Assessment of its Relationship with Stand Productivity in Six Native and Introduced Tree Species in Costa Rica**, Forest Ecology and Management, 247: 185-193.

Burgan, R. E., Hartford, R. A., & Eidenshink , J. C., (1996**) ,Using NDVI to assess departure from average greenness & its relation to the fire business (pp.8).,** Intermountain Research Station: USDA Forest Service.

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

ftp://ladsweb.nascom.nasa.gov

Ghulam, A., (2006), **Remote monitoring of farms & drought based n-dimensional spectral feature space**. PhD Dissertation, Peking University, Beijing (in Chinese).

http://old.isa.ir.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]

Huaan, J., Ainong, L., Jinhu, B., Xi, N., Wei, Z., Zhengjian , Z., Gao, f., (2017),**Intercomparison and validation of MODIS and GLASS leaf area index (LAI) products over mountain areas: A case study in southwestern China, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**.,55: 52–67.

Jonkheere, I., Fleck, S., Nackaerts, K., Coppin, P., (2004), **Review of Methods for in Situ Leaf Area Index Determination: Part I, Theories, Sensors and Hemispherical Photography**, Agricultural and Forest Meteorology, 121: 19-35.

Le Maire, G., Marsden, C., Verhoef, W., Ponzoni, F. J., Lo Seen, D., Begue, A., Stape, Z., and Nouvellon,Y., (2011), **Leaf area index estimation with MODIS reflectance time series and model inversion during full rotations of Eucalyptus plantations**. Remote Sensing of Environment. 115(2), 586-599.

Luca, P., Sarah, A., Mariapina, C., Lorenzo, B., Georg, W., Marc, Z., Claudia, N., (2015), **Retrieval of Leaf Area Index in mountain grasslands in the Alps from MODIS satellite imagery**, Remote Sensing of Environment, 165: 159_174.

Maire, G., Marsden, C., Verhoef, W., Ponzoni, F. J., Lo Seen, D., Bégué, A., Stape, Z., Nouvellon, Y., (2011). **Leaf Area Index Estimation with MODIS Reflectance Time Series and Model Inversion During Full Rotations of Eucalyptus Plantations**, Remote Sensing of Environment, 115: 586-599.

MCST. (2006), **MODIS Level 1B Product User's Guide. NASA/Goddard Space Flight Center Greenbelt**,MD20771,62 pp.

Taifeng, D., Jiangui, L., Budong, Q., Ting, Z., Qi, J., Xiaoyuan, G., Jinfei, W., Ted, H., Jiali ,Sh., (2016), **Estimating winter wheat biomass by assimilating leaf area index derived from fusion of Ladsat_8 and MODIS data,** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 49: 63-74.

Wang, Q., Tenhunen, J., Dinh, N. Q., Reichstein, M., Otieno, D., Granier, A., and Pilegarrd, K., (2005), **Evaluation of seasonal variation of MODIS derived leaf area index at two European deciduous broadleaf forest sites**. Remote Sensing of Environment. 96(3), 475–484.

Yang, P., Zhou, B., Chen, Z., Zha, Y., Wu, W., and Shibasaki, R., (2006), **Estimation of regional crop yield by assimilating multitemporal TM images into crop growth model**. Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. 10, 2259-2262.

Yang, W., Shabanov, N. V., Huang, D., Wang, W., Dickinson, R. E., Nemani, R. R., Knyazikhin, Y., (2006), **Analysis of Leaf Area Index Products from Combination of MODIS Terra and Aqua Data**, Remote Sensing of Environment,104: 297-312 .

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.48.13.4]
[DOI: 10.29252/jgs.18.48.41]