

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: ۴۱-۵۷

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.<sup>۱</sup>

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 محاسبات 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 می‌باشد 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 نمایه‌ی گستره‌ی 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.

## مقدمه

نمایه‌ی گستره‌ی برگ<sup>۱</sup>، 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 برگ 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؛ رحمانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۹). در واقع نمایه‌های گیاهی باعث برتری یافتن پوشش‌های گیاهی از دیگر پدیده‌ها می‌گردند (علوی-

1 - leaf area index

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<sup>۱</sup> 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 داده‌های سنجنده‌ی AVHRR ماهواره‌ی نوآ امکان پذیر گردید. سپس به کمک ماهواره‌هایی با قدرت تفکیک بهتر و سنجنده‌های توسعه‌یافته‌تری مانند VEGETATION سنجنده‌ی اسپات<sup>۲</sup> 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 خواهد بود (سازمان فضایی ایران<sup>۳</sup>). در رابطه با گستره‌ی برگ، پژوهش‌های زیادی انجام شده است.

تافین‌دونگ و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۶: ۶۳)، گستره‌ی برگ گندم زمستانه را با استفاده از داده‌های تلفیقی سنجنده‌ی مادیس و لندست ۸ بررسی نمودند. ایشان به منظور تخمین میزان محصول به جمع‌آوری نمایه‌ی گستره‌ی برگ سبز (GLAI) پرداختند. بدین منظور با استفاده از دو مدل ESTARFM<sup>۵</sup> و STARFM<sup>۶</sup>، به برآورد میزان گستره‌ی برگ پرداختند. نتایج نشان داد زمانیکه داده‌های سنجنش از دور محدود باشد، الگوریتم‌های ترکیبی، پایش رشد محصولات و تخمین میزان رشد آن‌ها را بهبود می‌دهد. هوآن‌جین و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۷: ۵۲)، به مطالعه‌ی گستره‌ی برگ در جنوب غرب چین و ارتباط آن با توپوگرافی، زمان و نوع پوشش گیاهی در سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۱ در مادیس و GLASS پرداختند. 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 جنوب غرب چین  $\pm 0.5$  می‌باشد. نمایه‌ی گستره‌ی برگ برای این منطقه، بیشتر شامل چمن و محصولات زراعی است و جنگل‌های پهن‌برگ را کمتر شامل می‌شود. لوکاپاسولی و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۱۷: ۱۵۹)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مادیس به بازیابی الگوریتم نمایه‌ی 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

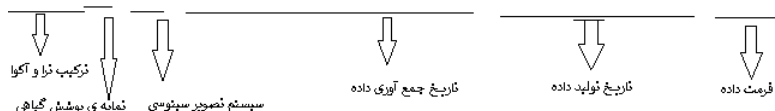
استفاده از سری زمانی اعتبارسنجی شدند. نتایج ایشان قابلیت الگوریتم پیشنهادی را برای به دست آوردن نمایه‌ی گستره‌ی برگ با RMSE کلی ۱/۶۸ مترمربع بر مترمربع در محیط‌های باز و کوهستانی نشان داد.

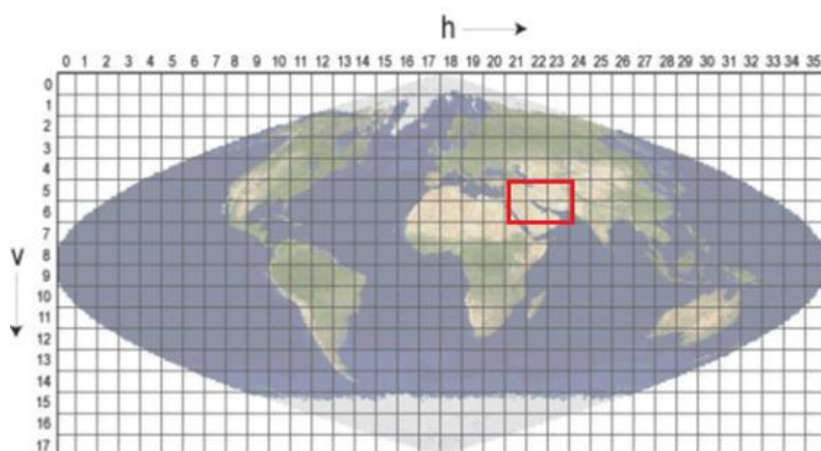
### روش تحقیق

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 ۱۳۸۱-۱۳۹۵ 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 آن که 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 شکل ۱، 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) (جدول ۸). لازم به ذکر است که محصول مورد استفاده در پژوهش حاضر، محصول MCD15A2 می‌باشد. این محصول، ترکیب ۱ تصاویر ترا و آکوا می‌باشد. نام تصاویر نمایه‌ی گستره‌ی برگ که توسط مودیس تولید شده است به صورت زیر شرح داده می‌شود:

MCD15A2.A2006001.h08v05.005.2006012234657.hdf





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<sup>۱</sup> و گوگل‌ارث<sup>۲</sup> 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 مجموعه‌ی ۱۵ سال 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 ۱۳۹۵-۱۳۸۱ به 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.

<sup>۱</sup> - Matrix Laboratory (MATLAB)

<sup>۲</sup> - Google Earth

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 و ۱۸۸۷۵ یاخته) ۱/۰۰۹ و ۱/۰۰۱ درصد یاخته‌ی بالاتر از ۳ 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: نویسنده‌گان، ۱۳۹۶)

| درصد   | درصد یاخته‌های<br>بین ۰-۰/۱ | درصد یاخته‌های<br>بین ۰/۱-۰/۱۰ | درصد یاخته‌های<br>بین ۰/۱-۰/۱۰ | درصد یاخته‌های<br>بین ۰/۱-۰/۱۰ | درصد یاخته‌های<br>بین ۰/۱-۰/۱۰ | ماه      |
|--------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------|
| ۰/۰۹   | ۰/۹۵                        | ۳۸/۶۲                          | ۱/۹۲                           | ۰/۱۴                           | ۰/۰۹                           | فروردین  |
| ۰/۰۰۲  | ۰/۱۲                        | ۳۸/۰۵                          | ۲/۷۱                           | ۰/۸۴                           | ۰/۰۰۲                          | اردیبهشت |
| ۰/۰۰۳  | ۰/۰۲                        | ۳۹/۰۶                          | ۱/۷۱                           | ۱/۰۰۹                          | ۰/۰۰۳                          | خرداد    |
| ۰      | ۰/۰۲                        | ۳۹/۶۸                          | ۱/۰۴                           | ۱/۰۰۱                          | ۰                              | تیر      |
| ۰      | ۰/۰۷                        | ۳۹/۷۶                          | ۱/۰۶                           | ۰/۸۵                           | ۰                              | مرداد    |
| ۰/۰۰۰۵ | ۰/۱۵                        | ۳۹/۸۸                          | ۱/۰۸                           | ۰/۶۸                           | ۰/۰۰۰۵                         | شهریور   |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۱۱                        | ۴۰/۳۳                          | ۱/۱۵                           | ۰/۲۵                           | ۰/۰۰۰۱                         | مهر      |
| ۰/۰۰۰۱ | ۳/۶۱                        | ۳۷/۴۴                          | ۰/۶۶                           | ۰/۲۵                           | ۰/۰۰۰۱                         | آبان     |
| ۰/۱۳   | ۱۷/۸۷                       | ۲۳/۶۰                          | ۰/۱۳                           | ۰/۰۰۲                          | ۰/۱۳                           | آذر      |
| ۱/۲۷   | ۲۰/۱۷                       | ۲۰/۲۲                          | ۰/۰۷۴                          | ۰/۰۰۱                          | ۱/۲۷                           | دی       |
| ۱/۷۷   | ۱۳/۴۲                       | ۲۶/۴۰                          | ۰/۱۴                           | ۰/۰۰۱                          | ۱/۷۷                           | بهمن     |
| ۰/۶۳   | ۳/۶۵                        | ۳۶/۷۸                          | ۰/۶۶                           | ۰/۰۰۴                          | ۰/۶۳                           | اسفند    |

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

منطقه‌ی حفاظت شده‌ی باکلان و چک در استان خوزستان، کشتزارهای شمالی شوش، کشتزارهای شمالی گیلان غرب، 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 جنوب شرق 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 (۵ و ۲).

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 بیل‌سوار، کشتزارهای شرق گرمی در استان اردبیل نمایه‌ی بالاتری دارند. حاشیه‌ی جنوبی دریای خزر از آستارا تا پارک ملی گلستان در جنوب شرق 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 (۶ و ۳).

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 بر گرفته 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 جنوب غرب 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 جنوب شرق 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 شمال-غرب 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 (۷ و ۴).

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

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 چشمه‌ی ثریا واقع در شمال استان آذربایجان غربی و جنگل‌ها و مزارع شرق گرمی دارای تراکم یاخته‌های بالاتر از ۳ هستند. اشکال (۱۱ و ۸).

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 چغندرقد، 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 و ۱۲).

میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران در شهریورماه 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 بر گرفته است که نسبت به ماه قبل کاهش داشته است. در شهریور همانند ماه‌های قبل در اطراف تالاب هورالعظیم در منطقه‌ی حفاظت‌شده‌ی 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، کف، غلات، چای و ... با تراکم پایین، نمایه‌ی بالاتر از ۳ دارند. اشکال (۱۰ و ۱۳).

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



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 امل، 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 و ۱۷).

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).

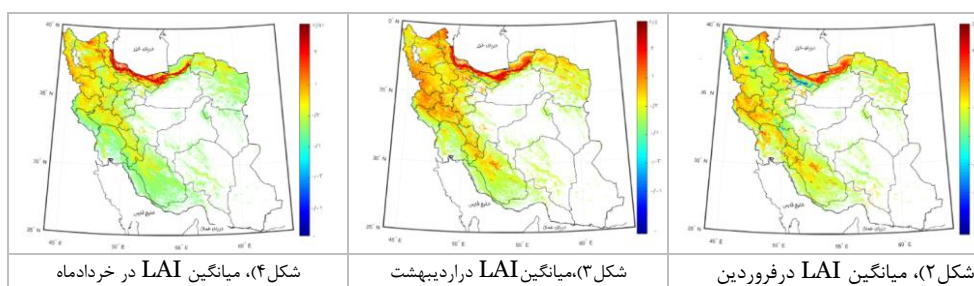
در آذرماه میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ ۰/۱۴ و نمایه‌ی بالاتر از ۳ به طور ملموسی نسبت به سال قبل کاهش داشته و به ۰/۰۲ درصد رسیده است و این کاهش در کرانه‌های خزری نیز کاملاً مشهود است. در این ماه، پارک جنگلی گرگان، جنگل مارگین بهشهر، کشتزارها و شالیزارهای غرب قائم‌شهر، کشتزارها و شالیزارهای جنوب تنکابن، لشتو و رامسر، شالیزارها و باغات چای املش، لنگرود، لاهیجان، باغات چای فومن نشان دهنده‌ی یاخته‌های بالاتر از ۳ هستند. اشکال (۱۶ و ۱۹).

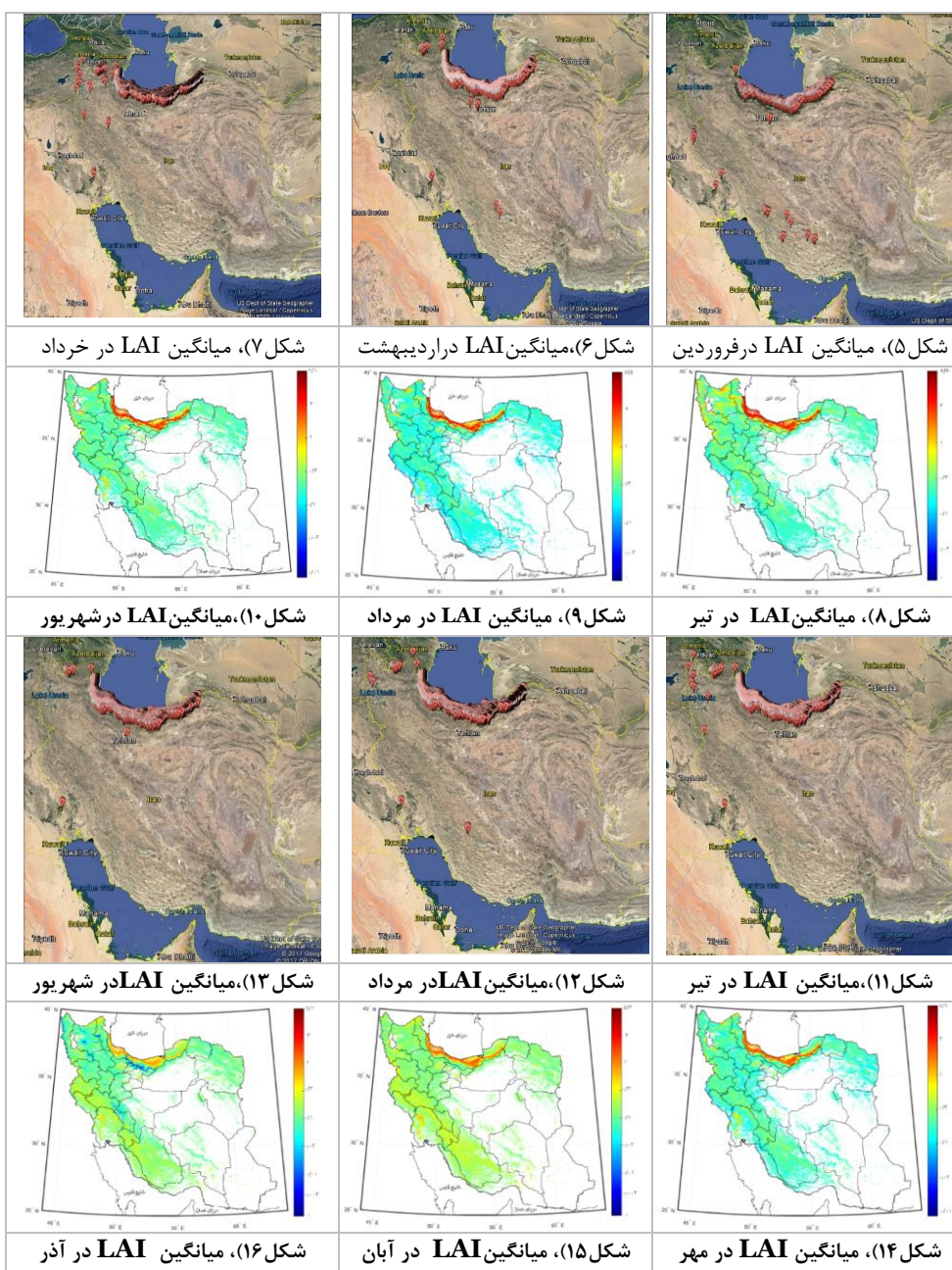
دی‌ماه با میانگین گستره‌ی برگ ۰/۱۳ دارای پایین‌ترین میزان میانگین این نمایه در تمام سال می‌باشد. یاخته‌های ۰/۱-۰/۰۱ بیشترین نمود را دارند. درصد یاخته‌های بالاتر از ۳، ۰/۰۱ می‌باشد. این یاخته‌ها شامل، باغات چای و شالیزارهای لاهیجان، لنگرود<sup>۱</sup>، املش، تنکابن و غرب قائم‌شهر می‌باشد. در بقیه‌ی نقاط ایران هیچ یاخته‌ی بالاتر از ۳ در این ماه دیده نمی‌شود. اشکال (۲۰ و ۲۳).

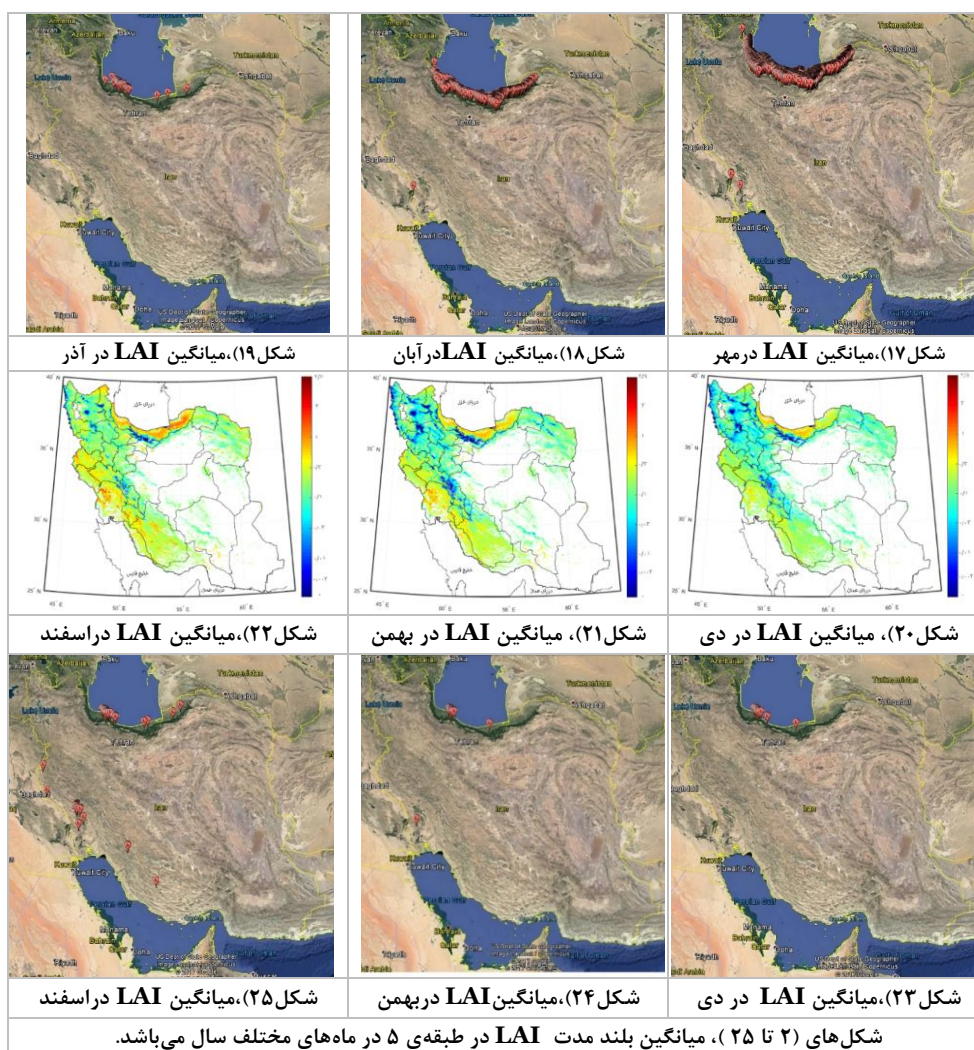
در بهمن‌ماه میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ تا حدودی بیشتر شده و به ۰/۱۶ رسیده است. درصد یاخته‌های بالاتر از ۳ نیز در این ماه همانند دی‌ماه ۰/۰۱ درصد می‌باشد ولی تعداد یاخته‌های بالاتر از ۳ در بهمن ۲۳ عدد می‌باشد که نسبت به ماه قبل ۶ یاخته کمتر شده است، با این وجود تعداد این یاخته‌ها در دوره‌ی سرد نسبت به 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 از ۳ را نشان می‌دهند. اشکال (۲۱ و ۲۴).

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

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 ۰/۰۴ درصد رسیده است که نسبت به ماه‌های قبل افزایش داشته است. افزایش یاخته‌های بالاتر از ۳ در برخی مناطق ساحلی دریای خزر، غرب و جنوب‌غرب 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 حفاظت‌شده‌ی 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 پسرکانه‌های 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، پوشش گیاهی در ایران کمینه است و گیاهان به خواب زمستانی رفته‌اند. در تمامی ماه‌ها بیش از نیمی از ایران یعنی شرق، جنوب-شرق، 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 پوشش گیاهی 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.







در مرحله ی بعد، امکان طبقه بندی هر یک از ماه های سال فراهم گردید. در این رابطه، دارنمایی تهیه شد که وضعیت ماه های مختلف سال را از نظر نمایه ی گستره ی برگ نشان می دهد.

در پژوهش حاضر، دوره ی آماری داده های گستره ی برگ از تاریخ ۱۳۸۱/۰۴/۱۵ تا ۱۳۹۵/۱۰/۱۱ به مدت ۱۵ سال می باشد. پس از آن، به منظور تهیه ی دارنما، پایگاه داده ها در نرم افزار متلب به صورت آرایه ی  $12 \times 8640000$  با آرایش P تشکیل شد. آرایش P، آرایه ای از پایگاه داده ها است که در آن سطرها (m)، زمان و ستون ها (n)، داده های گستره ی برگ هستند. در پایگاه داده ها ۱۲ ماه به عنوان سطر و  $8640000$  داده ی گستره ی برگ به عنوان ستون در نظر گرفته شد.

اولین شرط برای تهیه ی دارنما، محاسبه ی درجه ی همانندی است که در این خصوص روش های مختلفی پیشنهاد شده است که برخی از آن ها عبارتند از فاصله ی اقلیدسی، فاصله ی همبستگی، فاصله ی همینگ، فاصله ی مالهالونوبیس، فاصله ی مینکوسکی، فاصله ی کوسینوسی، فاصله ی بلوک شهری، فاصله ی جاکارد و

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 متغیر 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

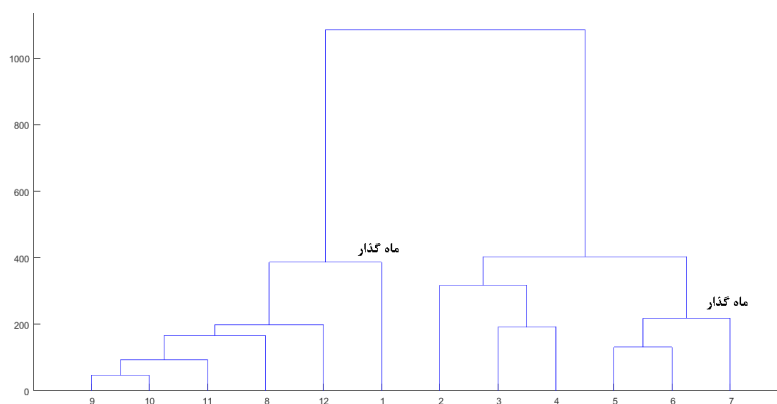
|  |   |
|--|---|
| $d_{rs}^2 = (X_r - X_s)(X_r - X_s)'$                       | رابطه‌ی ۱، فاصله اقلیدسی                    |
| $d_{rs}^2 = (X_r - X_s)D^{-1}(X_r - X_s)'$                 | فاصله اقلیدسی (فاصله اقلیدسی استاندارد شده) |
| در اینجا $D^{-1}$ آرایه‌ی قطری است که شامل پراش متغیرهاست. |  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

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 شیوه‌ی 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 این صورت 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):

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

در اینجا  $d_{rs}^2$  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.



شکل (۲۶). دارنمای ماهانه‌ی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران (منبع: نویسنندگان، 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 رویدن 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 گرفته‌اند و ماه‌های مرداد، شهریور و مهر که 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.

جدول (۳). ویژگی‌های آماری نمایه‌ی گستره‌ی برگ

| ماه     | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر  | مرداد | شهریور | مهر  | آبان | آذر  | دی   | بهمن | اسفند |
|---------|---------|----------|-------|------|-------|--------|------|------|------|------|------|-------|
| 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 چغندر قند با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده مودیس (شبکه آبیاری قزوین)*، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۵، شماره ۲، ۱۶۵-۱۵۵.

- درویش‌زاده، روشنگر، متکان، علی‌اکبر، حسینی اصل، امین. ابراهیمی‌خوسفی، محسن. (۱۳۹۱). تخمین درصد پوشش گیاهی منطقه خشک ایران مرکزی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: حوزه شیطان، 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.
- علوی پناه، 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 پژوهش‌های جغرافیایی ۵۸: ۹۷-۸۱.
- مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۶)، شناسایی تیپ‌های همدید، هوای ایستگاه سنندج طی سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۴۳، مجله جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره ۷.
- محمدی، بختیار، مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۶)، ارتباط تیپ‌های همدید هوای ایستگاه سنندج با الگوهای 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.



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., Jianguo, 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 Landsat\_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 Pilegard, 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 .