دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست‌بوم گیاهان"
دوره هفتم، شماره چهاردهم
http://pec.gonbad.ac.ir

بررسی تغییرات فصلی ۱۵ ساله نمایه‌ی گستره‌ی برگ با استفاده از سنجنده‌ی مودیس در گستره‌ی ایران

فخری سادات فاطمی نیا[۱]، بهروز سبحانی[*۲]، سید ابوالفضل مسعودیان[۳]

[۱]دکتری آب و هواشناسی کشاورزی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
[۲]استاد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
[۳]استاد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان، اصفهان

تاریخ دریافت:۱۳۹۶/۴/۲۹ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۳/۲۸

چکیده

امروزه از تصاویر ماهواره‌ای به‌طور گسترده‌ای برای پایش پوشش گیاهی استفاده می‌گردد. هدف از این پژوهش، بررسی گستره‌ی برگ در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱ با تفکیک مکانی یک کیلومتر به کمک داده‌های دو فرآورده‌ی دورسنجی مودیس‌ترا و آکوا و به‌صورت فصلی بوده است. برای این منظور به واکاوی داده‌ها و انجام محاسبات آماری- ریاضی، کدنویسی و تشکیل پایگاه داده در نرم‌افزار متلب اقدام و سپس نقشه‌ی میانگین فصلی تهیه شد. این نقشه‌ها نشان‌دهنده‌ی تقریباً خالی بودن مناطق مرکزی، شرقی و جنوب شرق ایران از گستره برگ هستند و یا گستره‌ی برگ بسیار تنک در برخی مناطق دیده می‌شود و ۵۸/۲۶ درصد از گستره‌ی ایران خالی از پوشش گیاهی است. در مقابل دامنه‌های شمالی البرز، ارتفاعات شمال غرب و دامنه‌های زاگرس میانی با ۴۱/۷۴ درصد دارای گستره‌ی برگ مناسبی هستند که به استثنا جنگل-های هیرکانی و ارسباران عموماً شامل کشتزارها می‌شود. ازنظر زمانی، فصل بهار و تابستان با میانگین ۰/۴۷ درصد و ۰/۳۶ درصد بالاترین میانگین و فصل پاییز و زمستان کمترین میانگین گستره‌ی برگ را دارا هستند. در مرحله‌ی بعد دارنمای فصلی نمایه‌ی گستره‌ی برگ تهیه شد و یاخته‌های موردنظر در چهارفصل و درنهایت در دو گروه قرار داده شدند. این دو گروه شامل گروه دوره‌ی سرد با فصل پاییز و زمستان و گروه دوره‌ی گرم با فصل بهار و تابستان هستند.

واژه‌های کلیدی: **بررسی فصلی، رفتار زمانی، مودیس، نمایه‌ی گستره‌ی برگ، ایران**

*نویسنده مسئول sobhani@uma.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

مقدمه

اولین گام اساسی در شناخت نیروهای محرک و ارزیابی مکانیسم تغییرات سرزمینی، آشکارسازی و پایش تغییرات پوشش گیاهی است و در این فرآیند تولید مستقیم نقشه‌هایی با صحت مطلوب از عناصر مختلف سرزمین، یکی از ابزارهای مهم نظارت عرصه‌های منابع طبیعی و محیطزیست است (عباس‌زاده‌تهرانی و صابری، ۲۰۱۳). در عصر حاضر، یکی از روش‌هایی که برای شناسایی تغییرات پوشش گیاهی استفاده می‌شود، استفاده از فرآورده‌های دورسنجی می‌باشد. این دانش، امکان شناخت تغییرات بازتاب در گیاهان را از طریق اندازه‌گیری تشعشعات پوشش گیاهی فراهم می‌سازد (فرجزاده، ۲۰۰۵؛ عدل، ۱۳۸۶) به همین دلیل است که نمایه‌های گیاهی[۲] مورداستفاده در دورسنجی، در طی دو دهه‌ی گذشته در کسب اطلاعات در مورد وضعیت پوشش گیاهی، برتری یافتن پوشش‌های گیاهی از دیگر پدیده‌ها، پایش آن و بررسی منابع طبیعی کاربرد وسیعی پیداکرده‌اند (سپهری، ۱۳۸۱؛ رحمانی و همکاران، ۱۳۹۰؛ علوی‌پناه،۱۳۸۲؛ علوی‌پناه و همکاران، ۱۳۸۵). بررسی ویژگی‌های طیفی گیاهان نشان می‌دهد که گیاهان بیشترین بازتاب را در طیف سبز و مادون‌قرمز و بیشترین جذب را در طیف قرمز و آبی دارند که در این میان، تغییرات ویژگی‌های برگ و میزان سبزینه‌ی[۳] آن‌ها نقش اساسی و مهمی در میزان بازتاب آن‌ها ایفا می‌کند و عواملی همچون تنش رطوبتی یا دمایی، بیماری و بلوغ برگ که ویژگی‌های برگ را تغییر می‌دهد، به‌طور مستقیم بر بازتاب گیاهان به‌ویژه در ناحیه مادون‌قرمز اثرگذار است (ثنایی‌نژاد و همکاران،۱۳۸۷). تغییرات آب و هوایی بر پوشش گیاهی و فعالیت‌های کشاورزی اثرگذار است و آن را به‌طور دائم در معرض مخاطره قرار می‌دهد و متقابلاً تغییرات پوشش گیاهی و به‌ویژه گستره‌ی برگ نیز باعث تغییر فرا سنج‌های مهم اقلیمی همچون بازتاب[۴] سطحی، باد سطحی، میزان تبخیر و تعرق، فرسایش خاک و ... می‌گردد (صبوحی و سلطانی، ۱۳۸۷؛ فنایی و عطایی، ۱۳۹۱). به همین دلیل نمایه‌های گیاهی بالأخص نمایه‌ی گستره‌ی برگ[۵] مورداستفاده وسیع کاربران قرارگرفته است. نمایه‌ی گستره‌ی برگ، مقدار سطح برگ در یک مترمربع از پوشش گیاهی می‌باشد. این نمایه، نسبت مساحت سطح بالایی برگ‌های گیاه به مساحت زمین واقع در زیر برگ‌ها است و بازه‌ی تغییرات آن با توجه به نوع گیاه و مراحل مختلف رشد گیاه، متفاوت است (تارنمای مودیس). به‌عبارت‌دیگر، کمینه و بیشینه‌ی این نمایه به ترتیب در مرحله‌ی چندبرگی گیاه و

[2] Vegetation Index
[3] Chlorophyll
[4] Albedo
[5] Leaf Area Index

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

مرحله‌ی پایانی رشد گیاه است (بادیه‌نشین و همکاران، ۱۳۹۳). 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 گیاهی است (Afas et al.,2005; Arias, 2007). پایش این نمایه، به‌منظور مدیریت آبیاری و عملیات کشاورزی در شبکه‌ی زهکشی و آبیاری اهمیت دارد (بادیه‌نشین و همکاران، ۱۳۹۳). در ارتباط با پوشش گیاهی و به‌ویژه گستره‌ی برگ، پژوهش‌های زیادی انجام‌شده است. گورگـل و فرتریا (Gurgel and Ferreira, 2003)، تغییرات پوشش گیاهی را در ارتباط با تغییرات اقلیمی در برزیـل موردمطالعه قراردادند. نتایج نشان داد که تغییرات پوشش گیاهی در ارتباط با تغییرات اقلیمی با توجه بـه نـوع پوشـش گیـاهی هر منطقه متفاوت است که در این میان زمان بارندگی‌ها تأثیرات متفاوتی را بر پوشش گیاهی منطقه می‌گذارد. همبستگی بارندگی با تغییرات پوشـش گیاهی در فصل بهار ۹۱ درصـد و در فصل تابستان ۷۰ درصد می‌باشد. لیو و پیترز (Lei and peters, 2003)، پی‌آاو و همکاران (piao et al., 2003) و پرسنت (Present, 2009)، بارندگی‌های اواسط فصل بهار را بر پوشش گیاهی مؤثر می‌دانند. حسینی و همکاران (حسینی و همکاران،۲۰۱۱)، نیز معتقدند که بارندگی فصل بهار نسبت به سایر فصول تأثیر بیشتری بر پوشش گیاهی دارد. تافین-دونگ و همکاران (Taifeng Dong et al., 2016)، گستره‌ی برگ گندم زمستانه را با استفاده از داده-های تلفیقی سنجنده‌ی مودیس و لندست ۸ بررسی نمودند. ایشان به‌منظور تخمین میزان محصول به جمع‌آوری نمایه‌ی گستره‌ی برگ سبز (GLAI) پرداختند. بدین منظور با استفاده از دو مدل ESTARFM[۶] وSTARFM[۷]، به برآورد میزان گستره‌ی برگ پرداختند. نتایج نشان داد زمانی که داده‌های دورسنجی محدود باشد، الگوریتم‌های ترکیبی، پایش رشد محصولات و تخمین میزان رشد آن‌ها را بهبود می‌دهد. هوآن‌جین و همکاران (Huaan Jin et al ., 2017)، به مطالعه‌ی گستره‌ی برگ در جنوب‌غرب چین و ارتباط آن با توپوگرافی، زمان و نوع پوشش گیاهی در سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۱ در مودیس 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 می‌شود. لوکاپاسولی و همکاران (Luca Pasolli et al., 2007)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مودیس به بازیابی الگوریتم نمایه‌ی گستره‌ی برگ در مراتع کوه‌های آلپ پرداختند. ایشان داده‌های سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۵ را با دو

[6] Enhanced STARFM
[7] Spatial and Temporal Adaptive Reflectance Fusion Model

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

تفکیک ۱۰۰۰ و ۲۵۰ متر موردبررسی قراردادند. داده‌های نمایه‌ی گستره‌ی برگ برای هر دو نوع تفکیک مکانی با استفاده از سری زمانی اعتبارسنجی شدند. نتایج ایشان قابلیت الگوریتم پیشنهادی را برای به دست آوردن نمایه‌ی گستره‌ی برگ باRMSE کلی ۱/۶۸ مترمربع بر مترمربع در محیط‌های باز و کوهستانی نشان داد.

هدف اصلی از این مطالعه پایش تغییرات مکانی - زمانی (فصلی) پوشش گیاهی در ایران طی بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱ بـا اسـتفاده از تصـاویر ماهواره‌ای مودیس ترا و مودیس آکوا است[۸].

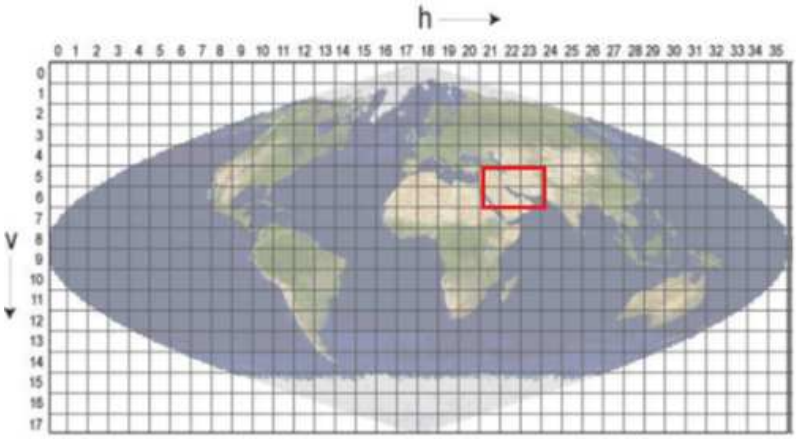
مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

در پژوهش حاضر، از داده‌های دورسنجی مودیس ترا و مودیس آکوا استفاده‌شده است. تفکیک مکانی این داده‌ها یک کیلومتر و تفکیک زمانی آن ۸ روزه است. بنابراین برای مناطقی که پوشش گیاهی چندان گسترده‌ای هم نداشته باشند، بررسی امکان‌پذیر است. نمایه‌ی گستره‌ی برگ در سنجنده‌ی مودیس از سال‌های۱۳۸۱ تا ۱۳۹۵ از تارنمای ftp://ladsweb.nascom.nasa.gov قابل دریافت می‌باشند. نمایه‌ی LAI/FPAR با استفاده از سیستم شبکه‌بندی سینوسی تولیدشده است. در شبکه‌بندی سینوسی، ایران روی شش تصویر مودیس قرار می‌گیرد و با موزاییک کردن این تصاویر و کاشی‌ها در کنار یکدیگر، پوشش کل ایران به‌دست‌آمده می‌آید. ازنظر زمانی، داده‌ها از تاریخ ۱۳۸۱/۴/۱۳ تا ۱۳۹۵/۱۰/۱۱ به عبارتی برای ۵۲۹۵ روز از تارنمای ذکرشده قابل دریافت هستند. البته باید توجه داشت که داده‌ها هشت‌روزه هستند و در هر هشت روز نیز ۶ کاشی موجود است. تعداد کاشی‌های مورداستفاده در پژوهش حاضر به‌صورت جدول یک می‌باشد. در شکل1، h نماد کاشی‌های افقی و v نماد کاشی‌های عمودی است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کاشی‌های H21v05, h21v06, h22v05, h22v06, h23v05, h23v06متعلق به ایران و با فرمت HDF-EOS و ۱۰×۱۰ درجه‌ی قوسی (استوایی) هستند (MCST,2006) (شکل۱، جدول۱).

[۸]- سنجنده‌ی مودیس، دارای توان تفکیک طیفی بالایی است. این بدان مفهوم است که همان محدوده‌ی طیفی که در سنجنده‌ی AVHRR به ۵ باند تقسیم شده است در سنجنده‌ی مادیس به ۳۶ باند تقسیم شده است. در نهایت این امر باعث می‌شود سنجش پوشش گیاهی با دقت بیشتری انجام شود.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]



شکل۱- شبکه‌بندی سینوسی سنجنده‌ی مودیس

جدول۱- تفکیک کاشی‌های مورداستفاده در سال‌های موردبررسی

سال‌ها	تعداد کاشی‌های موجود در هرسال
۱۳۸۱	۱۳۸ کاشی
۱۳۹۴-۱۳۸۲	در هرسال ۲۷۶ کاشی، به عبارتی از سال ۱۳۸۲-۱۳۹۴، جمعاً ۳۵۸۸ کاشی موجود است
۱۳۹۵	۲۷۰ کاشی
جمع کل کاشی‌ها در بازه‌ی ۱۳۹۵-۱۳۸۱	۳۹۹۶

در این پژوهش، از روش‌های تحلیلی- آماری جهت واکاوی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در تصاویر مادیس با استفاده از نرم‌افزارهای متلب[9] و گوگل‌ارث[10] با رویکرد کاربردی بهره گرفته‌شده است. مراحل اجرایی پژوهش حاضر به شرح زیر می‌باشد.

[9] Matrix Labratory(MATLAB)
[10] Google Earth

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

شکل۲- نمودار مراحل اجرایی پژوهش

نتایج و بحث

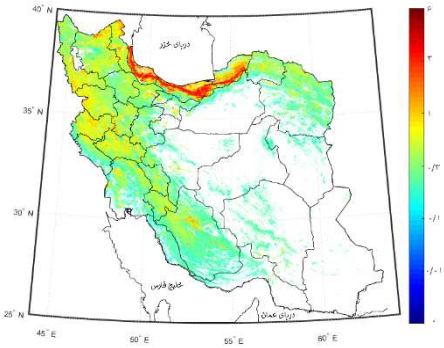
بررسی میانگین فصلی، یکی از روش‌های واکاوی گستره‌ی برگ می‌باشد. ازاین‌رو، در این پژوهش سعی شده است تا میانگین فصلی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران موردبررسی قرار گیرد. برای این منظور، تصاویر ۱۵ساله‌ی مربوط به نمایه‌ی گستره‌ی برگ از سنجنده‌ی مودیس استخراج شد. سپس با کمک نرم‌افزارهای متلب و گوگل‌ارث به واکاوی این نمایه در ایران طی دوره‌های آماری ۱۳۹۵-۱۳۸۱ به‌صورت فصلی پرداخته شد. پس از واکاوی داده‌ها در محیط نرم‌افزار متلب، امکان تهیه‌ی نقشه برای هر یک از فصل‌ها فراهم گردید. با توجه به آماره‌های به‌دست‌آمده، کمینه و بیشینه‌ی پوشش گیاهی در تمام فصل‌ها صفر تا ۶/۲ است. به همین دلیل راهنمای نقشه‌ها از صفر تا ۶/۵ قرار داده شد. یاخته‌هایی که کد صفر دارند، دارای گستره‌ی برگ ضعیف هستند و با افزایش کدها تا کد ۶/۵ گستره‌ی برگ نیز به‌تدریج شدت بیشتری می‌یابد. به‌عبارت‌دیگر کد ۶/۵ نشان می‌دهد که در محدوده‌ی موردنظر در هر مترمربع از زمین، نمایه‌ی گستره‌ی برگ نیز یک مترمربع می‌باشد. به‌منظور بررسی بیشتر، راهنمای نقشه‌ها ازنظر شدت پوشش گیاهی به ۵ گروه تقسیم شدند. از میان گروه‌های به‌دست‌آمده یاخته‌های بالاتر از ۳ که نشان‌دهنده‌ی وضعیت بهتر و تراکم بیشتر گستره‌ی برگ هستند، موردبررسی قرار گرفتند. در این پژوهش، تاریخ شروع و درواقع بارگذاری داده‌ها در تارنمای مودیس از ۱۳۸۱/۰۴/۱۳ مقارن با ۲۰۰۲/۰۷/۰۶ می‌باشد. توجه به این نکته ضروری است که سال ۱۳۸۱ در فصل بهار که میزان گستره‌ی برگ بالاست، با نبود داده‌ها مواجه شد. ازآنجاکه داده‌های سال ۱۳۹۵ تا تاریخ ۱۳۹۵/۱۰/۰۶

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

مقارن با ۲۰۱۶/۱۲/۲۶ در سایت مودیس بارگذاری شده‌اند، لذا واکاوی‌ها نیز تا این تاریخ صورت گرفته است. درواقع دوماه و نیم پایانی سال ۱۳۹۵ فاقد داده‌های گستره‌ی برگ بودند.

وضعیت گستره‌ی برگ در فصل بهار

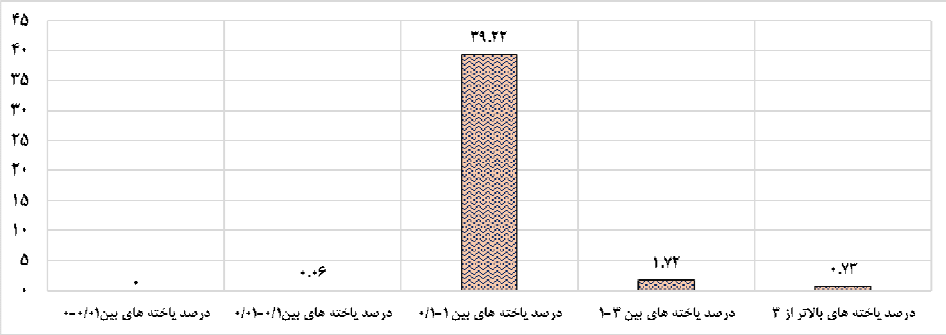
میانگین درصد پوشیده از گستره‌ی برگ در ایران در فصل بهار، ۰/۴۷ می‌باشد که نسبت به بقیه‌ی فصل‌ها درصد بیشتری از وسعت ایران را در برگرفته است (شکل۱۶). در این فصل، یاخته‌های طبقه‌ی سوم نسبت به بقیه‌ی طبقات درصد بیشتری از ایران را به خود اختصاص داده است و یاخته‌های طبقه‌ی پنجم که بالاتر از ۳ هستند نیز در مقایسه با دیگر فصل‌ها با ۰/۷۳ درصد پس از فصل تابستان قرار دارند (شکل۳). باغات چای و جنگل‌های دشت مغان، جنگل‌های ارسباران در محدوده‌ی مردانقم در شمال استان آذربایجان شرقی تا کلیبر، سرتاسر ناحیه‌ی جنوبی خزر با انواع پوشش گیاهی، مزارع و کشتزارهای چای، برنج، جو، گندم، باغات مرکبات، آلبالو، کیوی و جنگل‌های هیرکانی از آستارا تا شرقی‌ترین قسمت استان گلستان و در غرب ایران نیز نیزارهای منطقه‌ی حفاظت‌شده‌ی باکلان و چک در استان خوزستان دارای نمایه‌ی بالاتر از ۳ هستند (شکل۴).



شکل۳-میانگین فصلی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در فصل بهار در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

شکل۴-میانگین فصلی طبقه۵نمایه‌ی گستره‌ی برگ در فصل بهار در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

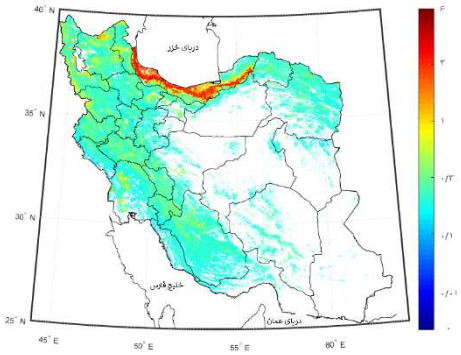


شکل۵- درصد طبقات مختلف یاخته‌های گستره‌ی برگ در فصل بهار

وضعیت گستره‌ی برگ در فصل تابستان

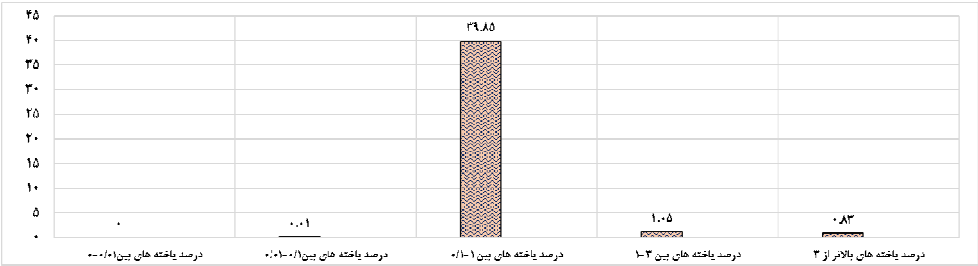
فصل تابستان با ۰/۳۶ میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ پس از فصل بهار قرار دارد. طبقه‌ی سوم در این فصل نسبت به فصل بهار افزایش ناچیزی را نشان می‌دهد (شکل۱۶). تعداد یاخته‌های بالاتر از ۳ در این فصل نسبت به فصل بهار افزایش‌یافته و از ۱۳۸۰۱ یاخته به ۱۵۶۶۲ یاخته رسیده است ولی همچنان در ظاهر، تصاویر، همان یاخته‌های فصل بهار را نشان می‌دهند. تصاویر و نقشه‌های (شکل۶) حاکی از این است که این افزایش در کرانه‌های خزر می‌باشد. یاخته‌های بالاتر از ۳ در کرانه‌های خزر در فصل تابستان همانند فصل بهار می‌باشد، با این تفاوت که فاصله‌ی یاخته‌ها در فصل تابستان نزدیک‌تر از فصل بهار می‌باشد و درواقع تراکم آن‌ها بیشتر شده است. جنگل‌های ارسباران در حوالی خریل، جنگل‌های ارسباران مردانقم در شمال آذربایجان‌شرقی، کشتزارهای گندم در پارس‌آباد مغان نمایه‌ی بالاتر از۳ را دارا هستند. باغات چای و جنگل‌های دشت مغان، جنگل‌های ارسباران در محدوده‌ی مردانقم در شمال استان آذربایجان شرقی تا کلیبر، سرتاسر ناحیه‌ی جنوبی خزر با انواع پوشش گیاهی، مزارع و کشتزارهای چای، برنج، جو، گندم، باغات و جنگل‌های هیرکانی از آستارا تا منتهی‌الیه استان گلستان و در غرب ایران نیز باغات و نیزارهای شرق تالاب هورالعظیم در منطقه‌ی حفاظت‌شده‌ی باکلان و چک نمایه‌ی بالاتر از ۳ را نشان می‌دهند (شکل۷).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]



شکل۶- میانگین فصلی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در فصل تابستان در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

شکل۷-میانگین فصلی طبقه۵نمایه گستره برگ در فصل تابستان در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

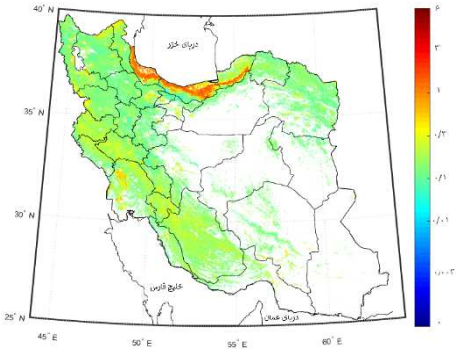


شکل۸- درصد طبقات مختلف یاخته‌های گستره‌ی برگ در فصل تابستان

وضعیت گستره‌ی برگ در فصل پاییز

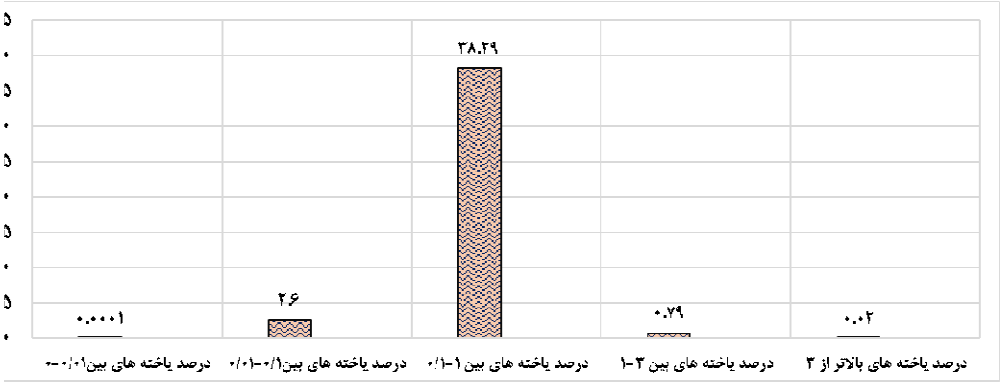
میانگین گستره‌ی برگ در ایران در فصل پاییز ۰/۲۰ می‌باشد که نسبت به فصل قبل به‌شدت کاهش‌یافته است (شکل۱۶). در این فصل، یاخته‌های طبقه‌ی اول و دوم نسبت به دوره‌ی گرم سال افزایش و بقیه‌ی طبقات کاهش داشته است (شکل۹). همان‌طور که در شکل ۱۰ دیده می‌شود در این فصل، تعداد یاخته‌های بالاتر از ۳ نسبت به فصل تابستان کاهش‌یافته و به ۰/۰۲ درصد رسیده است. سرتاسر ناحیه‌ی جنوبی خزر با انواع پوشش گیاهی، مزارع و کشتزارهای چای، برنج، جو، گندم، باغات و جنگل‌های هیرکانی از آستارا تا منتهی‌الیه استان گلستان و در غرب ایران نیز باغات و نیزارهای شرق تالاب هورالعظیم در منطقه‌ی حفاظت‌شده‌ی باکلان و چک نمایه‌ی بالاتر از ۳ را نشان می‌دهند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]



شکل۹- میانگین فصلی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در فصل پاییز در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

شکل۱۰- میانگین فصلی طبقه۵ نمایه گستره برگ در فصل پاییزدربازه‌ی‌زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

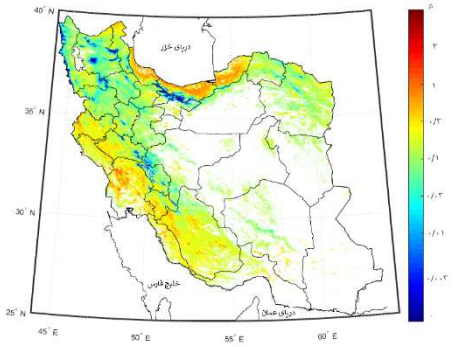


شکل۱۱- درصد طبقات مختلف یاخته‌های گستره‌ی برگ در فصل پاییز

وضعیت گستره‌ی برگ در فصل زمستان

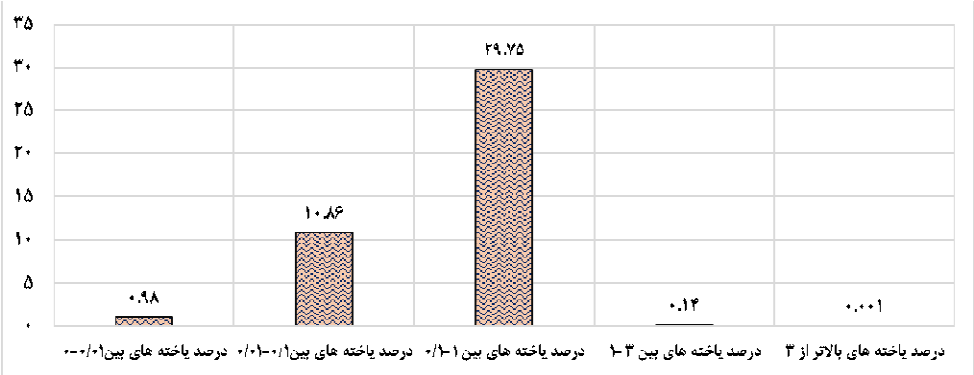
در فصل زمستان، میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران ۰/۱۷ می‌باشد که نسبت به فصل پاییز کاهش داشته است (شکل۱۶). در این فصل یاخته‌های طبقات ۱ و ۲ نسبت به فصل قبل افزایش و درصد بقیه‌ی طبقات کاهش‌یافته است. درصد یاخته‌های بالاتر از ۳ در فصل زمستان ۰/۰۰۱ درصد است که درصد بسیار پایینی است (شکل۱۴). جنگل‌های هیرکانی و باغات لاهیجان، لنگرود، املش و کشتزارهای حدفاصل سیاهگل‌چال و تنکابن، کشتزارهای قائم‌شهر در کرانه‌های خزر و همچنین کشتزارهای ماهور در استان خوزستان نمایه‌ی بالاتر از ۳ را نشان می‌دهند (شکل ۱۳).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]



شکل۱۲- میانگین فصلی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در فصل زمستان در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

شکل۱۳-میانگین فصلی طبقه۵نمایه گستره برگ-درفصل زمستان‌دربازه‌زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

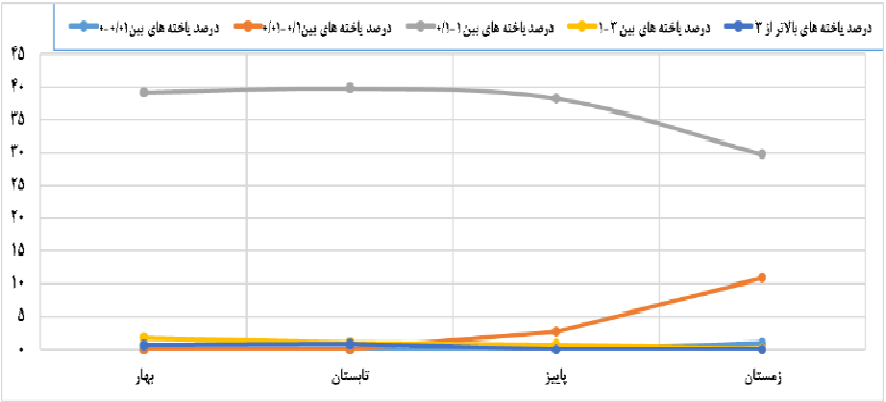


شکل ۱۴- درصد طبقات مختلف یاخته‌های گستره‌ی برگ در فصل زمستان

در کل، با توجه به تصاویر در فصل‌های بهار و تابستان، اصولاً قلمرو خزری شامل کرانه‌ها و پس‌کرانه‌های جنوبی این دریا، قلمرو آذری در شمال غرب 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 توده‌ی بزرگ آبی همچون خزر بر رطوبت جو و رویداد بارش در این قلمروها، نشان‌دهنده‌ی اهمیت این پهنه‌ی آبی بر بارش و به‌تبع آن پوشش گیاهی این مناطق می‌باشد. همچنین، در تصاویر آشکار است که بیشتر از نیمی از مساحت کشور دچار فقر پوشش‌گیاهی است. میانگین گستره‌ی برگ در ایران به ترتیب در فصل بهار، تابستان، زمستان و پاییز با ۰/۴۷، ۰/۳۶، ۰/۲۰ و ۰/۱۷ درصد می‌باشد (شکل۱۶). درصد یاخته‌های گستره‌ی برگ در طبقه‌ی ۱ (۰/۰۱-۰)، در فصل زمستان با ۰/۹۸ درصد بالاترین درصد و فصل بهار و تابستان

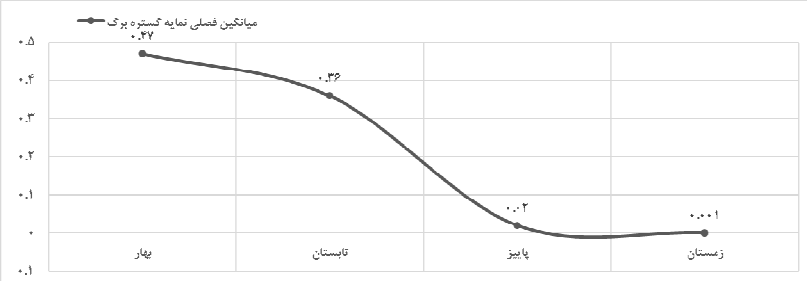
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

با صفر درصد پایین‌ترین میزان را داراست (شکل۱۷). درصد یاخته‌های گستره‌ی برگ در طبقه‌ی ۲ (۰/۱- ۰/۰۱) در فصل زمستان با ۱۰/۸۴ و در فصل تابستان با اختلاف زیاد دارای ۰/۰۱ درصد می‌باشد که به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین میزان درصد یاخته‌ها را در این طبقه داشته‌اند؛ اما درمجموع این طبقه نسبت به طبقه ۱ درصد بالاتری را شامل شده است (شکل۱۸). درصدیاخته‌های گستره برگ در طبقه‌ی ۳ (۱-۰/۱) دارای روند کاهشی است. این طبقه در فصل تابستان با ۳۹/۸۵ و در فصل زمستان با اختلاف زیاد دارای ۲۹/۷۵ درصد می‌باشد که برعکس طبقه‌ی قبل به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین میزان درصد یاخته‌ها را داشته‌اند (شکل۱۹). در طبقه‌ی۴، (۱-۳) نیز درصد بالاترین و پایین‌ترین یاخته‌های گستره برگ در فصل بهار و زمستان با ۱/۷۲ و ۰/۱۴ درصد می‌باشد (شکل۲۰). گستره برگ در طبقه۳ نشان می‌دهد که فصل بهار با ۰/۷۳ درصد و تابستان با ۰/۸۳ درصد دارای گستره برگ بالایی هستند و پاییز و زمستان نیز به ترتیب ۰/۰۲ و ۰/۰۰۱ را نشان می‌دهند (شکل ۲۱). همان‌طور که در تصاویر نیز آشکار است طبقات یک و دو دارای روند افزایشی بوده و بقیه طبقات روند کاهشی ملایمی دارند.

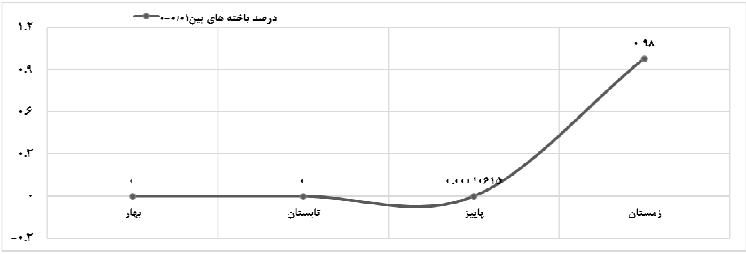


شکل ۱۵- نمودار فصلی درصد یاخته‌های گستره برگ در طبقات مختلف در بازه ۱۳۹۵-۱۳۸۱

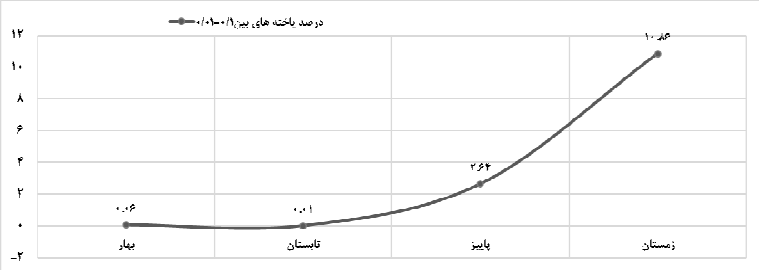
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]



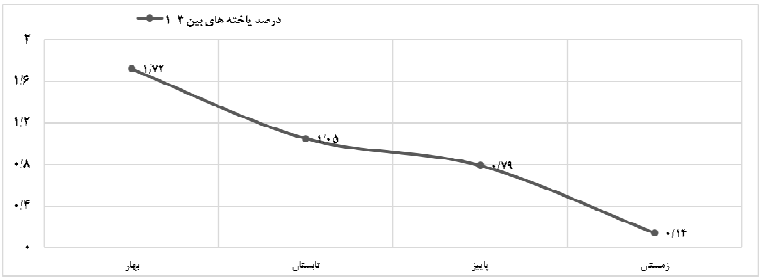
شکل۱۶- نمودارمیانگی‌فصلی‌درصدیاخته‌های‌گستره‌برگ‌درطبقات‌مختلف‌دربازه۱۳۹۵-۱۳۸۱



شکل ۱۷- نمودار فصلی درصد یاخته‌های گستره برگ در طبقه ۱ در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

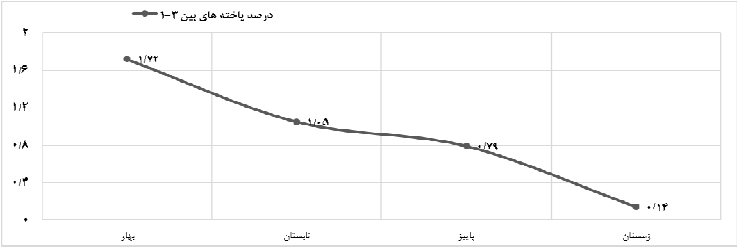


شکل ۱۸- نمودار فصلی درصد یاخته‌های گستره برگ در طبقه ۲ در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

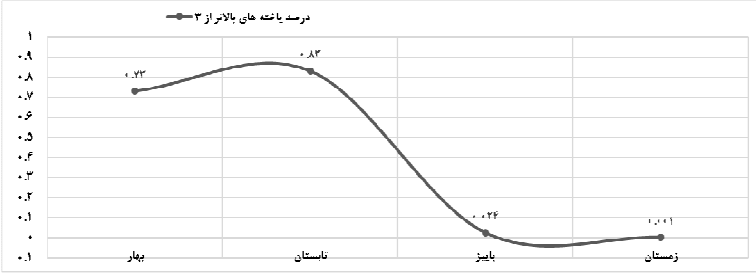


شکل ۱۹- نمودار فصلی درصدیاخته‌های گستره برگ در طبقه ۳در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]



شکل۲۰- نمودار درصدیاخته‌های گستره برگ در طبقه‌ی ۴ در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱



شکل ۲۱- نمودار فصلی درصد یاخته‌های گستره برگ در طبقه ۵ دربازه‌زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

در مرحله‌ی بعد، امکان طبقه‌بندی هر یک از فصل‌ها فراهم گردید. در این رابطه، دارنمایی[۱۱] تهیه شد که وضعیت فصل‌های مختلف سال را ازنظر نمایه‌ی گستره‌ی برگ نشان می‌دهد. در پژوهش حاضر، دوره‌ی آماری داده‌های گستره‌ی برگ به مدت ۱۵ سال از تاریخ ۱۳۸۱/۰۴/۱۵ تا ۱۳۹۵/۱۰/۱۱ می‌باشد. به‌منظور تهیه‌ی دارنما، پس از دانلود داده‌ها پایگاه داده‌ها در نرم‌افزار متلب به‌صورت آرایه‌ی ۸۶۴۰۰۰۰ ×۱۲ با آرایش P۱۲ تشکیل شد. در پایگاه داده‌ها هر 4 فصل به‌عنوان سطر و ۸۶۴۰۰۰۰ داده‌ی گستره‌ی برگ به‌عنوان ستون در نظر گرفته شد. اولین شرط برای تهیه‌ی دارنما، محاسبه‌ی درجه‌ی همانندی است که غالباً در مطالعات اقلیمی و همچنین در پژوهش حاضر، برای محاسبه‌ی درجه‌ی ناهمانندی (همانندی) از فاصله‌ی اقلیدسی استفاده می‌شود (جدول۲). 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

[۱۱]- Dendrogeram نمودار شاخه‌درختی

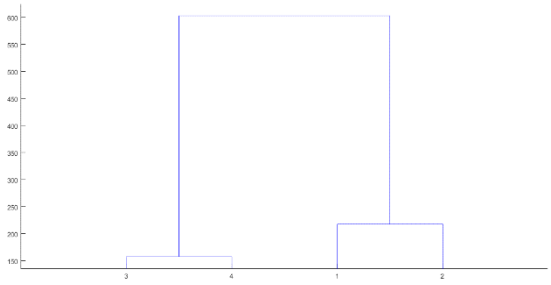
[۱۲]– آرایش P، آرایه‌ای از پایگاه داده‌ها است که در آن سطرها(m)، زمان و ستون‌ها(n)، داده‌های گستره‌ی برگ هستند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

به‌صورت $d_{rs}^2 = (X_r - X_s)(X_r - X_s)'$ محاسبه می‌شوند (مسعودیان،۱۳۸۶). در گام بعدی، پیکسل‌های خارج از محدوده‌ی ایران و همچنین سطرهایی که دارای نبود آماری[۱۳] بودند از آرایه حذف شدند و به‌این‌ترتیب آرایه‌ی نهایی به‌صورت 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. در پژوهش حاضر از میان روش‌های مختلف ادغام همچون پیوند تکی، پیوند کامل، پیوند متوسط، پیوند وزنی، پیوند مرکزی و پیوند میانه، از روش ادغام وارد استفاده‌شده است. زیرا در این روش میزان پراش درون‌گروهی به کمترین حد و همگنی گروه‌های حاصله به بیشترین حد می‌رسد (مسعودیان،۱۳۹۱). 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 یعنی:

$$d(r,s) = \frac{n_r n_s d_{rs}^2}{(n_r + n_s)}$$ رابطه ۱

در اینجا d_{rs}^2 فاصله‌ی 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 موردمطالعه که شامل ایران می‌باشد دارنمای کلی مشخص گردید (شکل۲۲). بدین‌صورت 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 ۴ گروه جای گرفتند.



شکل ۲۲- دارنمای فصلی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران

[13] Nan

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

همان‌طور که در شکل بالا مشاهده می‌شود، محور افقی نمایانگر فصل‌ها و محور عمودی، نشان‌دهنده‌ی فاصله‌ی اقلیدسی است. در این نمودار، فصل‌های سال در دو گروه بزرگ قرار می‌گیرند که خود حاکی از یک دوره‌ی گرم (بهار و تابستان با پوشش گیاهی قوی) و یک دوره‌ی سرد (پاییز و زمستان با پوشش گیاهی ضعیف) می‌باشد. هر یک از این دو گروه بزرگ نیز خود به دو زیرگروه تقسیم می‌شوند که شامل دو دوره‌ی سرد و گرم می‌باشد. درواقع، بهار و تابستان در دوره‌ی گرم سال و پاییز و زمستان در دوره‌ی سرد سال قرار گرفتند. درمجموع، هر چهارفصل سال با توجه به میزان تشابه خود با فصل‌های دیگر، گروه‌بندی شدند. این تقسیم‌بندی تا آنجا ادامه پیدا کرد که هر یک از ۴ فصل سال در یک گروه جداگانه قرار گرفتند و در انتها ۴ خوشه‌ی جداگانه به وجود آمد.

میانگین گستره‌ی برگ در ایران به ترتیب در فصل بهار، تابستان، زمستان و پاییز ۳۶/۴۷،۰/۰،۲۰/۰ و ۰/۱۷ درصد می‌باشد. میانگین گستره‌ی برگ با ۰/۱۷ – درصد در هرسال و ضریب تعیین ۰/۸ درصد دارای روند کاهشی می‌باشد. فصل بهار و تابستان با ۳۶/۴۷،۰/۰ درصد بالاترین میانگین نمایه‌ی گستره‌ی برگ رادارند و به همین دلیل این دو فصل با یکدیگر در گروه یک قرارگرفته‌اند و فصل پاییز و زمستان با ۰/۲۰ و ۰/۱۷ درصد پایین‌ترین میزان این نمایه را دارا هستند و در گروه دو قرارگرفته‌اند.

نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه، پایش پوشش گیاهی و یا به عبارتی بررسی گستره‌ی برگ می‌باشد. برای این منظور از داده‌های سنجنده‌ی مودیس ترا و مودیس آکوا برای بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱ بهره گرفته‌شده است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که ایران به دلیل وسعت زیاد، دارای تنوع پوشش گیاهی از بسیار تنک تا انبوه می‌باشد. در ایران، پوشش گیاهی بسیار تنک در مناطق شرقی، مرکزی و جنوب‌شرقی کشور و پوشش گیاهی انبوه و بسیار انبوه در سراسر نیمه‌ی غربی، شمالی و جنوب‌غرب ایران به دلیل وجود بادهای غربی و چرخندها دیده می‌شود. بادهای غربی در مناطق اخیر دو عامل اصلی برای رشد و نمو گیاهان یعنی دما و بارش مناسب را ایجاد می‌کنند. مسلماً وجود موانعی همچون رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس مانع رسیدن بادها به مناطق نیمه‌ی شرقی و جنوب شرقی شده و درنتیجه این مناطق شاهد فقر پوشش گیاهی هستند. درمجموع، همان‌طور که در تصاویر نیز مشخص‌شده است، گستره‌ی برگ و درواقع پوشش گیاهی ایران ناچیز است و تنها در کرانه‌های خزر و جنوب‌غرب ایران 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. داده‌های نمایه گستره‌ی برگ به

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

روش تحلیل خوشه‌ای بر پایه‌ی محاسبه‌ی فواصل اقلیدسی و روش ادغام وارد برای مدت ۱۵ سال نیز بررسی شدند. این بررسی نشان داد که ۴ فصل سال در دو گروه اصلی جای می‌گیرند و درواقع به دو دوره‌ی گرم با پوشش گیاهی قوی و دوره‌ی سرد با پوشش گیاهی ضعیف تقسیم می‌شوند. در این گروه‌بندی، بهار و تابستان در دوره‌ی گرم سال و پاییز و زمستان در دوره‌ی سرد سال قرار گرفتند.

منابع

بادیه‌نشین، ع.، نوری، ح.، وظیفه‌دوست، م. ۱۳۹۳. واسنجی معادلات برآورد نمایه‌ی گستره‌ی برگ محصولات ذرت و چغندرقند با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده مودیس (شبکه آبیاری قزوین)، مجله تحقیقات آب‌وخاک ایران،۲: ۱۶۵-۱۵۵.

ثنایی‌نژاد، ح.، شاه‌طهماسبی، ار.، صدرآبادی حقیقی. ر.، کلارستانی، ک. ۱۳۸۷. مطالعه تغییرات طیف بازتابی مزارع گندم در مشهد با استفاده از تصاویر MODIS، نشریه علوم آب‌وخاک، ۱۲:۱۹-۱۱.

رحمانی، ن.،کاکایی، ش.، میریعقوب‌زاده، م. ۱۳۹۰. ارزیابی شاخص‌های پوشش گیاهی مورداستفاده در سنجش از دور (مطالعه‌ی موردی؛ حوضه هریسک)، همایش ژئوماتیک.

سپهری، ع.، متقی، م.ر. ۱۳۸۱. کاربرد شاخص‌های گیاهی سنجنده TMدر برآورد درصد پوشش گیاهی مراتع حفاظت‌شده جهان نما-گرگان، مجله منابع طبیعی ایران،۵۵:۲۷۱-۲۵۹.

صبوحی، ر.، سلطانی، س. ۱۳۸۷. تحلیل روند پارامترهای اقلیمی در ایستگاه‌های سینوپتیک سواحل دریای خزر، اولین کنفرانس بین‌المللی تغییرات زیست‌محیطی منطقه خزری، دانشگاه مازندران، بابلسر.

عباس‌زاده‌تهرانی، ن.، صابری، ن. ۲۰۱۳. ارزیابی الگوی تغییرات فصلی پوشش اراضی با تحلیل داده‌های سنجش از دوری، سومین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، تهران.

عدل، ح. ر. ۱۳۸۶. برآورد بیوماس برگ و نمایه‌ی گستره‌ی برگ دو گونه‌ی عمده در جنگل‌های یاسوج، مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران،۱۵: ۴۲۶-۴۱۷.

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

علوی‌پناه، ک.، رفیعی‌امام، ع.، حسینی، ز.، جعفر بیگلو، م. ۱۳۸۵. بررسی تغییرپذیری طیفی پدیده‌های مختلف پوشش گیاهی و آب با استفاده از سنجش از دور، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۸:۹۷ - ۸۱.

فرجزاده، م. ۱۳۸۴. خشک‌سالی، از مفهوم تا راهکار، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۲۰ صفحه.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

فنایی، ر.، عطایی، ه. ۱۳۹۱. بررسی تأثیرگذاری عناصر اقلیمی بر میزان تولید و عملکرد محصولات کشاورزی شهرستان اصفهان، اولین همایش ملی تغییر اقلیم و امنیت غذایی، اصفهان.

مسعودیان، س ا.۱۳۹۱. شناسایی گونه‌های هوای اصفهان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی،۳: ۸۶-۶۵.

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(6): 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(1-3): 185-193.

Gurgel, H.C., Ferreira, N.J. 2003. Annual and Interannual Variability of NDVI in Brazil and its Connections with Climate. International Journal of Remote Sensing, 24(18): 3595–3609.

Hosseini, S. Z., Kappas, M., Propastin, P. 2011. Estimating relationship between vegetation dynamic and precipitation in central iran. International SWAT conference, Spain, 15-17 July:6p.

Huaan, J., Ainong, L., Jinhu, B., Xi, N., Wei, Z., Zhengjian, Gaofei. Z., 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 Geoformation, 55(1):52–67.

LeiJi, A ,. Peters, J. 2003. Assessing vegetation response to drought in the northern Great Plains using vegetation and drought indices, Remote Sensing of Environment,87(1) 85-98.

MCST: MODIS Characterization Support Team. 2006. MODIS Level 1B Product User's Guide. NASA/Goddard Space Flight Center Greenbelt, MD 20771, 62 p.

Persend t., Care F., 2009. Drought risk analysis using remote sensing and GIS in the Oshikoto region, Namibia, research space, University of KwaZulu-Natal. 210p.

Piao, SH., Fang, G., Zhou, L, Guo, O., Henderson, M., Ji, W., Li, Y., Tao, SH. 2003. Inter annual variations of monthly and seasonal normalized difference vegetation index (NDVI) in China from 1982 to 1999, journal of geophysical research.108(14)1-13.

Taifeng Dong, T., Liu, J., Qian, B., Zhao, T., Jing, Q., Geng, X., Wang, J., Huffman, T., Shang, J. 2016. Estimating winter wheat biomass by assimilating leaf area index derived from fusion of Landsat-8 and MODIS data, International

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 49(1): 63-74. https://modis.gcfc.nasa.gov.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]