نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و یکم، شماره ۶۱، تابستان ۱۴۰۰

پایش اقلیمی- ماهواره‌ای شاخص سطح برگ در استان همدان

دریافت مقاله: ۹۷/۱۱/۱۵ **پذیرش نهایی:** ۹۸/۵/۵

صفحات: ۲۷۷-۲۵۹

سید محمد حسینی: استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه سیدجمال‌الدین‌اسدآبادی، اسدآباد، ایران[1]
Email: h.climate@sjau.ac.ir
فخری سادات فاطمی‌نیا: دکتری آب و هواشناسی کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
Email: f.fateminiya@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش به منظور بررسی و پایش وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان از داده‌های ماهواره‌ی مودیس در یک بازه‌ی زمانی ۱۵ ساله بهره گرفته شد. داده‌های شاخص سطح برگ پس از استخراج از تارنمای مودیس، با کدنویسی در نرم‌افزار متلب مورد واکاوی قرار گرفتند و سپس نقشه‌های آن استخراج شدند. در نهایت، سری زمانی سالانه‌ی شاخص سطح برگ به دست آمد و ارتباط آن با میزان بارش‌ها و میانگین دما در طی این سال‌ها بررسی گردید. به منظور بررسی بهتر نقشه‌ها، یاخته‌های بالاتر از یک که نشان‌دهنده‌ی وضعیت بهتر و تراکم بیشتر سطح برگ هستند، مورد بررسی قرار گرفتند. در این میان، سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۷، ۱۳۹۰ به ترتیب با(۰/۰۱ ، ۰/۰۳ و ۰/۰۳ درصد) پایین‌ترین یاخته‌های بالاتر از ۱ و سال ۱۳۹۵ با ۰/۲۴ و سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ با ۰/۰۷ یاخته‌ی بالاتر از ۱، بالاترین تعداد یاخته را به خود اختصاص داده‌اند. وجه مشترک تمامی سال‌ها از نظر یاخته‌های بالاتر از یک نشان می‌دهد که باغات جنوب همدان در جنوب دره مرادبیک، کشتزارهای غرب نهاوند، باغات جنوب‌شرق ملایر، منطقه حفاظت شده لشگردر در جنوب‌شرق ملایر در تمام سال‌ها مشترک بوده‌اند. تنها تفاوتی که در سال‌های مختلف مشاهده می‌شود تعداد یاخته‌هاست. در نهایت سری زمانی داده‌ها نشان داد که سال ۱۳۸۹ دارای بالاترین و سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۷ دارای پایین‌ترین میزان سری زمانی سطح برگ هستند.

کلید واژگان: استان همدان، پایش اقلیمی- ماهواره‌ای، سنجش از دور، شاخص سطح برگ.

۱. **نویسنده مسؤل**: همدان، اسدآباد، دانشگاه سیدجمال‌الدین اسدآبادی، دانشکده ادبیات‌وعلوم‌انسانی، گروه جغرافیا، ۰۹۳۸۴۶۹۴۵۸۸

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]

مقدمه

یکی از مواردی که باعث تغییر اکوسیستم‌ها به صورت متوالی می‌شود مسلماً تغییرات پوشش گیاهی و یا فعالیت‌های انسانی همچون تغییر کاربری اراضی می‌باشد(سینگ[1]، ۱۹۸۹: ۱۰۰۲). از آن‌جا که وسعت زیادی از سطح زمین را پوشش گیاهی اشغال کرده است پایش این عنصر دارای اهمیت زیادی می‌باشد. برآوردهای متخصصان نشان می‌دهد که در هر نوع آب و هوایی از خشک و نیمه خشک گرفته تا مرطوب و نیمه مرطوب، به دلیل تغییر فراسنج‌های اقلیمی و حتی اقتصادی، سطح پوشش گیاهی و مراتع تغییر می-نماید(مقدم، ۱۳۸۸: ۸). به همین دلیل پایش سطح برگ که نشان‌دهنده‌ی تغییر در وضعیت پوشش گیاهی در زمان‌های متفاوت از طریق مشاهده‌ی آن می‌باشد و همچنین به دلیل اهمیت تغییرات زمانی در مطالعات مربوط به پوشش گیاهی چشمگیر می‌باشد. با توجه به قابلیت بالای تصاویر ماهوارهای نظیر بهنگام بودن، چند طیفی بودن، تکراری بودن، پوشش وسیع و افزایش روزافزون توان تفکیک طیفی و مکانی آنها سنجش از دور توانایی ارزیابی و پایش مراتع را داشته و استخراج اطلاعاتی مانند تغییرات پوشش گیاهی و محاسبه سطح تاج برگ گیاه را ممکن می‌سازد(حسینی‌توسل و همکاران، ۱۳۹۴: ۶۱۵). با توجه به این که تغییرات آب و هوایی، پوشش گیاهی و فعالیت‌های کشاورزی را به طور دائم در معرض مخاطره قرار می‌دهد، انجام مطالعاتی که موجب کاستن از این خطرپذیری باشد، ضرورت پیدا می‌کند(فنایی و عطایی، ۱۳۹۲: ۱). چرا که تغییر پوشش گیاهی و به ویژه شاخص سطح برگ نیز، باعث تغییر فراسنج‌های مهم اقلیمی همچون بازتاب[2] سطحی، میزان تبخیر و تعرق، باد سطحی، فرسایش خاک و ... می‌گردد(صبوحی و سلطانی،۱۳۸۷: ۱). در عصر حاضر، برای پایش تغییرات پوشش گیاهی از تصاویر حاصل از دورسنجی استفاده می‌شود. تصاویر سنجش از دور با اندازه‌گیری تشعشع خاص پوشش گیاهی، امکان شناسایی تغییرات از جمله خشکسالی و ترسالی را فراهم می‌نماید(هادیان و همکاران، ۷۵۶:۱۳۹۳).

در رابطه با پایش پوشش گیاهی در سراسر جهان و ایران پژوهش‌های بی‌شماری انجام شده است از جمله: لوکاپاسولی و همکاران [3](۲۰۱۷: ۱۵۹)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مودیس به بازیابی الگوریتم شاخص سطح برگ در مراتع کوه‌های آلپ پرداختند. ایشان داده‌های سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۵ را با دو تفکیک ۱۰۰۰ و ۲۵۰ متر مورد بررسی قرار دادند. داده‌های شاخص سطح برگ برای هر دو نوع تفکیک مکانی با استفاده از سری زمانی اعتبارسنجی شدند. نتایج ایشان قابلیت الگوریتم پیشنهادی را برای به دست آوردن شاخص سطح برگ باRMSE کلی ۱/۶۸ مترمربع بر مترمربع در محیط‌های باز و کوهستانی نشان داد. پردل و همکاران(۱۳۹۶)، در پژوهشی به ارزیابی شاخص‌های گیاهی برآورد پوشش و تولید گیاهی مراتع مناطق خشک در دوره های رویشی مختلف پرداختند. نتایج نشان داد که پوشش گیاهی مناطق خشک با دقت نسبتا بالایی می تواند به وسیله شاخص‌های گیاهی مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ برآورد گردد. جعفری‌صیادی و همکاران(۱۳۹۷)، با استفاده از سنجنده OLI به برآورد شاخص سطح برگ برنج در مراحل مختلف زراعی در شمال شهرستان ساری پرداختند. مقدار متوسط ضریب گیاهی برآورد شده در مراحل

1 - Singh
2 - Albedo
3- Luca Pasolli & et al

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]

مختلف نشان از وجود رابطه خطی بین این ضریب و شاخص تفاوت نرمال شده گیاهی (NDVI) دارد. براساس یافته‌ها، شاخص رشد برنج (RGVI) برآوردگر خوبی برای تعیین شاخص سطح برگ(LAI) محسوب می‌شود و تقریباً در تمامی مراحل رشد گیاه، بیش از ۳۰ درصد تغییرات مقدار شاخص سطح برگ را پیش‌بینی می‌نماید. صابری‌فر و رحیمیان (۱۳۹۷) به واکاوی تغییرات پوشش گیاهی در مناطق شهری و پیامدهای ناشی از آن پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که تخریب پوشش گیاهی، باغات و مزارع واقع در محدوده شهری مشهد و تغییر کاربری آن در طی ۲۶ سال منجر به افزایش نسبی دمای محیط گردیده و اثرات منفی در محدوده شهری در پی داشته است. اسدی و همکاران(۱۳۹۷)، با توجه به طول دوره رشد گندم از تصاویر سری زمانی سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ به‌منظور محاسبه شاخص‌های مختلف گیاهی بهره گرفتند. نتایج حاکی از افزایش دقت برآورد شاخص سطح برگ گندم با استفاده از شاخص NDVI و SAVI و توابع نمایی به ترتیب به ۱۸/۱ و ۱ نسبت به مدل خطی به ترتیب ۴۶/۱ و ۲۶/۱ است. از دیگر پژوهش‌ها می‌توان به؛ میچل‌هیل[1] و همکاران ۲۰۰۴، جینیونگ‌ری[2] و همکاران ۲۰۱۰، فاتحی‌مرج و همکاران ۱۳۹۰، آرخی و همکاران ۱۳۹۰، کریمی و همکاران ۱۳۹۳ اشاره کرد.

هدف از پژوهش حاضر نیز بررسی و پایش وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان با استفاده از داده-های ماهواره‌ی مودیس در یک بازه‌ی زمانی ۱۵ ساله می‌باشد. این شاخص از فراسنج‌های مهم و اساسی در بسیاری از پژوهش‌های آب و هواشناسی و کشاورزی به شمار می‌رود(فاطمی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۷: ۴۲).

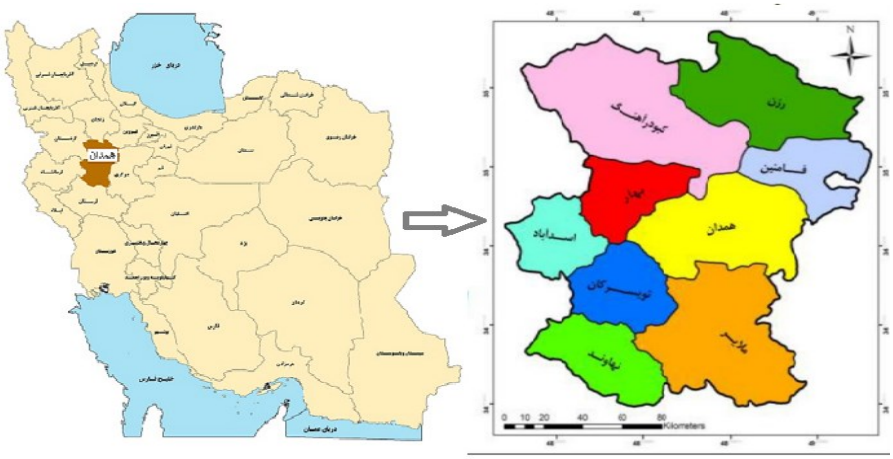
روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

استان همدان از استان‌های کوهستانی، مرتفع، سرد و بادخیز کشور محسوب می‌شود. این استان بین مدارهای ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه‌ی عرض شمالی از خط استوا و ۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه‌ی طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته و شامل ۹ شهرستان، ۲۵ بخش، ۳۰ شهر، ۷۳ دهستان و ۱۱۲۰ روستا است. این استان با ۱۹۴۹۳ کیلومتر مربع وسعت، از سمت شمال به استان‌های زنجان و قزوین، از سمت جنوب به استان لرستان، از سمت شرق به استان مرکزی و از سمت غرب به استان‌های کردستان و کرمانشاه محدود شده‌است. شکل (۱).

1 - Michael Hill
2 - Jinyoung Rhee

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]

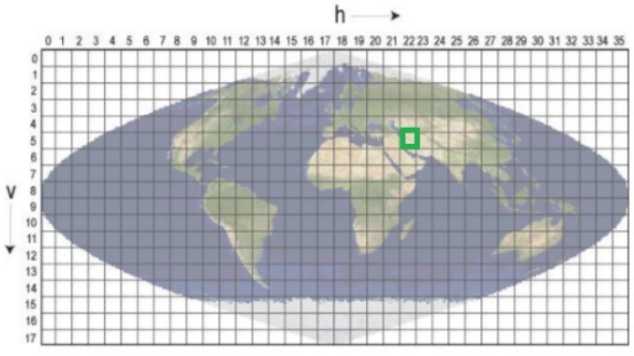


شکل(۱)، موقعیت جغرافیایی استان همدان

در پژوهش حاضر، از داده‌های سنجنده‌ی مودیس ترا و مودیس آکوا 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 شاخص سطح برگ در سنجنده‌ی مودیس، دارای تفکیک زمانی ۸ روزه است که از سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۵ 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 مودیس قرار می‌گیرد و با موزاییک کردن این تصاویر و کاشی‌ها در کنار یکدیگر، پوشش کل ایران به دست می‌آید. از نظر زمانی، داده‌ها از تاریخ ۱۳۸۱/۰۴/۱۵ تا ۱۳۹۵/۱۰/۱۱ از تارنمای ذکر شده قابل دریافت هستند. در شکل(۲)، h نماد کاشی‌های افقی و v نماد کاشی‌های عمودی است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کاشی h22v05 کل استان همدان را پوشش می‌دهد. این کاشی‌ها با فرمت HDF-EOS و ۱۰×۱۰ درجه‌ی قوسی(استوایی) هستند(امسی‌اس‌تی[1]، ۲۰۰۶). شکل(۳).



شکل(۳)، جایگاه استان همدان در شبکه‌بندی سینوسی سنجنده‌ی مودیس



شکل(۲). جایگاه ایران در شبکه‌بندی سینوسی سنجنده‌ی مودیس

1 - **MCST**

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]

نتایج

شاخص سطح برگ در استان همدان در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۸۱

در این پژوهش، تاریخ بارگذاری داده‌های استان همدان در تارنمای مودیس از ۱۳۸۱/۰۴/۱۳ مقارن با ۲۰۰۲/۰۷/۰۶ می‌باشد. در سال ۱۳۸۱، میانگین کلی شاخص سطح برگ در استان همدان ۰/۱۵ می‌باشد. در این سال، سطح برگ در استان در طبقه‌ی یک بیشتر از سایر طبقات می‌باشد. در بین تمام سال‌های مورد بررسی، طبقه‌ی یک در این سال با اختصاص دادن ۷۶/۴۱ از گستره‌ی استان همدان بیشترین درصد را در بین تمام طبقات و طبقه‌ی سوم با ۰/۰۱ درصد کمترین یاخته را در بین تمام سال‌ها از آن خود نموده است. جدول(۱) و شکل(۳۴). همان‌طور که اشاره شد به دلیل تعداد بالای یاخته‌ها و به منظور بررسی دقیق‌تر، مکان-هایی را که یاخته‌ی آن‌ها شاخص بالاتر از یک را نشان می‌داد بررسی گردید. طبق شکل(۵) مکان‌هایی که در سال ۱۳۸۱ دارای شاخص بالاتر از ۱ هستند شامل سه منطقه می‌شود که عبارتند از: باغات جنوب همدان در جنوب دره مرادبیک، منطقه حفاظت شده لشگردر در جنوب‌شرق ملایر. جدول(۱) و شکل(۵).

در سال ۱۳۸۲، میانگین شاخص سطح برگ در استان همدان۰/۲۳ می‌باشد. در این سال یازده نقطه در طبقه‌ی سه و درواقع بالاتر از یک می‌باشند که عبارتند از: کشتزارهای جنوب‌غرب شهرستان اسدآباد، باغات جنوب همدان در جنوب دره مرادبیک، کشتزارهای غرب نهاوند و باغات جنوب‌شرق ملایر. شکل(۷-۶) و شکل(۳۵).

در سال ۱۳۸۳، میانگین سطح برگ در استان ۰/۲۳ می‌باشد. جدول(۱). یاخته‌های بالاتر از یک نیز نه نقطه روبرو را شامل می‌شود: باغات جنوب همدان در جنوب دره مرادبیک، باغات جنوب‌شرق همدان در روستای ابرو و سیمین‌ابرو، کشتزارهای غرب نهاوند و باغات جنوب‌شرق ملایر. شکل(۹-۸) و (۳۶).

میانگین سطح برگ در استان در سال۱۳۸۴، ۰/۲۲ می‌باشد. جدول(۱). طبقه‌ی اول این سال با ۵۴/۷۱ پس از سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۷ رتبه سوم تعداد و درصد بالای یاخته‌ها را شامل می‌شود. یاخته‌های بالاتر از یک نیز شامل مکان‌های روبرو هستند: باغات جنوب همدان در جنوب دره مرادبیک، باغات جنوب‌شرق همدان در روستای ابرو و سیمین‌ابرو، کشتزارهای غرب نهاوند و منطقه حفاظت شده لشگردر در جنوب‌شرق ملایر. شکل(۱۱-۱۰) و شکل(۳۷).

میانگین سطح برگ در سال۱۳۸۵ نیز ۰/۲۲ می‌باشد. نقاطی که دارای یاخته بالاتر از ۱ بوده و تراکم بیشتری داشته‌اند شامل نقاط روبرو هستند: کشتزارهای روستای موسی آباد در شهرستان اسدآباد، باغات جنوب همدان در جنوب دره مرادبیک، باغات جنوب‌شرق همدان در روستای ابرو و سیمین‌ابرو، منطقه حفاظت شده لشگردر در جنوب‌شرق ملایر، کشتزارهای توآنه، کشتزارهای غرب نهاوند. شکل(۱۳-۱۲) و شکل(۳۸).

میانگین شاخص سطح برگ در سال۱۳۸۶ نسبت به سال قبل افزایش و به ۰/۲۵ رسیده است. بیشینه سطح برگ با ۲/۴۸ در بین تمام سال‌های مورد بررسی متعلق به این سال می‌باشد. کشتزارهای شرق شهر مهاجران، باغات جنوب همدان در جنوب دره مرادبیک، باغات جنوب‌شرق همدان در روستای ابرو و سیمین-

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]

ابرو، باغات زنگنه و میشن، باغات و کشتزارهای غرب نهاوند دارای یاخته‌ی بالاتر از ۱ هستند. شکل(۱۵-۱۴) و شکل(۳۹).

سال ۱۳۸۷ بعد از سال ۱۳۸۱ با ۰/۲۱ پایین‌ترین میانگین سطح برگ را در میان سال‌های مورد بررسی داراست. در این سال طبقه‌ی اول با ۶۳/۷۰ یاخته در بین تمام طبقات بالاترین درصد را داراست و طبقات دوم و سوم در این سال نیز پس از سال ۱۳۸۱ دارای پایین‌ترین درصد یاخته‌ی سطح برگ می‌باشند. جدول(۱). یاخته‌های بالاتر از یک عبارتند از : باغات و کشتزارهای غرب نهاوند، باغات زنگنه و میشن، باغات جنوب همدان در جنوب دره مرادبیک. اشکال (۱۷-۱۶) و شکل (۴۰).

سطح برگ در سال ۱۳۸۸ نسبت به سال ۱۳۸۷ افزایش یافته و به ۰/۲۷ رسیده است. درصد یاخته‌ها در طبقه‌ی دوم و سوم افزایش یافته و به ترتیب ۶۴/۴۹ و ۰/۰۷ می‌باشد. جدول(۱). کشتزارهای توانه و رزینی و همچنین باغات غرب نهاوند، باغات زنگنه، کشتزارهای روستاهای بادخوره و موسی‌آباد در شهرستان اسدآباد، باغات جنوب همدان در جنوب دره مرادبیک، کشتزارهای شرق لالجین در منطقه‌ی رایگان سفلی دارای یاخته‌ی بالاتر از یک هستند. اشکال (۱۹-۱۸) و شکل(۴۱).

در طی ۱۵ سال مورد بررسی، سال ۱۳۸۹ با ۰/۲۹ پس از سال ۱۳۹۰ بالاترین میانگین سطح برگ را داراست. طبقه اول در این سال در مقایسه با سال‌های دیگر پس از سال ۱۳۹۵ پایین‌ترین درصد یاخته‌ها و زبقات دوم و سوم نیز پس از سال ۱۳۹۵ بالاترین درصد یاخته‌ها را به ترتیب با ۷۳/۸۱ و ۰/۰۷ دارا هستند. جدول(۱). یاخته‌های بالاتر از یک در این سال عبارتند از: کشتزارهای شرق فامنین، باغات جنوب‌غرب ابرو، باغات جنوب همدان در دره مرادبیک، کشتزارهای روستای بادخوره در شهرستان اسدآباد، کشتزارهای غرب نهاوند و کشتزارهای رزینی، باغات زنگنه و کشتزارهای جنوب‌شرق ملایر. اشکال(۲۱-۲۰) و شکل(۴۲).

در سال ۱۳۹۰ میانگین سطح برگ نسبت به سال قبل کاهش و ۰/۲۵ می‌باشد. طبقه‌ی سوم در این سال همانند سال۱۳۸۷، ۰/۰۳ می‌باشد و در زمره‌ی کمینه‌ی درصدها می‌باشد. جدول(۱). باغات جنوب همدان در دره مرادبیک، باغات و کشتزارهای در روستای شعبان در جنوب نهاوند و باغات غرب نهاوند، باغات زنگنه، باغات روستای جوزان در جنوب ملایر یاخته‌ی بالاتر از ۱ داشته‌اند. اشکال (۲۳-۲۲) و شکل(۴۳).

سال ۱۳۹۱ از لحاظ میانگین سطح برگ نسبت به سال قبل تفاوتی نداشته و ۰/۲۵ می‌باشد. جدول(۱). یاخته‌های بالاتر از یک نیز شامل مکان‌های روبرو هستند: باغات جنوب همدان در جنوب دره مرادبیک، باغات زنگنه، کشتزارهای روستای فرسفج تویسرکان، باغات و کشتزارهای در روستای شعبان در جنوب نهاوند و باغات غرب نهاوند. اشکال (۲۵-۲۴) و شکل(۴۴).

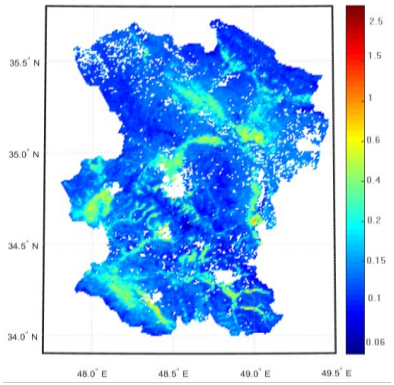
میانگین شاخص سطح برگ در استان همدان در این سال ۰/۲۳ می‌باشد. کمینه‌ی سطح برگ نیز ۱/۳۵ بوده که نسبت به تمام سال‌ها کمترین میزان را شامل می‌شود. جدول(۱). باغات جنوب دره مرادبیک، باغات و کشتزارهای در روستای شعبان در جنوب نهاوند و باغات غرب نهاوند، باغات زنگنه در جنوب منطقه محافظت شده‌ی لشکردر در جنوب ملایر، کشتزارهای موسی‌آباد در شهرستان اسدآباد نیز شاخص بالاتر از یک را نشان می‌دهند. اشکال (۲۶-۲۷) و شکل(۴۵).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]

سال ۱۳۹۳ با یک درصد افزایش نسبت به سال قبل دارای میانگین شاخص سطح برگ ۰/۲۴ می‌باشد. درصد یاخته‌های طبقه‌ی سه در این سال ۰/۰۷ بوده که نسبت به سال‌های مورد بررسی به همراه سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در گروه یاخته‌هایی با درصد نسبتاً بالا می‌باشد. باغات دره مرادبیک، کشتزارهای موسی‌آباد و بادخوره در شهرستان اسدآباد، کشتزارهای روستای فرسفج تویسرکان، کشتزارهای جنوب‌غرب اسدآباد، باغات زنگنه در جنوب منطقه محافظت شده‌ی لشکردر در جنوب ملایر، باغات و کشتزارهای روستای شعبان در جنوب نهاوند و باغات غرب نهاوند دارای یاخته‌های بالاتر از یک هستند. اشکال (۲۹-۲۸) و شکل(۴۶).

در سال ۱۳۹۴، میانگین شاخص سطح برگ در استان همدان ۰/۲۳ می‌باشد. یاخته‌ای بالاتر از یک نسبت به سال قبل کاهش و ۰/۰۴ را نشان می‌دهد. جدول(۱). این یاخته‌ها در مکان‌های روبرو دیده می‌شوند: باغات دره مرادبیک، باغات و کشتزارهای روستای شعبان در نهاوند و باغات غرب نهاوند، باغات زنگنه در جنوب و باغات جوزان در شمال منطقه محافظت شده‌ی لشکردر در جنوب ملایر. اشکال (۳۱-۳۰) و شکل(۴۷).

سال ۱۳۹۵ نسبت به تمامی سال‌ها متفاوت می‌باشد. این سال نسبت به سال‌های قبل چه از نظر میانگین سطح برگ و چه از نظر درصد هر طبقه بالاتر می‌باشد. یکی از دلایل این افزایش این است که سال ۱۳۹۵تا ۶ دی‌ماه دارای داده‌ی ماهواره‌ای بوده و در نتیجه نبود داده‌ها در سه ماه پایانی سال، میانگین شاخص سطح برگ را متأثر ساخته است و مقدار آن را افزایش داده است. میانگین شاخص سطح برگ در این سال ۰/۳۰ می‌باشد که نسبت به بقیه‌ی سال‌ها بالاتر است. هر سه طبقه‌ی مرتبط با تقسیم‌بندی یاخته‌ها نیز نسبت به تمام سال‌ها بیشینه‌ی درصدها را نشان می‌دهند. درصد این طبقات عبارتند از :طبقه‌ی اول ۱۰/۴۸، طبقه‌ی دوم ۸۱/۲۵، طبقه‌ی سوم ۰/۲۴. یاخته‌های طبقه‌ی سوم شامل مکان‌های روبرو می‌شود: باغات زنگنه در جنوب و باغات جوزان در شمال منطقه محافظت شده‌ی لشکردر در جنوب ملایر، باغات و کشتزارهای جنوب‌غرب و غرب نهاوند، کشتزارهای روستای فرسفج تویسرکان، باغات ارزان‌فود و باغات شمال‌غرب تویسرکان، باغات جنوب دره مرادبیک، باغات موییجین از توابع مریانج، کشتزارهای شهرستانه و تیمیجان، کشتزارهای سیاه‌کمر بادخوره و موسی‌آباد از توابع شهرستان اسدآباد. شکل(۳۳-۳۲) و شکل(۴۸).

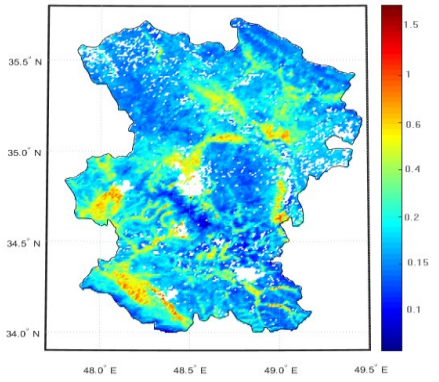


شکل(۴)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان‌همدان در سال ۱۳۸۱



شکل(۵)، سطح برگ بالاتر از یک در استان‌همدان در سال ۱۳۸۱

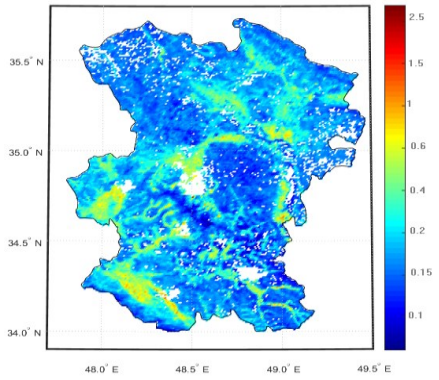
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]



شکل(۶)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۸۲



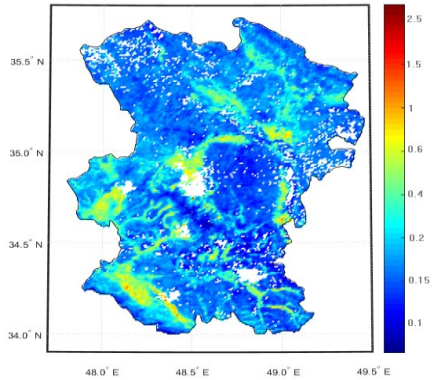
شکل(۷)، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان در سال ۱۳۸۲



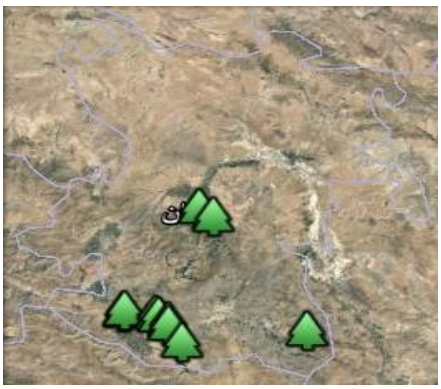
شکل(۸)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۸۳



شکل(۹)، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان در سال ۱۳۸۳

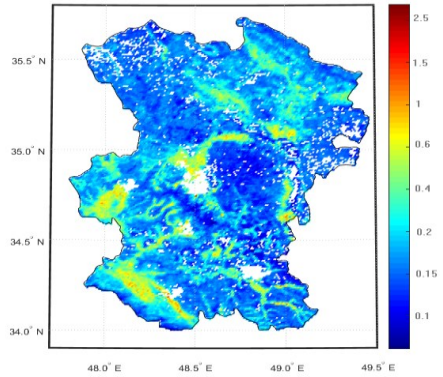


شکل(۱۰)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۸۴



شکل(۱۱)، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان در سال ۱۳۸۴

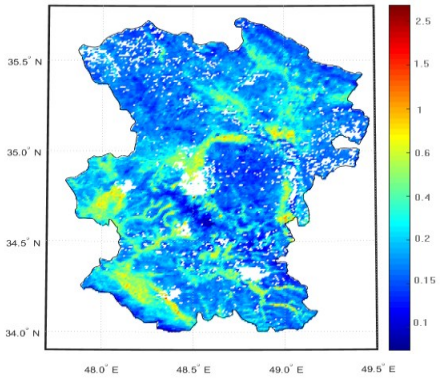
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]



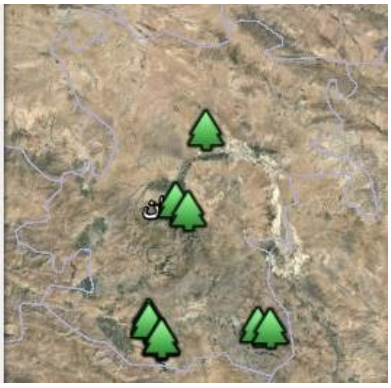
شکل(۱۲)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۸۵



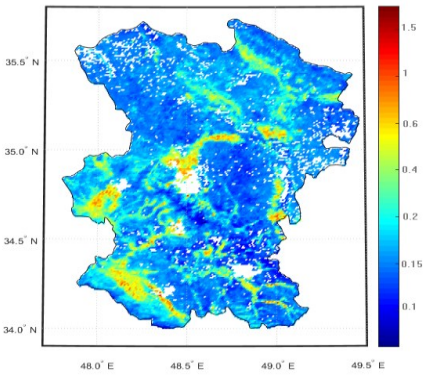
شکل(۱۳)، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان در سال ۱۳۸۵



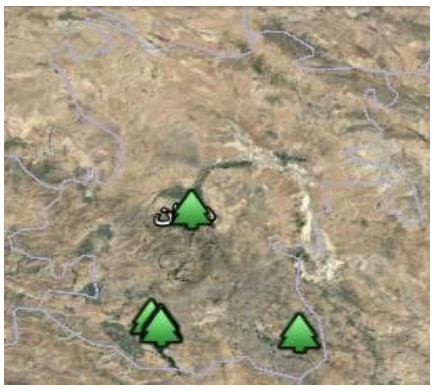
شکل(۱۴)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۸۶



شکل(۱۵)، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان در سال ۱۳۸۶

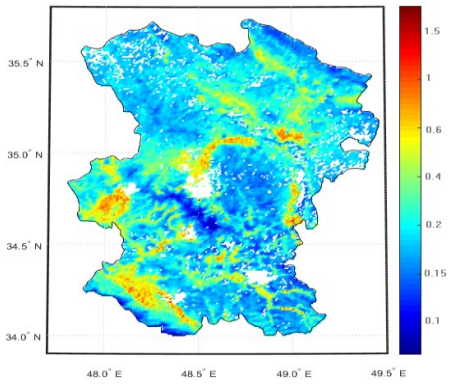


شکل(۱۶)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال۱۳۸۷



شکل(۱۷)، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان در سال ۱۳۸۷

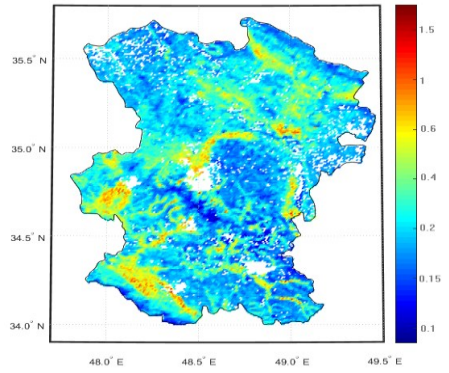
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]



شکل(۱۸)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۸۸



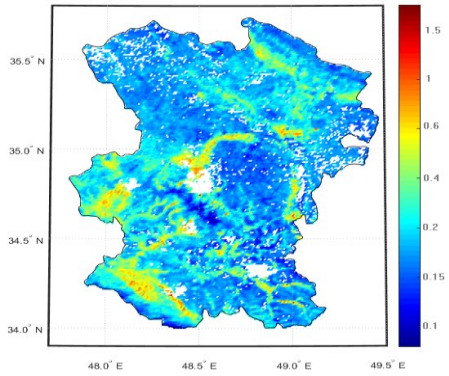
شکل(۱۹)، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان درسال ۱۳۸۸



شکل(۲۰)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۸۹



شکل(۲۱)، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان در سال ۱۳۸۹

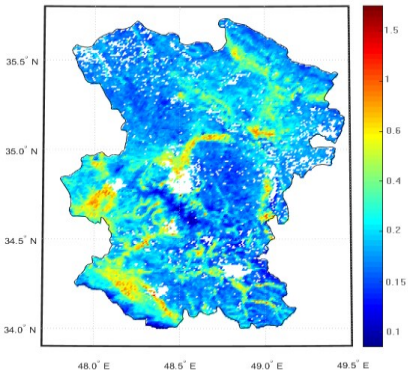


شکل(۲۲)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۹۰



شکل(۲۳)، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان در سال ۱۳۹۰

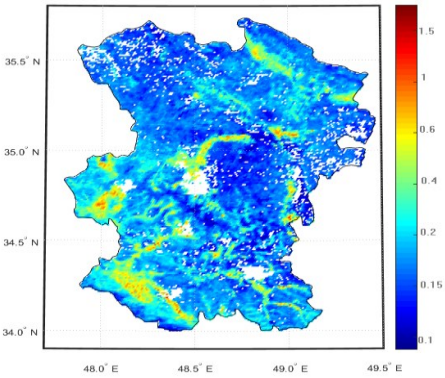
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]



شکل(۲۴)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۹۱



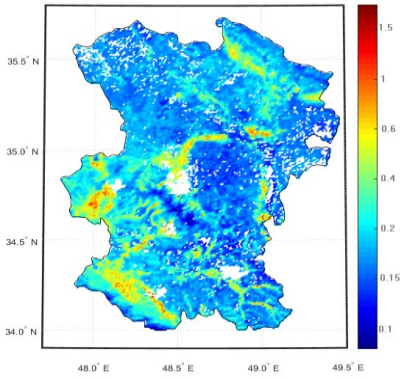
شکل(۲۵)، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان در سال ۱۳۹۱



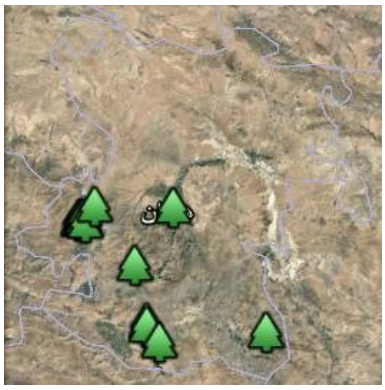
شکل۲۶، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۹۲



شکل۲۷، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان در سال ۱۳۹۲

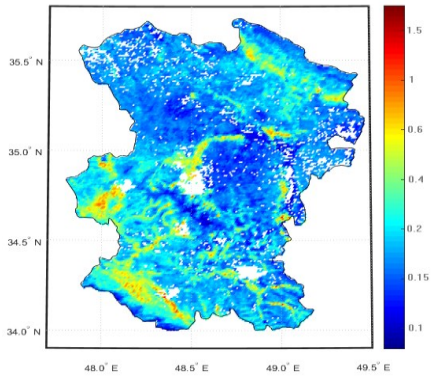


شکل(۲۸)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۹۳



شکل(۲۹)، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان در سال ۱۳۹۳

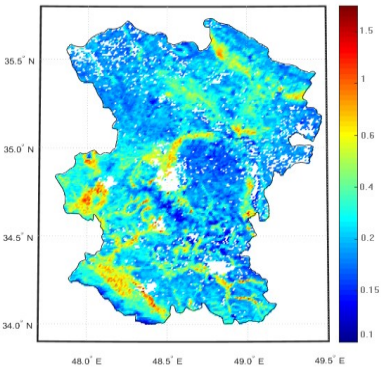
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]



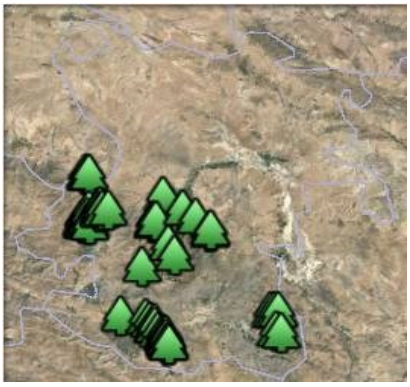
شکل(۳۰)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۹۴



شکل(۳۱)، سطح برگ بالاتر از یک در استان همدان در سال ۱۳۹۴



شکل(۳۲)، وضعیت شاخص سطح برگ در استان همدان در سال ۱۳۹۵



شکل(۳۳)، سطح برگ بالاتراز یک در استان همدان در سال ۱۳۹۵



شکل(۳۴)، نمودار درصد یاخته‌های سطح برگ در سال ۱۳۸۱

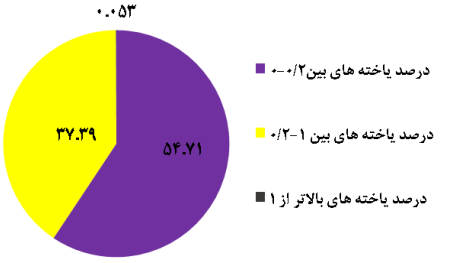


شکل(۳۵)، نمودار درصد یاخته‌های سطح برگ درسال۱۳۸۲

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]



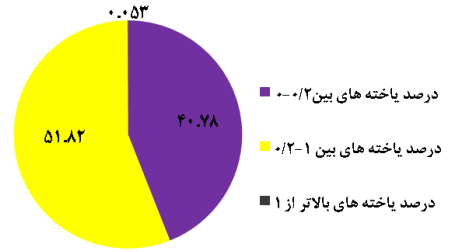
شکل(۳۶)، نمودار درصد یاخته‌های سطح برگ در سال ۱۳۸۳



شکل(۳۷)، نمودار درصدیاخته‌های سطح برگ در سال ۱۳۸۴



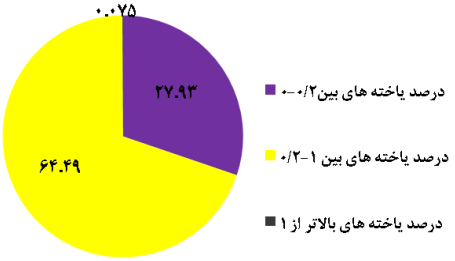
شکل(۳۸)، نمودار درصد یاخته‌های سطح برگ در سال ۱۳۸۵



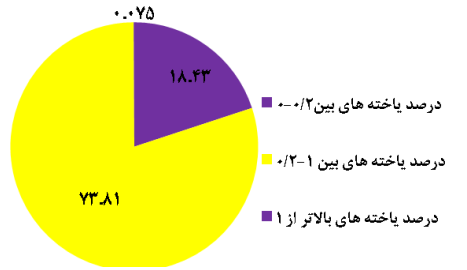
شکل(۳۹)، نمودار درصد یاخته‌های سطح برگ در سال ۱۳۸۶



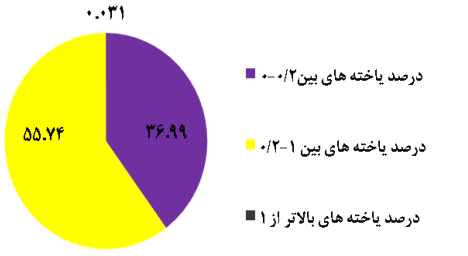
شکل(۴۰)، نمودار درصد یاخته‌های سطح برگ در سال ۱۳۸۷



شکل(۴۱)، نمودار درصد یاخته‌های سطح برگ در سال ۱۳۸۸

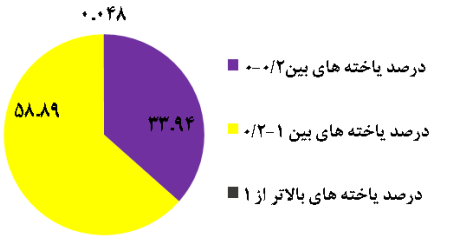


شکل(۴۲)، نمودار درصد یاخته‌های سطح برگ در سال ۱۳۸۹

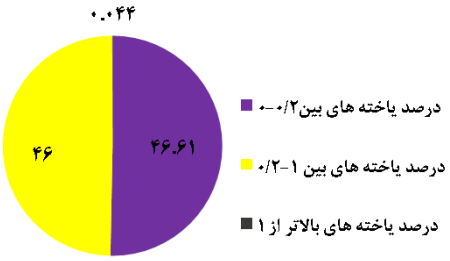


شکل(۴۳)، نمودار درصد یاخته‌های سطح برگ در سال ۱۳۹۰

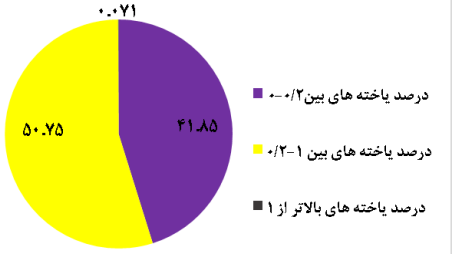
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]



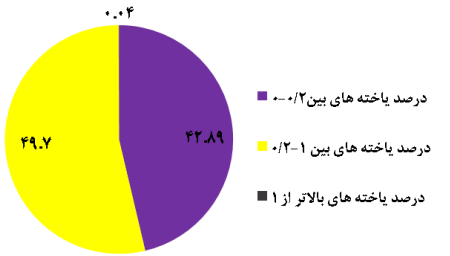
شکل(۴۴)، نمودار درصد یاخته‌های سطح برگ در سال۱۳۹۱



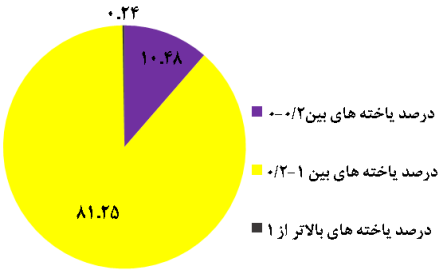
شکل(۴۵)، نمودار‌درصد یاخته‌های سطح برگ در سال۱۳۹۲



شکل(۴۶)، نمودار درصد یاخته‌های سطح برگ در سال۱۳۹۳



شکل(۴۷)، نمودار‌درصد یاخته‌های سطح برگ در سال۱۳۹۴



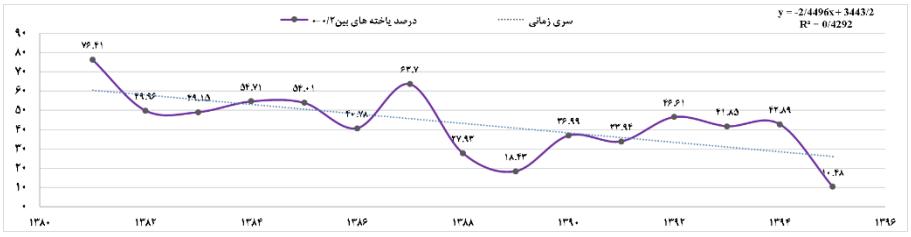
شکل(۴۸)، نمودار درصد یاخته‌های سطح برگ در سال۱۳۹۵

جدول(۱)، درصد یاخته‌های شاخص سطح برگ در طبقات مختلف

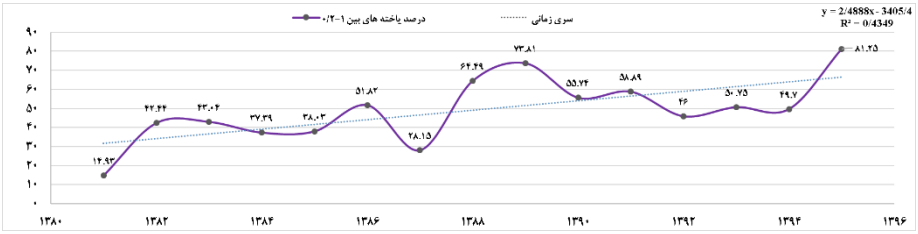
سال	درصدیاخته-های بین۰/۲-۰	درصدیاخته-های بین ۱-۰/۲	درصدیاخته‌های بالاتر از ۱	میانگین‌سالانه سطح برگ
۱۳۸۱	۷۶,۳۹	۱۴,۹۳	۰,۰۱۳	۰,۱۵
۱۳۸۲	۴۹,۹۶	۴۲,۴۴	۰,۰۴۴	۰,۲۳
۱۳۸۳	۴۹,۱۵	۴۳,۰۴	۰,۰۴۰	۰,۲۳
۱۳۸۴	۵۴,۷۱	۳۷,۳۹	۰,۰۵۳	۰,۲۲
۱۳۸۵	۵۴,۰۱	۳۸,۰۳	۰,۰۵۳	۰,۲۲
۱۳۸۶	۴۰,۷۸	۵۱,۸۲	۰,۰۵۳	۰,۲۵
۱۳۸۷	۶۳,۷۰	۲۸,۱۵	۰,۰۳۱	۰,۲۱
۱۳۸۸	۲۷,۹۳	۶۴,۴۹	۰,۰۷۵	۰,۲۷
۱۳۸۹	۱۸,۴۳	۷۳,۸۱	۰,۰۷۵	۰,۲۹

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]

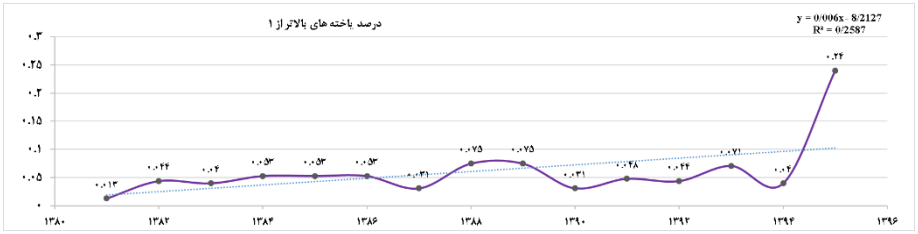
۱۳۹۰	۳۶,۹۹	۵۵,۷۴	۰,۰۳۱	۰,۲۵
۱۳۹۱	۳۳,۹۴	۵۸,۸۹	۰,۰۴۸	۰,۲۵
۱۳۹۲	۴۶,۶۱	۴۶	۰,۰۴۴	۰,۲۳
۱۳۹۳	۴۱,۸۵	۵۰,۷۵	۰,۰۷۱	۰,۲۴
۱۳۹۴	۴۲,۸۹	۴۹,۷۰	۰,۰۴۰	۰,۲۳
۱۳۹۵	۱۰,۴۸	۸۱,۲۵	۰,۲۴	۰,۳۰



شکل(۴۹)، درصد یاخته‌های بین ۰/۲-۰ در استان همدان



شکل(۵۰)، درصد یاخته‌های بین ۱-۰/۲ در استان همدان



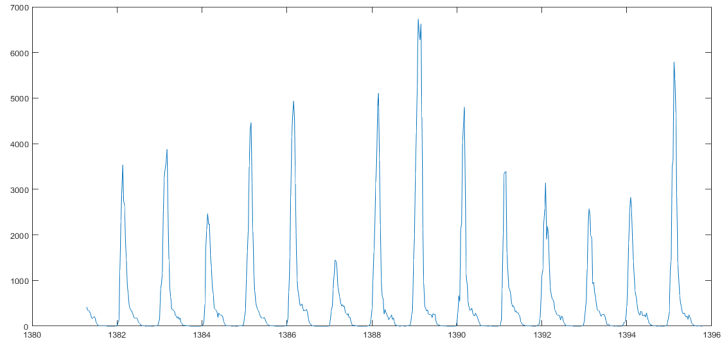
شکل(۵۱)، درصد یاخته‌های بالاتر از یک در استان همدان

سری زمانی شاخص سطح برگ در استان همدان

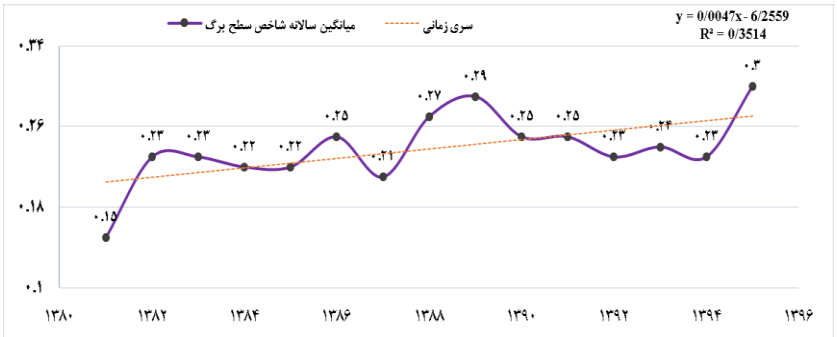
در نهایت با توجه به میانگین یاخته‌های شاخص سطح برگ در استان همدان، سری زمانی سالانه‌ی این استان به دست آمد. سری‌های زمانی در واقع چرخه‌ی سالانه‌ی این شاخص را نشان می‌دهد. این تغییرات در برخی سال‌ها زیادتر و در برخی از سال‌ها کمتر می‌باشد. به منظور بررسی بهتر و بیشتر این تغییرات از داده-های بارش و دما بهره گرفته شده است. سال‌هایی که اوج قوی‌تری دارند، دما و بارش بهتر و در نهایت سطح برگ متراکم‌تری داشته‌اند و برعکس. در واقع با تغییرات دما و بارش، شاخص سطح برگ نیز تغییر می‌کند و بین این دو رابطه‌ی تنگاتنگی وجود دارد. همان‌طور که شکل(۵۲) نشان می‌دهد سال‌هایی با بارش و دمای نامناسب، شاخص سطح برگ پایین و قله‌ی ضعیف‌تری دارند. طبق اشکال (۵۳ تا ۵۵) سال ۱۳۸۱ دارای پایین‌ترین میزان میانگین دما و سطح برگ می‌باشد. پس از سال ۱۳۸۱، سال ۱۳۸۷ پس از سال ۱۳۹۰ با

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]

میزان بارش نسبتاً پایین و بالاترین میزان دما در بین تمام با میانگین ۲۱ درصد در ردیف سال‌هایی با شاخص سطح برگ پایین می‌باشد که این وضعیت در شکل(۵۲) کاملاً آشکار است و نشان می‌دهد که این سال پس از سال ۱۳۸۱ دارای پایین‌ترین سری زمانی سطح برگ است. در سال ۱۳۸۸، میزان بارش‌ها به میزان قابل توجهی افزایش یافته است و این افزایش در میزان میانگین شاخص سطح برگ و به تبع آن در سری زمانی به طور محسوسی مشاهده می‌شود. سال ۱۳۸۹ نیز همچنان با افزایش میانگین و سری زمانی شاخص سطح برگ روبرو است، شاید بتوان عنوان نمود که یکی از دلایل این افزایش سطح برگ به دلیل پایین بودن میزان کمینه‌ی دما نسبت به سال‌های قبل می‌باشد. سال ۱۳۸۹ پس از سال ۱۳۹۵ با ۲۹ درصد شاخص سطح برگ دارای بالاترین میزان سطح برگ می‌باشد. همانطور که سری زمانی نشان می‌دهد از سال ۱۳۸۹ میزان سطح برگ در استان همدان روند کاهشی دارد و در سال ۱۳۹۵ میانگین سطح برگ و بالتبع سری زمانی این سال افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد. میزان بارش‌ها در سال ۱۳۹۵ نسبتاً بالاست. هرچند میزان بارش در این سال ۲۰۹،۵ میلی‌متر بوده است، اما باید توجه داشت که این آمار تا آذر ماه سال ۱۳۹۵ است و از آنجا که عمده‌ی بارش‌ها در هر سال در فصل زمستان اتفاق می‌افتد، مسلماً تا پایان سال میزان این بارش‌ها افزایش زیادی خواهند داشت. اشکال (۵۲ تا ۵۵).

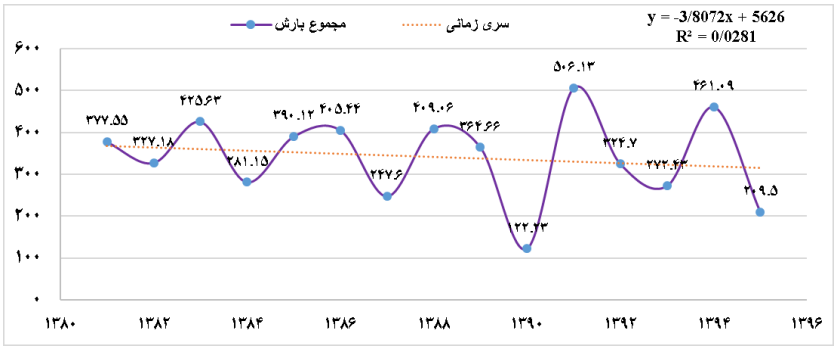


شکل(۵۲)، سری زمانی سطح برگ در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

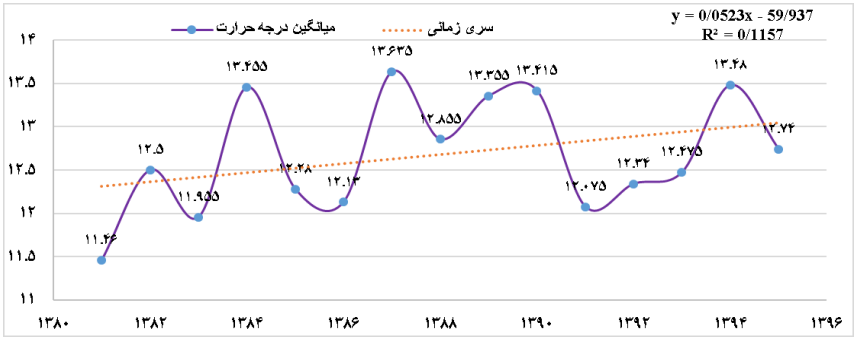


شکل(۵۳)، میانگین سالانه‌ی سطح برگ در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵- ۱۳۸۱

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]



شکل(۵۴)، نمودار سری زمانی میانگین بارش استان همدان در بازه‌ی زمانی۱۳۹۵-۱۳۸۱



شکل(۵۵)، نمودار سری زمانی میانگین درجه‌حرارت استان همدان در بازه‌ی زمانی۱۳۹۵-۱۳۸۱

نتیجه‌گیری

بررسی میانگین سالانه یکی از روش‌های پایش داده‌ها می‌باشد. از این‌رو، در این پژوهش سعی شده است تا میانگین سالانه‌ی شاخص سطح برگ در استان همدان مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور، از مجموعه-ی۱۵سال تصاویر مربوط به شاخص سطح برگ در سنجنده‌ی مودیس استفاده شده است که با کمک نرم‌افزار متلب به واکاوی مکانی این شاخص در استان همدان طی دوره‌های آماری ۱۳۹۵-۱۳۸۱به صورت سالانه 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 شاخص سطح برگ، از اهداف اصلی است. به همین منظور، پس از پایش داده‌ها در محیط نرم‌افزار متلب، امکان تهیه‌ی نقشه برای هر یک از سال‌ها فراهم گردید. این نقشه‌ها، شباهت مکان‌ها از نظر پوشش گیاهی را نمایش می‌دهند. یافته‌های این پژوهش بیان می‌کند که همان‌طور که ایران دارای تنوع آب وهوایی و تنوع پوشش گیاهی است استان همدان نیز از این قاعده مستثنی نبوده و دارای تنوع پوشش گیاهی است و از پوشش گیاهی ضعیف تا قوی در اقصی نقاط این استان در هر سال دیده می‌شود. به منظور بررسی بیشتر، راهنمای نقشه‌ها از نظر شدت پوشش گیاهی به ۳ گروه تقسیم شدند. از میان گروه‌های به دست آمده یاخته‌های بالاتر از یک که نشان‌دهنده‌ی وضعیت بهتر و تراکم بیشتر سطح برگ هستند، مورد بررسی قرار گرفتند. در این میان، سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۷، ۱۳۹۰ به ترتیب با(۰/۰۱ ، ۰/۰۳ و ۰/۰۳ درصد) پایین‌ترین یاخته‌های بالاتر از ۱ را در بین سال‌های مختلف دارند. در

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]

مقابل، سال‌های ۱۳۹۵ با ۰/۲۴ و سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ با ۰/۰۷یاخته‌ی بالاتر از ۱، بالاترین تعداد یاخته را به خود اختصاص داده‌اند. وجه مشترک یاخته‌های بالاتر از یک در تمام سال‌ها عبارتند از: باغات جنوب همدان در جنوب دره مرادبیک، کشتزارهای غرب نهاوند، باغات جنوب‌شرق ملایر، منطقه حفاظت شده لشگردر در جنوب‌شرق ملایر. تنها تفاوتی که در سال‌های مختلف مشاهده می‌شود تعداد یاخته‌هاست. از نظر تعداد یاخته‌ها، در میان سال‌های مورد بررسی، سال ۱۳۸۱با ۲۰۵۸۳ و سال ۱۳۸۷با ۲۰۷۰۲ یاخته کمترین تعداد یاخته و سال ۱۳۹۱ با ۲۰۹۲۴ یاخته بیشترین یاخته را به خود اختصاص داده‌اند. در نهایت سری زمانی داده‌ها نشان داد که سال ۱۳۸۹ دارای بالاترین و سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۷ دارای پایین‌ترین میزان سری زمانی سطح برگ هستند.

منابع

اسدی، سارا؛ بنایان‌اول، محمد؛ جهان، محسن؛ فریدحسینی، علیرضا؛ (۱۳۹۷). **مقایسه شاخص‌های مختلف طیفی پوشش گیاهی برای ارزیابی از دور شاخص سطح برگ گندم (Triticum aestivum L.) زمستانه در مشهد**، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، **۳(۱۰)** : ۹۳۴-۹۱۳.

پردل، فاطمه؛ عطاالله، ابراهیمی؛ زهرا، عزیزی. (۱۳۹۶). **ارزیابی شاخص‌های گیاهی برآورد پوشش و تولید گیاهی مراتع مناطق خشک در دوره‌های رویشی مختلف**، مجله خشک‌بوم، **۲(۷)**: ۷۱-۵۷.

جعفری صیادی، فاطمه؛ غلامی سفیدکوهی، محمدعلی؛ ضیاتبار احمدی، میرخالق(۱۳۹۷)، **برآورد شاخص سطح برگ و ضریب گیاهی برنج با استفاده از داده‌های سنجنده OLI**، نشریه پژوهش آب در کشاورزی، **۲(۲۳)**:۴۰۵ -۳۹۵.

حسینی توسل، مرتضی؛ ارزانی، حسین؛ فرج زاده اصل، منوچهر؛ جعفری، محمد؛ بابایی کفاکی، ساسان؛ کهندل، اصغر. (۱۳۹۴). **پایش تغییرات پوشش گیاهی مراتع در فصل رویش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و ارتباط آن با عوامل اقلیمی (مطالعه موردی: استان البرز)**، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران،**۲۲(۴):** ۶۱۵-۶۲۴.

صابری‌فر، رستم؛ هادی، رحیمیان. (۱۳۹۷). **واکاوی تغییرات پوشش گیاهی در مناطق شهری و پیامدهای ناشی از آن**، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، انتشار آنلاین ۴ اردیبهشت ۱۳۹۷ .

صبوحی، راضیه؛ سعید، سلطانی. **تحلیل روند پارامترهای اقلیمی در ایستگاه‌های سینوپتیک سواحل دریای خزر**، اولین کنفرانس بین المللی تغییرات زیست محیطی منطقه خزری، مازندران، بابلسر، ۳ تا ۴ شهریور ۱۳۸۷.

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

فاطمی‌نیا، فخری‌سادات؛ سبحانی، بهروز؛ مسعودیان، سیدابوالفضل(۱۳۹۷)، **واکاوی نمایه‌ی گستره‌ی برگ در ایران با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده‌ی مادیس**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی،**۱۸(۴۸)**: ۵۷-۴۱.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]

فنایی، راضیه؛ عطایی، هوشمند. **بررسی تأثیرگذاری عناصر اقلیمی بر میزان تولید و عملکرد محصولات کشاورزی شهرستان اصفهان**، اولین همایش ملی تغییر اقلیم و امنیت غذایی، اصفهان، بهمن ماه ۱۳۹۱.

مقدم، محمدرضا. (۱۳۸۸). **مرتع و مرتعداری**، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ۶.

هادیان، فاطمه؛ حسینی، سیدزین‌العابدین؛ سیدحسنی، منصوره. (۱۳۹۳). **پایش تغییرات پوشش‌گیاهی با استفاده از اطلاعات بارندگی و تصاویر ماهواره‌ای NOAA در استان کرمانشاه**، نشریه مرتعداری، **۱(۱)**: ۴۶-۶۲.

Singh, A., (1989), **Digital change Detection Techniques using remotely Sensed Data**, International Journal of Remote Sensing, **10 (6):** 989-1003.

Pasolli L., Asam S., Castelli M., Bruzzone L., Wohlfahrt G, Zebisch M, Notarnicola C., (2015), **Retrieval of Leaf Area Index in mountain grasslands in the Alps from MODIS satellite imagery**, Remote Sensing of Environment, **165(1)**: 159-174.

Michael J.Hill, Graham E. Donald., Michael W.Hyder., Richard C.G.Smith, (2004), **Estimation of pasture growth rate in the south west of Western Australia from AVHRR NDVI and climate data**, Remote Sensing of Environment, **93(4)**:528-545.

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

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1400.21.61.13.1]
[DOI: 10.52547/jgs.21.61.259]