

طبقه‌بندی مکانی گستره‌ی برگ در ایران با استفاده از داده‌های دورسنجی مودیس

فخری سادات فاطمی نیا^۱
بهرروز سبحانی^۲
سید ابوالفضل مسعودیان^۳

چکیده

تصاویر ماهواره‌ای به عنوان ابزارهای جدید، افق و ابعاد نوینی را برای پایش اراضی در اختیار قرار می‌دهند. در این بررسی به منظور تعیین نواحی جغرافیایی همگن از نظر گستره‌ی برگ از تصاویر دورسنجی مودیس ترا-آکوا در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱ با تفکیک مکانی یک کیلومتر و تفکیک زمانی ۸ روزه استفاده شده است. پهنه‌بندی و واکاوی گستره‌ی برگ با استفاده از نرم‌افزار متلب و پایگاه اطلاعاتی گوگل‌ارث انجام شد. برای این منظور، ابتدا به موزائیک‌بندی و تعیین قلمرو ایران در مجموعه داده‌های ماهواره‌ای مودیس پرداخته و سپس با ایجاد پایگاه داده در متلب و انجام واکاوی خوشه‌ای، پهنه‌بندی انجام شد. به منظور واکاوی بهتر گستره‌ی برگ از داده‌های میانگین بلندمدت دما و بارش در بازه‌ی زمانی مورد نظر نیز استفاده گردید. طبق این تحلیل ۴۶/۱۲ درصد از گستره‌ی ایران تحت حاکمیت پوشش گیاهی است. پهنه‌ی بسیارانبوه، انبوه، متوسط و تنک چهار پهنه‌ای هستند که در کشور شناسایی شده‌اند. این چهار پهنه به ترتیب بر ۲/۶۷، ۶/۹، ۲۶/۹، ۲۷/۲۹ درصد از سرزمین حاکم هستند. نتایج نشان داد که در تمام پهنه‌های مورد بررسی، گستره‌ی برگ در دوره‌ی گرم سال به دلیل دمای بالا در این دوره و وجود بارش‌ها در دوره‌ی سرد

۱- دکتری آب و هواشناسی کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- استاد اقلیم‌شناسی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران (نویسنده مسئول)

پیشین دارای درصد بیشتری می‌باشد. دامنه‌های شمالی البرز، جنگل‌های هیرکانی، جنگل‌های گلستان، جنگل‌های ارسباران از جمله مناطقی هستند که مناطق مختلف آن‌ها در تمامی پهنه‌ها وجود دارد. علاوه بر جنگل‌ها، مناطقی که برای هر یک از پهنه‌ها شناسایی شده‌اند عموماً شامل کشتزارها می‌شود.

واژگان کلیدی: واکای خوشه‌ای، پهنه‌بندی، تصاویر دورسنجی مودیس، گستره‌ی برگ، ایران.

مقدمه و مبانی نظری

همواره بخش مهمی از مطالعات اکولوژیکی، به توصیف پوشش گیاهی اختصاص می‌یابد. این پوشش باعث می‌شود تا کارشناسان بتوانند طبقه‌بندی‌های متفاوت و طبقات مختلف را با یکدیگر مقایسه نمایند. به همین دلیل درصدپوشش، تراکم، بسامد و حضور، وفور و فراوانی از جمله صفات مهم گیاهان هستند (بابازاده‌خامنه، ۱۳۹۴: ۴۸۶). درصدپوشش گیاهی علاوه بر آنکه از نظر حفاظت خاک، افزایش نیتروژن و میزان زیست‌توده دارای اهمیت است، در تصمیم‌گیری‌های محیطی نیز نقش بسزایی دارد (مقدم، ۱۳۸۰، آفاس و همکاران^۱، ۲۰۰۵: ۵۳۶؛ آریاس^۲، ۲۰۰۷: ۱۹۰). تراکم، از جمله شاخص‌های توزیع پوشش گیاهی است و بیشتر بودن آن نشانه‌ی وجود شرایط بهتر برای پراکنش و توزیع پوشش گیاهی است (مقدم، ۱۳۸۴: ۷۰۲-۱). بسامد یا درصد حضور نیز نشان‌دهنده‌ی پراکنش پوشش گیاهی در مکان مورد بررسی است (مقدم، ۱۳۸۰: ۲۸۶-۱). همچنین فراوانی نشان‌دهنده‌ی میانگین تعداد گیاهان در واحد سطح می‌باشد (مصدقی، ۱۳۸۰: ۲۸۸-۱). در این راستا، در سال‌های اخیر نمایه‌های گیاهی بالاخص نمایه‌های حاصل از دورسنجی که نسبت به نمایه‌هایی با برداشت مستقیم، از نظر زمان، هزینه و دقت بالا مقرون به صرفه و دقیق‌تر هستند در بررسی منابع طبیعی و پایش پوشش گیاهی کاربرد وسیعی پیدا کرده-

^۱ - Afas & et al

^۲ - Arias

اند(سپهری، ۱۳۸۱:۲۶۰؛ رحمانی و همکاران، ۱۳۹۰:۹). یکی از این نمایه‌ها، نمایه‌ی گستره‌ی برگ^۱ است که به عنوان مجموع مساحت یک طرف برگ گیاهان(سطح فوقانی) در واحد سطح زمین اهمیت دارد که به صورت یک عدد بر حسب مترمربع بر مترمربع بیان می‌شود(جانکری^۲، ۲۰۰۴:۲۲). با توجه به نوع گیاه و مراحل مختلف رشد گیاه، بازه‌ی تغییرات این نمایه متفاوت می‌باشد و کمینه و بیشینه‌ی این نمایه به ترتیب در مرحله‌ی چندبرگی گیاه و مرحله‌ی پایانی رشد گیاه است(بادیه‌نشین و همکاران، ۱۳۹۳:۱۵۵). تاکنون مطالعات زیادی در زمینه‌ی پهنه‌بندی^۳ انواع پوشش گیاهی، جنگلی و مرتعی انجام شده است. هادیان و همکاران(۱۳۹۲:۸۳)، در مناطق زاگرس جنوبی به ارزیابی صحت شاخص‌های طیفی پهنه‌بندی پوشش گیاهی در مقیاس تیپ‌های گیاهی با استفاده از داده‌های سنجنده‌ی TM پرداختند. برای این امر ۱۴ شاخص طیفی با استفاده از باندهای انعکاسی محاسبه و میزان همبستگی این شاخص‌ها با ۴ تیپ مرتعی و یک تیپ جنگلی را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که تیپ‌های گیاهی بر اساس خصوصیاتشان با یکی از شاخص‌های گیاهی دیگر همبستگی دارد و میزان همبستگی بین تاج پوشش گیاهی در هر یک از تیپ‌های گیاهی دارای صحت بالای ۰/۸۱ درصد است. عسکری و همکاران(۱۳۹۳:۹۳)، به پهنه‌بندی اکولوژیکی کشاورزی مطابق روش FAO با استفاده از دورسنجی و سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS در منطقه تاجستان پرداختند. سپس ۲۷ واحد اکولوژیکی - کشاورزی با استفاده از پهنه‌بندی اقلیمی - کشاورزی و پهنه‌بندی آدافیکی-کشاورزی تعیین شد. میزان تولید و پتانسیل تولید برای محصولات جو، گندم، ذرت و یونجه محاسبه شد. بر این اساس پهنه‌ی شماره‌ی ۱ بیشترین حاصلخیزی و پهنه‌ی شماره‌ی ۱۰ کمترین حاصلخیزی را داراست. مهدوی و همکاران(۱۳۹۵:۸۷)، تراکم درختی جنگل‌های بلوط زاگرس به روش کریجینگ را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Worldview-2 به کمک گوگل‌ارث پهنه‌بندی نمودند. ایشان، استفاده از این تصاویر را برای پهنه‌بندی بسیار مناسب ارزیابی دانستند و تاکید کردند که این روش، سرعت و هزینه

1 - Leaf Area Index(LAI)

2 - Jonkheere

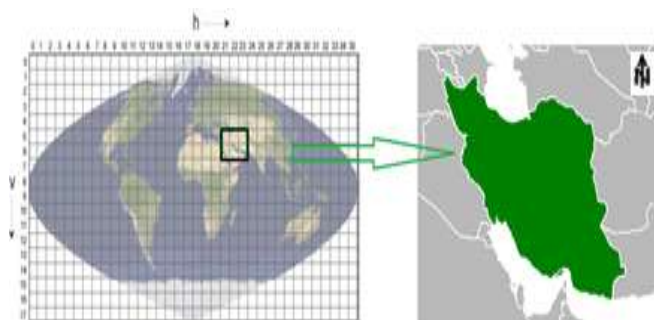
3 - choropleth

انجام پژوهش‌ها را کاهش می‌دهد. قربانی و همکاران (۱۳۹۶:۱۶۵)، اقدام به تخمین و پهنه‌بندی تولید با استفاده از تصاویر لندست ۸ در مراتع سبلان نمودند. ابتدا برای محاسبه‌ی ۱۲ شاخص گیاهی، میانگین رقومی ۱۶ پیکسل محل به نرم‌افزار انتقال داده شد. در مرحله‌ی بعد، سه شاخص دارای بالاترین ضریب همبستگی با تولید هر گروه و تولید کل از مرحله‌ی قبل انتخاب و با استفاده از تصاویر لندست ۸ نقشه‌ی پهنه‌بندی آن‌ها محاسبه شد. فتح‌نیا و همکاران (۱۳۹۶:۱۷۹)، پوشش گیاهی استان گلستان را در دوره‌های خشکسالی با استفاده از ماهواره نوآ بررسی کردند. نتایج ایشان نشان داد که پوشش گیاهی نیمه متراکم از سال ۱۹۸۵ به مقدار ۴۹۴۴۷۹ هکتار تا سال ۲۰۰۰ به ۳۸۰۱۲۰ هکتار کاهش داشته است که کمترین مقدار طی سال‌های مورد مطالعه بوده است. از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵، تراکم و مساحت پوشش گیاهی افزایش یافته ولی اخیراً تحت تأثیر خشکسالی کاهش یافته و با احتمال ۰/۴۸ درصد طبقه بدون پوشش گیاهی در شرایط خود باقی می‌ماند و ۰/۴۱ درصد احتمال دارد که زمین‌هایی با پوشش گیاهی ضعیف به زمین فاقد پوشش گیاهی تبدیل شود. هدف از این مطالعه نیز، پهنه‌بندی و به عبارتی طبقه‌بندی مکانی گستره‌ی برگ در ایران با توجه به تراکم آن می‌باشد.

داده‌ها، روش‌ها و منطقه‌ی مورد مطالعه

در پژوهش حاضر، از داده‌های سنجنده‌ی مودیس ترا و مودیس آکوا با تفکیک مکانی یک کیلومتر و تفکیک زمانی ۸ روزه در بازه‌ی ۱۳۸۱-۱۳۹۵ استفاده شده است. تفکیک یک کیلومتر باعث می‌شود که مناطقی که پوشش گیاهی چندان گسترده‌ای هم ندارند مورد بررسی قرار گیرند. این نمایه با استفاده از شبکه‌بندی سینوسی تولید شده و از تارنمای <ftp://ladsweb.nascom.nasa.gov> قابل دریافت می‌باشد. در این شبکه‌بندی، ایران روی شش تصویر مودیس قرار می‌گیرد و با موزاییک کردن این تصاویر و کاشی‌ها در کنار یکدیگر، پوشش کل ایران به دست می‌آید. با توجه به بازه‌ی ۸ روزه‌ی داده‌ها، جمعاً ۴۰۰۲ کاشی مورد بررسی قرار گرفت. در شکل ۱، h، 1، h نماد کاشی‌های افقی و v نماد کاشی‌های عمودی است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کاشی‌های H21v05، h21v06، همان‌طور که مشاهده می‌شود، کاشی‌های h22v05، h22v06، h23v05، h23v06 متعلق به ایران می‌باشد. این کاشی‌ها با

فرمت HDF-EOS و 10×10 درجه‌ی قوسی (استوایی) هستند (امسی استی^۱، ۲۰۰۶، ۳) (شکل ۱).



شکل ۱، شبکه‌بندی سینوسی سنجنده‌ی مودیس

در این پژوهش، از روش‌های تحلیلی- آماری جهت پهنه‌بندی و واکاوی نمایه‌ی گستره‌ی برگ مودیس با استفاده از نرم‌افزارهای متلب^۲ و گوگل‌ارث^۳ با رویکرد کاربردی بهره گرفته شده است. برای این منظور، ابتدا با استفاده از نرم‌افزار متلب به موزائیک‌بندی و تعیین قلمرو ایران در مجموعه‌ی داده‌های ماهواره‌ای مودیس پرداخته و سپس پهنه‌بندی انجام شد. برای انجام این کار، ابتدا باید بر روی داده‌ها واکاوی خوشه‌ای انجام شود. تحلیل خوشه‌ای روشی آماری است که مجموعه‌ای از افراد را بر حسب اندازه‌ی همانندی میان آن‌ها خوشه می‌کند. بنابراین هر خوشه گروهی است که افراد تشکیل دهنده‌ی آن بیشترین همانندی را با یکدیگر دارند. فرایند تحلیل خوشه‌ای می‌تواند از نوع شکافتی یا از نوع پیوندی باشد. در نوع شکافتی نخست همه‌ی افراد در یک خوشه جای داده می‌شوند و سپس چنان به دو خوشه‌ی متمایز تجزیه می‌شوند که تفاوت میان آن‌ها بیشینه شود و این فرایند تا آنجا ادامه می‌یابد، که به تعداد افراد خوشه داشته باشیم. در نوع پیوندی، نخست فرض می‌شود که هر فرد یک خوشه است و با یافتن همانندترین زوج‌ها افراد خوشه‌بندی می‌شوند.

^۱ - MCST

^۲ - Matrix Laboratory (MATLAB)

^۳ - Google Earth

سپس همانندترین خوشه‌ها در یکدیگر ادغام می‌شوند و این فرایند آنقدر ادامه می‌یابد تا همه‌ی خوشه‌ها در یک خوشه جمع شوند. پس از اندازه‌گیری درجه‌ی همانندی باید شیوه‌ای برای ادغام مکان‌هایی که بالاترین همانندی را نشان داده‌اند بکار برد. در پژوهش حاضر از روش پیوند وارد استفاده شده است. روش وارد از آن جهت انتخاب شد که هر فرد را در گروهی جای می‌دهد که مجموع مربعات انحرافات درون گروهی را کمینه می‌کند. افرادی که به این روش در یک خوشه جای می‌گیرند از لحاظ مکانی بر روی نقشه در همسایگی یکدیگر واقع می‌شوند و پیوستگی جغرافیایی مناطق تضمین می‌شود (مسعودیان، ۱۳۸۴: ۴۸). در پژوهش حاضر نیز، با توجه به داده‌های این نمایه خوشه‌بندی مکانی گستره‌ی برگ به روش پیوند وارد انجام شد. برای این منظور، در این پژوهش، ابتدا اقدام به گردآوری و استخراج داده‌های نمایه‌ی گستره‌ی برگ برای چارچوب قلمرو ایران از تارنمای مودیس نمودیم. سپس، با استفاده از برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار متلب به منظور انجام محاسبات آماری- ریاضی پایگاه داده‌ای تشکیل گردید. پس از آن، برای انجام پهنه‌بندی داده‌های گستره‌ی برگ ترا و آکوا، آرایه‌ی ماهانه به ابعاد $12 * 8640000$ ایجاد شد. بعد اول این آرایه نقاط مکانی و در واقع یاخته‌های گستره‌ی برگ و بعد دوم آرایه ۱۲ ماه سال می‌باشد. برخلاف برخی پژوهش‌های مرتبط با پوشش گیاهی برای انجام پهنه‌بندی به جای استفاده از پوشش گیاهی به صورت مستقیم از داده‌های برآوردی دورسنجی بر روی یاخته‌ها استفاده شد.

تعداد نقاط مکانی مورد بررسی در ایران ۱۸۸۴۰۷۷ یاخته می‌باشد. مسلماً آنالیز این حجم از یاخته‌ها به دلیل توان محاسباتی رایانه‌های معمولی کار بسیار دشواری است، به همین دلیل، برای انجام خوشه‌بندی هر بار نیمی از داده‌ها به صورت تصادفی از میان یاخته‌های درون مرز ایران جدا شدند. این نقاط در مرحله‌ی اول به دو گروه بخش شدند و در گام بعدی، از آرایه خارج شدند. بقیه‌ی نقاط همانند مرحله‌ی قبل به دو گروه تقسیم گردیدند. این کار تا آنجا ادامه پیدا کرد که همه‌ی یاخته‌ها در ۴ گروه قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

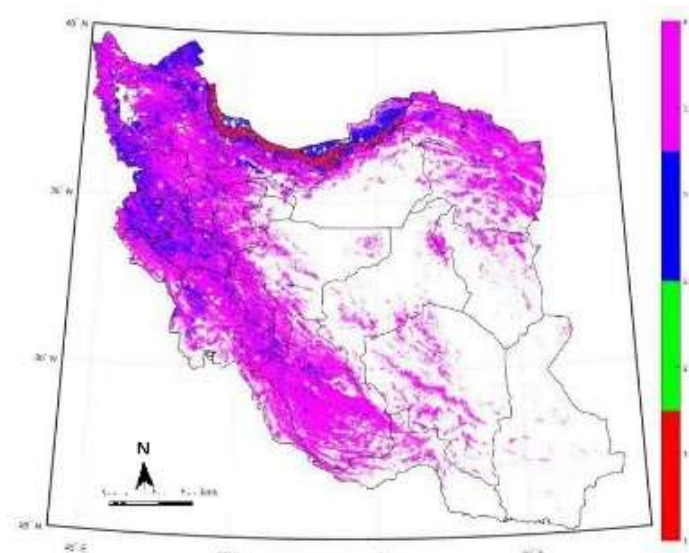
پس از خوشه‌بندی داده‌های گستره‌ی برگ، چهار پهنه شناسایی شد. سپس با توجه به ویژگی هر پهنه همچون تراکم گستره‌ی برگ در هر منطقه، چهار پهنه‌ی شناسایی شده نامگذاری شدند. شناسه‌های هر یک از این پهنه‌ها عبارتند از: پهنه‌ی بسیار انبوه، انبوه، متوسط و تنک. پس از آن برای هر یک از این پهنه‌ها آماره‌های گستره‌ی برگ استخراج شده و مورد بررسی قرار گرفتند. پهنه‌ی انبوه در میان پهنه‌ی متوسط جای گرفته و دامنه‌های شمالی البرز، جنگل‌های هیرکانی و جنگل‌های گلستان را در بر گرفته است. علاوه بر این مناطق گرمی و پارس‌آباد در استان اردبیل، جنگل‌های ارسباران در آذربایجان شرقی، باغات شرق و شمال‌غرب دریاچه‌ی ارومیه در آذرشهر، گل‌تپه، ارومیه، نقده، میاندوآب، مراغه، عجب‌شیر، سلماس و خوی، کشتزارهای بهار، همدان، اسدآباد و تویسرکان، باغات حوالی دریاچه زریوار، باغات و کشتزارهای تالاب هورالعظیم در منطقه‌ی حفاظت‌شده‌ی باکلان و چک، کشتزارهای بروات در استان کرمان نیز از دیگر مناطق پهنه‌ی انبوه می‌باشد. این پهنه ۶/۹٪ از ایران را شامل می‌شود (شکل ۳).

پهنه‌ی بسیار انبوه با ۲/۶۷ درصد وسعت کمترین درصد گستره برگ را در بر گرفته است. به همین دلیل و البته به دلیل درصد بالای یاخته‌ها در گروه‌های دیگر این پهنه در شکل (۲) در ظاهر به راحتی قابل مشاهده نیست و برای مشاهده‌ی بهتر آن از پایگاه اطلاعاتی گوگل‌ارث یاری گرفته‌ایم. بیشترین یاخته‌های این گروه در جنگل‌های ارسباران و هیرکانی از آستارا در جنوب‌غرب خزر تا پارک ملی گلستان در جنوب‌شرق خزر را شامل می‌شود. این یاخته‌ها علاوه بر آن که قسمت‌های جنگلی و باغات مرکبات را شامل می‌شود عموماً کشتزارهای چای و شالیزارهای برنج را در بر می‌گیرد. دیگر یاخته‌ها در مکان‌های روبرو دیده می‌شوند؛ کشتزارهای حوالی زرینه رود، ارومیه و مراغه در حوالی دریاچه‌ی ارومیه، باغات شمال‌غرب و رزقان، دامنه‌های سبلان در مشکین‌شهر، جنگل‌های منطقه‌ی حفاظت‌شده‌ی مردانقم، یاخته‌هایی بین مرز ایران و ترکیه، کشتزارهای شمالی‌توانه در استان همدان، کشتزارهای شرقی دره صالح در شازند، کشتزارهای خمین، باغات گنبدکی در جنوب ب.م. شکل (۴).

پهنه‌ی متوسط، ۹/۲۶ درصد از ایران را شامل می‌شود. پهنه‌ی متوسط همانند کمربندی پهنه‌ی بسیار انبوه و تا حدودی پهنه‌ی تنک را در بر گرفته است. این پهنه در غرب زاگرس، قلمرو آذری، کرانه‌های جنوبی خزر و دامنه‌های شمالی البرز دیده می‌شود. به عبارت دیگر این پهنه شامل غربی‌ترین قسمت‌های ایران از رشته‌کوه‌های آرارات تا قسمت‌های جنوبی-ترتبه موازات رشته‌کوه‌های زاگرس تا شمال تنگه‌ی هرمز و تا حدودی بعضی مناطق داخلی ایران همچون نواحی جنوبی استان‌های اصفهان و فارس می‌شود. از طرف دیگر سراسر ناحیه‌ی شمالی ایران، دور تا دور ناحیه‌ی بسیار انبوه از شمال غرب تا شمال شرق خزر در راستای رشته‌کوه البرز نیز در این پهنه قرار دارد (شکل‌های ۵۲ و ۵۳).

پهنه‌ی تنک با ۶۷۳۸۹۲ یاخته ۲۷/۲۹ درصد از ایران را به خود اختصاص داده است. این پهنه پروسعت‌ترین پهنه‌ی گسترده‌ی برگ در ایران می‌باشد و به خوبی در شکل ۲ نمایان و از سایر پهنه‌ها متمایز می‌باشد. پهنه‌ی تنک، دامنه‌های غربی و تا حدودی دامنه‌های شرقی زاگرس و به صورت پراکنده در برخی مناطق مرکزی ایران، استان‌های کرمان، یزد، اصفهان، دامنه‌های جنوبی البرز، خراسان شمالی، رضوی و تا حدودی قسمت‌های شمالی خراسان جنوبی، استان فارس را شامل می‌شود. پهنه‌ی متوسط و تنک، قسمت‌های مرتفع ایران در رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس و همچنین ارتفاعات داخلی ایران را در بر گرفته است. با توجه به شکل (۲) پراکنش پهنه‌ی تنک در مناطق مرکزی، در دشت‌ها و دره‌های کوهستانی، مناطق پایکوهی و کوهستان‌های کم‌ارتفاع می‌باشد. همان‌طور که آشکار است این پهنه تقریباً در تمامی استان‌ها به چشم می‌خورد.^۱

۱- با توجه به تعداد بالای یاخته‌ها در پهنه‌ی تنک، قابلیت نمایش آن‌ها در گوگل ارث برای این پهنه همانند سه پهنه‌ی دیگر وجود ندارد.



شکل ۲، قلمرو حاکمیت پهنه‌های گستره‌ی برگ در ایران

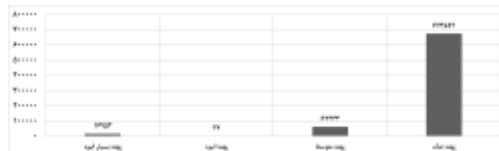


شکل ۳، یاخته‌های گستره برگ در پهنه انبوه در بازه‌زمانی ۱۳۸۱-۳۹۵
 شکل ۴، یاخته‌های گستره‌ی برگ در پهنه بسیار انبوه در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵
 شکل ۵، یاخته‌های گستره‌ی برگ در پهنه متوسط در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

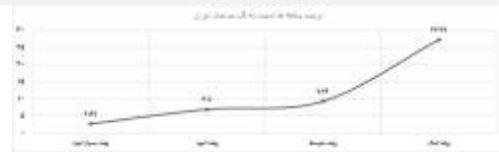
ویژگی‌های آماری پهنه‌های گستره‌ی برگ

با توجه به آماره‌ها، پهنه‌ی تنک نسبت به بقیه‌ی پهنه‌ها دارای گستردگی بیشتری است و با ۶۷۳۸۹۲ یاخته ۲۷/۲۹ از گستره‌ی ایران را در بر گرفته است. پهنه‌ی متوسط و انبوه به ترتیب ۹/۲۶ و ۶/۹ درصد از گستره‌ی ایران را به خود اختصاص داده و پس از پهنه‌ی تنک قرار دارند. در مقابل، پهنه‌ی بسیار انبوه با ۳۴ یاخته و با در اختیار داشتن ۲/۶۷ از وسعت

ایران کوچک‌ترین پهنه‌ی گستره‌ی برگ در ایران می‌باشد (شکل ۷، ۶). در شکل ۸ وضعیت پهنه‌ها بهتر آشکار است. در تمام پهنه‌های مورد بررسی، گستره‌ی برگ در دوره‌ی گرم سال دارای درصد بیشتری هستند و به تدریج از اواخر شهریور، گستره‌ی برگ شروع به کاهش می‌کند و بیشینه‌ی کاهش نیز در اواسط پاییز به چشم می‌خورد. در این بین، میانگین بلندمدت دمای ماهانه نیز در دوره‌ی گرم سال در اوج می‌باشد. این میانگین از شهریور شروع به کاهش و در فصل زمستان به بیشترین حد کاهش می‌رسد. میانگین بلندمدت بارش ماهانه نیز مسلماً از مهرماه شروع به افزایش می‌کند و تا اواخر بهار ادامه دارد. از خردادماه بارش‌ها کاهش یافته و در فصل تابستان به کمینه‌ی خود می‌رسد. مسلماً بیشینه‌ی گستره‌ی برگ که در دوره‌ی گرم سال وجود دارد به دلیل دمای بالا در همین دوره و وجود بارش‌ها در دوره‌ی سرد پیشین می‌باشد. بالاترین میانگین بلندمدت دمای ماهانه در تیر و مردادماه با ۲۸/۶ و ۲۸/۷ درصد و پایین‌ترین میانگین دما در دی‌ماه ۵/۱ درصد می‌باشد. پایین‌ترین میزان بارش‌ها نیز در تیر و مردادماه ۷۴/۸۸ و ۹۵/۷۳ میلی‌متر و بیشینه‌ی آن در آبان‌ماه ۶۰۸/۶۲ میلی‌متر می‌باشد. در مجموع گستره‌ی برگ در ایران با میانگین بلندمدت دما و بارش همخوانی بالایی دارد (شکل ۱۱ و ۱۲).



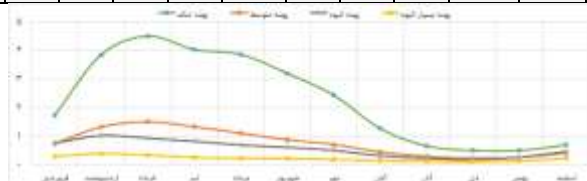
شکل ۶، تعداد یاخته‌های هر پهنه‌ها در ایران در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵



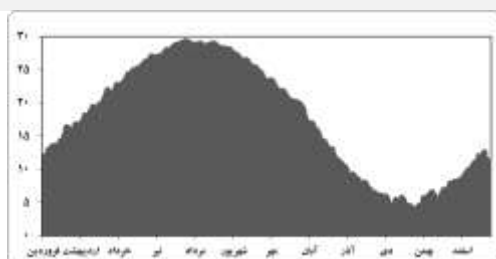
شکل ۷، مساحت یاخته‌های هر پهنه‌ها در ایران در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵

جدول ۱، درصد ماهانه‌ی گستره‌ی برگ در چهار بهنه‌ی مورد بررسی در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱

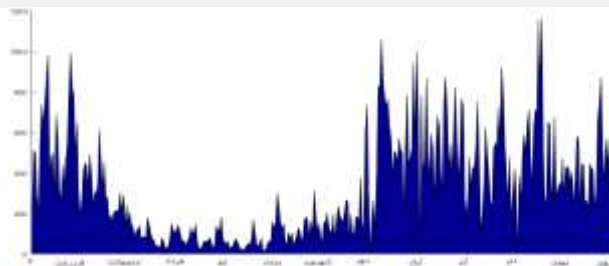
اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	بهنه
۰/۷	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۶۷	۱/۲۸	۲/۴۴	۳/۲	۳/۸۶	۴/۰۳	۴/۵	۳/۸۵	۱/۷۴	بهنه تنک
۰/۴۱	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۹	۰/۴۵	۰/۷۱	۰/۸۸	۱/۱۱	۱/۳۴	۱/۵۱	۱/۳۳	۰/۷۴	بهنه متوسط
۰/۴۷	۰/۲۷	۰/۲	۰/۲۳	۰/۳۳	۰/۵۱	۰/۶۲	۰/۷	۰/۸۳	۰/۹۴	۱/۰۳	۰/۷۷	بهنه آنبوه
۰/۲۲	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۳	بهنه بسیار آنبوه



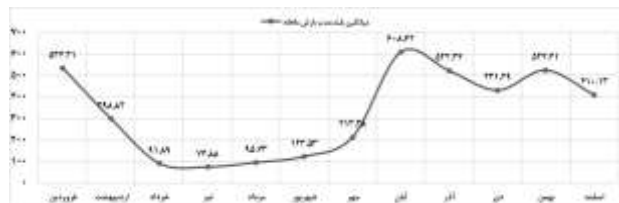
شکل ۸، نمودار درصد ماهانه‌ی گستره‌ی برگ در چهار بهنه‌ی مورد بررسی در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵



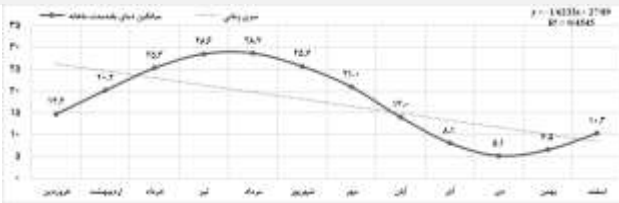
شکل ۹، میانگین بلندمدت دمای ماهانه در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵



شکل ۱۰، نمودار مجموع بارش بلندمدت ماهانه در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵

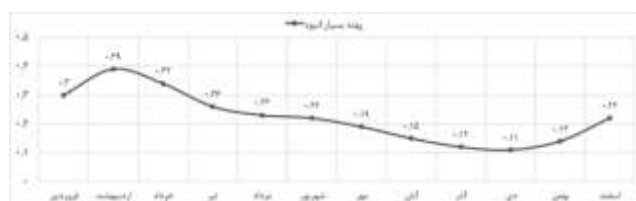


شکل ۱۱، مجموع بارش بلندمدت ماهانه در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵

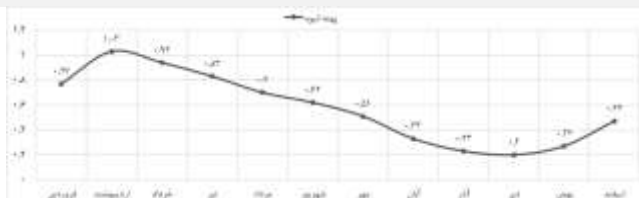


شکل ۱۲، میانگین بلندمدت دمای ماهانه در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵

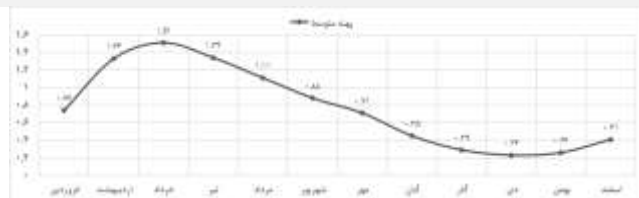
همان‌طور که مشاهده می‌شود پهنه‌ی تنک در تمامی ماه‌ها دارای بالاترین درصد ماهانه‌ی گستره‌ی برگ و پهنه‌ی بسیار انبوه نیز دارای کمینه‌ی درصد فراوانی است. در پهنه‌ی تنک و متوسط، خردادماه به ترتیب با $4/5$ و $1/51$ درصد بیشینه‌ی گستره‌ی برگ، دی و بهمن‌ماه با $0/51$ درصد در پهنه‌ی تنک و دی‌ماه با $0/23$ درصد در پهنه‌ی متوسط کمینه‌ی گستره‌ی برگ را به خود اختصاص داده‌اند. در پهنه‌ی انبوه و بسیار انبوه نیز بیشینه‌ی گستره‌ی برگ به ترتیب در اردیبهشت‌ماه با $1/03$ درصد و $0/39$ و کمینه‌ی این دو پهنه نیز در دی‌ماه با $0/20$ و $0/11$ درصد می‌باشد. با توجه به آماره‌های به دست آمده ایران از لحاظ پوشش گیاهی و به عبارتی گستره‌ی برگ دارای وضعیت مناسبی نیست. پهنه‌ی تنک و متوسط با $0/3$ و $0/1$ نسبت به پهنه‌ی انبوه و بسیار انبوه با $0/06$ و $0/02$ دارای روند کاهشی بیشتری است و این کاهش در ۴ پهنه مطلوب نمی‌باشد شکل-های (۱۳ تا ۱۶).



شکل ۱۳، درصد ماهانه‌ی پوشیده از گستره‌ی برگ در ایران در په‌نه‌ی بسیار انبوه در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵



شکل ۱۴، درصد ماهانه‌ی پوشیده از گستره‌ی برگ در ایران در په‌نه‌ی انبوه در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵



شکل ۱۵، درصد ماهانه‌ی پوشیده از گستره‌ی برگ در ایران در په‌نه‌ی متوسط در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵

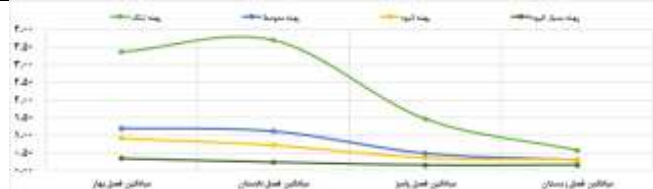


شکل ۱۶، درصد ماهانه‌ی پوشیده از گستره‌ی برگ در ایران در په‌نه‌ی تنک در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵

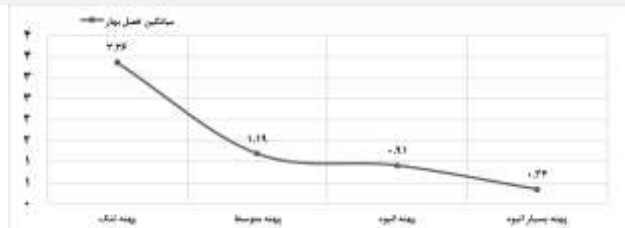
مسلماً زمانی که آماره‌ها از نظر فصلی نیز بررسی می‌شوند، باز هم پهنه‌ی تنک دارای بیشینه‌ی درصد میانگین گستره‌ی برگ می‌باشد و پس از آن پهنه‌های متوسط، انبوه و بسیار انبوه قرار دارد و این امر برای کشوری همچون ایران که در منطقه‌ی خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته است نوید خوبی نیست (جدول ۲، شکل ۲۱-۱۸). میانگین بلندمدت بارش فصلی نشان می‌دهد که فصل زمستان با $455/27$ میلی‌متر بالاترین میزان بارش‌ها و فصل تابستان با $98/04$ میلی‌متر بارش دارای کمینه‌ی بارش می‌باشد. متقابلاً فصل تابستان با بیشینه‌ی بلندمدت دمای فصلی با $27/6$ درجه بالاترین میانگین بلندمدت و فصل زمستان با $7/3$ درجه دارای کمینه‌ی میانگین بلندمدت دمای فصلی است (شکل ۲۲ و ۲۳).

جدول ۲، میانگین فصلی گستره‌ی برگ در پهنه‌ها در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵

فصل	پهنه	میانگین فصل- بهار	میانگین فصل- تابستان	میانگین فصل- پاییز	میانگین فصل زمستان
پهنه تنک	۳/۳۶	۱/۱۱	۰/۷۲	۰/۳۶	۰/۳۱
پهنه متوسط	۱/۱۹	۰/۹۱	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۱۶
پهنه انبوه	۰/۹۱	۰/۷۲	۰/۳۶	۰/۴۸	۰/۳۰
پهنه بسیارانبوه	۰/۳۶	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۴۶	۰/۵۷

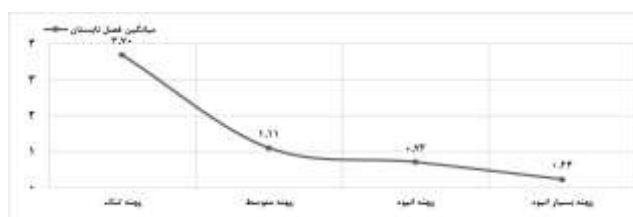


شکل ۱۷، میانگین فصلی گستره‌ی برگ در پهنه‌ها در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵

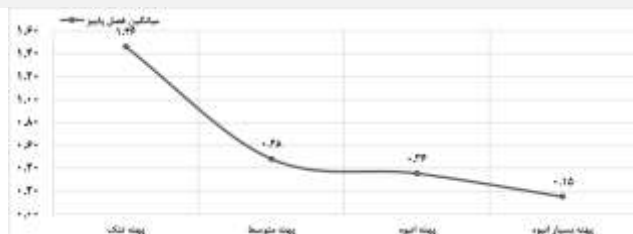


شکل ۱۸، درصد میانگین گستره‌ی برگ در فصل بهار در پهنه‌های مورد بررسی در بازه‌ی زمانی

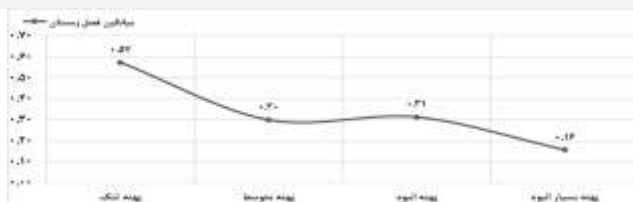
۱۳۸۱-۱۳۹۵



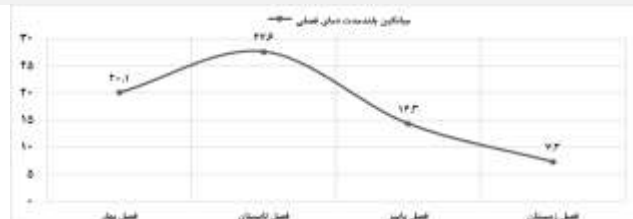
شکل ۱۹، درصد میانگین گستره‌ی برگ در فصل تابستان در پهنه‌های مورد بررسی در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵



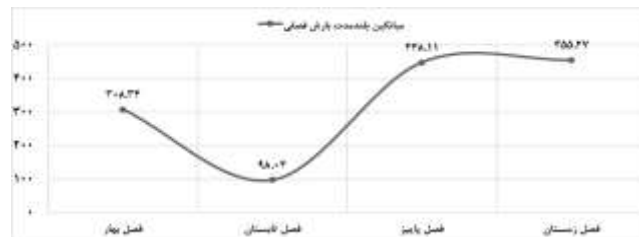
شکل ۲۰، درصد میانگین گستره برگ در فصل پاییز در پهنه‌های مورد بررسی در بازه زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۱



شکل ۲۱، درصد میانگین گستره برگ در فصل زمستان در پهنه‌های مورد بررسی در بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵



شکل ۲۲، میانگین بلندی‌مدت دمای فصلی در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵



شکل ۲۳، میانگین بلندمدت بارش فصلی در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۵

نتایج

این بررسی نشان داد که یک تحلیل خوشه‌ای پایگانی به روش پیوندوار توانایی تفکیک داده‌های گستره‌ی برگ در ایران را دارد. طبق نتایج گستره‌ی برگ بیشتر تحت تأثیر پیکربندی ناهمواری‌ها و بهره‌مندی از میزان آب و بارش‌های مناسب است تا اینکه تحت تأثیر عرض جغرافیایی باشد. بارش کافی برای رشد گیاه در شمال البرز و غرب زاگرس به دلیل قرارگیری در مسیر چرخندهای غربی فراهم است. به همین دلیل نواحی داخلی ایران که از بارش‌های حاصل از چرخندها و بادهای غربی محرومند، گستره‌ی برگ چندانی ندارند. طبق این تحلیل در ایران چهار گروه اصلی گستره‌ی برگ وجود دارد؛ پهنه‌ی بسیارانبوه، انبوه، متوسط و تنک. این چهار پهنه به ترتیب بر ۲/۶۷، ۶/۹، ۹/۲۶، ۲۷/۲۹ درصد از ایران حاکم هستند. با توجه به آماره‌های به دست آمده ایران از لحاظ پوشش گیاهی و به عبارتی گستره‌ی برگ دارای وضعیت مناسبی نیست. چرا که وسیع‌ترین پهنه‌ی گستره‌ی برگ در ایران پهنه‌ی تنک می‌باشد و پهنه‌های انبوه و بسیارانبوه در گروه کم‌وسعت‌ترین پهنه‌ها قرار دارند. این امر نشان دهنده‌ی آن است که ۸۱/۱۷ درصد از مساحت ایران بدون پوشش گیاهی و یا دارای پوشش تنک می‌باشد و این امر بسیار نگران‌کننده است و جای بسی تأمل دارد. دامنه‌های شمالی البرز، جنگل‌های هیرکانی، گلستان و ارسباران از جمله مکان‌هایی هستند که مناطق مختلف آن‌ها در تمامی پهنه‌ها وجود دارد. علاوه بر جنگل‌ها، مناطقی که برای هر یک از پهنه‌ها شناسایی شده‌اند عموماً شامل کشتزارها می‌شود. پهنه‌ی

بسیار انبوه به جز جنگل‌های بالا مناطق گرمی و پارس‌آباد، باغات شرق و شمال‌غرب دریاچه‌ی ارومیه، باغات حوالی دریاچه زریوار، باغات و کشتزارهای تالاب هورالعظیم، مزارع اطراف دریاچه‌ی سد درودزن را در بر می‌گیرد. بیشترین یاخته‌های پهنه‌ی انبوه علاوه بر جنگل‌های شمال و قلمرو آذری شامل کشتزارهای غرب دریاچه‌ی زریوار، شمال کرمانشاه، اطراف رودخانه کارون و غرب دریاچه‌ی زیتون بهارستان، چالدران، دریاچه‌ی تاجیار سراب و در نهایت باغات اطراف اخلمد در مشهد و باغات سیب دماوند و نظر آباد قرار دارند. در مجموع، بیشترین یاخته‌های این پهنه با گستره‌ی برگ انبوه در اطراف دریاچه‌ها و سدها قرار دارند. پهنه‌ی متوسط در غرب زاگرس، قلمرو آذری، کرانه‌های جنوبی خزر و دامنه‌های شمالی البرز، بعضی مناطق داخلی ایران همچون نواحی جنوبی استان‌های کرمان، یزد و فارس قرار دارد. پهنه‌ی تنک، تقریباً در تمامی استان‌ها دیده می‌شود و شامل دامنه‌های غربی و تا حدودی دامنه‌های شرقی زاگرس، دامنه‌های جنوبی البرز، خراسان‌شمالی، رضوی و تا حدودی قسمت‌های شمالی خراسان جنوبی و استان فارس می‌شود.

منابع و مأخذ

- بابازاده‌خامنه، آمنه، دانه‌کار، افشین، ریاضی، برهان، زاهدی امیری، قوام‌الدین، طاهری سرتشنیزی، فریدون، موسوی، سیدنورالدین (۱۳۹۴)، تحلیل پوشش گیاهی پهنه‌های تفرجی پارک جنگلی سی‌سنگان استان مازندران، *مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)*، جلد ۲۸، شماره ۳، صص ۴۹۸-۴۸۶.
- 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، صص ۱۶۵-۱۵۵.
- رحمانی، ناصح، کاکایی، شاهد، میریعقوب‌زاده، میرحسن (۱۳۹۰)، ارزیابی شاخص‌های پوشش گیاهی مورد استفاده در سنجش از دور (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌هریسک)، *همایش ژئوماتیک*، ۱۰ص.
- 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*، جلد ۵۵، شماره ۲، صص ۱۴-۱.
- عسکری، محمدصادق، سرمیدان، فریدون، خدادادی، مارال، نوروزی علی‌اکبر (۱۳۸۸)، پهنه-بندی اکولوژیکی کشاورزی با استفاده از سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در منطقه تاکستان، صص ۹۳-۱۰۴.
- فتح‌نیا، امان‌الله، رجایی، سعید، برزو، فرزانه (۱۳۹۶)، پیش‌بینی احتمال تکرار دوره‌های خشکسالی و اثر آن بر پوشش گیاهی در استان گلستان، *نشریه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، شماره ۶۰، صص ۱۹۶-۱۷۹.
- قربانی، اردوان، پورنعمتی، اردشیر، پناهنده، محسن (۱۳۹۶)، تخمین و پهنه‌بندی تولید با استفاده از تصاویر لندست ۸ در مراتع سیلان، *فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، جلد ۲۴، شماره ۱، صص ۱۸۰-۱۶۵.
- مسعودیان، سید ابوالفضل، (۱۳۸۴)، شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای، *نشریه‌ی پژوهش‌های جغرافیایی*، دوره‌ی ۳۷، شماره‌ی ۵۲، صص ۵۹-۴۷.
- مصداقی، منصور (۱۳۸۰)، *توصیف و تحلیل پوشش گیاهی*، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، صص ۲۸۸.

- مقدم، محمدرضا (۱۳۸۰)، *اکولوژی توصیفی و آماری پوشش گیاهی*، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۲۸۶.
- مقدم، محمدرضا (۱۳۸۴)، *اکولوژی گیاهان خاکروی*، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۷۰۲.
- مهدوی، علی، عزیز، جلال، اخوان، رضا (۱۳۹۵)، پهنه‌بندی تراکم درختی جنگل‌های بلوط زاگرس به روش کریجینگ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای World view-2 برگرفته از - پایگاه اطلاعاتی گوگل ارث، *نشریه‌ی پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، جلد ۲۳، شماره‌ی ۴، صص ۸۷-۱۱۰.
- هادیان، فاطمه، جعفری، رضا، بشری، حسین، سلطانی، سعید (۱۳۹۱)، ارزیابی صحت شاخص‌های طیفی پهنه‌بندی پوشش گیاهی در مقیاس تیپ‌های گیاهی و منطقه مطالعاتی با استفاده از داده‌های سنجنده TM در مناطق زاگرس جنوبی، *انجمن سنجش از دور و GIS و ایران*، سال چهارم، شماره چهارم، ص ۱۰۱-۸۳.
- 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.
- 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.
- MCST. 2006. MODIS Level 1B Product User's Guide. NASA/Goddard Space Flight Center Greenbelt, MD 20771, 62 pp.