فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد 15 شمارهٔ 3 ، صفحهٔ 288-278 ، (1386)

برآورد سطح تاج پوشش جنگل در عکس‌های هوایی با استفاده از شاخص سایه در زاگرس

سید یوسف عرفانی فرد[1]، محمود زبیری[2]، جهانگیر فقهی[3] و منوچهر نمیرانیان[4]

1- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، پست الکترونیک: erfanifard@yahoo.com
2- استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
3- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
4- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

تاریخ دریافت: 85/09/7 تاریخ پذیرش: 85/11/18

چکیده

در جنگلهای زاگرس مشخصه تاج پوشش به عنوان معیار مهمی برای مطالعه و بررسی تغییرات و پایش جنگل محسوب می‌گردد. با توجه به ساختار این جنگلها که اغلب شاخه زاد بوده و قادر به تولید چوب صنعتی نمی باشد، حجم سرپا و سطح مقطع در ارتفاع برابر سینه شاخص‌های مناسبی از توده برای مطالعه و پژوهش نیستند. استفاده از عکس‌های هوایی در جنگلهای زاگرس با توجه به گستردگی آنها و به دلیل هزینه کم و سرعت عمل زیاد (در مقایسه با عملیات زمینی) گسترش یافته، اما وجود سایه باعث می‌شود تا اندازه‌گیری تاج پوشش روی عکس هوایی دشوار گردد. در این تحقیق سعی شده تا با ارائه یک روش مناسب ابتدا شاخص سایه تعیین شده و بعد با استفاده از آن، سطح تاج پوشش در هکتار برآورد گردد. برای این منظور، یک قطعه 30 هکتاری در جنگلهای سروک در استان کهگیلویه و بویراحمد در نزدیکی شهرستان یاسوج به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. با استفاده از 30 قطعه نمونه دایره‌ای با مساحت 10 آر در یک شبکه 100× 100 متر سطح تاج پوشش روی زمین اندازه گیری شد. عکس هوایی محدوده مورد مطالعه تهیه و به ارتوفتو تبدیل شد. ارتوفتوی منطقه به چهار روش حداقل فاصله از میانگین، حداکثر احتمال، متوازی السطوح وکلاپا به دو طبقه جنگل (تاج پوشش با سایه) و سایر پدیده‌ها طبقه‌بندی شده و مساحت تاج پوشش با سایه در هر قطعه نمونه محاسبه شد. میانگین نسبت مساحت تاج پوشش روی زمین به مساحت تاج پوشش با سایه در عکس هوایی در هر روش طبقه‌بندی، شاخص سایه آن روش می‌باشد. با استفاده از این شاخص مقدار تاج پوشش در هکتار برای هر روش تعیین گردید. مقایسه مقدار مشخصه $T \times E\%^2$ در هر روش نشان داد که نقشه طبقه‌بندی حاصل از کلاپا در مقایسه با سه روش دیگر برای طبقه‌بندی عکس هوایی در تعیین شاخص سایه و تاج پوشش در هکتار مناسبتر است.

واژه‌های کلیدی: شاخص سایه، تاج پوشش، طبقه‌بندی، عکس هوایی، زاگرس.

مقدمه

رویشگاه زاگرس بخش وسیعی از سلسله جبال زاگرس را شامل می‌گردد که از شمال غربی کشور یعنی شهرستان پیرانشهر شروع و تا حوالی شهرستان فیروزآباد ادامه می‌یابد که منطقه‌ای به طول 1300 و عرض متوسط 200 کیلومتر را می‌پوشاند. جنگلهای زاگرس که تحت عنوان جنگلهای نیمه خشک طبقه‌بندی شده‌اند با پنج میلیون هکتار وسعت 40 درصد کل جنگلهای ایران را به‌خود اختصاص داده اند. این جنگلها بیشترین تاثیر را در تامین آب، حفظ خاک، تعدیل آب و هوا و تعادل اقتصادی و اجتماعی در کل کشور دارند (ثاقب طالبی و همکاران، 1383). این

Archive of SID
www.SID.ir

جنگلها از نظر وسعت، پراکنش، نوع گونه و محصولات جنگلی نقش بسیار مهمی در معیشت بخش عظیمی از ساکنان خود بر عهده داشته و در عین حال یکی از مهمترین منابع بیولوژیکی و ذخایر ژنتیکی ایران بحساب می‌آیند (توکلی، 1375). بنابراین مدیریت این منطقه در چارچوب یک سیاست جنگلداری منسجم کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. هر گونه برنامه‌ریزی نیازمند گستره وسیعی از اطلاعات همه جانبه و به هنگام است تا هدف حفظ و استمرار این جنگلها تحقق و تداوم یابد (سارویی، 1378). از آنجایی که پوشش گیاهی موجود در این نوار قادر به تولید چوب قابل استفاده در صنایع مربوطه نمی‌باشد (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، 1382)، بنابراین نمی‌توان حجم را به عنوان یک عامل بررسی و اندازه‌گیری مورد استفاده قرار داد. در نتیجه باید از مشخصه دیگری مانند تاج پوشش برای اندازه‌گیری و کنترل تغییرات کمک گرفت (نگهدارصابر، 1372). منظور از تاج پوشش سطحی از زمین است که به وسیله تصویر تاج درختان و درختچه‌های مختلف پوشیده می‌شود. از این شاخص برای قضاوت در مورد تراکم و غنای گیاهی، میزان رقابت در توده و برآورد حجم توده بهره گرفته می‌شود (Rudnicki *et al.*, 2004). چون در عکس هوایی درختان از بالا دیده می‌شوند، مساحت تاج آنها در یک سطح معین که همان تاج پوشش است، قابل اندازه‌گیری می‌باشد (زبیری و دالکی، 1383). هدف تحقیق این است که پس از طبقه‌بندی عکس هوایی به صورت رقومی، روش مناسبی برای تعیین شاخص سایه روی عکس هوایی ارائه گردد. سپس با استفاده از این شاخص و عکس هوایی طبقه‌بندی شده جنگل مورد مطالعه به صورت رقومی، مقدار تاج پوشش در هکتار بدون سایه برآورد شود.

زهره وندی (1382) روش ترانسکت را روی زمین و روی عکس هوایی در جنگلهای زاگرس (قلاجه کرمانشاه) بررسی نموده و به این نتیجه رسیده است که با استفاده از عکس هوایی می‌توان مشخصه‌هایی مانند تعداد در هکتار و تاج پوشش در هکتار را با دقت قابل قبول برآورد نمود. Carreiras & Pereira (2006) امکان برآورد سطح تاج پوشش درختان بلوط همیشه‌سبز را به عنوان عامل کلیدی در مطالعه اکولوژی و تغییرات پوشش گیاهی در درخت‌زارهای منطقه‌ای در کشور پرتغال با استفاده از عکس‌های هوایی بررسی نموده‌اند. در بریتیش کلمبیا کانادا به منظور تعیین مقدار تاج پوشش و طبقه‌بندی جنگل در اراضی جنگلی از عکس‌های هوایی استفاده شده و آنها را به صورت رقومی تجزیه و تحلیل نموده‌اند (Bai *et al.*, 2005). با استفاده از عکس‌های هوایی در دو مقیاس 1:25000 و 1:40000 و شبکه نقطه چین، تاج پوشش جنگل تعیین و همچنین اثر عواملی چون سایه درختان، مقیاس عکس هوایی، قطر تاج، ارتفاع تاج و غیره نیز بررسی شده است (Fensham *et al.*, 2002). Barbezat & Jacot (1998) با استفاده از روش کلاپا (CLAPA) درختان، گروههای درختی و جنگلهای متراکم را بر روی عکس‌های هوایی رقومی تشخیص و طبقه‌بندی نمودند.

مواد و روشها

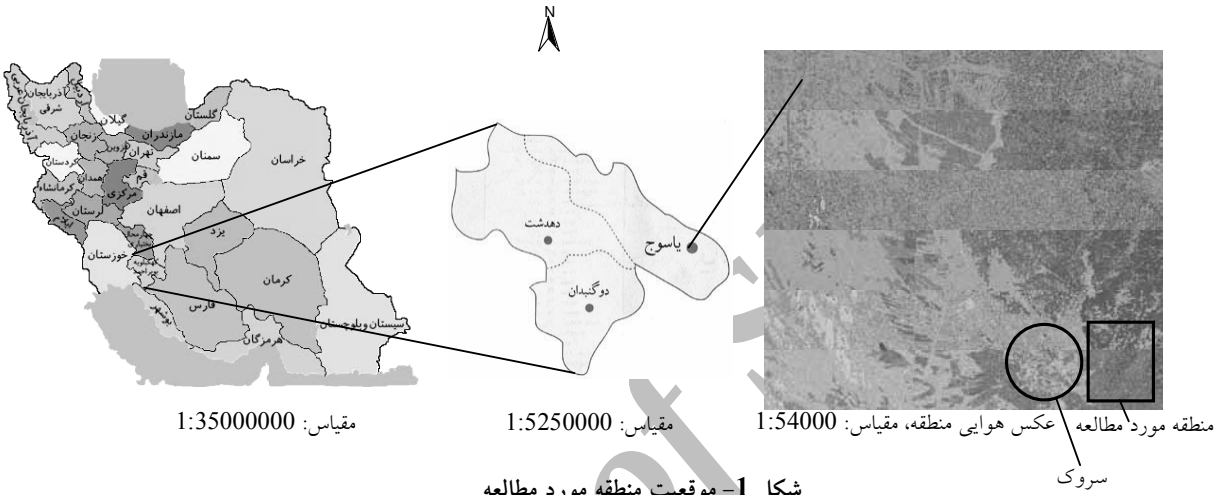
منطقه مورد مطالعه

برای انجام این تحقیق، یک قطعه به مساحت 30 هکتار در استان کهگیلویه و بویراحمد و جنگلهای اطراف روستای سروک در نزدیکی شهرستان یاسوج انتخاب گردید (شکل 1). بر اساس منحنی آمبروترمیک ایستگاه یاسوج، حدود 82 درصد بارندگی در نیمه دوم سال اتفاق می‌افتد که تاثیر به سزایی در تشکیل جنگلهای بسیار تنک با تاج پوشش کم داشته است. گونه غالب جنگلهای این منطقه یعنی بلوط ایرانی

Archive of SID

www.SID.ir

(*Quercus brantii*) به‌خاطر شرایط اقلیمی حاکم ـ چه از نظر ارتفاع و چه از لحاظ قطر ـ رشد اندکی دارد. ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود 1880 متر، متوسط بارندگی سالیانه 902/9 میلیمتر، میانگین دمای سالیانه 24/6 درجه سانتیگراد و طول مدت خشکی پنج ماه در سال است. بنابراین این منطقه به لحاظ اقلیمی، نیمه‌مرطوب است (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، 1382).



شکل 1- موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش مطالعه

طبقه‌بندی عکس هوایی

آخرین عکس هوایی برداشت شده از منطقه مورد نظر مربوط به سال 1378 با مقیاس 1:40000 است. این عکس هوایی به دو صورت چاپ شده روی کاغذ و اسکن فیلم (Diapositive) به شکل رقومی و با دقت 14 میکرون (بهترین دقت موجود در سازمان نقشه برداری کشور) تهیه شد. در عکس‌های هوایی خطاهایی (مانند تیلت، جابه‌جایی ناشی از توپوگرافی، تابیدگی لنز و غیره) وجود دارد که به‌خاطر این ناهنجاریهای هندسی امکان مطالعه مستقیم روی آنها وجود ندارد. بنابراین عکس‌های هوایی با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) و نقاط کنترل زمینی (GCP) تصحیح شده و به ارتوفتو (Orthophoto) تبدیل می‌شوند (Paine & Kiser, 2003). در این تحقیق با استفاده از اطلاعات مورد نیاز، ارتوفتوی عکس هوایی منطقه تهیه شد. سپس با توجه به مختصات منطقه مورد مطالعه، این محدوده از ارتوفتو استخراج شد. ارتوفتوی منطقه مورد مطالعه طبقه‌بندی شد و دو طبقه «تاج درختان با سایه» و «سایر پدیده ها» در آن تفکیک شدند.

روشهای طبقه‌بندی

در نرم‌افزارهای رایج در سنجش از دور برای عمل طبقه‌بندی نظارت شده که در آن کاربر با انتخاب نمونه‌های تعلیمی بر طبقه‌بندی نظارت دارد سه الگوریتم پیش بینی شده و هر یک از منطق خاص خود استفاده می‌کنند که عبارتند از: حداقل فاصله از میانگین (Minimum Distance to Mean)، متوازی السطوح (Parallelepiped) و حداکثر احتمال (Maximum Likelihood) (Howard, 1991). ارتوفتوی تهیه شده با هر سه الگوریتم طبقه‌بندی شد. در هر الگوریتم، دو طبقه «تاج درختان با سایه» و «سایر پدیده ها» ایجاد گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

روش چهارم طبقه‌بندی، کلاپا نام دارد که در واقع مخفف «طبقه‌بندی خودکار عکس‌های هوایی» در زبان فرانسه است (Classification Automatisée de Photos Aériennes). این طبقه‌بندی به‌وسیله نرم‌افزاری با همین نام انجام می‌شود که این نرم‌افزار محصول یک طرح مشترک بین موسسه تحقیقات جنگل، برف و سیمای منظر (WSL) و دانشگاه پلی تکنیک لوزان در سوئیس می‌باشد که تحت نرم‌افزار دیگری به نام Labview™ تهیه شده است. این روش، تک درختان را با توجه به سایه آنها شناسایی می‌نماید. البته سایه در تمام شرایط به طور یکسان در این نرم‌افزار مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. در واقع در روند تجزیه و تحلیل تصاویر از یک فیلتر گرادیان به‌وسیله آستانه‌سازی (thresholding)، فیلتر پایین گذر (low-pass filter)، بسط‌دهی (expansion)، پرکردن حفره‌ها (filling-in of holes) و فرسایش (erosion) استفاده می‌نماید. طبقه‌بندی در این روش از نوع نظارت شده می‌باشد که در آن، کاربر با دادن ارزش تاج پوشش درختان و سایه آنها در بخش مربوطه بر نحوه طبقه‌بندی نظارت می‌نماید (Barbezat & Jacot, 1998). با استفاده از کلاپا می‌توان درختان، گروههای درختی و جنگلهای متراکم را روی انواع عکس‌های هوایی (سیاه و سفید، رنگی و مادون قرمز) در مقیاس‌های مختلف به طور خودکار با استفاده از تن رنگهای خاکستری تفکیک نمود. ارتوفتوی منطقه مورد مطالعه به این نرم‌افزار وارد شد و مورد طبقه‌بندی قرار گرفت. یکی از خروجی‌های این نرم‌افزار نقشه طبقه‌بندی تاج پوشش همراه با سایه است که پس از طی یک فرآیند کوتاه قابل استفاده می‌باشد.

بررسی صحت طبقه‌بندی‌ها

در تحقیقات و بررسی‌های مربوط به طبقه‌بندی و تهیه نقشه‌های مختلف، تعیین صحت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی ضروری به‌نظر می‌رسد. هدف از بررسی صحت، ارزیابی میزان همخوانی نقشه حاصل از طبقه‌بندی با واقعیت زمینی می‌باشد. با مقایسه یکایک پیکسل‌های نقشه طبقه‌بندی شده با پیکسل‌های متناظر در نقشه واقعیت زمینی مشخص می‌گردد که چه تعداد پیکسل در طبقات مختلف صحیح طبقه‌بندی شده و چه تعداد به اشتباه به طبقات مختلف تعلق گرفته است. نقشه واقعیت زمینی از عملیات زمینی بدست آمده و مشخص می‌نماید در نقاط نمونه در روی زمین چه پدیده‌ای وجود دارد. حاصل این ارزیابی به صورت جدول خطا (Error Matrix) ارائه می‌شود (Paine & Kiser, 2003). با استفاده از جدول خطا، صحت کلی (Overall Accuracy) و ضریب کاپا (Kappa Coefficient) محاسبه می‌شود. صحت کلی نشان‌دهنده صحت کل نقشه حاصل از طبقه‌بندی است و ضریب کاپا گویای آن است که طبقه‌بندی چقدر با داده‌های واقعیت زمینی مطابقت دارد (Howard, 1991).

برای تهیه واقعیت زمینی در اکثر تحقیقات مربوط به سنجش از دور، روش نمونه گیری متداول است (سارویی، 1378). در این مطالعه از یک شبکه نقطه چین استفاده شد که تعداد نقاط آن از طریق رابطه زیر محاسبه گردید (زبیری، 1384):

$$N = \frac{t^2 \times (1 - P_i)}{P_i (0.01 \times E\%)^2}$$

N: تعداد نقطه در شبکه نقطه چین

P_i: نسبت پدیده مورد نظر

E%: درصد اشتباه آماربرداری به احتمال مثلاً 95٪

t: با توجه به تعداد نقطه‌ای که باید شمارش شود تعیین می‌شود که در اینجا با توجه به تعداد نمونه زیاد، مقدار آن 1/96 است.

در این بررسی، برای مقدار نسبت پدیده 0/5 (در صورتی که نسبت پدیده مورد نظر را نتوان برآورد نمود، مقدار P= 0/5 فرض می‌شود) و درصد اشتباه آماربرداری 8 (E% = 8٪)، تعداد نقاط 600 محاسبه شد (زبیری،

Archive of SID

www.SID.ir

1384). سپس هر یک از نقاط این شبکه نقطه‌چین با توجه به نقشه تاج پوشش منطقه که از عملیات زمینی صددرصد بدست آمده، دارای کد 1 (برای طبقه تاج و سایه) و یا کد 2 (برای طبقه سایر پدیده ها) شد. از این شبکه به عنوان مبنای واقعیت زمینی برای برآورد صحت طبقه‌بندی‌های انجام گرفته استفاده شد. هر کدام از طبقه‌بندی‌ها با واقعیت زمینی مقایسه شد و جدول خطا، صحت کلی و ضریب کاپا محاسبه شدند (جدول 1). همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند طبقه‌بندی حداقل فاصله از میانگین دارای صحت کلی و ضریب کاپای بهتری نسبت به سه طبقه‌بندی دیگر است. در مجموع، با توجه به صحت کلی و ضریب کاپا، هر چهار طبقه‌بندی نتایج قابل قبولی داشته اند.

جدول 1- برآورد صحت برای چهار روش طبقه‌بندی

روش طبقه‌بندی	صحت تولید کننده (٪)		صحت کاربر (٪)		صحت کلی (٪)	ضریب کاپا (٪)
	طبقه 1	طبقه 2	طبقه 1	طبقه 2		
حداقل فاصله از میانگین	92	91/9	95	87	92	83/1
حداکثر احتمال	86	96	98	80	90	78/8
متوازی السطوح	86	96	98	80	90	78/8
کلاپا	95	87	92	91	92	82/4

طبقه 1: تاج درختان با سایه طبقه 2: سایر پدیده ها

قطعه نمونه

در جنگلهای زاگرس مساحت قطعه نمونه بین 10 تا 15 آر برای جنگلهای شاخه‌زاد و 10 تا 20 آر برای جنگلهای دانه‌زاد توصیه شده است. همچنین شکل دایره در مقایسه با شکلهای دیگر با توجه به کمتر بودن نسبت محیط به مساحت مناسبتر است (زبیری، 1384). در این تحقیق با توجه به نتایج مطالعاتی که تاکنون صورت گرفته شکل دایره‌ای با مساحت 10 آر برای مطالعه تاج پوشش بکار گرفته شد. نیاز به حداقل 30 قطعه نمونه در محدوده مورد مطالعه به لحاظ آماری باعث شد تا 30 قطعه نمونه در یک شبکه 100×100 متر برای این مطالعه برداشت گردید.

جمع آوری اطلاعات

منطقه مورد مطالعه به منظور انجام یک تحقیق دیگر آماربرداری صددرصد شده بود و نقشه تاج پوشش آن بر اساس مختصات هر یک از درختان (با استفاده از فاصله و آزیموت روی زمین) تهیه گردیده است. تعداد 30 قطعه‌نمونه دایره‌ای 10 آری در یک شبکه 100×100 متر به صورت یک لایه ساخته شد و روی نقشه تاج پوشش قرار گرفت تا مقدار سطح تاج پوشش در هر قطعه نمونه محاسبه شود. مقدار تاج پوشش به مترمربع برای هر قطعه‌نمونه به عنوان «سطح تاج پوشش روی زمین» ثبت گردید. لایه قطعات نمونه در سیستم مختصات UTM (Universal Transverse Mercator) ساخته شده بود، بنابراین با قرار دادن آن روی نقشه حاصل از طبقه‌بندی می‌توان در همان موقعیت مکانی که قطعات نمونه روی

Archive of SID

www.SID.ir

نقشه تاج پوشش واقعی بودند، قرار گیرند. مقدار سطح تاج پوشش و سایه حاصل از طبقه‌بندی در هر قطعه‌نمونه استخراج شد. سپس در هر قطعه نمونه نسبت «سطح تاج پوشش روی زمین» به «سطح تاج پوشش و سایه در طبقه‌بندی» محاسبه شده که معرف شاخص سایه در هر قطعه نمونه است. از حاصلضرب میانگین شاخص سایه و سطح تاج پوشش و سایه در هر قطعه نمونه، مقدار تاج پوشش بدون سایه در هر قطعه نمونه حاصل می‌شود. برای هر یک از نقشه‌های بدست آمده از هر روش طبقه‌بندی میانگین سطح تاج پوشش بدون سایه تعیین می‌گردد. به منظور مقایسه نتایج حاصل از هر طبقه‌بندی از آزمون t و مقایسه مشخصه $E\%^2 \times T$ استفاده شد (زبیری، 1381).

نرم‌افزارها

در این تحقیق، برای ساختن ارتوفتو از عکس هوایی و انجام طبقه‌بندی‌های حداقل فاصله از میانگین، متوازی السطوح و حداکثر احتمال، نرم‌افزار PCI Geomatica V8.1.0 بکار رفت (Anon, 2001). برای روی هم‌اندازی لایه قطعات نمونه و نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی از نرم‌افزار ArcView GIS 3.2a بهره گرفته شد (Anon, 1996). از نرم‌افزار CLAPA نیز برای طبقه‌بندی کلاپا استفاده شد.

نتایج

با استفاده از شاخص سایه و نقشه طبقه‌بندی حاصل از هر یک از روشها (شکل 3)، میانگین درصد تاج پوشش برای هر روش تعیین شد (جدول 2). مقدار زمان صرف شده برای انجام هر یک از طبقه‌بندی‌ها نیز اندازه‌گیری شد. مقدار سطح تاج پوشش واقعی در هکتار با توجه به آماربرداری صددرصد در اختیار بود. بنابراین نتیجه هر روش طبقه‌بندی با مقدار تاج پوشش واقعی در هکتار با استفاده از آزمون t مقایسه شد (جدول 2). در هر یک از روشها، مقدار درصد اشتباه آماربرداری (E%) نیز محاسبه گردید (شکل 2). با توجه به اینکه در هنگام اجرای روش مدت زمان صرف شده آن نیز اندازه‌گیری شده بود، مقدار مشخصه $E\%^2 \times T$ برای هر روش تعیین شد (جدول 3).

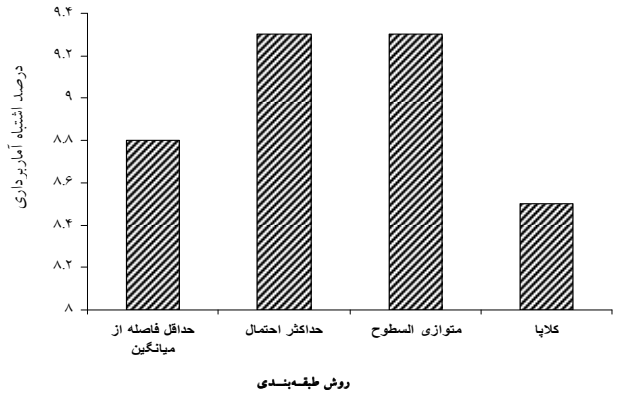
جدول 2- نتایج حاصل از هر روش طبقه‌بندی

روش طبقه‌بندی	شاخص سایه	میانگین درصد تاج پوشش بدون سایه (٪)	آماره	وضعیت (مقایسه با $t_{29\,و\,5\%} = 2/045$)
حداقل فاصله از میانگین	0/7935	49/46	0/11	ns
حداکثر احتمال	0/8816	49/91	0/16	ns
متوازی السطوح	0/8814	49/89	0/15	ns
کلاپا	0/7496	49/29	0/10	ns

ns: معنی دار نیست

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 2- درصد اشتباه آماربرداری (E٪) در هر یک از روشها

جدول 3- مقدار مشخصه $E\%^2 \times T$ در هر یک از روشها

روش طبقه‌بندی	درصد اشتباه آماربرداری (E%)	زمان (T)(دقیقه)	$E\%^2 \times T$
حداقل فاصله از میانگین	8/8	47	3639/7
حداکثر احتمال	9/3	47	4065/3
متوازی السطوح	9/3	47	4065/3
کلاپا	8/5	31	2239/75

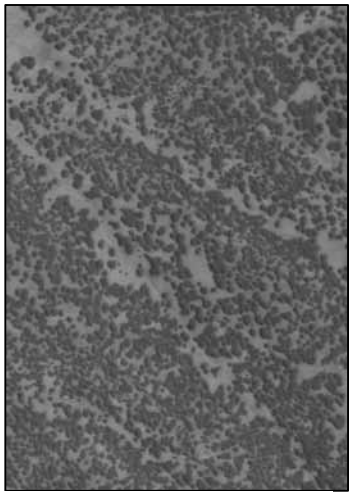
بحث

عکس‌های هوایی پانکروماتیک از تن رنگهای خاکستری تشکیل شده‌اند و از طرف دیگر تشخیص مرز بین تاج درخت و سایه آن در تفسیر بصری (با استریوسکوپ) و رقومی (در رایانه با نرم‌افزارهای مختلف) بسیار دشوار است (Paine & Kiser, 2003). به همین خاطر پیشنهاد شد که در هر روش طبقه‌بندی، ارتوفتوی عکس هوایی منطقه مورد مطالعه به دو طبقه (تاج درختان با سایه و سایر پدیده ها) طبقه‌بندی شود. چون در منطقه مورد مطالعه کف جنگل فاقد پوشش گیاهی است و دارای بازتاب زیادی می‌باشد (روشن به نظر می‌رسد)، نرم‌افزار با دقتی زیاد بخش تاج و سایه را که بازتاب کمی دارد (تیره به نظر می‌رسد) جدا می‌نماید. به همین دلیل نتایج حاصل از طبقه‌بندی‌ها دارای صحت کلی و ضریب کاپای بالایی هستند (جدول 1).

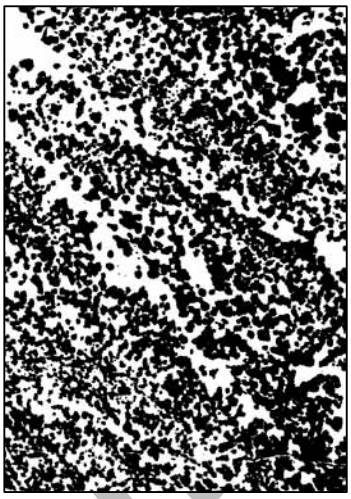
یکی از روشهای طبقه‌بندی که در این تحقیق استفاده شد، روش کلاپا است. این روش با استفاده از الگوریتم خاصی که برای تفکیک تاج درختان بر اساس سایه آنها تعریف شده، عمل می‌کند. ویژگی مهم روش فوق این است که دخالت مفسر در تعیین مرزها و طبقه‌بندی‌ها حداقل است و با سرعتی مناسب (در مقایسه با روش دستی) این کار را انجام می‌دهد (Barbezat, 2002). یکی از خروجی‌های نرم‌افزاری که این طبقه‌بندی را انجام می‌دهد، نقشه تاج درختان با سایه است. علت تفاوت بین زمان اجرای طبقه‌بندی با استفاده از این روش (31 دقیقه) و سه روش حداقل فاصله از میانگین، حداکثر احتمال و متوازی السطوح (47 دقیقه) این است که در سه روش اخیر برای اجرای طبقه‌بندی نظارت شده باید در طبقه‌های مورد نظر نمونه‌های تعلیمی گرفت. تهیه این نمونه‌ها علاوه بر نیاز به تخصص و تبحر، زمان زیادی احتیاج دارد.

Archive of SID

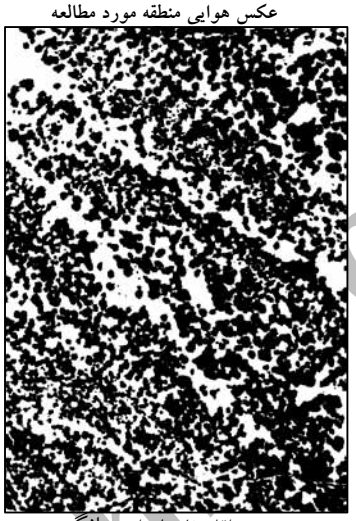
www.SID.ir



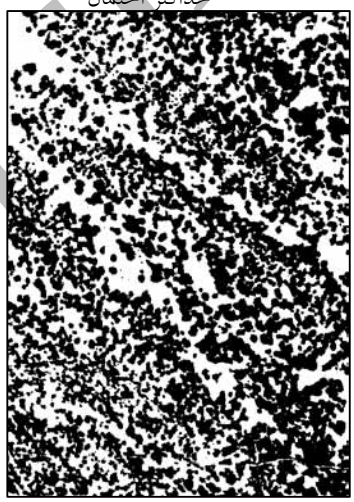
عکس هوایی منطقه مورد مطالعه



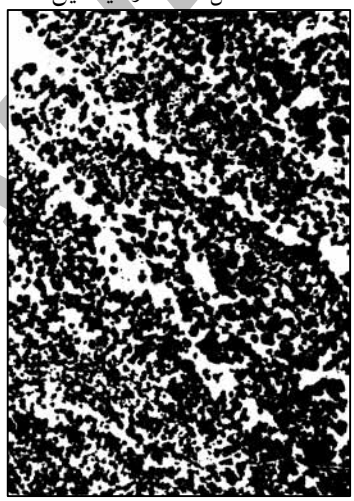
حداکثر احتمال



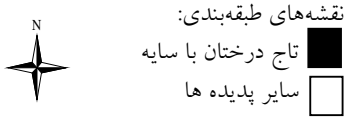
حداقل فاصله از میانگین



متوازی السطوح



کلاپا



شکل 3- نتیجه طبقه‌بندی حاصل از هر یک از روشها

Archive of SID

www.SID.ir

در صورتی‌که روش کلاپا بدون نیاز به نمونه‌های تعلیمی، طبقه‌بندی نظارت شده را بر پایه داده‌هایی که برای طبقه‌بندی جنگل در آن تعریف شده، انجام می‌دهد.

آزمون آماری t نشان داد که هیچ اختلافی بین تاج پوشش واقعی در هکتار و آنچه از طبقه‌بندی‌ها پس از اعمال شاخص سایه بدست آمده وجود ندارد (جدول 2). بنابراین با توجه به طبقه‌بندی عکس هوایی با صحت کلی مناسب (به‌طور متوسط ٪91) می‌توان نتیجه گرفت که محاسبه شاخص سایه و استفاده از آن برای دستیابی به تاج پوشش در هکتار از روی عکس هوایی روش قابل قبولی است چون نتیجه حاصل از طبقه‌بندی‌ها با مقدار واقعی اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول 2).

برای انتخاب یکی از طبقه‌بندی‌هایی که در این تحقیق انجام شده به‌عنوان راهکاری برای طبقه‌بندی عکس هوایی، از رابطه $E\%^2 \times T$ استفاده گردید. مقایسه مقدار این رابطه در چهار طبقه‌بندی انجام شده نشان می‌دهد که طبقه‌بندی کلاپا دارای کمترین درصد اشتباه آماربرداری و کمترین $E\%^2 \times T$ است. بنابراین از سایر طبقه‌بندی‌ها مناسبتر است (جدول 3).

در یک مطالعه برای جدا کردن سایه از تاج درختان روی عکس‌های سیاه و سفید از روش حداکثر احتمال استفاده شد. پس از مقایسه، نتایج اندازه‌گیری روی عکس هوایی کمتر از نتایج آماربرداری روی زمین بدست آمد (Bai *et al.*, 2005). درصورتی‌که در این مطالعه، نتایج اندازه‌گیری روی عکس هوایی و زمین با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. در تحقیقی دیگر پس از بررسی عوامل مختلف روی عکس‌های هوایی برای ارائه مدل تغییرات رویش، نتیجه گرفته شد که سایه درختان اثری روی این مدل ندارد (Fensham *et al.*, 2002)، درحالی‌که هدف این مطالعه یافتن راهی برای حذف سایه درختان و دستیابی به تاج پوشش با استفاده از تجزیه و تحلیل رقومی است. Barbezat & Jacot (1998) از روش کلاپا برای تفکیک تاج درختان استفاده نمودند و سایه را حذف کردند، ولی در این تحقیق با استفاده از این روش، تاج درختان با سایه در یک طبقه قرار گرفت.

طبق این بررسی می‌توان نتیجه گرفت که برای محاسبه مقدار تاج پوشش در هکتار به‌وسیله عکس هوایی، ابتدا باید با عملیات صحرایی، یک واقعیت زمینی تهیه نمود. سپس روش طبقه‌بندی مناسب را انتخاب نموده و مطابق با آنچه توضیح داده شد یک شاخص سایه محاسبه کرد. با استفاده از این شاخص و نتیجه طبقه‌بندی عکس هوایی به دو طبقه، می‌توان به مقدار تاج پوشش در هکتار دست یافت.

منابع مورد استفاده

- توکلی، الف.، 1375. بررسی روند تغییرات کمی و کیفی جنگلهای زاگرس شمالی از طریق تکنیک تفسیر عکسهای هوایی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، 71 صفحه.
- ثاقب طالبی، خ.، ساجدی، ت.، یزدیان، ف.، 1383. نگاهی به جنگلهای ایران. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره 339، 55 صفحه.
- جزیره ای، م. و ابراهیمی رستاقی، م.، 1382. جنگلشناسی زاگرس. انتشارات دانشگاه تهران، 560 صفحه.
- زبیری، م.، 1381. زیست سنجی (بیومتری) جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، 411 صفحه.
- زبیری، م.، 1384. آماربرداری در جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، 401 صفحه.
- زبیری، م. و دالکی، الف.، 1383. اصول تفسیر عکسهای هوایی. انتشارات دانشگاه تهران، 323 صفحه.
- زهره وندی، ع.، 1382. بررسی روند تغییرات و برآورد بنه با روش آماربرداری ترانسکت بر روی عکسهای هوایی و ترانسکت زمینی در جنگلهای قلاجه. پایان

Archive of SID

www.SID.ir

نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، 60 صفحه.

ـ ساورویی، س.، 1378. بررسی امکان طبقه‌بندی جنگل به لحاظ تراکم در جنگلهای زاگرس به کمک داده‌های ماهواره‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، 122صفحه.

ـــ نگهدارصابر، م.، 1372. اندازه‌گیری مشخصه‌های مناسب در آماربرداری جنگلهای حفاظتی جنوب زاگرس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، 72صفحه.

- Anonymus, 1996. Using ArcView GIS. Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI), USA, 350 p.
- Anonymus, 2001. User's guide, Version 8.2 PCI Geomatics. Richmond Hill, Ontario, Canada, 122 p.
- Bai, Y., Walsworth, N., Roddan, B., Hill, D.A. and Thompson, D., 2005. Quantifying tree cover in the forest-grassland ecotone of British Columbia using crown delineation and pattern detection. Forest Ecology and Management, 212: 92-100.
- Barbezat, V., 2002. Aspects forestiers du zonage et de la dynamique du taux de boisement en pasturage boise jurassien. These EPFZ No 14892, 155 p.
- Barbezat, V. and Jacot, J., 1998. The CLAPA Project: Automated Classification of Forest with Aerial Photographs. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria, British Columbia: 345 – 356.
- Carreiras, J. and Pereira, J., 2006. Estimation of tree canopy cover in evergreen oak woodlands using remote sensing. Forest Ecology and Management, 223 (1-3): 45 – 53.
- Fensham, R., Fairfax, J. and Holman, J., 2002. Quantitative assessment of vegetation structural attributes from aerial photography. International Journal of Remote Sensing, 23 (11): 2293 – 2317.
- Howard, J., 1991. Remote Sensing of Forest Resources, theory and application. Chapman & Hall, UK, 420 p.
- Paine, D. and Kiser, J., 2003. Aerial Photography and Image Interpretation. John Wiley & Sons, Inc., USA, 632 p.
- Rudnicki, M., Silins, U. and Lieffers, V., 2004. Crown cover is correlated with relative density, tree slenderness and tree height in Logepole Pine. Journal of Forest Science, 50(3): 356 – 363.

Archive of SID

www.SID.ir

Estimation of crown cover on aerial photographs using shadow index (case study: Zagros Forests, Iran)

Y. Erfani Fard[1], M. Zobeiri[2], J. Feghhi[3] and M. Namiranian[4]

1- Ph.D. student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, E-mail:erfanifard@yahoo.com
2- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.
3- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.
4- Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

Abstract

Crown cover factor is an important criterion to study changes and forest monitoring in Zagros region. Regarding to the structure of these forests that is mostly coppice with standard and can't produce industrial wood, the stand volume and basal area are not suitable factors for different studies and researches in the forests. As the forests are widespread, using aerial photographs in Zagros region is common because of its low cost and fast operation (comparing to field work). However, shadow makes it difficult to measure crown cover on aerial photographs. In this research it is aimed to offer a suitable method to determine shadow index to estimate crown cover. In Kohgiloye-Boyerahmad Province, a 30 ha plot in Servak forests near Yasuj was chosen as the study area. The crown cover was measured on the ground using 30 circular 1000 m^2 sample plots in a systematic random grid (100×100 m). The ortho-photo of the study area was obtained and classified by Minimum Distance to Mean, Maximum Likelihood, Parallelepiped and CLAPA methods into two classes of forest (crown cover with shadow) and non-forest. The crown cover of each sample plot was measured. The average of crown cover on the ground divided by crown cover with shadow on the ortho-photo is the shadow index of each classifying method. The crown cover per hectare was measured for each method by its shadow index. Comparing $E\%^2 \times T$ in each method showed that CLAPA is the most suitable method to classify aerial photographs to determine shadow index and estimate crown cover.

Key words: aerial photograph, classification, crown cover, shadow index, Zagros.

Archive of SID

www.SID.ir