

کاربرد عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در نماسازی تغییرات پوشش جنگل در زاگرس (مطالعه موردی: جنگلهای منطقه کاکارضای استان لرستان)

جواد سوسنی^{۱*}، محمود زبیری^۲ و جهانگیر فقهی^۳

*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترای جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، پست الکترونیک: Javad_soosani@yahoo.com

۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

تاریخ پذیرش: ۸۷/۳/۷

تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۶

چکیده

نماسازی یکی از مناسبترین روشهای ارائه اطلاعات مربوط به محیطهای طبیعی به‌شمار می‌رود. در این مطالعه با استفاده از عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات پوشش جنگلی در بخشی از جنگلهای زاگرس به مساحت ۷۴۱ هکتار نماسازی گردیده است. بدین منظور در عکسهای هوایی مربوط به سال ۱۳۷۶ تصحیحات هندسی و تصحیح جابه‌جایی ناشی از پستی و بلندی انجام شد. عکسهای هوایی مربوط به سالهای ۱۳۳۴ و ۱۳۴۸ با استفاده از روش تصحیح تقریبی تصاویر با استفاده از تصاویر زمین‌مرجع شده، تصحیح گردیدند. محدوده جنگل با استفاده از روشهای تفسیر بصری در تمامی تصاویر مشخص گردید؛ ولی طبقه‌بندی عکسهای هوایی سال ۱۳۷۶ و تصویر ماهواره‌ای موجود با استفاده از طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال، به‌صورت خودکار انجام شد. در عکسهای هوایی مربوط به سالهای ۱۳۳۴ و ۱۳۴۸ برای طبقه‌بندی از روش شبکه نقطه‌چین استفاده شد. برای تصحیح خطای سایه با برداشت ۷۴ درخت نمونه، به‌عنوان واقعیت زمینی، ضریب تصحیح تعیین شده و در محاسبات اعمال گردید. داده‌های زمینی با برداشت ۱۴۱ قطعه نمونه ۱۲ آری به‌صورت منظم و با شبکه‌ای به ابعاد ۱۰۰×۳۰۰ متر برداشت گردید و نماسازیها در مقیاسهای متفاوت در محیط نرم‌افزار 3D Nature انجام شد. نتایج کار نشان‌دهنده کاهش قابل ملاحظه سطح جنگلها (۳۷٪) در ۵۰ سال گذشته می‌باشد؛ بیشترین میزان افت درصد تاج‌پوشش به‌میزان ۴۵٪ بین سالهای ۱۳۳۴ تا ۱۳۴۸ اتفاق افتاده است. درصد تاج‌پوشش در مناطق جنگلی از سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۷۶ افزایش یافته (۱۵٪+) و از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۴ کاهش ملایمی (۲٪-) را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: نماسازی، تغییرات پوشش جنگل، عکسهای هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، زاگرس.

مقدمه

علوم طبیعی کاربرد فراوانی دارد (Buckley, 1998 et al.). در مطالعات آماری، فرض نماسازی داده‌ها، به‌عنوان یک قسمت ضروری از تجزیه و تحلیل آماری در نظر گرفته شده است (Tufte, 1983). متخصصان نقشه‌برداری در رشته‌های جغرافیا و منابع طبیعی با روشهای سنتی نماسازی از سال ۱۹۵۰ میلادی آشنا هستند. ولی سابقه استفاده از فناوریهای نماسازی برای نمایش سه بعدی داده‌های آماری مربوط به

نماسازی عبارت است از فناوریهای ایجاد تصاویر، نمودارها یا متحرک‌سازیها به‌منظور فهماندن بهتر یک موضوع. به‌عبارت دیگر، نماسازی، نمایش تصویری اطلاعات و داده‌ها می‌باشد (Wikipedia.org). امروزه دامنه نماسازیهای رایانه‌ای از نمودارهای سه بعدی ساده تا محیطهای کاملاً مجازی را در بر می‌گیرد و در کلیه

عرفانی فرد و همکاران (۱۳۸۶) در یک بررسی برای تصحیح خطای سایه تاج درختان در عکسهای هوایی منطقه‌ای در زاگرس از مشخصه‌ای تحت عنوان شاخص سایه استفاده نمودند. (Bai *et al.* (2005) در یک مطالعه به بررسی استفاده از عکسهای هوایی سیاه و سفید برای تجزیه و تحلیل رقومی تغییرات پوشش جنگل با نرم‌افزارهای رایج سنجش از دور پرداختند؛ ایشان استفاده از طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال (Maximum Likelihood) را برای جنگلهای باز، بیشه‌زارها و علفزارها مناسب دانسته اما خطای آن را برای جنگلهای متراکم زیاد دانستند.

عکسهای هوایی که پوششهای گیاهی یا تیپ آنها طبقه‌بندی شده‌اند، منابع بسیار خوبی برای انجام مطالعات مربوط به سیمای مناظر هستند (Sachs & Cohen, 1998). نظر به این که در طول پنجاه سال گذشته حداقل سه بار تمامی پوششهای جنگلی و عرصه‌های منابع طبیعی کشور عکسبرداری هوایی شده‌اند، می‌توان با استفاده از این تصاویر به‌همراه بررسیهای زمینی و تصاویر ماهواره‌ای جدید، روش مناسبی را برای نماسازی تغییرات پوشش جنگل در زاگرس ارائه داد. بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی قابلیت‌های عکسهای هوایی قدیمی و جدید به‌همراه تصاویر ماهواره‌ای با توان تفکیک زمینی زیاد، در نماسازی از تغییرات پوشش جنگلی منطقه زاگرس در سطح سیمای مناظر می‌باشد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه به‌وسعت ۷۴۱ هکتار، قسمتی از جنگلهای سامان عرفی کاکارضا، واقع در شمال شرقی شهرستان خرم‌آباد می‌باشد. عرض جغرافیایی منطقه بین ۲۵° ۳۸' ۳۳" تا ۲۹° ۳۹' ۵۹" شمالی و طول جغرافیایی آن بین ۳۱° ۲۰' ۴۸" تا ۳۵° ۲۳' ۴۸" شرقی است (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه شکل تپه‌ماهوری داشته و دامنه

محیطهای طبیعی به حدود دو دهه قبل برمی‌گردد (McCormick *et al.*, 1987). پروژه‌های نماسازی در جنگلداری در سه مقیاس متفاوت تهیه می‌شوند: الف- در سطح قطعه نمونه (کمتر از دو هکتار)، ب- در سطح توده (بین دو تا دویست هکتار) و ج- در سطح سیمای منظر (بیش از دویست هکتار) (Buckley *et al.*, 1998).

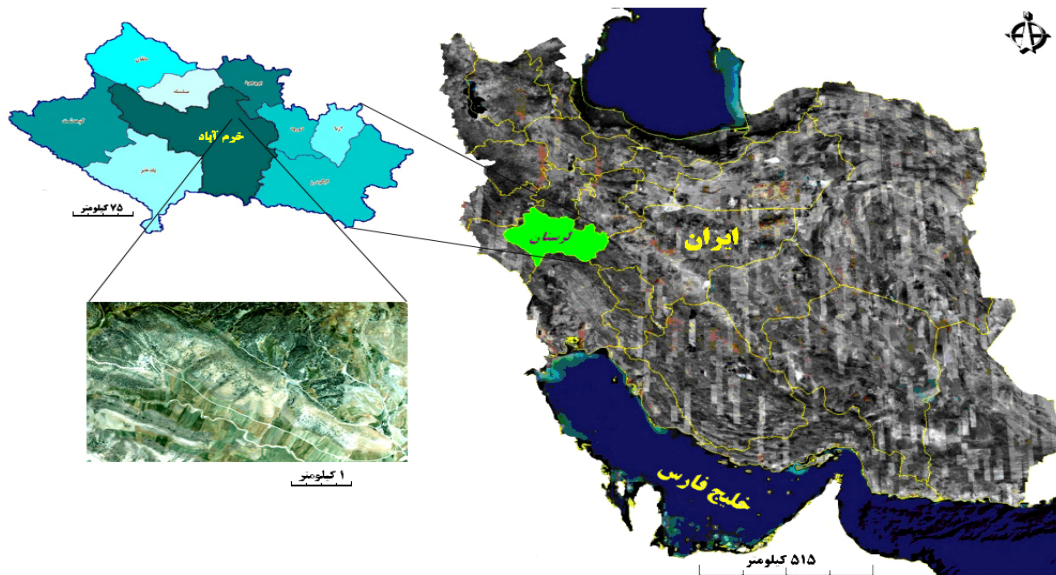
برای تهیه یک پروژه نماسازی جنگل در سطح یک سیمای منظر اطلاعات زیر مورد نیاز است:

توپوگرافی زمین (مدل رقومی ارتفاع)، مشخصات سطح زمین (اطلاعات مربوط به مشخصات خاک و زمین‌شناسی منطقه)، مرز توده‌ها و پدیده‌ها (قابل استخراج از عکسهای هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و یا آماربرداری زمینی)، گونه‌های غالب و درصد تیپ‌بندی آنها، متوسط اندازه درختان (ارتفاع و سطح تاج)، تراکم در هر توده و گونه‌های زیر اشکوب (McGaughey, 1998).

(Dunbar 2004) در دو تحقیق جداگانه، استفاده از فناوریهای نماسازی را در به تصویر کشیدن تغییرات پوشش و سیمای جنگل در جنگلهای کاج پارک ملی یلواستون (Yellowstone) و جنگلهای خزان‌کننده شرق ایالت کانزاس آمریکا مورد بررسی قرار داد. نماسازی در پارک ملی یلواستون بر روند تغییرات بیوفیزیکی جنگلهای کاج، به‌دنبال آتش‌سوزی گسترده سال ۱۹۸۸ متمرکز شده بود؛ درحالی‌که در کانزاس از فناوریهای نماسازی برای نمایش اثرهای دخالت‌های انسان بر جنگلهای خزان‌کننده شرقی و اکوتون علفزارهای بلند، طی سالهای ۱۹۴۱ تا ۲۰۰۲ استفاده گردید. داده‌های مورد استفاده در منطقه کانزاس عبارت بودند از: چهار مرحله عکس هوایی بین سالهای ۱۹۴۱ تا ۱۹۹۱، تصاویر ماهواره‌ای با توان تفکیک زمینی زیاد (مربوط به سال ۲۰۰۲) به‌همراه مدل رقومی ۳۰ متری زمین. نتایج کار قابلیت‌ها، انعطاف‌پذیری و تأثیر نماسازی در نمایش داده‌های مکانی- زمانی (spatio-temporal) از قبیل تغییرات پوشش جنگل را به‌خوبی نمایان کرد.

متوسط بارندگی منطقه ۴۸۲ میلی‌متر بوده و اقلیم منطقه براساس روش آمبرژه، نیمه‌خشک می‌باشد (سوسنی و محمدعلیزاده، ۱۳۸۶).

ارتفاع آن بین ۱۷۷۰ تا ۲۲۲۵ متر از سطح دریاست. تیپ غالب پوشش جنگلی منطقه را درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی (*Quercus brantii* var. *persica*) تشکیل می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و تصویر ماهواره‌ای منطقه

داده‌های تحقیق

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از:

- عکسهای هوایی منطقه مربوط به سالهای ۱۳۳۴ با مقیاس متوسط ۱:۵۵۰۰۰، عکسهای هوایی سال ۱۳۴۸ با مقیاس متوسط ۱:۲۰۰۰۰ و عکسهای هوایی سال ۱۳۷۶ با مقیاس متوسط ۱:۴۰۰۰۰؛ همچنین تصویر ماهواره‌ای رنگی (Quick bird) منطقه مربوط به سال ۱۳۸۳ (July 2004)، با توان تفکیک زمینی ۰/۶۱ متر که به صورت تصحیح شده (بدون خطای جابه‌جایی و خطاهای هندسی و رادیومتری) و بدون باندهای طیفی مختلف (تک باندهای) موجود بودند (www.googleearth.com).

- مدل رقومی ارتفاعی (DEM) ده متری زمین.

- اطلاعات میدانی مربوط به وضعیت فعلی جنگل که با آماربرداری زمینی در غالب ۱۴۱ قطعه نمونه ۱۲ آری

دایره‌ای شکل (طهماسبی پور، ۱۳۷۴) با شبکه‌ای به ابعاد ۱۰۰×۳۰۰ متر، برداشت گردیدند.

- اطلاعات مربوط به پوشش علفی کف، خاک و زمین منطقه (بافت، رنگ، دانه‌بندی) که از نمونه‌گیری صحرائی و تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی حاصل گردیدند.

روشها

استخراج نقشه جنگل از عکسهای هوایی

ابتدا از جدیدترین عکس هوایی منطقه (مربوط به سال ۱۳۷۶) با مقیاس متوسط ۱:۴۰۰۰۰، فایل رقومی با کیفیت زیاد تهیه گردید. سپس با ورود اطلاعاتی از قبیل نوع دوربین، فاصله کانونی، نقاط حاشیه عکس، ارتفاع پرواز، نقاط کنترل زمینی (GCP) و مدل رقومی ارتفاع (DEM)، تصحیحات هندسی لازم مانند تصحیح خطای جابه‌جایی در اثر اختلاف ارتفاع و جابه‌جایی در اثر افقی نبودن

شده، تصحیحات تصویر انجام شده و با استفاده از مختصات مکانی نزدیکترین پیکسل در تصویر زمین مرجع شده، تصویر موردنظر مختصات دار شد؛ از مزایای روش یادشده انطباق کامل تصاویر است (حجاریان، ۱۳۸۴) که در فرایندهای نماسازی که در آن تغییرات پدیده‌ها در سطوح دارای مختصات یکسان بررسی می‌شود، کارایی بیشتری را از خود نشان می‌دهد. در رابطه‌های ۱ و ۲ نمونه‌ای از دوجمله‌ای استفاده شده به وسیله نرم‌افزار برای تصحیح هندسی تصاویر سال ۱۳۴۸ به روش الگوریتم پس‌رونده (Back ward) ارائه شده است:

$$X' = 10613/93 + 1/101851 x + 0/4968355 y + 0/0001173411 x^2 y - 4/1194444e-005 x - 0/0010539532^2 y \quad (1) \text{ رابطه}$$

$$Y' = 6614/752 - 0/0959211x + 1/337234y + 6/343044e-0/005^2 xy - 1/5650276e-0/005^2 x - 4/755208e-005^2 y \quad (2) \text{ رابطه}$$

$X, Y = X', Y'$ = نقاط عکس زمین مرجع شده X', Y' = نقاط عکس زمین مرجع نشده

e = نمادی برای نمایش اعداد با تعداد ارقام زیاد که برای نمایش کامل آنها محدودیت وجود دارد.

تعیین مرز جنگل و مساحت و محدوده تیپ‌ها

یکی از مهمترین شرایط انطباق تصاویر و نماهای مجازی پروژه‌های نماسازی با واقعیت‌های موجود، زیاد بودن دقت و صحت اطلاعات ورودی از قبیل مرز جنگل، طبقات تراکمی تاج‌پوشش و مرز پدیده‌ها و تیپ‌های جنگلی موجود در آن می‌باشد. برای تعیین مرز جنگل در تمامی تصاویر موجود از روشهای تفسیر بصری استفاده شد. در عکسهای هوایی سال ۱۳۷۶ و تصویر ماهواره‌ای ۱۳۸۳ به علت کیفیت زیاد تصاویر، طبقه تاج‌پوشش درختان، با استفاده از ابزار طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال (Maximum Likelihood)، از سایر پدیده‌ها تفکیک گردید (Bai et al., 2005) (شکل ۷). لازم به ذکر است که در عکسهای هوایی سال ۱۳۷۶ طبقه‌بندیها با تعیین شاخص سایه انجام شد.

تعیین شاخص سایه

به منظور تصحیح خطای سایه تاج درختان در تصاویر موجود، از روش تعیین شاخص سایه استفاده شد (عرفانی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۶). بدین منظور ابتدا ۷۴ درخت نمونه به صورت کاملاً تصادفی در سطح منطقه انتخاب شدند. این نمونه‌ها حالت‌های مختلف تاج درختان مشاهده شده در منطقه (تاج چند جست‌گروه متصل به هم، تاج جست‌گروه‌های منفرد و تاج درختان دانه‌زاد) را شامل می‌شدند. سپس مقدار دقیق سطح تاج این درختان در روی زمین به روش مختصات قطبی و با استفاده از قطب‌نما، شیب‌سنج و متر لیزری برداشت و محاسبه گردید و در محل عرصه با استفاده از رایانه همراه، GPS و مشاهده‌های زمینی، محل دقیق درختان در عکسهای هوایی سال ۱۳۷۶ و تصویر ماهواره‌ای سال ۱۳۸۳ مشخص گردید.

از نرم‌افزارها استفاده کرد. این تحقیق بر استفاده از سه نوع متفاوت از نرم‌افزارها تکیه دارد: نرم‌افزارهای سنجش از دور و GIS، نرم‌افزارهای مربوط به ویرایش و تحلیل تصاویر و نرم‌افزارهای تخصصی در زمینه ناماسازی از محیط جنگل. بعد از یک جستجوی جامع، مجموعه نرم‌افزاری 3D Nature به‌عنوان یکی از مناسبترین نرم‌افزارها در این زمینه شناسایی شد. ناماسازیهای ساکن ایجاد شده نتیجه داده‌های پوشش جنگل مربوط به هر کدام از چهار مرحله زمانی موجود می‌باشد که نمایش آنها در کنار هم بیانگر تغییرات پوشش جنگل طی ۵۰ سال گذشته می‌باشد. برای ایجاد این نماها ابتدا شکل اولیه عوارض و توپوگرافی زمین با استفاده از مدل ارتفاعی ده متری زمین به نرم‌افزار معرفی شد (شکل ۲).

نظر به این که تمامی عکسها و تصاویر موجود منطقه به دو طبقه کلی جنگل و غیرجنگل تقسیم شده است، ابتدا این دو تیپ عمده پوشش در محیط نرم‌افزار ایجاد شد. سپس ترکیبهای رنگی مناسب برای پوششهای سنگ و خاک منطقه معرفی شدند و ساختار کلی خاک (ترکیب و دانه‌بندی)، سنگ و پوشش علفی موجود در منطقه به نرم‌افزار معرفی گردید. در مرحله بعد، داده‌های طبقه‌بندی شده پوشش جنگل منطقه برای هر مرحله از مراحل موجود طی مراحل زیر به نرم‌افزار معرفی گردید:

- تعیین مرز جنگل در محیط طراحی شده اولیه

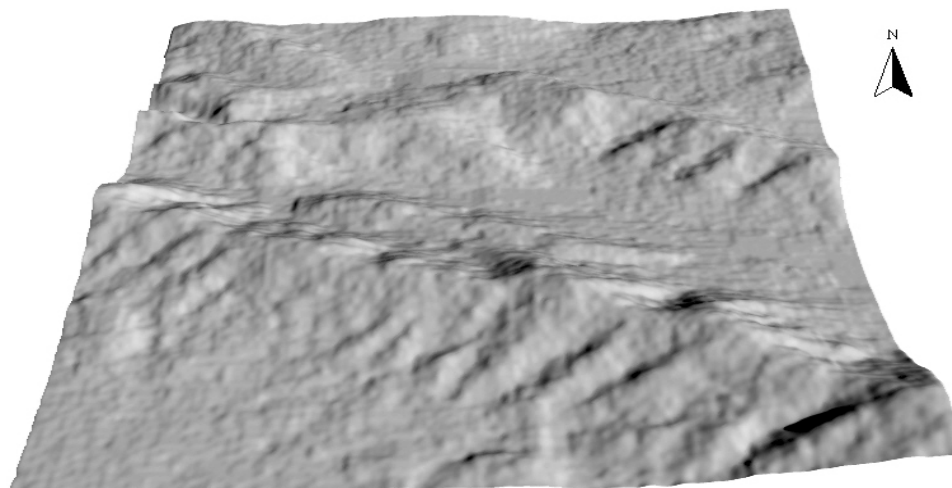
در مرحله بعد از عکس هوایی سال ۱۳۷۶، لایه‌ای رستری شامل تصویر تاج درختان نمونه، تفکیک گردیده و با استفاده از نرم‌افزار ILWIS 3.3 مساحت آنها مشخص گردید. در نهایت از تقسیم مقدار مساحت تاج برداشت شده در طبیعت به مساحت تاج محاسبه شده به‌وسیله نرم‌افزار، مقدار عددی شاخص سایه استخراج شد که در قسمت نتایج به آن اشاره شده است.

در عکسهای هوایی سال ۱۳۳۴ و ۱۳۴۸، طبقه‌بندیها با تهیه عکسهایی با مقیاس ۴ برابر بزرگتر از مقدار رایج و استفاده از روش شبکه نقطه‌چین و روشهای تفسیر بصری انجام شده و سپس مرز جنگل و طبقات به‌صورت لایه‌ای برداری (Vector) به تصاویر تصحیح شده موجود در رایانه اضافه شدند.

داده‌های مربوط به وضعیت فعلی اختلاط گونه‌ها در هر طبقه، از تجزیه و تحلیل اطلاعات ۱۴۱ قطعه نمونه برداشت شده از منطقه استخراج گردید.

ناماسازیها

با پیشرفت نرم‌افزارهای تخصصی مربوط به ناماسازی از محیط‌های طبیعی، امکان ایجاد فضاهای کاملاً مجازی و نماهای سه‌بعدی از سیمای طبیعت، به‌صورت ساکن (نمایش مجموعه‌ای از تصاویر) و به‌صورت متحرک (ایجاد پویانمایی) فراهم گردیده است؛ ولی برای دستیابی به یک نتیجه مناسب به ناچار باید از امکانات مجموعه‌ای



شکل ۲- نمایش دید زاویه‌ای (۲/۵ بعدی) توپوگرافی و عوارض زمین قسمتی از منطقه مورد مطالعه

زاویه‌ای (۲/۵ بعدی) برای تمامی مراحل زمانی موجود و در مقیاسهای متفاوت ایجاد شد (شکل ۸).

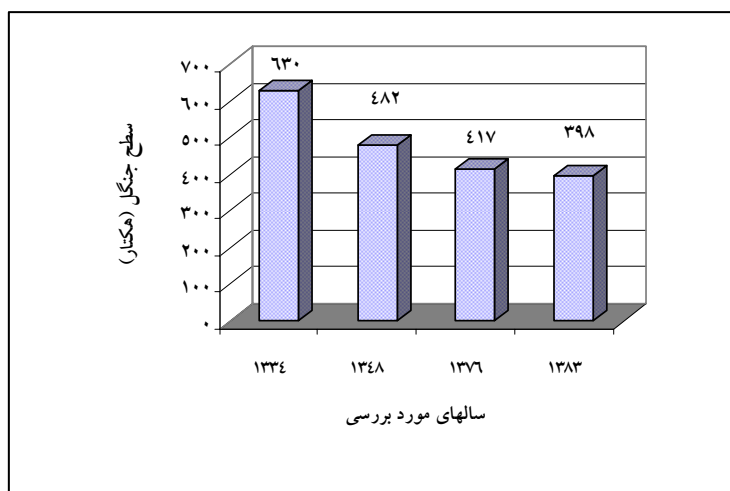
نتایج

بررسی انجام شده نشان می‌دهد که از وسعت جنگلهای منطقه از ۵۰ سال پیش (۶۳۰ هکتار) تاکنون (۳۹۸ هکتار) به‌نحو چشمگیری کاسته شده ولی سرعت این روند در دهه اخیر کم شده است که در قسمت بحث و نتیجه‌گیری به‌دلایل آن پرداخته خواهد شد (شکل‌های ۳ و ۴).

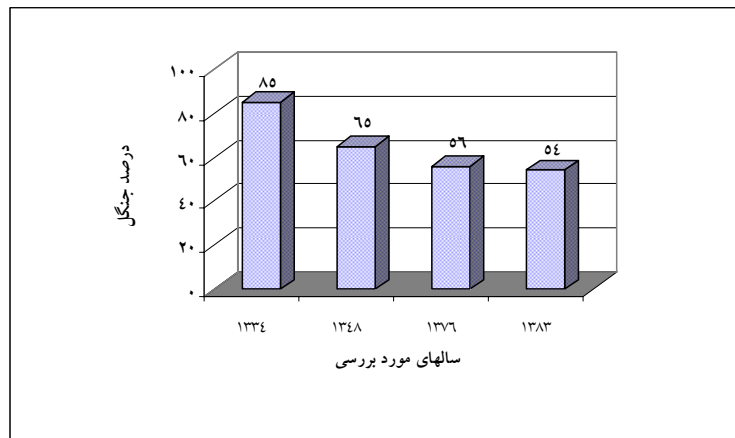
- ترسیم پلی‌گونه‌های مربوط به تیپ‌های موجود در داخل محدوده جنگل در محیط وکتوری نرم‌افزار

- معرفی تصاویر مربوط به تمامی گونه‌های چوبی موجود در منطقه، در تمامی مراحل رویشی موجود

- ورود اطلاعات مربوط به پلی‌گونه‌های تفکیک شده موجود شامل: تعداد در هکتار، متوسط ارتفاع هر گونه، میزان تاج‌پوشش و درصد ترکیب گونه‌ها. بعد از ورود اطلاعات و انتخاب زاویه دید مناسب، نماسازیهای ساکن پوشش جنگل با ارائه یک مجموعه مرتب از نمایش دید



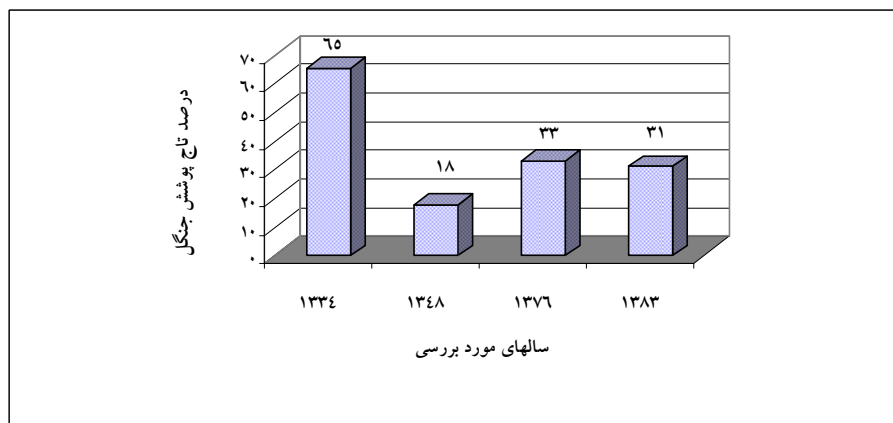
شکل ۳- تغییرات سطح جنگل در منطقه در طول سالهای مورد بررسی



شکل ۴- تغییرات درصد جنگل نسبت به سطح کل منطقه در طول سالهای مورد بررسی

همچنین نکته قابل تأمل در این مدت نحوه تغییرات درصد تاج پوشش جنگل در اراضی جنگلی منطقه می باشد (شکل

۵).



شکل ۵- تغییرات درصد تاج پوشش جنگل در اراضی جنگلی منطقه در طول سالهای مورد بررسی

مناطق حاشیه‌ای، به ویژه در مرز جنگل با زمینهای کشاورزی، درختان دیگری از قبیل زالزالک، گلابی وحشی، بنه و کیکم مشاهده می شوند، ولی درصد آنها در حدی نیست که تیپ را از حالت خالص خارج کنند. همچنین در جنگل گردشیه‌ای انجام شده، به غیر از معدودی از عناصر شاخه‌زاد، هیچ گونه تجدیدحیاتی در منطقه مشاهده نشد.

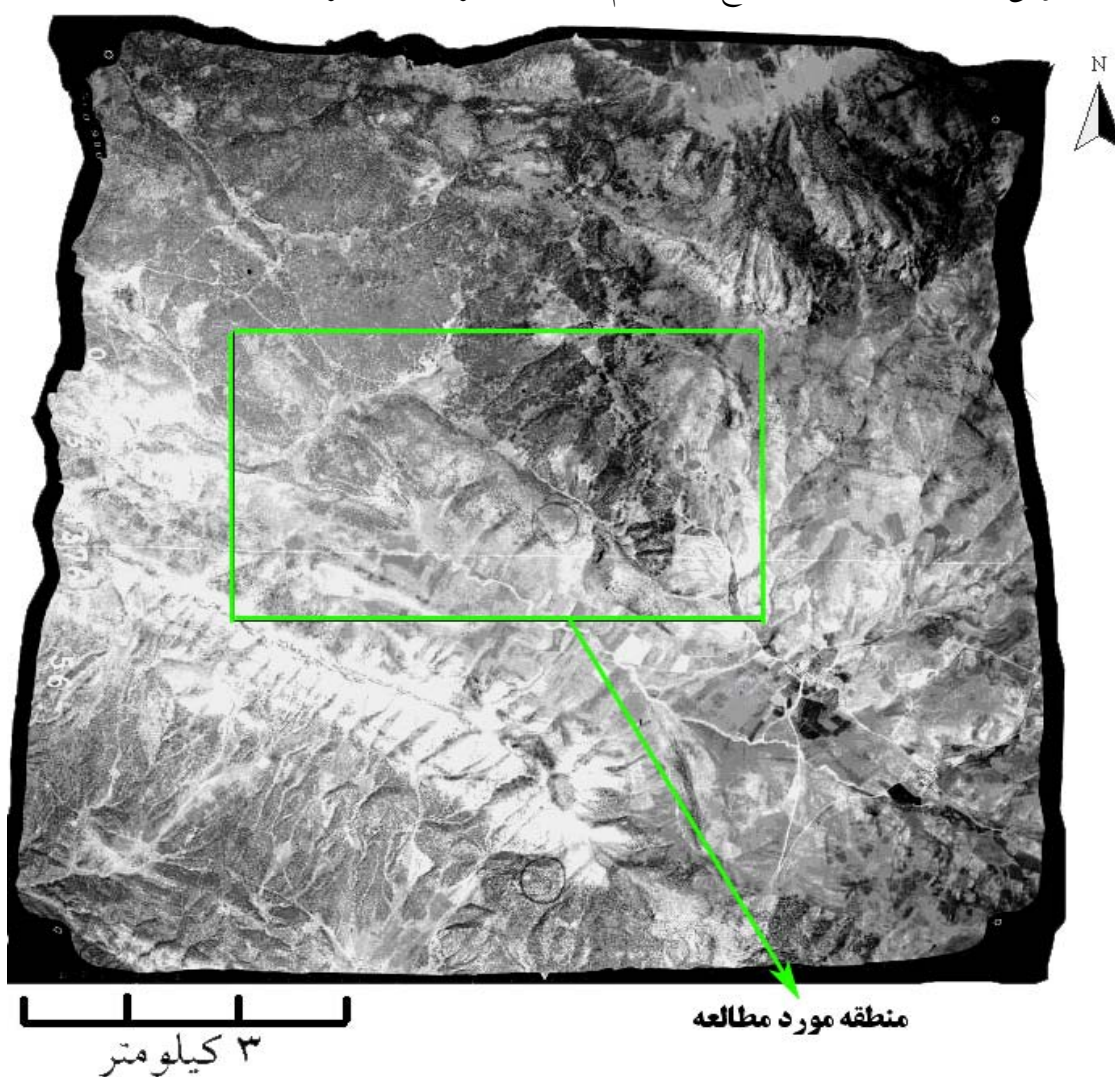
تاج پوشش درختان در عکسهای هوایی سال ۱۳۷۶، به دلیل کیفیت مناسبشان، کاملاً قابل تشخیص می باشد

در طول سالهای ۱۳۳۴ تا ۱۳۴۸ کاهش شدیدی در درصد تاج پوشش جنگل، در اراضی جنگلی منطقه مشاهده می شود؛ اما از سال ۱۳۴۸ تا سال ۱۳۷۶، در بخشهای عمده‌ای از اراضی دارای پوشش جنگلی منطقه، درصد تاج پوشش در هکتار از افزایش قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده است.

تجزیه و تحلیل آماری ۱۴۱ قطعه نمونه برداشت شده از منطقه حکایت از آن دارد که تیپ عمده جنگلهای این منطقه را بلوط ایرانی خالص تشکیل می دهد. البته در

تاج‌پوششها (در اثر قطع سرتاسری اتفاق افتاده) و درصد کم تاج‌پوشش جنگل در اراضی جنگلی (۱۸٪)، از اندازه-گیری این شاخص صرف‌نظر شد؛ همچنین کیفیت کم عکسهای هوایی سال ۱۳۳۴ و انبوهی تاج‌پوشش در این سالها (۶۵٪) عملاً بررسی این خطا را غیرممکن کرد. در تصویر ماهواره‌ای ۱۳۸۳ به‌علت زاویه مناسب تابش خورشید، تفاوت اندازه‌گیرهای زمینی با مقادیر استخراج شده از تصویر کمتر از ۳٪ (ضریب تصحیح ۹۷٪ در تصاویر) محاسبه گردید.

(شکل ۶). در این بررسی، مقدار شاخص سایه برای عکسها ۰/۸۴ محاسبه گردید. البته لازم به ذکر است که این عدد برآیند دو عدد مربوط به خطای سایه و خطای مربوط به افزایش رویش تاج (افزایش سطح تاج در فاصله زمانی ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۳) می‌باشد و از آن جا که خطای مربوط به افزایش رویش در جهت عکس خطای سایه عمل کرده و باعث کاهش آن می‌شود، مقدار واقعی عدد شاخص سایه بیش از مقدار اندازه‌گیری شده خواهد بود. در عکسهای هوایی سال ۱۳۴۸ به‌علت ارتفاع بسیار کم

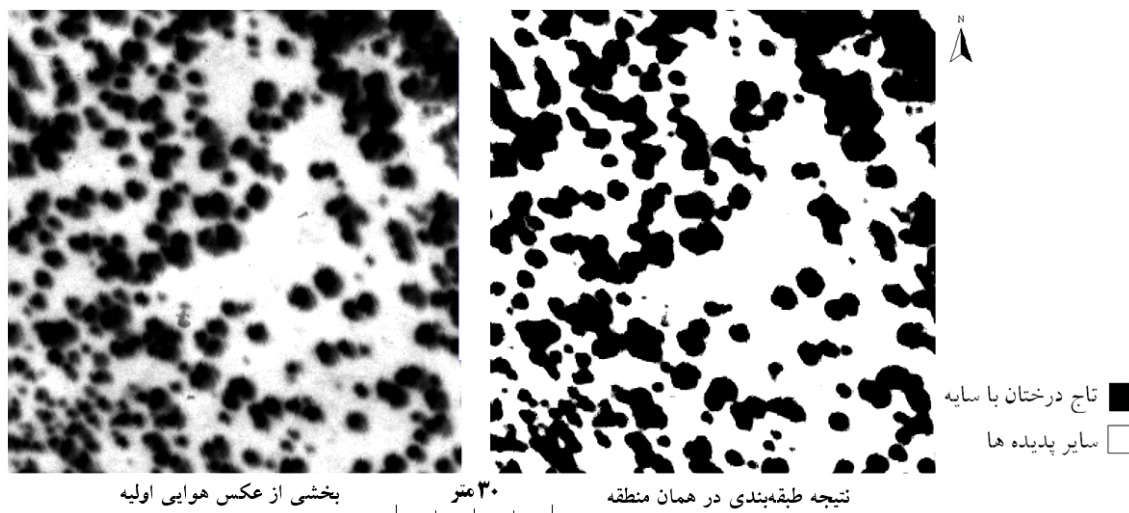


شکل ۶- ارتوفتوی تهیه شده برای عکس هوایی سال ۱۳۷۶ در منطقه مورد مطالعه

ماهواره‌ای سال ۱۳۸۳ در ۵۴ مورد مقایسه بین درصد تاج‌پوشش حاصل از طبقه‌بندیها با درصد تاج‌پوشش

آزمون آماری t جفتی در طبقه‌بندیهای خودکار انجام شده در عکسهای هوایی سال ۱۳۷۶ (شکل ۷) و تصویر

واقعی (استخراج شده از قطعات نمونه) نشان داد که اختلاف معنی داری (به احتمال ۹۵٪) بین نتایج حاصل از طبقه‌بندیها و واقعیت زمینی وجود ندارد (جدول ۱). البته نتایج طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای موجود، دقت بیشتری را از خود نشان می‌دهد.



شکل ۷- تفکیک تاج درختان از سایر پدیده‌ها با طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال در عکسهای هوایی سال ۱۳۷۶ منطقه

جدول ۱- نتایج حاصل از آزمون t جفتی برای هر کدام از طبقه‌بندیها

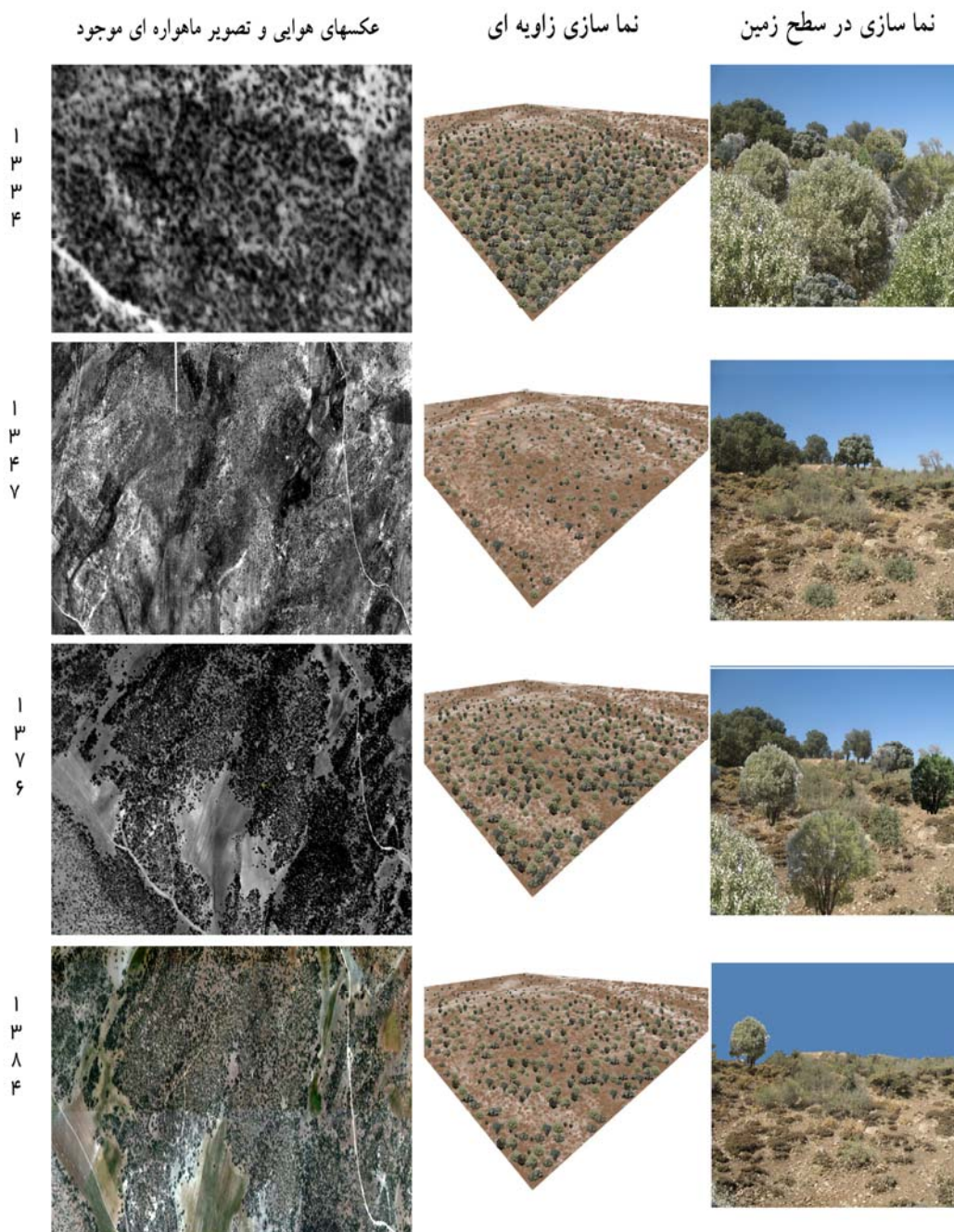
جفت داده‌های مقایسه شده	میانگین تفاوتها	انحراف معیار تفاوتها	اشتباه معیار تفاوتها	t محاسبه شده	درجه آزادی	سطح معنی داری
عکسهای هوایی - واقعیت زمینی	۰/۷۵۹۲۶	۳/۲۴۴۳۶	۰/۱۲۶۲۸	۱/۷۲۰	۵۳	۰/۰۹۱
تصاویر ماهواره‌ای - واقعیت زمینی	۰/۱۱۱۱۱	۰/۹۴۵۰۳	۰/۱۲۸۶۰	۰/۸۶۴	۵۳	۰/۳۹۱

همچنین به دلیل کیفیت زیاد تصویر ماهواره‌ای موجود، نتایج ارزیابی صحت نقشه جنگل استخراج شده از این تصویر از صحت کلی زیادی برخوردار شد (جدول ۲).

جدول ۲- برآورد صحت برای طبقه‌بندی انجام شده

ضریب کاپا	صحت کلی (%)	صحت کاربر (%)		صحت تولیدکننده (%)		طبقه‌بندی کننده حد اکثر احتمال
		غیر جنگل	جنگل	غیر جنگل	جنگل	
۰/۹۳۴	۹۸/۲	۹۲/۳	۹۶/۵	۹۸/۶	۹۷/۸	

نتایج کلی نماسازیهای ساکن در سه حالت کلی نمای دور، نمای نزدیک و نمای طبیعی ارائه شد که به خوبی بیانگر وضعیت تغییرات پوشش جنگل در چهار مرحله زمانی ذکر شده می‌باشد (شکل ۸).



شکل ۸- عکسهای هوایی و تصویر ماهواره‌ای منطقه و نماسازی‌های زاویه‌ای (با استفاده از نرم‌افزار 3D Nature) و نماسازی در سطح زمین (با استفاده از نرم‌افزار Photoshop) در مقیاسهای مختلف

بحث

افتاده (۰/۴۵٪) که بر طبق مطالعات اجتماعی صورت گرفته، علت اصلی این تغییرات، قطع سرتاسری جنگل این منطقه در اثر سردسالیهای واقع شده طی سالهای ۱۳۳۵ تا ۱۳۴۵ و تجاوز اراضی کشاورزی به حریم جنگل در پی ملی

نتایج کار نشان‌دهنده کاهش قابل ملاحظه سطح جنگلها (۰/۳۷٪) در ۵۰ سال گذشته می‌باشد. بیشترین میزان افت درصد تاج‌پوشش بین سالهای ۱۳۳۴ تا ۱۳۴۸ اتفاق

موجود تک‌باندی، به‌هنگام و با توان تفکیک زمینی زیاد و بدون باندهای طیفی (مشابه عکسهای هوایی) می‌باشد؛ استخراج نتیجه‌ای مشابه قابل‌توجه است. تصاویر ماهواره‌ای دارای توان تفکیک زمینی زیاد حتی به‌صورت یک تصویر ساده و فاقد باندهای طیفی که در بعضی از مناطق به سهولت در دسترس می‌باشند (همانند تصاویر سایت گوگل)، از قابلیت‌های زیادی در طبقه‌بندی پوشش جنگلی و تهیه نقشه جنگل برخوردار هستند. همچنین این تصاویر می‌توانند به‌عنوان بخش مهمی از اطلاعات مربوط به پروژه‌های نماسازی جنگل مورد استفاده قرار گیرند.

طبق این بررسی عکسهای هوایی مربوط به سالیان مختلف، تصاویر ماهواره‌ای دارای توان تفکیک زمینی زیاد، به‌همراه برداشت اطلاعات میدانی، داده‌های مناسبی برای نماسازی از تغییرات پوشش جنگل در زاگرس هستند.

منابع مورد استفاده

- حجاریان، م.، ۱۳۸۴. بررسی تغییرات کمی جنگلهای مانگروی جزیره قشم با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۲۳ صفحه.
- زبیری، م.، ۱۳۸۴. آماربرداری در جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۴۰۱ صفحه.
- سوسنی، ج. و محمدعلیزاده، خ.، ۱۳۸۶. بررسی میزان رویش قطری درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی (مطالعه موردی: جنگلهای محدوده شهرستان خرم‌آباد). گزارش‌هایی طرح تحقیقاتی، دانشگاه لرستان، ۱۳۷ صفحه.
- طهماسبی‌پور، م.، ۱۳۷۴. بررسی مناسبترین ابعاد شبکه آماربرداری و سطح قطعه نمونه برای دقت معین در جنگلهای بلوط غرب کشور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۸۷ صفحه.
- عرفانی‌فرد، س.ی.، زبیری، م.، فقهی، ج. و نمیرانیان، م.، ۱۳۸۶. برآورد سطح تاج‌پوشش جنگل در عکسهای هوایی

اعلام شدن جنگلها (۱۳۴۱) بوده است. همچنین درصد تاج‌پوشش در مناطق جنگلی از سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۷۶ به‌علت گسترش تاج‌جست‌گروه‌های موجود، عدم بروز قطعهای سراسری و نظارت بهتر، افزایش یافته (۱۵٪+) ولی از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۴ کاهش ملایمی (۲٪-) را از خود نشان می‌دهد که علت آن را می‌توان در قطع‌جست‌گروههای موجود برای گسترش اراضی کشاورزی، افزایش حریم روستاها، آتش‌سوزیهای عمدی و غیرعمدی، توسعه جاده‌های موجود در منطقه، چرای گسترده دام و عدم استقرار تجدیدحیات، جست‌وجو کرد. برای بررسی تغییرات تاج‌پوشش در عکسهای هوایی مربوط به دوره‌های مختلف که تصاویر نیاز به انطباق برای تعیین محل تغییرات را دارند؛ عمل زمین‌مرجع نمودن عکسها با استفاده از شرط هم‌خطی (دقیق‌ترین روش موجود) به‌دلیل عدم وجود اطلاعات هندسی لازم در تمامی تصاویر، امکان‌پذیر نمی‌باشد؛ به‌همین دلیل توصیه می‌شود برای این قبیل بررسیها، با انتخاب و یا ایجاد یک تصویر زمین‌مرجع مناسب از روش تصحیح تقریبی تصاویر با استفاده از یک تصویر مبنا استفاده شود. از مزایای این روش انطباق کامل تصاویر بر هم می‌باشد که در تحقیقات مشابه (حجاریان، ۱۳۸۴) نیز به آن اشاره شده است. برای محاسبه مقدار تاج‌پوشش در هکتار و طبقه‌بندی تاج‌پوشش در عکسهای هوایی، بهتر است شاخص سایه تعیین‌گردیده و در کلیه محاسبات مربوط به تاج‌پوشش اعمال گردد. مقایسه نتیجه شاخص سایه محاسبه شده با نتایج مشابه (عرفانی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۶) حکایت از معنی‌دار بودن میزان خطای ناشی از سایه تاج درختان، در میزان تاج‌پوشش استخراج شده از عکسهای هوایی دارد. (Bai et al. (2005 در یک بررسی تفاوت بین اندازه‌گیریهای انجام شده در عکسهای هوایی به‌هنگام را ۲/۶٪ کمتر از واقعیت زمینی برآورد کردند؛ در این بررسی نیز میزان تفاوت عنوان شده کمتر از ۳٪ محاسبه گردید. با توجه به این که تصویر ماهواره‌ای

- Sensing (KARS) Program and Department of Geography, 9 p.
<http://en.wiktionary.org/wiki/visualization>.
- McCormick, B.H., Thomas, A. and Maxine, D., 1987. Visualization in Scientific Computing. ACM SIGBIO Newsletter, 10 (1): 15 - 21.
- McGaughey, R. 1998. Techniques for visualizing the appearance of forestry operations. Journal of Forestry, 96 (6): 9-14.
- Sachs, D.L., Phillip, S. and Cohen, W.B., 1998. Detecting landscape changes in the interior of British Columbia from 1975 to 1992 using satellite imagery. Canadian Journal of Forest Research, 28(1): 23-36.
- Tufte, E.R., 1983. The Visual Display of Quantitative Information. Graphics Press, Cheshire, Connecticut 14 p.
www.googleearth.com
- با استفاده از شاخص سایه در زاگرس. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵(۳): ۲۷۸ - ۲۸۸.
- Bai, Y., Walsworth, N., Roddan, B., Hill, D.A., Broersma, K. 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.
- Buckley, D.J., Ulbricht, C. and Berry, J., 1998. Advanced 3D Visualization Techniques for Forest Management and Research. The ESRI 1998 User Conference, July 27 - 31 1998. San Diego, CA, 11 p.
- Dunbar, M.D., 2004. 3D Visualization for the Analysis of Forest Cover Change. Kansas Applied Remote

Application of aerial photographs and satellite images for visualization of forest cover changes (Case study: Zagros forests, Iran)

J. Soosani^{1*}, M. Zobeiri² and J. Feghhi³

1* - Corresponding author, Ph.D. student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

E-mail: Javad_soosani@yahoo.com

2- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

3- Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

Abstract

Visualization is one of the best methods to represent data from natural environments. In this research, the variation of the forest cover was visualized at a part of Zagros forests (741 hectare) using aerial photographs and satellite images. Geometric correction and relief displacement was done on 1997 aerial photographs. Aerial photographs of 1955 and 1969 were corrected by approximate image correction method using georeferenced images. Forest boundaries were determined on all of the images by visual interpretation techniques, However classification of 1997 aerial photographs and satellite image were done automatically using Maximum likelihood classifier. Aerial photographs of 1955 and 1969 were classified by dot grid. Shadow index was specified by determining the accurate canopy amount on 74 random trees and compare them with data deduction from images. Likewise, field data were collected using 141 circular 1200m² sample plots in a systematic random grid (100m×300m). With preparation of essential data, visualizations were done on different scale in the 3DNature software. Results indicated the notable reduce of forest area (37%) since 50 years ago. Maximum amount of canopy drop (45%) have been occurred from 1955 to 1969. Canopy percent on forest region indicate ascending trend (+15%) from 1969 to 1997 and lightly descending trend from 1997 to 2003.

Key words: visualization, forest cover change, aerial photograph, satellite image, Zagros.