بررسی قابلیت برخی شاخص‌های بافتی حاصل از عکس‌های هوایی در تهیهٔ نقشهٔ انبوهی جنگل (مطالعهٔ موردی: خرم‌آباد لرستان)

سید احمدرضا نورالدینی*[۱]، امیراسلام بنیاد[۲] و فرخ پورشکوری[۳]

[۱]دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد جنگلداری دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

[۲]دانشیار گروه جنگلداری دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

[۳]دانشجوی دکتری جنگلداری دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۴/ ۲ / ۸۹، تاریخ پذیرش: ۲۴ / ۳ / ۹۱)

چکیده

استخراج شاخص‌های بافتی از عکس‌های هوایی سیاه و سفید ممکن و در کسب اطلاعات، مناسب است. این تحقیق با هدف تهیهٔ نقشهٔ انبوهی جنگل بر اساس عکس‌های هوایی و با استفاده از شاخص‌های بافتی در سامان عرفی تاف در استان لرستان اجرا شد. چهار ۴ قطعه عکس هوایی ۱:۴۰۰۰۰ که با اندازهٔ تفکیک مکانی ۰/۵۶ متر اسکن شده بود دریافت شد و با استفاده از مشخصات دوربین، علائم حاشیه‌ای، مدل رقومی ارتفاع و نقاط کنترل زمینی مورد تصحیح هندسی ارتو قرار گرفت. شاخص‌های بافتی شامل انحراف معیار، میانگین و تباین در ابعاد مختلف ماتریس هم‌وقوعی از تصویر استخراج شدند. عملکرد ماتریس بر روی تصویر با تغییر ابعاد در شاخص‌های مختلف بررسی شد و طبقه‌بندی تراکم تاج‌پوشش جنگل روی عکس اصلی و تصاویر بافتی مختلف صورت گرفت. انتخاب مناسب‌ترین شاخص و ابعاد ماتریس هم‌وقوعی با استفاده از بررسی نتایج صحت حاصل از طبقه‌بندی با خوارزمیک حداکثر تشابه انجام گرفت. نتایج این تحقیق بیانگر برتری تصاویر شاخص‌های بافتی نسبت به عکس اصلی از لحاظ صحت طبقه‌بندی تراکم تاج‌پوشش است. در بین شاخص‌ها، بهترین نتایج مربوط به طبقه‌بندی با شاخص میانگین با ابعاد ماتریس هم‌وقوعی ۱۳×۱۳ بود. صحت کلی و ضریب کاپای نقشهٔ حاصل با استفاده از این شاخص، به‌ترتیب ۶۱/۳۶ درصد و ۰/۴۸ به‌دست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که با کمک گرفتن از شاخص‌های بافتی می‌توان صحت استخراج اطلاعات از عکس‌های هوایی سیاه و سفید را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: انبوهی جنگل، عکس‌های هوایی، شاخص‌های بافتی.

*نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۹۱۶ ۳۶۹۰۹۱۹ Email: ar.nourdini@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه و هدف

عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، به‌عنوان ابزاری مناسب در منابع طبیعی از جمله جنگل به‌کار می‌روند. استفاده از عکس‌های هوایی در مدیریت منابع طبیعی رو به توسعه است. این نوع داده‌ها با وجود تصاویر ماهواره‌ای پیشرفته هنوز در تحقیقات علمی جهان مورد توجه است (Kasser & Egels, 2002). تحقیقات در داخل کشور نیز بیانگر کاربرد روزافزون این نوع داده‌ها در بخش جنگل است (عرفانی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۶؛ Salehi *et al*., 2008). امروزه با توسعهٔ نرم‌افزارهای تخصصی سنجش از دور، روش‌های تجزیه‌وتحلیل، استخراج اطلاعات و کاربرد عکس‌های هوایی سیاه و سفید نیز رو به توسعه است. این روش‌ها به‌دلیل افزایش سرعت تجزیه‌وتحلیل و کاهش هزینهٔ استخراج اطلاعات، جانشین روش‌های سنتی شده‌اند. عکسبرداری هوایی سابقهٔ بسیار بیشتری نسبت به‌دیگر روش‌های کسب اطلاعات سنجش از دوری دارد. این اطلاعات در بسیاری از موارد، تنها اطلاعات در دسترس از زمان‌های گذشته محسوب می‌شوند. در بسیاری از موارد، استخراج اطلاعات از باند اصلی عکس هوایی، به تولید نقشه‌هایی با صحت زیاد منجر نمی‌شود. از این‌رو می‌توان با استفاده از روش‌هایی کارامد، صحت استخراج اطلاعات از این داده‌ها را افزایش داد (Resler *et al*., 2004). بافت یک الگوی محاسبهٔ همگنی گروهی از پیکسل‌های همسایه است که تنوع و توزیعی از سایه‌روشن‌ها را ارائه می‌دهد. عکس‌های هوایی با قدرت تفکیک مکانی زیاد، حاوی اطلاعات ارزشمندی در زمینهٔ تفسیر در علوم جنگل هستند (Bruniquel-Pinel & Gastellu-Etchegorry, 1998). در گذشته بافت، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین متغیرها در تفسیر چشمی عکس‌های هوایی به‌کار می‌رفت (زبیری و دالکی، ۱۳۸۳). با پیشرفت دانش فتوگرامتری، استفادهٔ رقومی از عکس‌های هوایی مزایای فراوانی پیدا کرد. تجزیه‌وتحلیل‌های بافتی، از کارامدترین روش‌ها در بارزسازی عکس‌های هوایی و استخراج اطلاعات از آنهاست (Mather, 2004). الگوی بافتی بر اساس مقادیر درجهٔ خاکستری با تغییرپذیری تن عکس در منطقه یا محیط همسایگی مشخص می‌شود (Haralick *et al*., 1973). با معرفی تصاویر حاصل از تجزیه‌وتحلیل بافتی به خوارزمیک‌های طبقه‌بندی متداول، استخراج اطلاعات با صحت بیشتری صورت می‌گیرد (Chen *et al*., 1998). تحقیق‌های مختلفی در زمینهٔ استفاده از شاخص‌های بافتی برای بررسی ویژگی‌های مختلف پوشش گیاهی صورت گرفته است. از جملهٔ این تحقیقات می‌توان به تهیهٔ نقشهٔ اکوتون دارالمرز آلپی (Resler *et al*., 2004)، تعیین گونه‌های گیاهی مهاجم (Tsai & Chou, 2006)، تهیهٔ نقشهٔ پوشش زمین (Berberoglu *et al*., 2007; Cots-Folch *et al*., 2007)، شناسایی تک درختان (Samal *et al*., 2006)، تهیهٔ نقشهٔ تراکم پوشش گیاهی منطقهٔ ساوانا (Hudak & Wessman, 1998)، برآورد ویژگی‌های تودهٔ جنگلی (Tuominen & Pekkarinen, 2005)، تعیین شاخص سطح برگ در جنگل‌های خزان‌کننده و مخلوط شمالی (Wulder *et al*., 1998) و همچنین در بخش مربوط به مطالعات شهری می‌توان به تحقیق Zhang (1999) اشاره کرد.

هدف از این تحقیق، تعیین شاخص بافتی مناسب برای تهیهٔ نقشهٔ تراکم تاج‌پوشش درختان جنگلی روی عکس‌های هوایی به‌صورت رقومی است.

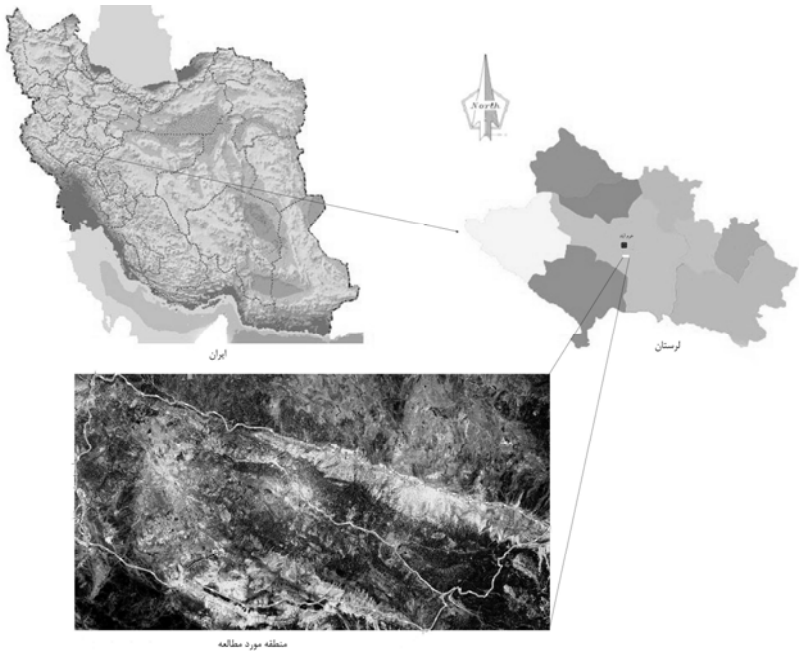
مواد و روش‌ها

- منطقهٔ مورد بررسی

منطقهٔ مورد بررسی در ۳۵ کیلومتری جنوب خرم‌آباد در زون ۳۹ شمالی در محدودهٔ ۲۶۰۰۰۰ تا ۲۷۲۰۰۰ متر طول شرقی و ۳۶۸۳۰۰۰ تا ۳۶۹۰۰۰۰ متر عرض شمالی در سیستم UTM، واقع شده است (شکل ۱). سامان عرفی تاف با مساحت ۴۴۵۶ هکتار از جنگل‌های غرب کشور انتخاب شد. این سامان دارای پستی و بلندی‌های فراوان با جهت شیب غالب جنوبی بوده و حداقل و حداکثر ارتفاع از سطح دریا به‌ترتیب ۱۵۰۰ و ۲۸۰۰ متر است. گونهٔ درختی غالب این منطقه بلوط ایرانی (*Quercus persica*) است. درختان منطقه اغلب دارای فرم رویشی شاخه‌زاد و تک‌آشکوبه هستند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱- موقعیت منطقهٔ مورد بررسی در ایران و استان لرستان

- تصاویر مورد استفاده

برای اجرای این تحقیق، چهار قطعه عکس هوایی اسکن‌شده مربوط به سال ۱۳۷۶ با قدرت تفکیک مکانی ۰/۵۶ متر با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ به همراه نقشه‌های توپوگرافی رقومی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ از سازمان نقشه‌برداری کشور دریافت و استفاده شد.

- تصحیح هندسی و تهیهٔ ارتوفتوموزاییک

عکس‌های هوایی با استفاده از متغیرها و خصوصیات دوربین، علائم حاشیه‌ای، مختصات عکس، مدل رقومی ارتفاع و ۲۲ نقطهٔ کنترل زمینی حاصل از لایه‌های مختلف نقشه‌های توپوگرافی و نقاط برداشت‌شدهٔ میدانی ضمن رفع خطای ناشی از پستی و بلندی، تصحیح هندسی شدند. صحت تصحیح هندسی ارتوفتوها با استفاده از لایه‌های مختلف نقشهٔ توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ ارزیابی شد. برای داشتن دید کلی از منطقه، ارتوفتوموزاییک رقومی چهار قطعه ارتوفتو با رعایت تعادل هیستوگرام به‌روش کمترین اختلاف، نرمالیزاسیون عرضی و بالانس درجهٔ خاکستری تهیه شد. برای افزایش سرعت تجزیه‌وتحلیل عکس‌های هوایی به‌روش دیجیتالی، ارتوفتوموزاییک با توجه به اندازهٔ پیکسل ۰/۵۶ متر اولیه با نمونه‌برداری مجدد به‌روش نزدیک‌ترین همسایه به قدرت تفکیک مکانی ۱ متر تبدیل شد.

- نمونه‌برداری زمینی

بر اساس تعریف سازمان خواربار جهانی (FAO) جنگل به عرصه‌ای اطلاق می‌شود که بیش از ۱۰درصد سطح آن با تصویر تاج‌پوشش درختی پوشیده شده است. با توجه به خصوصیات منطقهٔ مورد پژوهش، تاج‌پوشش جنگل بر اساس انبوهی به چهار کلاسه شامل: نیمه‌انبوه (تاج‌پوشش ۷۵-۵۰ درصد)، نیمه‌تنک (تاج‌پوشش ۵۰-۲۵ درصد)، تنک (تاج‌پوشش ۲۵-۱۰ درصد) و کمتر از ۱۰ درصد به‌همراه پدیده‌های مختلف منطقه به‌عنوان کلاسهٔ بدون پوشش تقسیم شد.

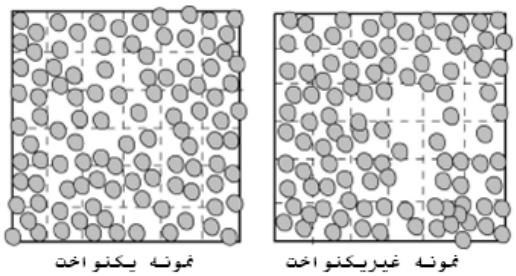
به‌منظور تشخیص مکان‌های تعلیمی مناسب، ابتدا منطقهٔ مورد بررسی از نظر تاج‌پوشش با در نظر گرفتن معیار یکنواختی پراکنش پایه‌های درختی با تفسیر بصری بر روی صفحهٔ نمایش کامپیوتر پلی‌گون‌بندی شد. اندازهٔ پلی‌گون‌ها با توجه به معیار یکنواختی، متغیر در نظر گرفته شد، تا اطلاعات کلاسه‌ها در هم تداخل نیابد و در نهایت بر صحت طبقه‌بندی تأثیر منفی نگذارد. در ادامه برای تهیهٔ تعداد مناسبی نمونه تعلیمی از ابعاد مختلف پنجرهٔ نمونه‌گیری ۲۰۰×۲۰۰، ۱۶۰×۱۶۰، ۱۴۰×۱۴۰، ۱۲۰×۱۲۰ و ۱۰۰×۱۰۰ پیکسل روی عکس‌های هوایی پلی‌گون‌بندی‌شده استفاده شد. بزرگ‌ترین ابعادی که تعداد مناسبی نمونه با توجه به معیار یکنواختی

Archive of SID

www.SID.ir

پراکنش درختی ارائه داد، ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ پیکسل بود (شکل ۲). از این‌رو ۳۶۴ پنجره با ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ پیکسل (۱ هکتاری) با اطمینان کامل از انتخاب پیکسل‌های متعلق به یک کلاسهٔ خاص برای تهیهٔ نمونه‌های تعلیمی انتخاب شده و بقیهٔ پنجره‌ها حذف شد. بیشتر این نمونه‌ها از مناطقی تهیه شد که در طول زمان کمتر دچار تغییر شده باشند (دور از روستاها و جاده‌های ارتباطی). درصد تاج‌پوشش در هر پنجرهٔ ۱۰۰×۱۰۰ پیکسل با استفاده از شبکهٔ نقطه‌چین ۵×۵ متر محاسبه شد. برای توجیه اختلاف زمانی و آزمون نتیجهٔ تفسیر بصری ۸۵ قطعه نمونهٔ زمینی ۱۲ آری مستطیلی به ابعاد ۳۰×۴۰ متر به‌طور کاملاً تصادفی درون ۸۵ پنجره از ۳۶۴ پنجرهٔ ۱۰۰×۱۰۰ پیکسل در اواخر تابستان ۱۳۸۷ برداشت شد. در این ۸۵ قطعه نمونه درصد تاج‌پوشش درختان با محاسبهٔ قطر بزرگ و کوچک تاج، به روش میانگین حسابی محاسبه شد. داده‌های حاصل، نشان‌دهندهٔ اختلاف ناچیز تغییرات درصد تاج‌پوشش در هر قطعه نمونهٔ زمینی و متناظر آن روی عکس طی دامنهٔ زمانی یازده ساله بود. همچنین این اختلافات طوری نبود که یک کلاسه وارد کلاسهٔ دیگر شود.

از ۳۶۴ نمونهٔ برداشتی، ۲۶۸ پنجرهٔ ۱۰۰×۱۰۰ پیکسل (۷۴درصد) به‌عنوان نمونهٔ تعلیمی برای آموزش خوارزمیک طبقه‌بندی و ۹۶ پنجره (۲۶درصد) برای ارزیابی صحت استفاده شد.



شکل ۲- وضعیت نمونه‌ها از نظر یکنواختی

- روش تجزیه‌وتحلیل بافتی

به‌منظور تشخیص بهتر طبقات تراکمی و افزایش صحت طبقه‌بندی، باندهای مصنوعی حاصل از تجزیه‌وتحلیل بافتی ماتریس هم‌وقوعی[1] شامل تباین[2]، میانگین[3] و انحراف معیار[4] از ارتوفتوموزاییک عکس‌های هوایی خام در محیط نرم‌افزار PCI Geomatica تهیه و به‌کار گرفته شد. الگوهای بافتی مورد استفاده در این تحقیق، با استفاده از ماتریس هم‌وقوعی محاسبه شد. این ماتریس تصویر را با استفاده از مقادیر عددی جدید بازسازی می‌کند (Haralick *et al*., 1973). عملکرد ماتریس هم‌وقوعی بررسی رابطهٔ درجهٔ خاکستری هر پیکسل با همسایگانش است. از این‌رو، عملکرد ماتریس بر روی تصویر با تغییر ابعاد، از لحاظ تجزیه‌وتحلیل درجهٔ خاکستری تغییر می‌کند. برای رسیدن به ابعاد مناسب ماتریس هم‌وقوعی تجزیه و تحلیل بافتی، باندهای مصنوعی با ابعاد مختلف از هر شاخص تهیه شد. ابعاد ماتریس هم‌وقوعی به‌کاررفته، ۳×۳، ۵×۵، ۷×۷، ۹×۹، ۱۱×۱۱، ۱۳×۱۳ و ۱۵×۱۵ پیکسل است. در نهایت نتایج طبقه‌بندی حاصل از تجزیه‌وتحلیل بافت با ابعاد ذکرشده از لحاظ صحت با واقعیت زمینی مقایسه شد.

- خوارزمیک طبقه‌بندی

برای طبقه‌بندی از خوارزمیک حداکثر احتمال[5] استفاده شد. نمونه‌های تعلیمی تهیه‌شده به‌همراه باندهای مصنوعی حاصل از تجزیه‌وتحلیل بافتی شامل تباین، میانگین و انحراف معیار با ابعاد متفاوت ماتریس هم‌وقوعی به‌صورت مجزا، و همچنین ترکیب توأم باندهای بافتی با ابعاد ماتریس هم‌وقوعی مناسب و تک‌باند خام به‌عنوان ورودی خوارزمیک حداکثر احتمال معرفی شدند. این روش طبقه‌بندی از متعارف‌ترین روش‌های آماری سنجش‌ازدور است و جزء خوارزمیک‌های بر مبنای پیکسل به‌شمار می‌آید. طبقه‌بندی با چهار کلاسهٔ تراکمی شامل نیمه‌انبوه، نیمه‌تنک، تنک و بدون‌پوشش انجام گرفت و صحت نتایج با استفاده از نقشهٔ واقعیت زمینی ارزیابی شد.

نتایج

- تصحیح هندسی و تهیهٔ ارتوفتوموزاییک

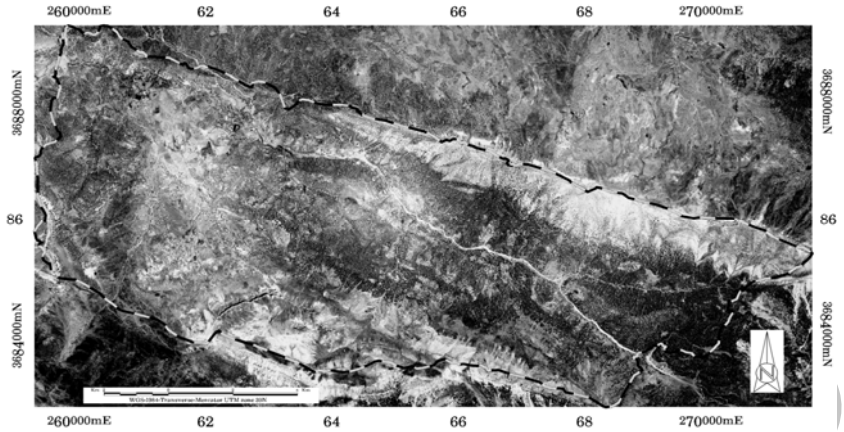
ارتوفتوی عکس‌های هوایی با استفاده از متغیرهای مورد نیاز برای هر عکس با میانگین مربعات خطای ۰/۱۱ متر تهیه شد. نتایج روی‌هم‌اندازی لایه‌های مختلف خطی

1- Co-occurrence Matrix
2- Contrast
3- Mean
4- Standard Deviation
5- Maximum Likelihood

Archive of SID
www.SID.ir

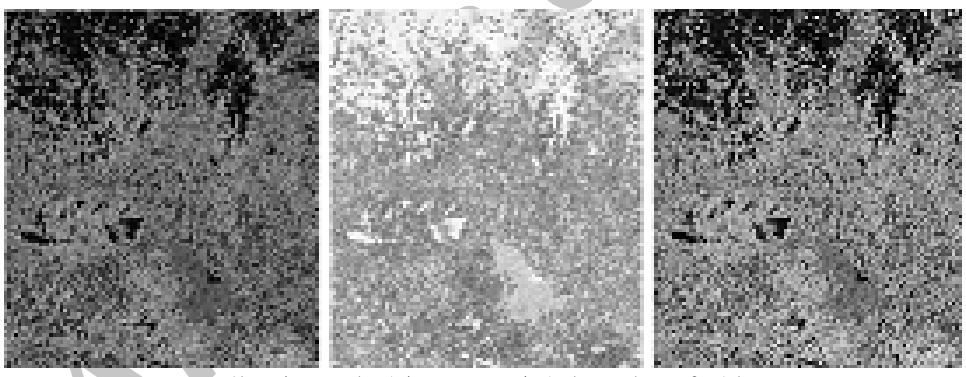
نقشه‌های رقومی روی عکس‌های تصحیح‌شده، تطبیق زیاد موقعیت متناظر لایه‌ها بر روی عکس‌ها را نشان داد.

به‌منظور داشتن دید کلی از منطقه، ارتوفتوموزاییک چهار قطعه عکس‌هوایی مطابق شکل ۳ تهیه شد.



شکل ۳- ارتوفتوموزاییک منطقهٔ مورد پژوهش

- شاخص‌های بافتی مناسب برای تهیهٔ نقشهٔ تراکم به‌منظور افزایش صحت طبقه‌بندی از باندهای مصنوعی حاصل از تجزیه‌وتحلیل بافتی ارتوفتوموزاییک رقومی استفاده شد. تنها سه شاخص میانگین، تباین و انحراف معیار، به‌دلیل توانایی در تفکیک‌پذیری درجهٔ خاکستری کلاسه‌های مختلف، انتخاب و بقیهٔ شاخص‌ها حذف شد. شکل ۴ باندهای مختلف تجزیه‌وتحلیل بافتی بر روی ارتوفتوموزاییک رقومی را نشان می‌دهد.



شکل ۴- تصاویر حاصل از تجزیه‌وتحلیل‌های مختلف بافت

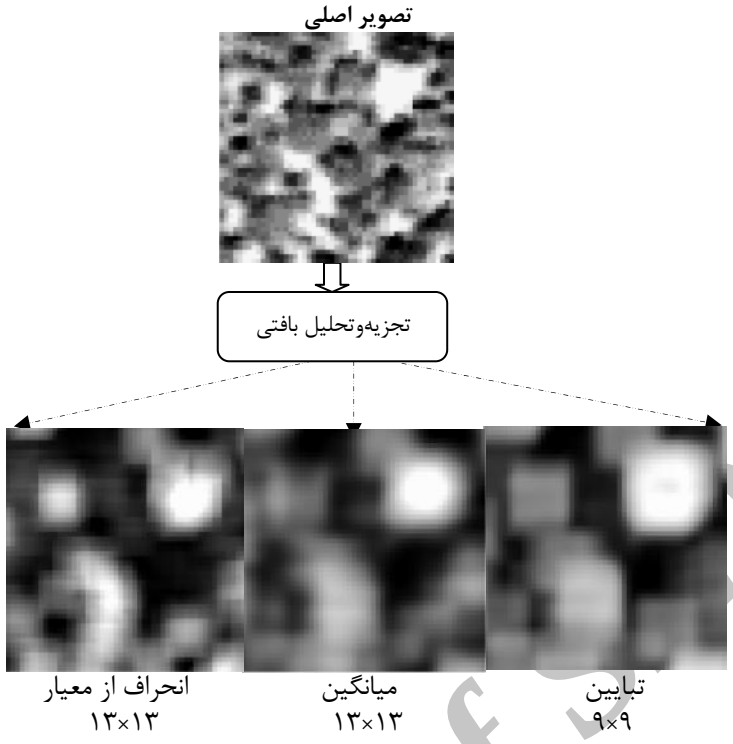
- طبقه‌بندی و ارتباط آن با ابعاد مختلف ماتریس هم‌وقوعی ابعاد مختلف ماتریس هم‌وقوعی در تغییر صحت طبقه‌بندی مؤثر بودند. شکل ۵ مناسب‌ترین ابعاد ماتریس هم‌وقوعی از نظر صحت طبقه‌بندی بر روی یک پنجرهٔ ۱۰۰×۱۰۰ پیکسل تصویر خام و موقعیت مشابه آن در باندهای مصنوعی است.

جدول‌های ۳، ۴ و ۵ بیانگر بهترین نتیجهٔ طبقه‌بندی بر روی شاخص‌های مختلف بافتی در ابعاد مناسب ماتریس هم‌وقوعی است. در جدول ۶ نتیجهٔ طبقه‌بندی ترکیبی از بهترین ابعاد شاخص‌های مختلف بافتی به‌صورت توأم درج شده است. صحت طبقه‌بندی باند اصلی عکس‌هوایی که هیچ گونه بارزسازی روی آن صورت نگرفته، در جدول ۷ نشان داده شده است.

شکل ۶ نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی با استفاده از بهترین ابعاد ماتریس هم‌وقوعی در شاخص‌های بافتی مختلف، ترکیبی از شاخص‌های مختلف با بهترین ابعاد ماتریس هم‌وقوعی و همچنین نقشهٔ حاصل از طبقه‌بندی باند اصلی عکس‌هوایی را با استفاده از خوارزمیک حداکثر احتمال نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- چهره‌های حاصل از مناسب‌ترین ابعاد ماتریس تجزیه‌وتحلیل بافتی

جدول ۳- صحت طبقه‌بندی شاخص میانگین با ابعاد ماتریس هم‌وقوعی ۱۳×۱۳

کلاسه	صحت تولیدکننده (درصد)	صحت کاربر (درصد)	ابعاد ماتریس به پیکسل
نیمه‌انبوه	۸۱/۸۲	۵۶/۲۵	۱۳×۱۳
نیمه‌تنک	۲۷/۲۷	۷۵	۱۳×۱۳
تنک	۵۴/۵۴	۶۰	۱۳×۱۳
فاقد پوشش	۸۱/۸۱	۶۴/۲۹	۱۳×۱۳
صحت کلی (درصد)= ۶۱/۳۶			
ضریب کاپا= ۰/۴۸			

جدول ۴- صحت طبقه‌بندی شاخص تباین با ابعاد ماتریس هم‌وقوعی ۹×۹

کلاسه	صحت تولیدکننده (درصد)	صحت کاربر (درصد)	ابعاد ماتریس به پیکسل
نیمه‌انبوه	۵۹/۰۹	۴۶/۲۳	۹×۹
نیمه‌تنک	۲۷/۲۷	۳۱/۵۸	۹×۹
تنک	۵۴/۵۴	۵۴/۵۴	۹×۹
فاقد پوشش	۷۷/۲۷	۸۹/۴۷	۹×۹
صحت کلی (درصد) = ۵۴/۵۴			
ضریب کاپا = ۰/۳۹			

جدول ۵- صحت طبقه‌بندی شاخص انحراف معیار با ابعاد ماتریس هم‌وقوعی ۱۳×۱۳

کلاسه	صحت تولیدکننده (درصد)	صحت کاربر (درصد)	ابعاد ماتریس به پیکسل
نیمه‌انبوه	۵۹/۰۹	۵۲	۱۳×۱۳
نیمه‌تنک	۳۶/۳۶	۳۶/۳۶	۱۳×۱۳
تنک	۴۵/۴۵	۴۷/۶۲	۱۳×۱۳
فاقد پوشش	۷۷/۲۷	۸۵	۱۳×۱۳
صحت کلی (درصد) = ۵۴/۵۴			
ضریب کاپا = ۰/۳۹			

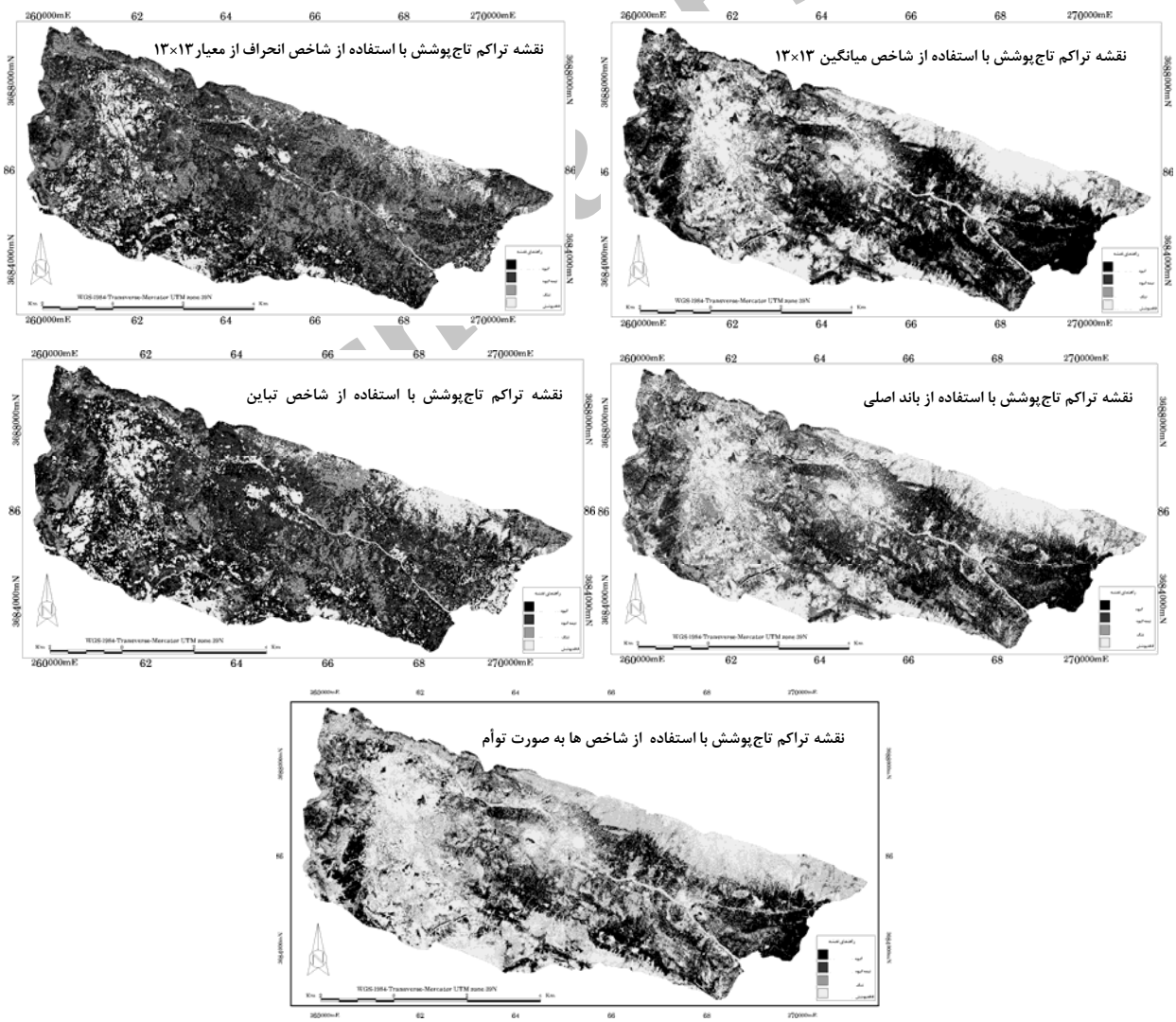
Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۶- صحت طبقه‌بندی توأم شاخص‌ها با ابعاد ماتریس هم‌وقوعی: انحراف معیار و میانگین ۱۳×۱۳ و تباین ۹×۹

	صحت کاربر (درصد)	صحت تولیدکننده (درصد)	کلاسه
میانگین ۱۳×۱۳، تباین ۹×۹ و انحراف معیار ۱۳×۱۳	۶۲/۹۶	۷۷/۲۷	نیمه‌انبوه
	۷۰	۳۱/۸۲	نیمه‌تنک
	۵۸/۶۲	۷۷/۲۷	تنک
	۸۱/۸۱	۸۱/۸۱	فاقد پوشش
صحت کلی (درصد) = ۶۷			
ضریب کاپا = ۰/۵۶			

جدول ۷- صحت طبقه‌بندی باند اصلی

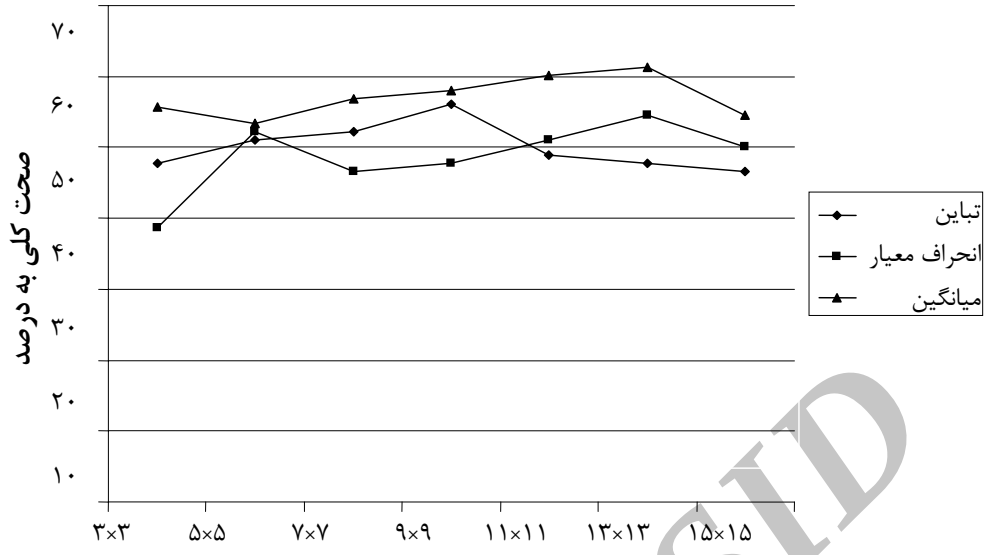
کلاسه	صحت تولیدکننده (درصد)	صحت کاربر (درصد)	ابعاد پیکسل
نیمه‌انبوه	۵۹/۰۹	۵۴/۱۷	۱×۱
نیمه‌تنک	۳۱/۸۲	۳۵	۱×۱
تنک	۱۸/۱۸	۳۶/۳۶	۱×۱
فاقد پوشش	۸۶/۳۶	۵۷/۵۷	۱×۱
صحت کلی (درصد) = ۴۸/۸۶			
ضریب کاپا = ۰/۳۳			



شکل ۶- نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی

www.SID.ir

شکل ۷ بیانگر تغییر صحت کلی طبقه‌بندی در زمینهٔ ابعاد ماتریس هم‌وقوعی شاخص‌های مختلف بافتی است.



شکل ۷- مقدار صحت کلی حاصل از اعمال ابعاد مختلف ماتریس هم‌وقوعی

بحث

نقشهٔ تاج‌پوشش جنگل از ابزارهای مهم مدیریت منابع طبیعی در نواحی غرب کشور به‌دلیل ویژگی‌های تودهٔ جنگلی است. از این‌رو، هدف این تحقیق بررسی روشی کارامد و اطمینان‌بخشی در تهیهٔ نقشهٔ تراکم بر روی عکس‌های هوایی بود. بررسی صحت هندسی عکس‌های ارتوشده به‌کمک نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ نشان‌دهندهٔ قابلیت زیاد روش استفاده‌شده برای تصحیح هندسی عکس‌ها بود. در فرایند تهیهٔ ارتوفتوموزاییک، تصاویر متوالی از لحاظ رادیومتری با هم اختلاف داشتند. بنابراین فرایند نرمال‌سازی بین تصاویر صورت گرفت. Kasser & Egels (2002) بر روی عکس‌های هوایی عمل نرمال‌سازی را انجام دادند و نشان دادند که این کار سبب افزایش صحت طبقه‌بندی می‌شود.

اندازهٔ پنجره‌های نمونه‌گیری ۱۰۰×۱۰۰ پیکسل با توجه به قدرت تفکیک مکانی عکس‌های هوایی مورد استفاده، به‌دلیل همگنی و یکنواختی بستر، مناسب تشخیص داده شد. Hudak & Wessman (1998) ابعاد مختلف پنجره را برای نمونه‌گیری بر روی عکس‌های هوایی سیاه و سفید مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که بسته به‌مناطق مختلف، ممکن است ابعاد پنجره تغییر کند تا اطلاعات کلاسه‌ها در هم داخل نشود و یکنواختی در سطح نمونه‌ها حفظ شود. در این تحقیق مشاهده شد که افزایش صحت کلی طبقه‌بندی به‌اندازهٔ ابعاد ماتریس هم‌وقوعی و شاخص بافتی استفاده‌شده در تجزیه‌وتحلیل بستگی دارد. بررسی شاخص‌های مختلف نشان داد که شاخص میانگین در برآورد تراکم تاج‌پوشش جنگل بهتر از دیگر شاخص‌هاست. به‌کارگیری شاخص‌های مختلف به‌نوع اطلاعات استخراجی از دادهٔ دورسنجی و ویژگی‌های منطقهٔ مورد تحقیق بستگی دارد. در تحقیق wulder *et al.* (1998)، شاخص میانگین در برآورد شاخص سطح برگ عملکرد مناسب‌تری داشت. شکل ۷ بیانگر وجود ارتباط بین ابعاد ماتریس هم‌وقوعی با صحت حاصل از هر شاخص بافتی در طبقه‌بندی است. بر این اساس ماتریس هم‌وقوعی با ابعاد ۱۳×۱۳ برای شاخص انحراف معیار و میانگین و ماتریس هم‌وقوعی با ابعاد ۹×۹ برای شاخص تباین نتایج بهتری نشان دادند. این ویژگی ممکن است با شرایط فیزیکی منطقه و تودهٔ جنگلی ارتباط داشته باشد. این نتایج با نتیجهٔ تحقیق Haack & Bechdol (2000) همسویی دارد. آنها در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که شاخص انحراف معیار با ابعاد ماتریس ۱۳×۱۳ بهترین صحت طبقه‌بندی پوشش زمین را ارائه می‌دهد. Zhang (1999)، بهترین ابعاد ماتریس هم‌وقوعی برای مناطق شهری را ۳×۳ اعلام کرد. علت اصلی تفاوت ابعاد

Archive of SID

www.SID.ir

بهینهٔ ماتریس در تحقیقات مختلف، نوع کاربری زمین مورد پژوهش و قدرت تفکیک مکانی تصویر مورد استفاده در تجزیه‌وتحلیل است.

با توجه به اینکه روش‌های تفسیر بصری عکس‌های هوایی سیاه و سفید، هزینه‌بر و زمان‌بر است و نیز تحت تأثیر اعمال سلیقهٔ کاربران مختلف، تفسیرهای متفاوتی صورت می‌گیرد، استفاده از شاخص‌ها اهمیت می‌یابد. ضعف طبقه-بندی تک‌باند سیاه و سفید علاوه بر خصوصیات رادیومتری به‌دلیل مبانی آماری خوارزمیک‌های استخراج اطلاعات است. این روش برای تجزیه‌وتحلیل تصاویر سیاه و سفید و استخراج اطلاعات در فضای چندبعدی مورد نیاز خوارزمیک‌های طبقه‌بندی مطابق جدول ۶ ممکن شد و صحت استخراج اطلاعات را نیز افزایش داد. این نتیجه با نتایج تحقیقات Resler *et al*. (2004) کاملاً مطابقت دارد. آنها با به‌کارگیری باندهای مصنوعی حاصل از شاخص‌های گوناگون بافتی به‌صورت توأم، توانستند صحت طبقه‌بندی تصاویر سیاه و سفید را افزایش دهند. صحت نقشه‌های طبقه‌بندی حاصل از باندهای مختلف بافتی و باند خام، فاقد هرگونه تجزیه‌وتحلیل، بررسی شد. نتایج نشان‌دهندهٔ برتری شاخص‌های بافتی بود. در تحقیقات Resler *et al*. (2004) و Tuominen & Pekkarinen (2005) نیز استفاده از شاخص‌های بافتی صحت بیشتری در مقایسه با نتایج طبقه‌بندی باند اصلی داشت. با توجه به قدرت زیاد تفکیک مکانی تصاویر مورد استفاده، صحت نقشه‌های حاصل از این تحقیق در حد متوسطی بود که این موضوع در طبقه‌بندی کلاسه‌هایی که از لحاظ ماهیت به‌یکدیگر نزدیکند (تاج‌پوشش) طبیعی به نظر می‌رسد. شاخص‌های بافتی در افزایش صحت طبقه‌بندی تصاویر با قدرت تفکیک مکانی زیاد مناسب عمل کردند. با توجه به صحت کاربر حاصل از طبقه‌بندی مشاهده شد که کلاسه‌های همگن‌تر نسبت به‌دیگر کلاسه‌ها برتری دارند. Berberoglu *et al*. (2007) و Cots-Folch (2007) به‌این نتیجه رسیدند که شاخص‌های بافتی در کلاسه‌های همگن بهتر از کلاسه‌های ناهمگن عمل می‌کنند.

نتایج این تحقیق بیانگر توانایی و انعطاف‌پذیری شاخص‌های بافتی در افزایش صحت طبقه‌بندی نقشه‌های تراکم تاج‌پوشش جنگل روی عکس‌های هوایی سیاه و سفید است. با توجه به کیفیت کم رادیومتری عکس‌های هوایی سیاه و سفید می‌توان از قابلیت این شاخص‌ها در بهبود استخراج اطلاعات کمک گرفت. شاخص‌های بافتی با ایجاد یک تبدیل سبب افزایش تباین تصویر می‌شوند و در نتیجه در تحقیقاتی که هدف، جداسازی پدیده‌های نزدیک از لحاظ ماهیت گام خاکستری است، کاربرد خواهند داشت.

عکس‌های هوایی از آرشیو غنی‌تری در مقایسه با داده‌های فضایی برخوردارند و برای استخراج اطلاعات جنگل‌ها در سال‌های گذشته اهمیت دوچندانی دارند. نتایج این تحقیق این مطلب را روشن کرد که استفاده از شاخص‌های بافتی، صحت نقشه‌ها را تا حد زیادی افزایش داد. باتوجه به‌موانع و مشکلات پیش‌رو در استخراج اطلاعات از گذشتهٔ زمین، به‌دلیل نبود داده‌های مکانی مناسب، پیشنهاد می‌شود ضمن مطالعات تکمیلی در این زمینه، از شاخص‌های بافتی برای ارتقای دقت و صحت فرایند استخراج اطلاعات از عکس‌های هوایی استفاده شود.

منابع

زبیری، محمود و احمد دالکی، ۱۳۸۳. اصول تفسیر عکس هوایی با کاربرد در منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۸۷۰، ۳۱۹ ص.

عرفانی‌فرد، سیدیوسف، زبیری، محمود، جهانگیر فقهی و منوچهر نمیرانیان، ۱۳۸۶. برآورد سطح تاج‌پوشش جنگل در عکس‌های هوایی با استفاده از شاخص سایه در زاگرس، فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵(۳): ۲۸۸- ۲۷۸.

Berberoglu, S., Curran, P.J., C.D. Lloyd & P.M. Atkinson, 2007. Texture classification of Mediterranean land cover, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 9: 322-334.

Bruniquel-Pinel, V. & P. Gastellu-Etchegorry, 1998. Sensitivity of texture of high resolution images of forest to biophysical and acquisition parameters, *Remote Sensing of Environment*, 65:61-85.

Chen, C.H., L.F. Pau & P.S.P. Wang, 1998. The handbook of pattern recognition and computer vision (2nd edition), World Scientific Publishing Company, Incorporated, pp: 207-248.

Archive of SID

www.SID.ir

Cots-Folch, R., M.J. Aitkenhead & J.A. Nezcasasnovas, 2007. Mapping land cover from detailed aerial photography data using textural and neural network analysis, *International Journal of Remote Sensing*, 28: 1625-1642.

Haack, B. & M. Bechdol, 2000. Integrating multisensor data and RADAR texture measures for land cover mapping, *Computers & Geosciences*, 26(4): 411-421.

Haralick, R.M., K. Shanmugm & I. Dinstein, 1973. Textural features for image classification, *IEEE Transactions on Systems*, 3(6): 610-621.

Hudak, A.T. & C.A. Wessman, 1998. Textural analysis of historical aerial photography to characterize woody plant encroachment in south African savanna, *Remote Sensing of Environment Environment*, 66: 317-330.

Kasser, M. & Y. Egels, 2002. Digital photogrammetry, Taylor and Francis, newyork and London, 368 pp.

Mather, P.M., 2004. Computer processing of remotely-sensed images (third edition), wiley, Boston, 442 pp.

Resler, L.M., M.A. Fonstad & D.R. Butler, 2004. Mapping the alpine treeline ecotone with digital aerial photography and textural analysis, *Geocarto International*, 19(1): 37-44.

Salehi, A., E. Wilhelmsson & U. Soderberg, 2008. Land cover changes in a forested watershed southern zagros, Iran, *Land Degradation and Development*, 19: 542-553.

Samal, A., J.R. Brandle & D. Zhang, 2006. Texture as the basis for individual tree identification, *Information Sciences*, 176: 565-576.

Tsai, F. & M. Chou, 2006. Texture augmented analysis of high resolution satellite imagery in detecting invasive plant species, *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 29: 581-592.

Tuominen, S. & A. Pekkarinen, 2005. Performance of different spectral and textural aerial photograph features in multi-source forest inventory, *Remote Sensing of Environment*, 94: 256-268.

Wulder, M.A., LeDrew, E.F., S.E. Franklin & M.B. Lavigne, 1998. Aerial image texture information in the estimation of northern deciduous and mixed wood forest leaf area index (LAI), *Remote Sensing of Environment*, 64: 64-76.

Zhang, Y., 1999. Optimisation of building detection in satellite images by combining multispectral classification and texture filtering, *Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 54: 50-60.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation on the some textural indices from aerial photographs for forest canopy density mapping (Case study: Khoramabad, Lorestan)

S.A.R. Nouredini[*1], A.A. Bonyad[2] and F. Pourshakori[3]
[1, 2] M.Sc Graduat and Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Guilan, I. R. Iran
[3]Ph.D Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
(Received: 23 April 2010, Accepted: 13 Jun 2012)

Abstract
Textures are useful indices for extracting information from aerial photographs. The main objective of this study was to map forest canopy cover density based on aerial photographs using textural indices in the middle part of Zagros forests, west of Iran. Four Arial photographs with scales and spatial resolution of 1:40000 scale and 0.56 meter respectively were used. Photos were orthorectified by Arial camera parameters, digital elevation model, fiducial marks and ground control points. Texture indices including standard deviation, mean and contrast in difference dimension of co-occurrence matrix were extracted from aerial photographs. Forest canopy cover density classification was done on original and textural bands. Useful index and co-occurrence matrix dimension were chosen using accuracy assessment by maximum likelihood algorithm. Results indicated that classification using texture indices had higher accuracy than original channel. Based on the results of this study, mean index with matrix dimension, 13×13 pixel showed the best accuracy in comparison with other indices. Overall accuracy and kappa coefficient were obtained 61.36% and 0.48, respectively using mean index. Although, the results showed an average accuracy, this method is still useful for mapping forest cover. Finally, black and white aerial photographs can be used to extract more accurate information using texture.

Key words: Forest canopy, Aerial photographs, Textural indices.

Archive of SID

[*]Corresponding author Tel: +98 916 3690919 Email: ar.nourdini@gmail.com
www.SID.ir