جنگل و فرآورده‌های چوب، مجلهٔ منابع طبیعی ایران
دورهٔ ۷۱، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۷
ص ۲۳-۳۳

دانشکده منابع طبیعی
دانشگاه تهران

DOI: 10.22059/jfwp.2018.232486.847

مدلسازی آشفتگی مکانی جنگل با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در منطقه حفاظت‌شده سرولات

علی‌اصغر درویش‌صفت[1*]، ماریا باقری[2]، ماهان قربانی[2] و قوام‌الدین زاهدی امیری[1]

۱. استاد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
۲. کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۳

چکیده

با ایجاد فضاهای خالی در جنگل ناشی از عواملی مانند جاده‌سازی، لغزش زمین، قطع یکسره و آتش‌سوزی، آشفتگی مکانی بروز می‌کند. اطلاعات به‌هنگام در زمینه آشفتگی برای مدیریت، حفاظت و پایداری اکوسیستم جنگل ضروری است. این تحقیق با هدف ارایه وضعیت آشفتگی مکانی در منطقه حفاظت‌شده سرولات در شمال ایران با استفاده از سنجش ازدور، سنجه‌های سیمای سرزمین و GIS انجام شده است. نقشه دقیق جنگل-غیرجنگل سال ۱۳۹۳ به‌روش تفسیر تلفیقی از داده‌های سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ تهیه شد. برای تعیین مساحت بهینه برای شبکه‌بندی منطقه، ده نقطه به‌طور تصادفی انتخاب و در محل آنها پهنه‌هایی با مساحت‌های مختلف تعیین و سنجه‌ها محاسبه شدند. براساس تحلیل نمودارهای مقادیر سنجه‌ها در این پهنه‌ها، مساحت بهینه پهنه معادل ۱۰۰ هکتار تعیین و بر این اساس منطقه به شبکه‌ای از ۲۵۲ پهنه شش ضلعی ۱۰۰ هکتاری تقسیم شد. چگونگی توزیع مکانی، ارتباطات و ترکیب‌بندی لکه‌های غیرجنگلی در این پهنه‌ها و در سطح کلاس با استفاده از هشت سنجه مکانی سیمای سرزمین MESH، NP، PD، ENN-MN، AREA-MN، DIVISION، PLAND و SHAPE-MN در محیط Fragstats انجام و نقشه‌ای برای هر یک سنجه‌ها تهیه شد. پس از استانداردسازی مقادیر سنجه‌ها، تحلیل مولفه‌های اصلی انجام تا سنجه‌های موثر در آشفتگی و وزن آنها برای تهیه مدل آشفتگی مکانی تعیین شود. سپس بر اساس آنها نقشه شاخص آشفتگی جنگل تهیه و با توجه به دامنه مقادیر آن، به چهار طبقه مساوی آشفتگی خیلی کم، کم، متوسط و زیاد تقسیم شد. براساس نتایج، طبقه‌های یادشده به‌ترتیب ۵۱، ۲۵، ۱۴ و ۱۰درصد از منطقه را دربر می‌گیرند. آشفتگی بسیار زیاد مربوط به نواحی کوهستانی و مراتع ییلاقی و بالاتر از جنگل‌های بالابند است، که در صورت لحاظ نکردن این نواحی، می‌توان بیان داشت که بخش‌های جنگلی منطقه حفاظت‌شده دارای آشفتگی کم است، ولی با توجه به طبیعت زیبا و گردشگری بودن سرولات، خطر توسعه جاده و ویلاسازی در منطقه بسیار زیاد و از این‌رو شدیدا در معرض افزایش آشفتگی است.

واژه‌های کلیدی: آشفتگی جنگل، تحلیل مولفه‌های اصلی، سنجنده OLI، سنجه‌های سیمای سرزمین، مدلسازی، منطقه حفاظت‌شده سرولات.

مقدمه و هدف

کاهش سطح و تغییرات کمی و کیفی جنگل‌های کشور از بحث‌های مهم سال‌های اخیر بوده است. جنگل‌زدایی، فروافت جنگل[1] و گسستگی (تکه تکه شدن) جنگل[2] با منشاهای طبیعی یا غیرطبیعی و درونی یا بیرونی منجر به آشفتگی جنگل[3] می‌شوند. عواملی مانند آفات و بیماری‌ها

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۲۶۳۲۲۳۰۴۴
Email: adarvish@ut.ac.ir

1. Forest degradation
2. Forest fragmentation
3. Forest disturbance

می‌توانند موجب بروز آشفتگی بیولوژیکی شوند، درحالی که با ایجاد فضاهای خالی در جنگل (گسستگی جنگل) ناشی از عواملی مانند جاده‌سازی، لغزش زمین، قطع یکسره و آتش‌سوزی، آشفتگی مکانی (Spatial Disturbance) بروز می‌کند. آشفتگی یک فرآیند مخرب محسوب می‌شود که می‌تواند منجر به تغییر شرایط در یک سیستم اکولوژیک مانند تبدیل رویشگاه یا زیستگاه به قطعات کوچک با ارتباطات کمتر و درنتیجه کاهش پایداری و زیست‌پذیری آنها بشود[۱]. بر پایه سنجه‌هایی[1] در بوم شناسی سیمای سرزمین امکان بررسی و کمی‌سازی الگوهای فضایی عناصر تشکیل‌دهنده محیط‌زیست و تغییرات آنها در مقیاس‌های مختلف فراهم شده است. این امکان می‌تواند به درک مناسبی از ارتباطات و تغییرپذیری سیمای سرزمین که لازمه برنامه‌ریزی، مدیریت و پایش سیما است کمک کند. فناوری سنجش از دور می‌تواند با داده‌های چندطیفی و به‌هنگام خود به‌همراه سامانه اطلاعات جغرافیایی به کمی‌سازی و پایش آشفتگی جنگل بر پایه سنجه‌های سیمای سرزمین کمک نماید[۲].

مطالعات زیادی در جهان در زمینه کمی‌کردن الگوهای سیمای سرزمین و همچنین آشفتگی جنگل‌ها انجام شده است، اما در ایران تاکنون مطالعات تنها محدود به کمی کردن این الگوها بوده و در رابطه با آشفتگی جنگل تحقیقی انجام نشده است. Jose و همکاران در سال ۲۰۱۱ به مدلسازی آشفتگی جنگل در یک پناهگاه حیات وحش برپایه سنجه‌های مکانی، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های جاده و مناطق مسکونی پرداختند. نتایج اطلاعات لازم برای برنامه‌ریزی حفاظت منطقه ارایه داد [۳]. Tian و همکاران در سال ۲۰۱۱ با مدلسازی شاخص گسستگی فضای سبز شهر هنگ کنگ، برپایه سنجه‌های سیمای سرزمین و تحلیل مولفه‌های اصلی، به ارزیابی و تهیه نقشه آشفتگی مکانی فضای سبز پرداختند. نتایج بیانگر مناسب بودن رویکرد تحقیق و ضرورت برنامه‌ریزی برای افزایش پیوستگی میان فضاهای سبز و تحقق پایداری آن را مطرح کرد [۴]. Liu و همکاران نیز در سال ۲۰۱۴ گسستگی جنگل‌ها و تغییر اتصالات در زیستگاه‌ها از توسعه شبکه جاده و گسترش شهر را با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در یک دوره ۲۵ ساله بررسی کردند. نتایج مطالعه حاکی از کاهش سطح جنگل‌ها در کل منطقه به‌دلیل آشفتگی بود [۵].

نوحه‌گر و همکاران ساختار سیمای سرزمین بخش مرکزی استان گیلان را با استفاده از نقشه کاربری سال ۱۳۹۲ و سنجه‌های مکانی، تجزیه‌وتحلیل کردند. بر اساس نتایج ساختار ریزدانه شده، تعداد لکه‌های انسان‌ساخت افزایش و سطح جنگل‌ها گسسته و کاهش یافته است [۶]. کرمی و فقهی در سال ۱۳۹۰ به بررسی ساختار سیمای سرزمین استان کهکیلویه و بویر احمد برپایه نقشه کاربری استان و سنجه‌های توزیع مکانی و ترکیبی نمودند. نتایج نشان داد که با افزایش تراکم مناطق مسکونی، سنجه‌های تراکم و شکل لکه افزایش و اندازه لکه‌ها کاهش می‌یابد [۲]. عسگریان و جباریان امیری تغییرات سیمای شهر قائمشهر و اطراف آن را در بازه زمانی ۱۳۸۹-۱۳۷۷ به‌کمک تصاویر ماهواره‌ای و سنجه‌های سیمای سرزمین بررسی و تغییرات توسعه مناطق سکونتگاهی را کمی و براساس آن لزوم تدوین برنامه‌های کنترل و مدیریت توسعه شهری را مطرح کردند [۷]. جعفری و همکاران تغییرات پدیده مخرب گسستگی در طول ۲۵ سال را در پارک ملی سرخه حصار بررسی و ضرورت اجرای اقدامات مدیریتی بیشتر برای کاهش این روند را مطرح کردند [۸]. زبردست و همکاران نیز گسستگی در پوشش‌های جنگلی پارک ملی گلستان را در دو مقطع زمانی بر اساس تصاویر ماهواره‌ای و سنجه اندازه موثر شبکه (Effective Mesh Size) کمی و تغییر منفی ساختاری مهمی در این پارک ملی مهم گزارش کردند [۹].

1. Metrics

درحالی‌که با بعضی از سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان گسستگی جنگل را کمی کرد، اما با مدلسازی شاخص آشفتگی می‌توان وضعیت سیمای سرزمین را برپایه مجموعه‌ای از سنجه‌ها که از طریق تحلیل (Principal Component Analysis) PCA وزن‌دهی می‌شوند، ارایه کرد.

براساس مطالعات انجام شده کمی‌سازی الگوی پراکنش لکه‌های کاربری و تجزیه‌وتحلیل‌های مکانی مربوط به آنها برای درک وضعیت فعلی و برنامه‌ریزی حفاظتی جنگل ضروری است. از این‌رو با توجه به اهمیت، جایگاه و فلسفه ایجاد پارک‌های ملی و مناطق حفاظت شده، در این مطالعه سعی شده است تا با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین، سنجش از دور و GIS، الگوی پراکنش لکه‌های غیرجنگلی در منطقه حفاظت‌شده سرولات تعیین و سپس آشفتگی مکانی جنگل مدلسازی و نقشه آن ارایه شود.

مواد و روش‌ها

منطقه تحقیق

این پژوهش در منطقه حفاظت‌شده سرولات در شرقی‌ترین نقطه استان گیلان با مساحت ۲۱۲۵۶ هکتار که در محدوده جغرافیایی طول شرقی ″۱۴′۲۱°۵۰ تا ″۳۵′۳۶°۵۰ و عرض شمالی ″۵۴′۵۰°۳۶ تا ″۲۷′۰۰°۳۷ قرار دارد انجام شده است (شکل ۱). دامنه ارتفاعی آن ۰ تا ۳۶۰۰ متر از سطح دریا، میانگین دمای سالانه ۱۴ درجه سانتی‌گراد و مقدار متوسط بارندگی سالانه ۱۱۵۰ میلی‌متر است. وجود یک پروفیل ارتفاعی کامل از جنگل‌های خزری شامل جلگه‌های سیلابی در مناطق پایین‌دست، جنگل‌های نیمه‌متراکم و متراکم و سپس مراتع ییلاقی در مناطق مرتفع‌تر و بالادست، از ویژگی-های اصلی طبیعی منطقه محسوب می‌شود. عبور جاده کوهستانی جواهردشت با پیچ‌وخم‌های زیاد و ساخت‌و سازهای فراوان از عوامل تخریب منطقه به‌شمار می‌رود [۱۰].

تهیه نقشه پوشش سرزمین

لازمه تهیه نقشه آشفتگی جنگل (هدف این مطالعه)، در اختیار داشتن نقشه صحیح جنگل-غیرجنگل است. به‌دلیل عدم وجود چنین نقشه‌ای از منطقه می بایست این نقشه به‌گونه‌ای از داده‌های ماهواره‌ای تهیه می‌شد که اطمینان بالایی از صحت و درستی آنها باشد. از این‌رو تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ مربوط به سال ۱۳۹۳ محدوده منطقه مورد مطالعه از فصل‌های مختلف تهیه و در یک فرایند زمان‌بر از روش تفسیر تلفیقی تصاویر ماهواره‌ای (تفسیر چشمی بر روی صفحه نمایش) و بهره‌گیری از نتایج بازدید میدانی، ۱۰ برگ نقشه توپوگرافی و تصاویر Google Earth برای تهیه نقشه دقیق جنگل-غیرجنگل استفاده شد.

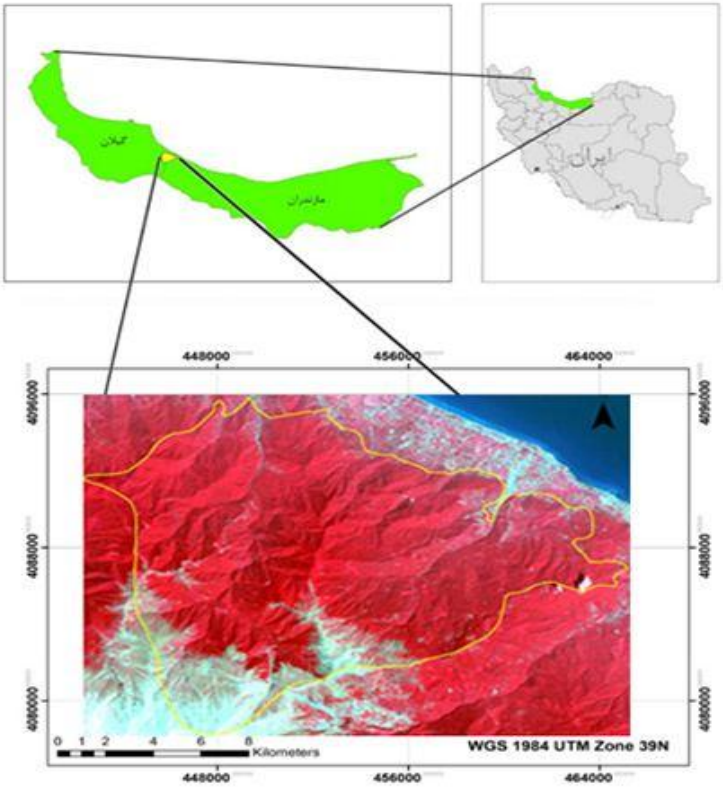
انتخاب سنجه‌های سیمای سرزمین

نقش و کارایی سنجه‌ها در بیان کمی ویژگی‌های عناصر (لکه‌های) سیمای سرزمین و آرایش مکانی و الگوی آنها، مانند شکل، بزرگی، تعداد، تراکم، چگونگی پراکنش، همجواری و غیره به‌خوبی تبیین شده است. این سنجه‌ها در مطالعات متعددی مانند خزایی و آذری دهکردی [۱۱]، جباریان امیری [۱۲] و میرزایی [۱۳] و برپایه نتایج دیگر محققین [۱۴،۴]، از هشت سنجه سیمای سرزمین شامل: NP[1]،SHAPE-MN، DIVISION، MESH، PLAND[2]، ENN-MN[3]، PD[4] و AREA-MN به‌علت توانایی آنها در بیان ویژگی‌ها و الگوی مکانی لکه‌ها در سیمای سرزمین استفاده شد (جدول ۱).

تعیین مساحت بهینه پهنه و محاسبه سنجه‌ها

برای محاسبه سنجه‌ها و مدلسازی آشفتگی در قسمت‌های مختلف منطقه، ضروری است که منطقه به شبکه‌ای از

1. Number of Patch
2. Percentage of Landscape
3. Euclidean Nearest-Neighbor Distance
4. Patch density



شکل ۱. پوشش جنگلی (رنگ قرمز) منطقه مورد مطالعه در تصویر ماهواره‌ای لندست و موقعیت منطقه در ایران

جدول ۱. ویژگی‌های سنجه‌های مورد استفاده در مطالعه (منبع: راهنمای نرم‌افزار Fragstats)

ویژگی	نوع سنجه	حروف اختصاری	رابطه	واحد	دامنه
سطح/ تراکم/ حاشیه	تعداد لکه	NP	n_i	بدون واحد	NP > 0
	تراکم لکه	PD	$\frac{n_i}{A}\ 100000$	تعداد در صد هکتار	PD > 0
	مساحت لکه	AREA_MN	$a_{ij}\left(\frac{1}{10000}\right)$	هکتار	AREA ≥ 0
	درصد لکه	PLAND	$\frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{A}(100)$	درصد	0 ≤ PLAD ≤ 100
	شاخص از هم گسستگی	MESH	$\frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2}{A}\left(\frac{1}{10000}\right)$	هکتار	مساحت کل چشم‌انداز ≤ MESH ≤ مساحت پهنه
	شاخص از هم گسستگی	DIVISION	$\left[1-\sum_{j=1}^{n}\left(\frac{a_{ij}}{A}\right)^2\right]$	نسبی	0 ≤ DIVISION < 1
شکل	میانگین شاخص شکل لکه	SHAPE_MN	$\frac{0.25\ P_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}$	بدون واحد	SHAPE ≥1
جدا افتادگی/ مجاورت	میانگین فاصله اقلیدیسی نزدیک‌ترین همسایه	ENN_MN	h_{ij}	متر	ENN > 0

(n_i : تعداد لکه‌ها در سیمای سرزمین براساس نوع لکه (کلاسه‌ها) A : مساحت کل سیمای سرزمین (m2) a_{ij} : مساحت هرکدام از لکه‌ها (m2) P_{ij} : محیط هرکدام از لکه‌ها (m) h_{ij} : فاصله بین هر لکه با نزدیک‌ترین لکه کناری همسان (m))

پهنه‌های به‌نسبت کوچک تقسیم و محاسبات در آنها انجام شود. به‌منظور تعیین اندازه مناسب پهنه، ابتدا ۴ سنجه کـه بتوانند مشخصات متفاوت از سیمای سرزمین را ارایه دهد (براساس تعریف آنها و نتایج دیگر مطالعات مانند Jose و

همکاران [۳] و دارای کمترین ارتباط و همبستگی با هم باشند انتخاب (AREA-MN، DIVISION، PLAND و SHAPE-MN) و در ۱۰ نقطه تصادفی پهنه‌هایی با مساحت‌های مختلف (۲۰، ۴۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ هکتار) محاسبه و نتایج مورد تحلیل قرار گرفتند. با رسم نمودار نتایج سنجه‌ها در مساحت‌های فوق، اندازه بهینه پهنه به‌طور بصری برآورد شد، به‌این‌ترتیب که مساحتی که منحنی‌های سنجه‌ها به‌هم نزدیک و به‌نسبت به‌طور موازی و افقی ادامه می‌یابد، مساحت مطلوب پهنه در منطقه تلقی می‌شود [۴].

پس از تعیین اندازه پهنه مناسب برای منطقه، تمامی هشت سنجه مورد نظر که در جدول ۱ معرفی شده‌اند، در یکایک ۲۵۲ پهنه ایجاد شده، در محیط نرم‌افزار Fragstats 4.2 در سطح کلاس محاسبه و مقادیر خروجی حاصل در یک جدول اکسل ذخیره شد.

مدلسازی شاخص آشفتگی

از آنجایی که هیچ‌یک از سنجه‌های سیمای سرزمین به‌تنهایی نمی‌توانند به‌طور کامل بیانگر وضعیت آشفتگی باشند، Tian و همکاران پیشنهاد کرده‌اند که همانند یک رابطه چند متغیره، از مجموعه‌ای از سنجه‌ها با وزن‌های (ضرایب) متناسب با هم ترکیب شود. این کار می‌تواند با اجرای تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) برروی نتایج سنجه‌ها و استفاده از مقادیر ویژه (Eigen value) و بارعاملی (Loading) حاصل از آن، به‌عنوان ضرایب مدل انجام شود [۴]. بارعاملی مقدار همبستگی هر سنجه با مولفه و مقدار ویژه، واریانس تبیین شده توسط هر مولفه را بیان می‌کند. دامنه‌های متفاوت مقادیر سنجه‌ها، ضرورت استانداردسازی آنها برای ورود به تحلیل PCA را مطرح می‌سازد [۱۵]. از این‌رو و با توجه به‌اهمیت تغییرات داده در اطراف میانگین در این نوع مطالعات، از روش انحراف معیار استفاده شد [۱۶]. این دو فرایند در نرم‌افزار SPSS V.22 انجام شد. در ادامه و برپایه نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی، با استفاده از سنجه‌های تاثیرگذار در آشفتگی و مقادیر ویژه و بارعاملی آنها مدل آشفتگی جنگل برپایه سه مولفه اول، در منطقه ساخته شد (رابطه ۱)[۴،۱۷،۱۸]. این مدل در تمامی ۲۵۲ پهنه به‌طور جداگانه اجرا و از مجموعه آنها نقشه آشفتگی جنگل در منطقه تهیه و سپس به چهار طبقه تقسیم شد.

$$DI = E_1 \times \left(L_i \times M_i + \ldots + L_n \times M_n\right) + E_2 \times \left(L_i \times M_i + \ldots + L_n \times M_n\right) + \ldots + E_n \times \left(L_i \times M_i + \ldots + L_n \times M_n\right) \quad (1)$$

DI: شاخص آشفتگی، E: مقدار ویژه مؤلفه، Li: بارعاملی هر سنجه در مولفه و M_i: مقدارسنجه

نتایج و بحث

نقشه پوشش زمین حاصل از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای

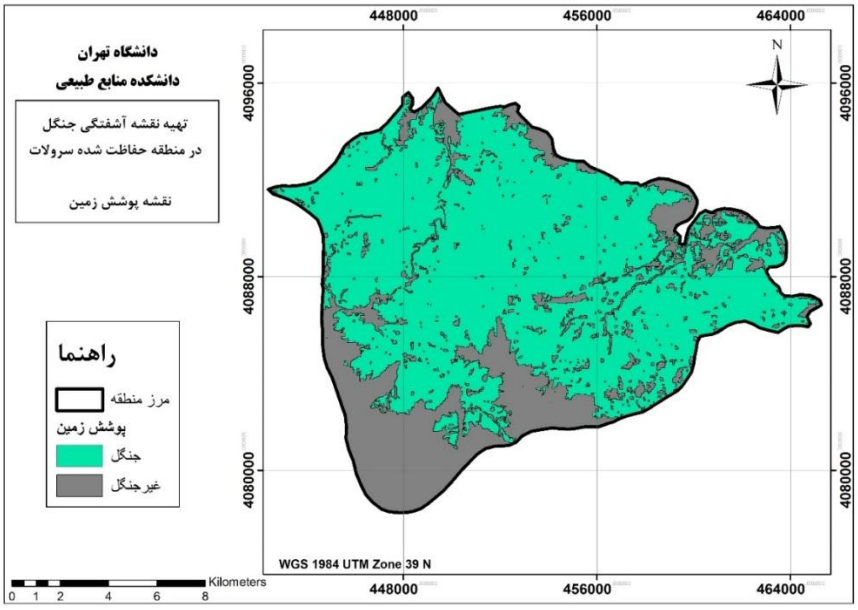
نقشه پوشش زمین شامل دو طبقه جنگل و غیرجنگل برای سال ۱۳۹۳ که به‌روش تفسیر تلفیقی تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ تهیه شده درشکل ۲ آورده شده است. برپایه اطلاعات حاصل از بازدید میدانی و همچنین بررسی چشمی، نقشه تولید شده از صحت بالایی برخوردار است به‌این‌ترتیب این اصل که سنجه‌های سیمای سرزمین نباید تحت تاثیر خطای نقشه ورودی قرار گیرد [۱۹]، تحقق یافته است. براساس این نقشه مساحت مناطق جنگلی و غیرجنگلی به‌ترتیب ۱۵۴۱۹و ۵۸۳۷ هکتار است. قسمت‌های غیر جنگلی ۲۷/۴۶ درصد منطقه را دربر می‌گیرد و شامل ۵۲۵ لکه است. حداقل، حداکثر و میانگین آنها به‌ترتیب ۰/۰۱ ، ۲۶۶۰ و ۱۱/۱۲ هکتار است.

شش‌ضلعی‌ها به‌عنوان واحدهای نمونه

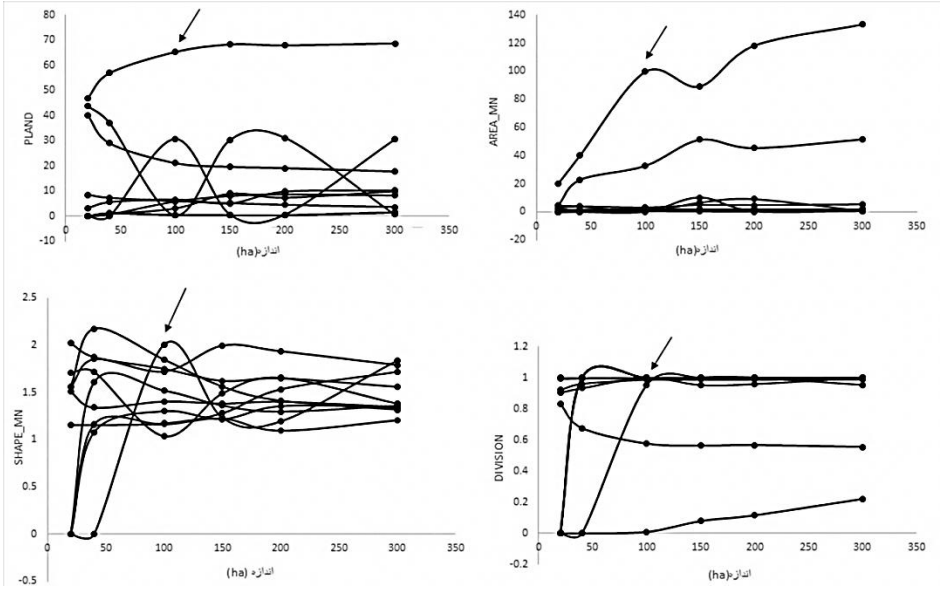
نتایج محاسبه چهار سنجه در ۱۰ نقطه تصادفی در پهنه‌هایی با مساحت‌های مختلف (۲۰، ۴۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ هکتار) در شکل ۳ آورده شده است. برپایه تفسیر چشمی این نمودارها، پهنه ۱۰۰ هکتاری را می‌توان برای منطقه مناسب تشخیص داد. البته وضعیت به‌هم نزدیک شدن و ادامه به-

صورت موازی و افقی در همه سنجه‌ها یکسان نبود و این شیوه تعیین سطح مناسب، قائم به‌شخص است، ولی به‌دلیل نبود روشی کمی، تنها امکان موجود است و توسط دیگر محققین هم انجام می‌شود [۴].

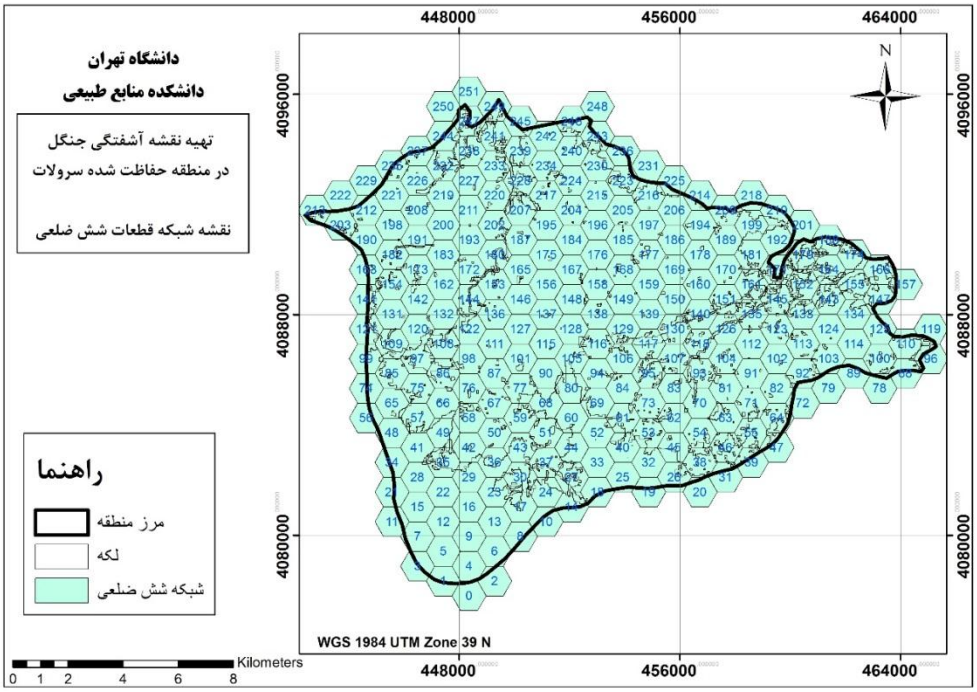
به‌این‌ترتیب که مساحتی که منحنی‌های سنجه‌ها به‌هم نزدیک و به‌نسبت به‌طور موازی و افقی ادامه می‌یابد، البته براساس نتایج کسب شده به‌نظر نمی‌رسد که سطوحی با اندکی تفاوت، تاثیر معنی‌داری بر روی نقشه آشفتگی نهایی داشته باشد. این مطلب می‌تواند در مطالعات بعدی مورد بررسی قرار گیرد. شبکه پیوسته پهنه‌های ۱۰۰ هکتاری شامل ۲۵۲ پهنه در شکل ۴ آورده شده است.



شکل ۲. نقشه جنگل/غیرجنگل منطقه مورد مطالعه حاصل از تفسیر تلفیقی تصاویر ماهواره‌ای



شکل ۳. نمودارهای مقادیر چهار سنجه انتخابی در ۱۰ پهنه نمونه با مساحت‌های مختلف
(هر شکل شامل ده منحنی که هریک بیانگر مقادیر یک سنجه، در یک پهنه و در شش مساحت مختلف است)



شکل ۴. نقشه شبکه پهنه‌های منطقه برای محاسبه سنجه‌های سیمای سرزمین در آنها

محاسبه مدل شاخص آشفتگی جنگل

براساس نتایج تحلیل PCA برروی مقادیر استاندارد شده سنجه‌ها، سه مولفه اول ۷۹ درصد از واریانس (به‌ترتیب ۴۷، ۱۹ و ۱۳ درصد) و به‌بیانی دیگر اطلاعات هشت سنجه مورد استفاده را دربر می‌گیرند. این نکته را می‌توان این‌چنین تفسیر کرد که مجموعه اطلاعات سه مولفه اول می‌تواند به‌خوبی بیانگر ویژگی‌ها و الگوی مکانی لکه‌های غیرجنگلی در منطقه باشد [۴]. رابطه ۲ مدل آشفتگی منطقه برپایه مقادیر ویژه سه مولفه اول و سنجه‌های موثر به‌همراه بار عاملی آنها به‌عنوان ضرایب سنجه‌ها، است.

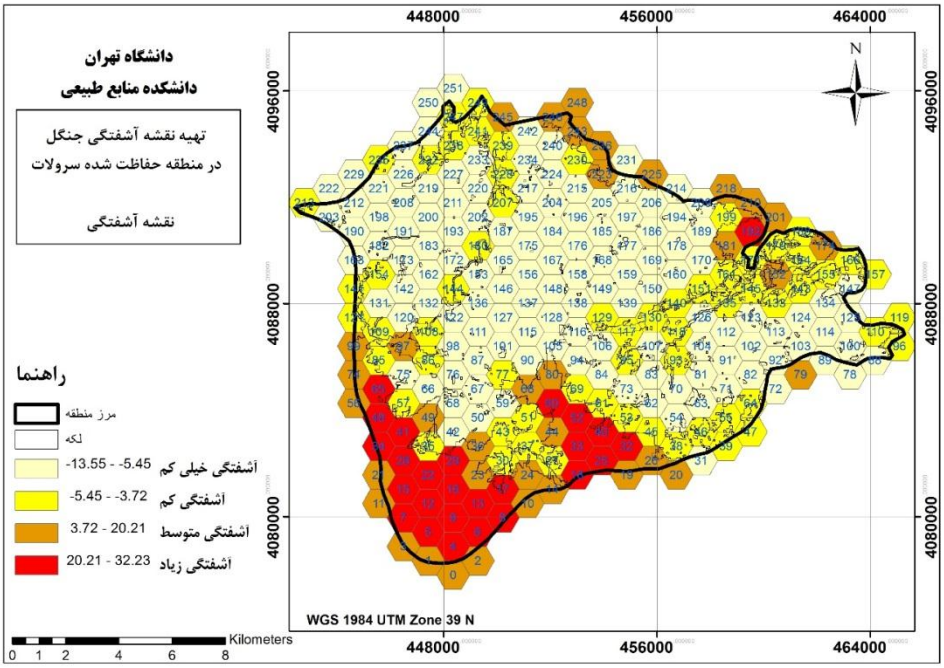
$$DI_i = E_{i1}\times\left(L_1\times PLAND_i + L_2\times AREA_MN_i + L_3\times DIVISION_i + L_4\times MESH_i\right) + E_{i2}\times\left(L_5\times NP_i + L_6\times SHAPE_MN_i\right) + E_{i3}\times\left(L_7\times PD_i + L_8\times ENN_MN_i\right) \quad (۲)$$

نقشه آشفتگی جنگل

هدف اصلی این مطالعه مدلسازی وضعیت آشفتگی کنونی جنگل منطقه حفاظت‌شده سرولات برپایه سنجه‌های سیمای سرزمین بوده است. با اجرای مدل محاسبه شده (رابطه ۲) بر روی سنجه‌ها و بارهای عاملی و مقادیر ویژه، نقشه آشفتگی در منطقه تهیه شد. با مقایسه چشمی نقشه حاصله با تصاویر رنگی ماهواره‌ای مقیاس مناسب که نشان‌دهنده لکه‌های غیرجنگلی باشد، می‌توان تا حد زیادی از صحت این نقشه و عملکرد این رویکرد اطمینان حاصل کرد. مقدار شاخص آشفتگی در محدوده ۱۳/۵۵- تا ۳۲/۲۳ بوده که به چهار سطح از درجات خیلی کم (۱۳/۵۵- تا ۵/۴۵-)، کم (۵/۴۵- تا ۳/۷۲)، متوسط (۳/۷۲ تا ۲۰/۲۱) و زیاد (۲۰/۲۱ تا ۳۲/۲۳) طبقه‌بندی شد (شکل ۵). براساس دو منبع منتشر شده در زمینه آشفتگی [۳،۴] ، دامنه آن بسته به منطقه و ویژگی‌های آن متفاوت است و هنوز استانداردی برای طبقه‌بندی هم وجود ندارد و از این‌رو امکان مقایسه وضعیت آشفتگی منطقه با دیگر مطالعات انجام شده نیست. این نکته ضرورت مطالعات تکمیلی به‌منظور یافتن روشی مطمئن برای استانداردسازی نتایج آشفتگی و طبقه‌بندی آن توجیه می‌کند. براساس

شکل ۵ بیشتر پهنه‌ها دارای وضعیت آشفتگی خیلی کم و کم می‌باشند. مساحت پهنه‌ها در این دو طبقه به‌ترتیب ۱۲۸۰۰ و ۶۲۰۰ هکتار است. مساحت پهنه‌های دارای آشفتگی متوسط و بالا به ترتیب ۳۶۰۰ و ۲۶۰۰ هکتار میباشد. ناحیه دارای آشفتگی بالا عمدتا همان مناطق غیر-جنگلی کوهستانی ارتفاعات هستند.

در کلاسه یک و دو آشفتگی لکه‌ها ریزدانه، مساحت لکه‌های غیرجنگل به‌نسبت کم، متوسط اندازه لکه‌ها کوچک و میانگین فاصله آنها از هم درکلاسه یک خیلی‌کم و در کلاسه دو کم است و در مجموع این پهنه‌ها در وضعیت به‌نسبت مطلوبی از نظر آشفتگی هستند. این نواحی با آشفتگی کم شامل گسستگی، منافذ، ساخت‌وساز کم، پراکنش غیرمتمرکز لکه‌های غیر جنگل و دور از تخریب‌های انسانی هستند. نواحی با آشفتگی متوسط ۱۴/۳ درصد از منطقه را دربر می‌گیرد. بخش اعظم این طبقه را ساخت‌وسازها، مناطق مسکونی، زمین‌های کشاورزی و باغات تشکیل می‌دهند، لکه‌های غیرجنگلی در این کلاسه نسبت به دو کلاسه یک و دو، درشت‌دانه-ترند، فاصله کمی از هم دارند. تعداد کم لکه‌ها نیز مبین بالا بودن پیوستگی و یکپارچگی نسبی لکه‌های غیرجنگل در این طبقه است که در نتیجه سبب افزایش گسستگی بیشتر جنگل و آشفتگی آن شده است. در پهنه‌های این طبقه، مناطق مسکونی، زمین‌های زراعی، باغات و چراگاه دام به‌وفور یافت می‌شوند. همچنین ۱۰/۳ درصد از ناحیه دارای آشفتگی زیاد است. این طبقه دربردارنده اراضی مرتعی و محل ییلاق دامداران ساکن منطقه است. بخش وسیعی از این طبقه را منطقه کوهستانی–صخره‌ای که در آن مرز جنگل بالابند در حال عقب‌نشینی است، تشکیل می‌دهد. ترکیب و توزیع لکه‌های غیرجنگلی در این طبقه نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب این نواحی از نظر آشفتگی است زیرا اندازه لکه‌ها بزرگ، فاصله آنها از هم کم و در مجموع مساحت زیادی را اشغال می‌کنند. نواحی این طبقه وضعیت نامطلوبی از نظر آشفتگی دارد، از این‌رو نیازمند تلاش‌هایی به‌منظور حفاظت جنگل و جنگلکاری در مکان‌هایی با قابلیت ایجاد جنگل است و بایستی تدابیری اندیشه شود که فضاهای جنگلی موجود پیوسته شوند.



شکل ۵. نقشه وضعیت آشفتگی جنگل

نتیجه‌گیری

هرچند که با مشاهده تصاویر ماهواره‌ای مناسب، می‌توان به وضعیت آشفتگی مکانی آن که همانا ناشی از لکه‌های غیرجنگلی در مناطق جنگلی است پی برد، ولی با رویکرد مورد استفاده در این مطالعه می‌توان این آشفتگی به‌صورت کم بیان می‌شود. مدلسازی و مطالعه آشفتگی مکانی جنگل به‌کمک سنجه‌های سیمای سرزمین می‌تواند کامل‌کننده مطالعات مربوط به شناسایی مناطق باشد و به‌کمک اطلاعات حاصل از آن مناطق حفاظت‌شده را بهتر ارزیابی و برای مدیریت آن برنامه‌ریزی کرد. از سوی دیگر با کمک این‌چنین مطالعات، مدیران می‌توانند تصمیم‌های اتخاذ شده درخصوص مناطق حفاظت‌شده جنگلی را مورد ارزیابی قرار دهند و نقاط ضعف و قوت آنها را مشخص کنند. با توجه به اثرهای مخرب آشفتگی و گسستگی در جنگل لازم است که به پایش منظم و دوره‌ای سطح جنگل و بررسی سیمای سرزمین و تغییرات آن در سطوح مختلف پرداخت و از تشدید آشفتگی و بروز آن در مقیاس وسیع پیشگیری کرد. انجام مطالعاتی از این نوع می‌تواند گامی مهم به‌منظور حفاظت و جلوگیری از بروز آشفتگی بیشتر باشد.

References

[1]. Davis, M.A., Grime, J.P., and Thompson, K. (2000). Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invisibility. Journal of Ecology, 88(3): 528-534.

[2]. Karami, A., and Feghhi, J. (2012). Investigation of Quantitative metrics to protect the landscape in land use by sustainable pattern (Case study: Kohgiluyeh and Boyer Ahmad). Journal of Environmental Studies, 37(60): 79-88.

[3]. Jose, S.K., J, A.C., Kumar, S., Varghese, A. and Madhu, G. (2011). Landscape metric modeling-a technique for forest disturbance assessment in Shendurney wildlife sanctuary. Environmental Research, Engineering and Management, 4 (58): 34-41.

[4]. Tian, Y., Jim, C.Y., Tao, Y., and Shi, T. (2011). Landscape ecological assessment of green space fragmentation in Hong Kong. Urban Forestry and Urban Greening, 10(2): 79-86.

[5]. Liu, S., Dong, Y., Deng, L., Liu, Q., Zhao, H., and Dong, S. (2014). Forest fragmentation and landscape connectivity change associated with road network extension and city expansion: A case study in the Lancang River Valley. Ecological Indicators, 36: 160-168.

[6]. Nohegar, A., Jabbarian Amiri, B., and Afrkhteh, R. (2015). Land use analysis on Guilan central district using landscape ecology approach. Geography and urban-regional planning, 15: 197-213.

[7]. Asgarian, A., and Jabbarian Amiri, B. (2013). Assessing land use/ cover change of Qaemshahr using landscape metrics. The 1st International Conference of IALE-Iran.

[8]. Jaafari, S., Alizadeh Shabani, A., Danehkar, A., Nazarisamani, A., and Jaafari, K. (2011). Study on the Relationship between DIVISION and MESH metrics for the analysis of land cover fragmentation in Sorkhehesar National Park. The 1st International Conference of IALE-Iran.

[9]. Zebardast, L., Yavari, A.R., Salehi, E., and Makhdoum, M. (2011). Application of Effective Mesh Size Metric for the Analysis of Forest Habitat Fragmentation inside the Defined Road Effect Zone of Golestan National Park. Journal of Environmental Studies, 37(58): 15-20.

[10]. Darvishsefat, A.A. (2006). Atlas of Protected Areas of Iran, University of Tehran Press. 170p.

[11]. Khazaei, N., and Azari Dehkordi, F. (2009). Forest landscape-and-ecological degradation assessment of Sefidrod watershed; using landscape ecological metrics, in Guilan Province of Iran. Environmental Sciences, 6(2): 55-64.

[12]. Jabbarian Amiri, B. (2014). Environmental Impact Assessment, University of Tehran Press. 181p.

[13]. Mirzayi, M., Riyahi Bakhtiyari, A., Salman Mahini, A., and Gholamalifard, M. (2013). Investigating the land cover changes in Mazandaran Province using landscape ecology's metrics between 1984-2010. Iranian Journal of Applied Ecology, 2(4): 37-55.

[14]. Wickham, J.D., O'Neill, R.V., Riitters, K.H., Wade, T.G., and Jones, K.B. (1997). Sensitivity of selected landscape pattern metrics to land-cover misclassification and differences in land-cover composition. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 63(4): 397-402.

[15]. Cumming, S., and Vernier, P. (2002). Statistical models of landscape pattern metrics, with applications to regional scale dynamic forest simulations. Landscape Ecology, 17(5): 433-444.

[16]. Lausch, A., and Herzog, F. (2002). Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. Ecological indicators, 2(1-2): 3-15.

[17]. Herzog, F., Lausch, A., Muller, E., Thulke, H.H., Steinhardt, U.T.A., and Lehmann, S. (2001). Landscape metrics for assessment of landscape destruction and rehabilitation. Environmental Management, 27(1): 91-107.

[18]. Uuemaa, E., Roosaare J., and Mander, U. (2005). Scale dependence of landscape metrics and their indicatory value for nutrient and organic matter losses from catchments. Ecological Indicators, 5(4): 350-369.

[19]. Dezhkam, S., Jabbarian Amiri, B., Darvishsefat, A. A. and Sakieh, Y. (2016). Performance evaluation of land change simulation models using landscape metrics. Geocarto International, 32(6): 655-677.

Spatial forest disturbance modeling using landscape metrics in Sarvelat protected area of Iran

A. A. Darvishsefat*; Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.
M. Bagheri; M.Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.
M. Ghorbani; M.Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.
Gh. Zahedi Amiri; Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.

(Received: 17 May 2017, Accepted: 13 June 2017)

ABSTRACT
Spatial disturbance occurs in the forest through the creation of gaps. Updated information in the field of disturbance is essential for the management and protection of the forests. This research was carried out with the aim of providing the status of spatial disturbance of Sarvelat protected area in northern Iran using remote sensing and landscape metrics. The accurate map of the forest/non-forest was prepared by onscreen digitizing method using Landsat 8 data. Based on the metrics graph analysis for ten random points in the zones with different area, the optimal area for gridding was determined. Moreover, the studied area was divided into 252 hexagonal zones with the area of 100 hectares each one. Spatial distribution, connectivity and composition of non-forest patches in each zone were measured using eight spatial metrics (MESH, NP, PD, ENN-MN, AREA-MN, DIVISION, PLAND and SHAPE-MN) in Fragstats software and the map of any metric was prepared. After standardization of metrics values, Principal Component Analysis was done to determine the weight of metrics in the spatial disturbance model. Afterwards, based on the weighted metrics, the map of disturbance index was prepared and classified in four classes of disturbance including very low, low, medium, and high. According to the results, the mentioned classes cover 51, 25, 14 and 10 percentage of the studied area, respectively. It should be mentioned that the high level of disturbance is related to the mountainous areas and rangelands. If these sections are removed from the prepared map, the forest protected area has a relatively good situation. However, due to the beautiful nature and tourism attractions, the area is highly exposed to conversion to road and villa constructions and therefore increasing disturbance.

Keywords: Landscape metrics, Modeling, OLI sensor, Principal component analysis, Sarvelat protected area, Spatial disturbance.

* Corresponding Author, Email: adarvish@ut.ac.ir +98 26 32223044