Archive of SID

محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۸، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۴
صفحات ۴۴۱-۴۳۱

بررسی اثر مقیاس بر حساسیت سنجه‌های سیمای سرزمین

علی عسگریان[۱]، بهمن جباریان امیری[۲*]
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، رشتهٔ منابع طبیعی- محیط زیست، دانشگاه تهران
۲. استادیار دانشکدهٔ منابع طبیعی، گروه محیط زیست، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۲٤- تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۱۲/۲۷)

چکیده

توسعهٔ سنجه‌های سیمای سرزمین در اواخر دههٔ ۱۹۸۰ و پیشرفت‌های فنون سنجش از دور و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی توانستند بعد جدیدی در مطالعات اکولوژی سیمای سرزمین به‌خصوص در زمینهٔ ارتباط بین الگوهای مکانی و فرایندهای اکولوژیکی به‌وجود آورد. بااین‌حال وابستگی برخی سنجه‌های سیمای سرزمین به عامل مقیاس و قدرت تفکیک‌های مختلف سامانه‌های سنجش از دور سبب شد توجه ویژه‌ای به انتخاب مقیاس مناسب در مطالعات اکولوژی سیمای سرزمین و درنتیجه تفسیر درست فرایندهای اکولوژیکی به‌وجود بیاید. پژوهش حاضر نیز در این راستا به بررسی اثر مقیاس بر روند تغییر مجموعه‌ای از سنجه‌های سیمای سرزمین پرداخته است. از این‌رو با پردازش تصویر ماهوارهٔ لندست در شهر اصفهان و پیرامون آن (به مساحت ۴۸۰ هزار هکتار) به بررسی اثر مقیاس در دو بخش گسترهٔ مکانی و اندازهٔ سلول بر روند تغییر برخی سنجه‌های سیمای سرزمین در طبقهٔ پوشش سبز پرداخته شد. بدین منظور اندازهٔ سلول از ۳۰ متر به ۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰ و ۴۸۰ متر و گسترهٔ مکانی از ۳۰۰ هکتار به مقادیر ۶۰۰، ۱۲۰۰، ۲۴۰۰ و ۴۸۰۰ هکتار افزایش یافت تا حساسیت مقادیر سنجه‌های تعداد لکه (NP)، تراکم لکه (PD)، شاخص شکل سیمای سرزمین (LSI)، متوسط اندازهٔ لکه (MPS)، تراکم حاشیه (ED)، میانگین فاصلهٔ اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایه (MNN)، شاخص متوسط لکه (MSI) و شاخص کل هستهٔ مرکزی (TCAI) نسبت به مقیاس بررسی شود. نتایج حاصل از پژوهش نشان از حساسیت بیشتر این سنجه‌ها (غیر از سنجهٔ TCAI) نسبت به عامل مقیاس است. انجام مطالعات از این دست و توجه به مبحث مقیاس به‌منزلهٔ یکی از مباحث مهم اکولوژیکی نقش مهمی در شناسایی آثار و فرایندهای اکولوژیکی، پیش‌بینی عملکردهای اکولوژیکی (مدل‌سازی سرزمین) و کاهش عدم قطعیت حاصل در مطالعات اکولوژی سیمای سرزمین خواهد داشت.

کلیدواژگان: اکولوژی سیمای سرزمین، اندازهٔ سلول، سنجه‌های سیمای سرزمین، گسترهٔ مکانی.

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۲۶۳۲۲۲۹۶۸۳
Email: Jabbarian@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

پیشرفت‌های اخیر در اکولوژی سیمای سرزمین به‌خصوص پس از جنگ جهانی دوم (Farina, 2006) و توسعهٔ سنجه‌های سیمای سرزمین از اواخر دههٔ ۱۹۸۰ (Herold *et al*., 2003) توانست بعد جدیدی در مطالعات مربوط به ارتباط بین الگوهای مکانی و فرایندهای اکولوژیکی به‌وجود آورد (Li & Wu, 2004). ارتباط بین سنجه‌های سیمای سرزمین و کارکردهای آن به‌طورکلی، پذیرفته شده است؛ به این معنا که تغییر مقادیر سنجه‌های سیمای سرزمین به‌طور مستقیم بر عملکردهای سرزمین اثرگذار است (Salman Mahiny, 2007). تا کنون سنجه‌های گوناگونی برای مطالعهٔ ترکیب[1] (فراوانی و تنوع طبقات پوشش/ کاربری زمین) و ساختار[2] (چیدمان و ارتباطات مکانی طبقات پوشش/ کاربری زمین) سیمای سرزمین توسعه یافتند (Fortin *et al*., 2002; McGarigal & Marks, 1995; Rutledge 2003) و از آن‌ها برای کمّی‌کردن خصوصیات و ویژگی‌های مختلف سیمای سرزمین ازجمله ناهمگنی سیمای سرزمین[3] (Buyantuyev & Wu, 2007)، ارتباط سیمای سرزمین[4] (Kelly *et al*., 2011) و تکه‌تکه‌شدگی سیمای سرزمین[5] (Gao & Li, 2011) بهره گرفته شده است.

بسیاری از سنجه‌های سیمای سرزمین وابسته به مقیاس‌اند (McGarigal & Marks, 1995). از این‌رو محاسبه و تفسیر صحیح آن‌ها به انتخاب صحیح مقیاس نیاز دارد (Gao & Li, 2011; Wheatley, 2010). بدین معنا که با تغییر مقیاس در مطالعات اکولوژی سیمای سرزمین ممکن است ارتباط بین الگوهای مکانی و فرایندهای اکولوژیکی به‌خوبی مشخص نشود (Kelly *et al*., 2011; Millington *et al*., 2003). مقیاس به‌منزلهٔ معیاری از میزان دقت (Bailey, 2005)، به اندازهٔ کوچک‌ترین یگان نقشه[6] و گسترهٔ مکانی[7] اشاره دارد که عموماً با عنوان مقیاس مکانی[8] مطرح می‌شوند (Saura, 2002). اندازهٔ کوچک‌ترین یگان نقشه (یا پلی‌گون) در محیط برداری و اندازهٔ سلول در محیط رستری به کوچک‌ترین پدیدهٔ قابل تشخیص در یک نقشه دلالت دارد که از پدیده‌های اطراف خود تفکیک‌پذیر باشد (Turner *et al*., 1989). گسترهٔ مکانی نیز به کل منطقهٔ مطالعه‌شده یا سیمای سرزمین اشاره دارد که به‌وسیلهٔ جمعیت مطالعه‌شده اشغال شده است (Turner *et al*., 1989). از سوی دیگر مطالعات بسیاری نیز به بررسی اثر تغییر در تعداد طبقات کاربری/ پوشش زمین، به عنوان مقیاس کیفی[9] یا تفکیک موضوعی[10] (Simova & Gdulova, 2012)، به‌عنوان عاملی اثرگذار بر مقادیر سنجه‌های سیمای سرزمین پرداختند (Bailey *et al*., 2007; Buyantuyev & Wu, 2007). زیرا سیستم‌های گوناگون طبقه‌بندی کاربری/ پوشش زمین بر ساختار سیمای سرزمین که در نقشه نمایان می‌شوند درنهایت بر درک ما از فرایندهای اکولوژیکی اثرگذار خواهند بود (Bailey *et al*., 2007).

پیشرفت‌های اخیر در فنون سنجش از دور به‌منزلهٔ منبعی غنی از داده‌های مکانی و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان ابزاری توانا برای مدیریت، تجزیه و تحلیل و نمایش داده‌های مکانی (Arnof, 2011) فرصت‌های جدیدی برای پژوهش در مورد مباحث مربوط به مقیاس در اکولوژی سیمای سرزمین نسبت به گذشته به‌وجود آورده است (Farina, 2006). به‌عنوان اولین مطالعات در این زمینه، Turner و همکارانش در سال ۱۹۸۹ به بررسی اثر مقیاس در مطالعات سیمای سرزمین پرداختند و از آن زمان تا کنون مبحث انتخاب مقیاس مناسب در مطالعات گوناگونی تحلیل و بررسی شده است (Thompson & McGarigal, 2002; Krummel *et al*., 1978; Levin, 1992).

در پژوهش حاضر با استفاده از تصویر ماهوارهٔ

1. Composition
2. Configuration
3. landscape heterogeneity
4. landscape connectivity
5. Landscape fragmentation
6. Minimum mapping unit (MMU)
7. Extent
8. Spatial scale
9. Qualitative scale
10. Thematic resolution

www.SID.ir

Archive of SID

لندست به تهیهٔ نقشهٔ پوشش سبز (شامل کاربری کشاورزی، پارک‌های جنگلی و پارک‌های داخل شهر) در شهر اصفهان و بخش‌هایی از پیرامون آن پرداخته شد تا میزان حساسیت و روند تغییر مجموعه‌ای از سنجه‌های سیمای سرزمین در ارتباط با تغییر مقیاس در دو بخش اندازهٔ سلول و گسترهٔ مکانی بررسی شود. اگرچه در برخی مطالعات صورت‌گرفته در این زمینه از داده‌های شبیه‌سازی‌شده برای بررسی اثر مقیاس استفاده شده است (Hargis *et al*., 1998; Uuemaa *et al*., 2005).

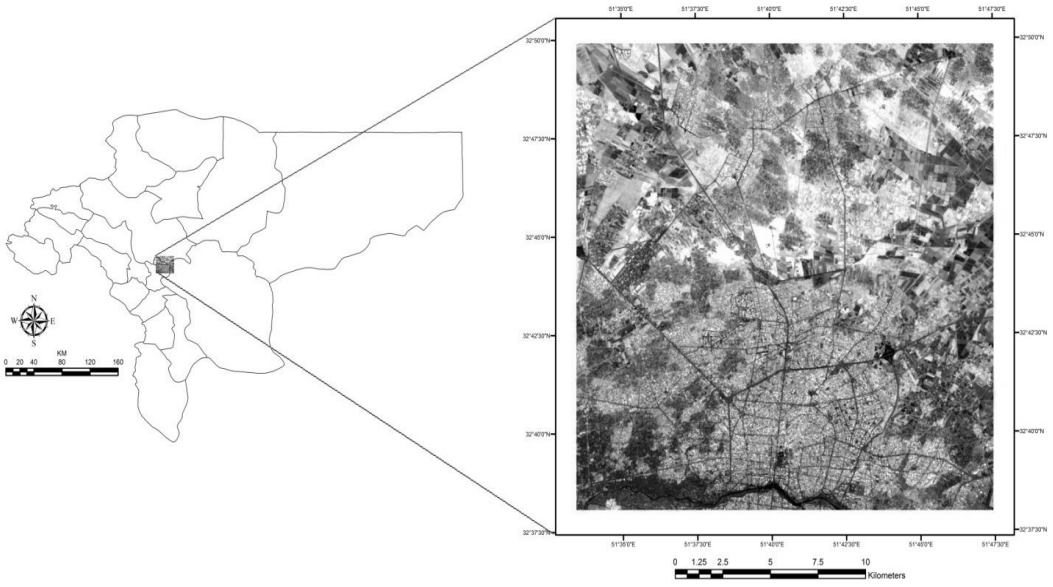
۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقهٔ مطالعه‌شده و داده‌های استفاده‌شده

در این پژوهش از تصویر سنجندهٔ TM ماهوارهٔ لندست در خردادماه ۱۳۸۹ و به شمارهٔ ردیف ۳۷ و گذر ۱۶۴ برای تهیهٔ نقشهٔ پوشش زمین و از داده‌های برداشت‌شده توسط دستگاه موقعیت‌یاب جهانی برای ارزیابی صحت آن‌ها استفاده شد. همچنین محدوده‌ای به مساحت ۹۶۰ هزار هکتار واقع بر شهر اصفهان و زمین‌های پیرامون آن (مختصات بین ۳۲/۶۳ و ۳۲/۸۳ درجهٔ عرض شمالی و ۵۱/۵۵ و ۵۱/۷۹ درجهٔ طول شرقی) به‌منزلهٔ منطقهٔ مطالعه‌شده انتخاب شد. شکل ۱ نشان‌دهندهٔ منطقهٔ مطالعه‌شده است.

۲.۲. روش کار

ازآنجاکه در این پژوهش از داده‌های سطح اول ماهوارهٔ لندست استفاده شد (Arvidson, 2002). هیچ‌گونه تصحیح هندسی بر روی تصاویر صورت نگرفت. بنابراین، به‌منظور پردازش تصویر ابتدا تصحیح رادیومتریک (براساس روابط ارائه‌شده توسط Chander *et al*., 2009) بر روی تصاویر اعمال شد. سپس از شاخص تفاوت نرمال‌شدهٔ گیاهی[1] (Arnof, 2011) بهره‌جویی شد تا نقشهٔ پوشش زمین در دو طبقهٔ پوشش سبز و سایر طبقات به‌دست آید. سپس با مرور منابع و مطالعات مشابه صورت‌گرفته در این زمینه مجموعه‌ای از پرکاربردترین سنجه‌های سیمای سرزمین انتخاب شد تا علاوه بر بررسی روند تغییرات آن‌ها بر اثر تغییر مقیاس به مقایسهٔ آن‌ها با سایر مطالعات نیز پرداخته شود. جدول ۱ نمایانگر توصیف سنجه‌های سیمای سرزمین استفاده‌شده در این پژوهش است.



شکل ۱. منطقهٔ مطالعه‌شده

1. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱. توصیف سنجه‌های استفاده‌شده در این پژوهش (UMASS, 2013; McGarigal *et al*., 2002)

نوع سنجه	حروف اختصاری	رابطه	واحد	متغیر
تعداد لکه	NP	n_i	بدون واحد	n_i= تعداد لکه‌های کاربری زمین،
تراکم لکه	PD	$\frac{n_i}{A}(۱۰۰۰۰)(۱۰۰)$	تعداد در ۱۰۰ هکتار	n_i= تعداد لکه‌های کاربری زمین، A= کل گسترهٔ سیمای سرزمین (m^2)،
شاخص شکل سیمای سرزمین	LSI	$\frac{E}{\min E}$	بدون واحد	E= طول کل حاشیهٔ کاربری زمین (m)، minE= طول حداقل حاشیهٔ ممکن (m)،
متوسط اندازهٔ لکه	MPS	$\frac{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}}{n_i}$	هکتار	a_{ij}= مساحت لکه‌های کاربری زمین (m^2)، n_i= تعداد لکه‌های کاربری زمین،
تراکم حاشیه	ED	$\frac{E}{A}(۱۰۰۰۰)$	بدون واحد	E= طول کل حاشیهٔ کاربری زمین (m)، A= کل گسترهٔ سیمای سرزمین (m^2)
میانگین فاصله اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایه	MNN	$\frac{\sum_{j=1}^{m} h_{ij}}{m}$	متر	h_{ij}= فاصلهٔ لکه‌های کاربری از یکدیگر (m)، m= تعداد کل نزدیک‌ترین لکه‌ها به هر لکه
شاخص متوسط لکه	MSI	$\frac{\sum_{j=1}^{n} ۰/۲۵ p_{ij} \Big/ \sqrt{a_{ij}}}{n_i}$	بدون واحد	p_{ij}= محیط لکه‌های کاربری زمین (m)، a_{ij}= مساحت لکه‌های کاربری زمین (m^2)
شاخص کل هستهٔ مرکزی	TCAI	$\frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{c}}{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}$	درصد	a_{ij}= مساحت لکه‌های کاربری زمین (m^2)، a_{ij}^{c}= مساحت هستهٔ مرکزی لکه کاربری زمین (m^2)

به‌منظور بررسی اثر مقیاس بر حساسیت سنجه‌های سیمای سرزمین در گام نخست به بررسی اثر اندازهٔ سلول بر روند تغییرات سنجه‌های سیمای سرزمین پرداخته شد. بدین منظور با ثابت نگاه‌داشتن اندازهٔ گسترهٔ مکانی، اندازهٔ سلول‌ها از ۳۰ متر[1] (اندازهٔ سلول‌ها در تصویر پردازش‌شدهٔ ماهوارهٔ لندست) به‌ترتیب به ۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰ و ۴۸۰ متر افزایش داده شد. سپس برای بررسی اثر گسترهٔ مکانی با ثابت نگاه‌داشتن اندازهٔ سلول‌ها در اندازهٔ ۳۰ متر به تغییر اندازهٔ گسترهٔ مکانی و بررسی تغییرات سنجه‌های سیمای سرزمین در محدوده‌های ۳۰۰، ۶۰۰، ۱۲۰۰، ۲۴۰۰ و ۴۸۰۰ هکتاری پرداخته شد. به‌منظور انتخاب این مقادیر عوامل متعددی ازجمله شیب تغییرات سنجه‌ها در مقیاس‌های مختلف مدنظر قرار گرفت. همچنین به‌منظور تغییر گسترهٔ مکانی از روش افزایش مورب[2] استفاده شد. به‌طورکلی، چهار روش برای تغییر در اندازهٔ گسترهٔ مکانی وجود دارد که شامل روش افزایش مورب (Pascual-Hortal & Saura, 2007)، روش افزایش گام‌به‌گام در واحد اصلی[3] (Baldwin *et al*., 2004)، روش واحدهای منظم تودرتو[4] (Wu *et al*., 2002) و روش پنجرهٔ متحرک[5] (Diaz-Varela *et al*., 2009) هستند. شکل۲ نشان‌دهندهٔ چهار روش مذکور برای تغییر در گسترهٔ مکانی است (Simova & Gdulova, 2012).

۳. نتایج

به‌منظور تهیهٔ نقشهٔ پوشش سبز در اولین‌گام با تبدیل مقادیر ارزش سلول‌ها به مقادیر تابش طیفی و سپس تبدیل این مقادیر به مقادیر تابش زمینی عمل تصحیح رادیومتریک بر روی تصاویر اعمال شد.

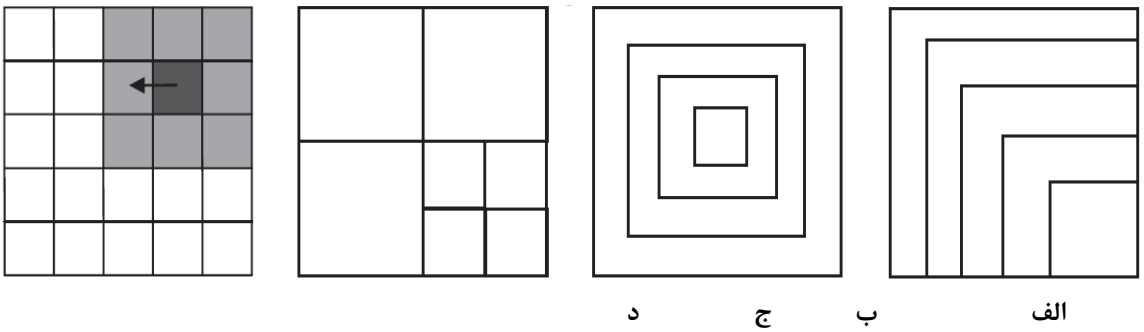
۱. منظور از ۳۰ متر، اندازهٔ یک ضلع سلول در تصاویر است که مجذور آن برابر با وسعت سلول است (در اینجا ۹۰۰ مترمربع یا ۰/۰۹ هکتار)

2. Diagonal increment
3. Step-wise expansion of the original unit
4. Regular nested units
5. Moving window

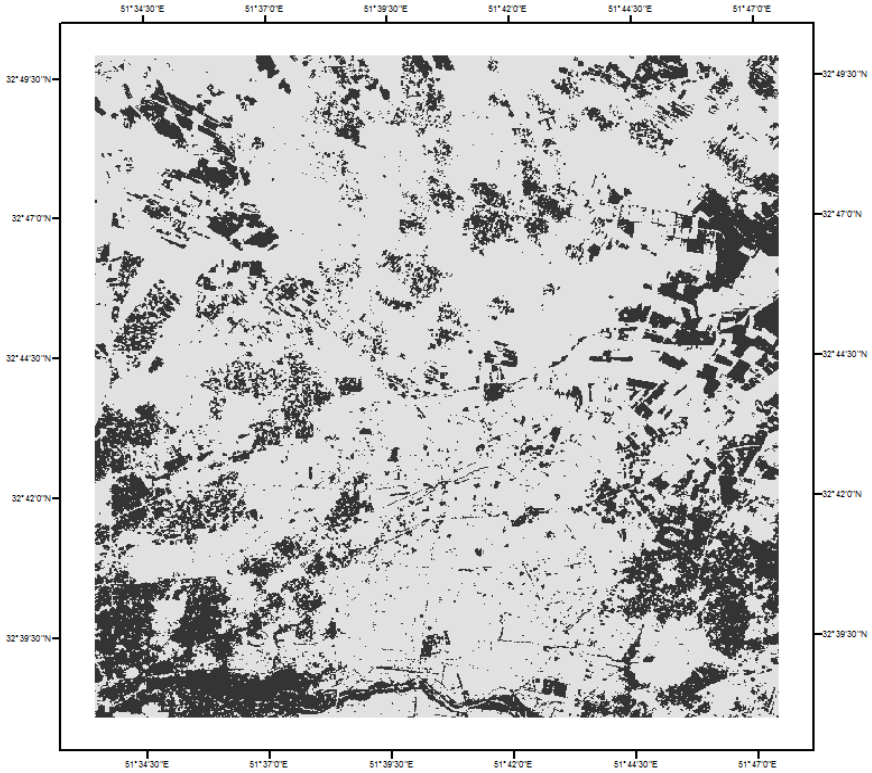
www.SID.ir

Archive of SID

سپس با استفاده از روش درخت تصمیم‌گیری و تعیین حدود آستانهٔ پوشش سبز در شاخص تفاوت نرمال‌شدهٔ گیاهی، نقشهٔ پوشش سرزمین در منطقهٔ مطالعه‌شده تهیه شد. شکل۳ نشان‌دهندهٔ نقشهٔ پوشش سبز در منطقهٔ مطالعه‌شده است.



شکل۲. روش‌های متفاوت تغییر گسترهٔ مکانی: الف) افزایش مورب؛ ب) روش افزایش گام‌به‌گام در واحد اصلی؛ ج) روش واحدهای منظم تودرتو و د) پنجرهٔ متحرک

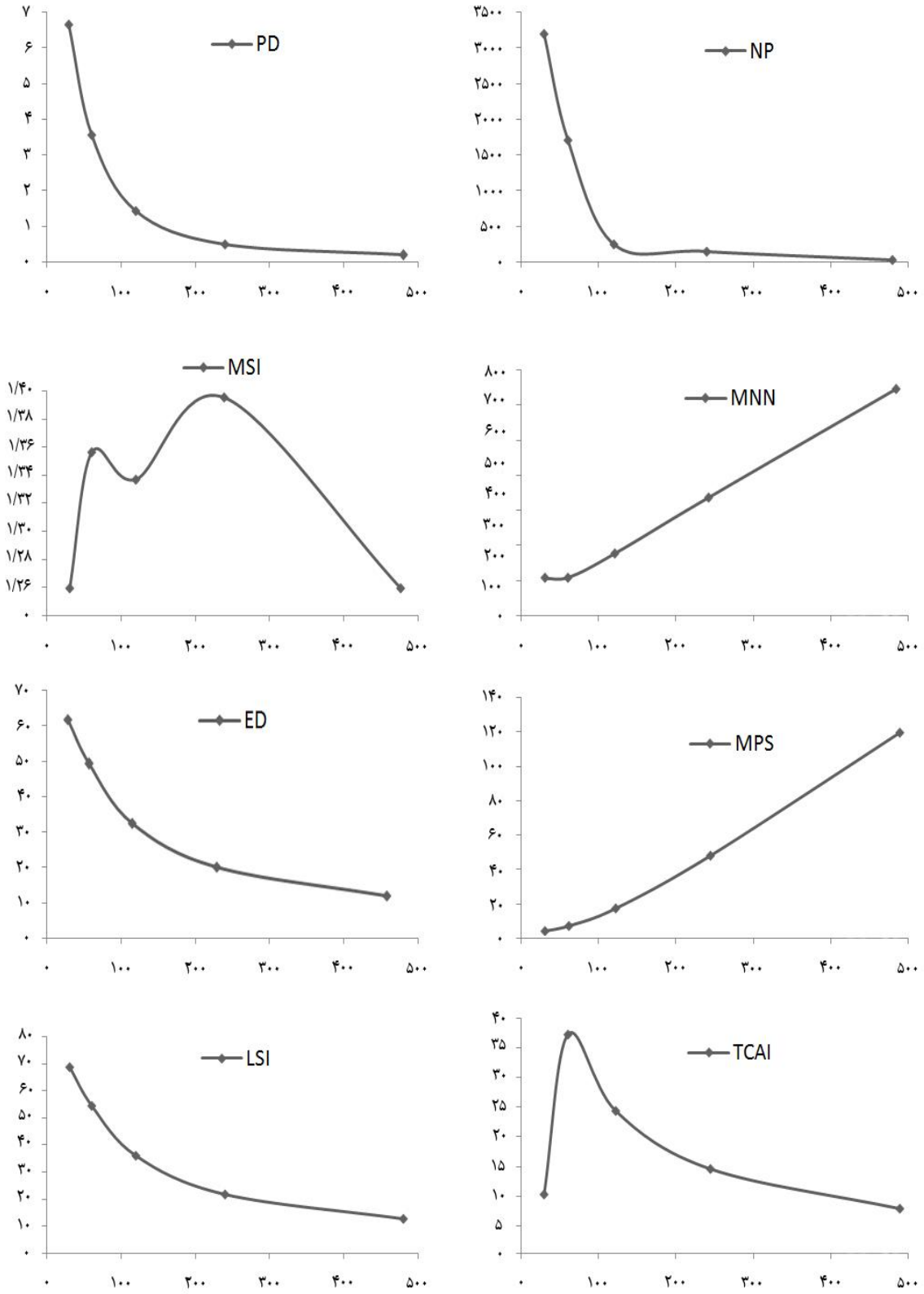


شکل۳. نقشهٔ پوشش زمین در منطقهٔ مطالعه‌شده

پس از تهیهٔ نقشهٔ پوشش سبز به بررسی روند تغییرات مجموعه‌ای از سنجه‌های سیمای سرزمین در پاسخ به تغییر مقیاس پرداخته شد. شکل‌های ۴ و ۵ به‌ترتیب روند تغییر سنجه‌های سیمای سرزمین را نسبت به تغییر اندازهٔ سلول و گسترهٔ مکانی نشان می‌دهد.

www.SID.ir

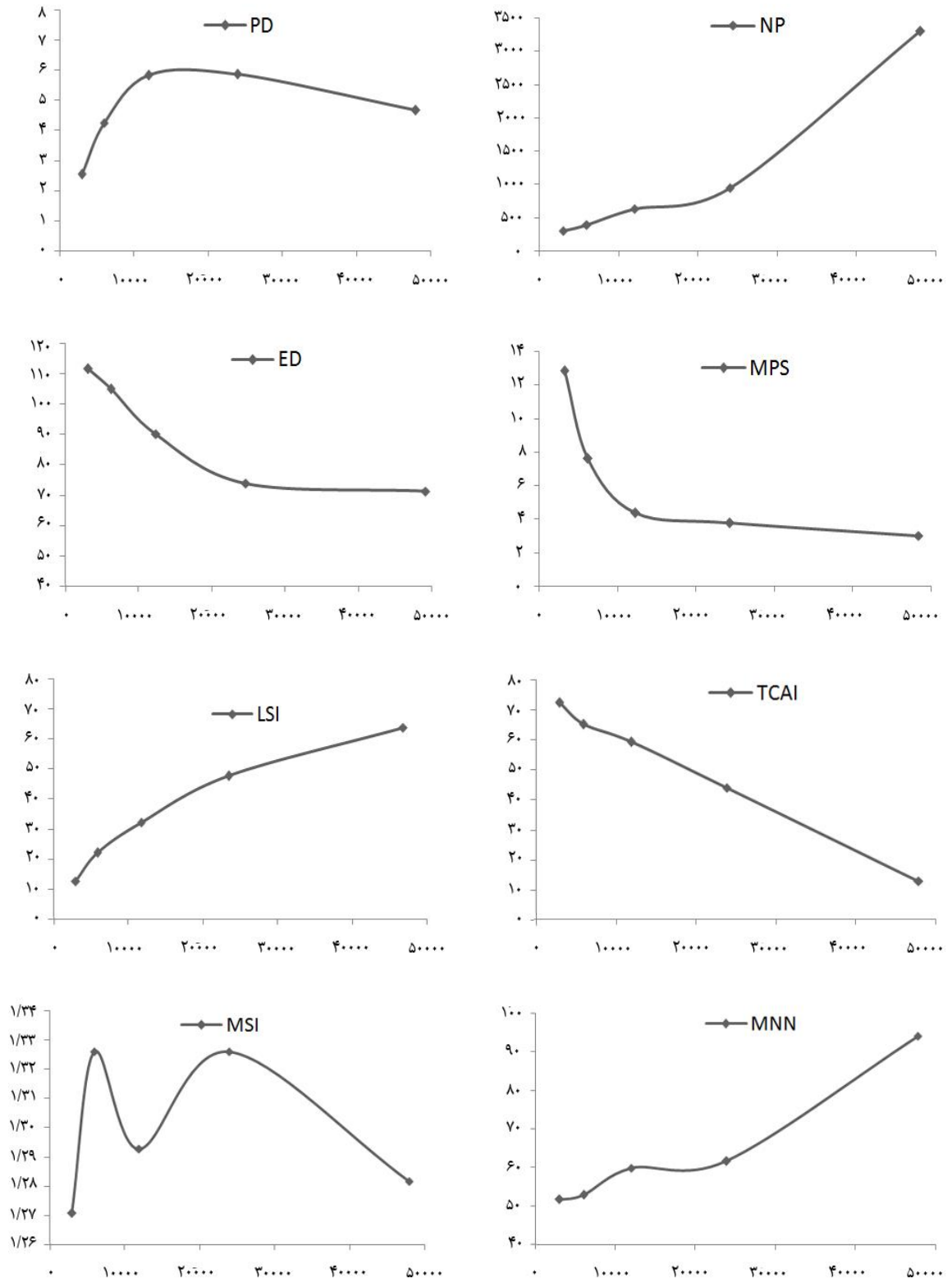
Archive of SID



شکل۴. نمودار روند تغییر سنجه‌ها (محور عمودی) در ارتباط با تغییر اندازهٔ سلول (محور افقی)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵. نمودار روند تغییر سنجه‌ها (محور عمودی) در ارتباط با تغییر گسترهٔ مکانی (محور افقی)

www.SID.ir

Archive of SID

۴. بحث و نتیجه‌گیری

۱.۴. روند تغییر سنجه‌ها در پاسخ به تغییر در اندازهٔ سلول‌ها

در این پژوهش براساس طبقه‌بندی McGarigal و همکاران (۲۰۰۲) از سنجه‌های تعداد لکه، تراکم لکه، تراکم حاشیه، شاخص شکل سیمای سرزمین و متوسط شکل سیمای سرزمین به‌منزلهٔ نمایندگان سنجه‌های بخش سطح/ حاشیه/ تراکم استفاده شد. روند تغییر سنجه‌های مربوط به این بخش نسبت به تغییر در اندازهٔ سلول‌ها عموماً قابل پیش‌بینی است (Simova & Gdulova, 2012). چنانکه از نتایج این پژوهش و نتایج سایر مطالعات انتظار می‌رود (Saura & Castro, 2007; Baldwin *et al*. 2004; Shen *et al*., 2004; Wu, 2004; Wu *et al*., 2002; Delcourt & Delcourt, 1996;)، عموماً با افزایش اندازهٔ سلول، مقادیر سنجه‌های تعداد لکه، تراکم لکه و تراکم حاشیه کاهش می‌یابند زیرا لکه‌های مشابه ادغام و حذف شده (کاهش مقادیر سنجهٔ تعداد لکه و تراکم لکه) و حاشیهٔ لکه‌ها ساده‌تر می‌شود (کاهش مقادیر سنجهٔ تراکم حاشیه) (Simova & Gdulova, 2012). همچنین سنجهٔ شاخص شکل سیمای سرزمین نیز مشابه با نتایج Wu (2004) و Shen و همکاران (2004) با روند کاهشی همراه بود زیرا مقادیر این سنجه با کاهش طول حاشیهٔ یک نوع خاص از کلاس کاربری یا با منظم‌شدن شکل آن‌ها کاهش می‌یابد (McGariga & Marks, 1995). نتیجهٔ حاصل از تغییر سنجهٔ متوسط اندازهٔ لکه همسو با نتایج Wu (2004)، Shen و همکاران (2004)، Wu و همکاران (2002) و Baldwin و همکاران (2004) با بزرگ‌ترشدن اندازهٔ سلول به‌دلیل افزایش وسعت لکه‌های کوچک و درنتیجه اثر بر میانگین کلی آن‌ها (Simova & Gdulova, 2012) به‌صورت افزایشی تغییر کرد.

مقادیر سنجهٔ متوسط فاصلهٔ نزدیک‌ترین همسایه که در بخش سنجه‌های جداافتادگی/ نزدیکی قرار دارد همسو با نتایج Hargis و همکاران (2003)، Millington و همکاران (2002) و Haines-Young & Chopping (1998) با افزایش اندازهٔ سلول‌های تصویر افزایش پیدا کرد. اگرچه براساس نظر Uuemaa و همکاران (2005) حساسیت این سنجه نسبت به افزایش اندازهٔ سلول به‌دلیل وابستگی رفتار آن نسبت به ساختار سیمای سرزمین (Simova & Gdulova, 2012) به‌صورت نامنظم تغییر می‌کند.

شاخص کل هستهٔ مرکزی نیز به‌منزلهٔ شاخصی از سنجه‌های هستهٔ مرکزی در مطالعات گوناگون، رفتارهای متفاوتی از خود نشان داد. در این مطالعه رفتار این سنجه مشابه با نتایج Baldwin و همکاران (2004) ابتدا به‌صورت افزایشی و سپس به‌صورت کاهشی تغییر کرد در صورتی که Millington و همکاران (2003) روند تغییر این سنجه را با افزایش اندازهٔ سلول به‌صورت افزایشی گزارش کرد.

رفتار سنجه‌های بخش شکل سیمای سرزمین مانند سنجهٔ شاخص متوسط شکل نسبت به تغییرات اندازهٔ سلول قابل پیش‌بینی نیست (Simova & Gdulova, 2012). براساس نتایج این پژوهش و نیز نتایج سایر مطالعات Wu (2004)، Shen و همکاران (2004)، Wu، همکاران (2002) و Uuemaa و همکاران (2005) رفتار سنجهٔ شاخص متوسط شکل در برابر تغییر در اندازهٔ سلول به‌صورت نامنظم تغییر می‌کند.

۲.۴. روند تغییر سنجه‌ها در ارتباط با تغییر گسترهٔ مکانی

براساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش و سایر مطالعات صورت‌گرفته در این زمینه (Shen *et al*., 2004; Wu, 2004; Wu *et al*., 2002) با افزایش گسترهٔ مکانی، روند تغییر مقادیر سنجهٔ تعداد لکه روند افزایشی داشت. مقادیر سنجهٔ تراکم لکه نیز ابتدا به‌صورت افزایشی و سپس به‌صورت کاهشی تغییر کرد. چنانکه Baldwin و همکاران (2004) روند تغییر مقادیر این سنجه را به‌صورت روندی کاهشی گزارش کرد. براساس نظر Simova &

www.SID.ir

Archive of SID

Gdulova (2012) سنجه‌هایی با مقادیر نسبی مانند تراکم لکه و تراکم حاشیه نسبت به تغییر گسترهٔ مکانی حساس نیستند. همچنین مقادیر سنجهٔ تراکم حاشیه برخلاف مقادیر مشاهده‌شده توسط Baldwin و همکاران (2004) که روند تغییر آن را ابتدا به‌صورت افزایشی و سپس به‌صورت کاهشی گزارش کردند، روندی کاهشی داشت. مقادیر سنجهٔ متوسط اندازهٔ لکه و شاخص شکل سیمای سرزمین نیز که در بخش سنجه‌های سطح/ حاشیه و تراکم قرار دارند به‌ترتیب روندی کاهشی (مشابه با Baldwin *et al.*, 2004) و روندی افزایشی (مشابه با Wu, 2004; Wu *et al.*, 2002) داشتند.

سنجهٔ متوسط فاصلهٔ نزدیک‌ترین همسایه و شاخص کل هستهٔ مرکزی نیز به‌ترتیب با روندی افزایشی و سپس کاهشی همراه بودند. روند تغییر این سنجه‌ها نسبت به افزایش گسترهٔ مکانی تنها توسط Baldwin و همکاران (2004) بررسی شده است که نتایج تغییر متوسط فاصلهٔ نزدیک‌ترین همسایه را به‌صورت کاهشی و نتایج شاخص کل هستهٔ مرکزی را به‌صورت افزایشی و سپس کاهشی گزارش کرد. همچنین نتایج سنجهٔ شاخص متوسط شکل نیز مشابه با نتایج Baldwin و همکاران (2004) به‌صورت نامنظم و بدون حساسیت مشاهده شد.

امروزه یکی از چالش‌های مهم در زمینهٔ تحلیل سیمای سرزمین فهم ارتباط بین الگوهای مکانی و فرایندهای اکولوژیکی است. از این‌رو مبحث مقیاس به‌منزلهٔ یکی از مهم‌ترین مباحث اکولوژیکی نقش مهمی در شناسایی آثار و فرایندهای اکولوژیکی، پیش‌بینی کارکردهای اکولوژیکی (مدل‌سازی سرزمین) و کاهش عدم قطعیت حاصل از آن‌ها دارد (Li & Wu, 2004). همچنین پیشرفت‌های فنون سنجش از دور و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی بوم‌شناسان، سیمای سرزمین را با انبوهی از سنجه‌های سیمای سرزمین به‌منظور بررسی ساختار سیمای سرزمین مواجه کرده است (Cushman *et al.*, 2008). بااین‌حال از طرفی انتخاب مناسب سنجه‌های سیمای سرزمین و از طرف دیگر انتخاب مناسب مقیاس مطالعه‌شده نقش مهمی در شناخت ارتباط بین الگوهای مکانی (که به‌صورت نقشه تهیه می‌شوند) و مقادیر سنجه‌ها و درنتیجه شناخت فرایندهای اکولوژیکی خواهد داشت.

اگرچه معمولاً انتخاب مقیاس در مطالعات اکولوژی سیمای سرزمین به‌طور غلط، دلبخواهی تعیین می‌شود (Wiens, 1989) رویکردهای متنوعی برای شناسایی مقیاس مناسب در مطالعات سیمای سرزمین معرفی شده‌اند که به‌طور مستقیم به جمعیت یا عملکرد بررسی‌شده بستگی دارند (Wiens, 1989). این رویکردها در دو دستهٔ کلی قرار می‌گیرند. رویکرد معمول، آنالیز ارتباط الگو-فرایند[1] (Thompson & McGarigal, 2002) نام دارد که در آن با بررسی‌های آماری بین پدیدهٔ مورد نظر و نقشه‌هایی که در آن شیبی از اندازه‌های متنوع سلول از مقادیر بزرگ (درشت)[2] تا کوچک[3] (یک سلسله‌مراتب مقیاس) وجود دارند و نیز استناد به تجربهٔ محقق نوع مقیاس مناسب برای مطالعهٔ عملکرد سیمای سرزمین به‌دست می‌آید. رویکرد دوم با مفاهیمی همچون همسایه‌های اکولوژیکی[4] (Addicott *et al.*, 1987) یا محدوده‌های پیرامونی[5] (Hutchinson, 1953; Haury *et al.*, 1978) شناخته می‌شود و در آن از فراوانی توزیع و تحرک جمعیت یا فعالیت پدیدهٔ مطالعه‌شده در سیمای سرزمین و در یک مقطع زمانی مشخص به‌منزلهٔ پایه و اساسی برای انتخاب مقیاس مناسب استفاده می‌شود.

در این مطالعه صرف نظر از ارتباط بین ساختار و نوع خاصی از عملکرد و درنتیجه انتخاب مقیاسی برای مطالعه، تنها به بررسی روند تغییرات مقادیر سنجه‌های سیمای سرزمین بر اثر تغییر مقیاس مکانی در دو بخش اندازهٔ سلول و گسترهٔ مکانی و مقایسهٔ آن با سایر مطالعات مشابه قرار گرفت تا

1. Pattern-process relationship
2. Coarse
3. Fine
4. Ecological neighborhood
5. Ambits

www.SID.ir

Archive of SID

دیدی کلی از چگونگی تغییرات متقابل مقیاس و سنجه‌های سیمای سرزمین به‌وجود بیاید. انجام مطالعات از این دست به‌خصوص مطالعات مربوط به اثر مقیاس کیفی (قدرت تفکیک موضوعی) بر حساسیت سنجه‌های سیمای سرزمین نقش مهمی در فهم ما از روند تغییر سنجه‌ها نسبت به عامل مقیاس و درنتیجه فهم ما از فرایندهای اکولوژیکی خواهد داشت.

REFERENCES

1. Addicott J.F. Aho, J.M., Antolin, M. F, Padilla, M.F., Richardson. J.S. and Soluk, D.A. 1987. Ecological neighborhood : scaling environmental pattern. Okios. 49, 340-346.
2. Arnof, A. 2011. Remote sensing for GIS managers. Tehran univercity press, Tehran, 710 p. (In Persian).
3. Arvidson, T. 2002. Personal Correspondence, Landsat 7 Senior Systems Engineer, Landsat Project Science Office. Goddard Space Flight Center, Washington, DC. 186 p.
4. Bailey, 2005. Ecosystem geography. Translated by Abdolrassoul Salman Mahini. Moje sabz publication. Tehran, 320 p. (In Persian).
5. Bailey, D., Herzog, F., Augenstein, I., Aviron, S., Billeter, R. and Szerencsits, E. 2007. Thematic resolution matters: indicators of landscape pattern for European agro-ecosystems. Ecological Indicators, 7, 692-709.
6. Baldwin, D., Weaver, K.; Schnekenburger, F. and Perera, A. H. 2004. Sensitivity of landscape pattern indices to input data characteristics on real landscapes: implications for their use in natural disturbance emulation. Landscape Ecology, 19, 255-271.
7. Buyantuyev, A., Wu, J., and Gries, C. 2010. Multiscale analysis of the urbanization pattern of the Phoenix metropolitan landscape of USA: time, space and thematic resolution. Landscape and Urban Planning, 94, 206-217.
8. Chander, C., Markham, B., and Helder, D. 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. Remote Sensing of Environment, 113, 893-903.
9. Cushman, S.A., McGarigal, K. and Neel., M.C. 2008. Parsimony in landscape metrics: Strength, universality, and consistency. Ecological indicators. 8, 691-703.
10. Delcourt, H. R. and Delcourt, P. A. 1996. Presettlement landscape heterogeneity: evaluating grain of resolution using General Land Office Survey data. Landscape Ecology, 11, 363-381.
11. Diaz-Varela, E. R., Marey-Pérez, M. F., and Álvarez-Álvarez, P. 2009. Use of simulated and real data to identify heterogeneity domains in scale-divergent forest landscapes. Forest Ecology and Management, 258, 2490-2500.
12. Farina, A. 2006. Principles and methods in landscape ecology. Dordrecht: Springer. 412 p.
13. Fortin, M. J., Boots, B., Csillag, F., and Remmel, T. K. 2003. On the role of spatial stochastic models in understanding landscape indices in ecology. Oikos, 102, 203-212.
14. Gao, J., and Li, S. 2011. Detecting spatially non-stationary and scale-dependent relationships between urban landscape fragmentation and related factors using geographically weighted regression. Applied Geography, 31(1), 292-302.
15. Haines-Young, R., and Chopping, M. 1996. Quantifying landscape structure: a review of landscape indices and their application to forested landscapes. Progress in Physical Geography, 20, 418-445.
16. Hargis, C. D., Bissonette, J. A., and David, J. L. 1998. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. Landscape Ecology, 13, 167-186.
17. Haury, L.R., McGown, J.A., and Wiebe P.H. 1978. Pattern and processes in the time-space scales of plankton distribution. Spatial pattern in Plankton communities (edt J.H. Steele), pp. 277-327. Plenum. New York.
18. Herold, M., Couclelis, H. and Clarke, K. C. 2003, The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. Journal of Computers, Environment and Urban Systems, 29(4), 369–399.
19. Hutchinson, G.E. 1953. The concept of pattern in ecology. Proceeding of the journal

www.SID.ir

Archive of SID

of the national academy of science of the USA, 150, 1-12.

20. Kelly, M., Tuxen, K. A., and Stralberg, D. 2011. Mapping changes to vegetation pattern in a restoring wetland: finding pattern metrics that are consistent across spatial scale and time. Ecological Indicators, 11, 263-273.
21. Krummel J.R., Gardner R.H., Sugihara G., O'Neill R.V. and Coleman P.R. 1987. Landscape patterns in a disturbed environment. Oikos, 48, 321–324.
22. Levin, S. A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology. Ecology, 73, 1943-1967.
23. Li, H., and Wu, J. 2004. Use and misuse of landscape indices. Landscape Ecology, 19, 389-399.
24. McGarigal, K., and Marks, B. J. 1995. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
25. McGarigal, K. 2002. Landscape pattern metrics. InEl-Shaarawi, A. H., & Piegorsch, W. W. (Eds.). Encyclopedia of environmetrics, Sussex, England: John Wiley & Sons. 2,1135-1142.
26. Millington, A. C., Velez-Liendo, X. M., and Bradley, A. V. 2003. Scale dependence in multitemporal mapping of forest fragmentation in Bolivia: implications for explaining temporal trends in landscape ecology and applications to biodiversity conservation. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 57, 289-299.
27. Pascual-Hortal, L., and Saura, S. 2007. Impact of spatial scale on the identification of critical habitat patches for the maintenance of landscape connectivity. Landscape and Urban Planning, 83, 176-186.
28. Rutledge, D. 2003. Landscape indices as measures of the effects of fragmentation: can pattern reflect process? Department of Conversation, New Zealand. DOC Science Internalseries98, http://doc.govt.nz/upload/documents/science-and-technical/DSIS98.pdf., (5 April 2013).
29. Salman Mahiny, A. 2007. Landscape metrics and erosion risk as two classes of quantitative Indicators fo rapid environmental impact assessment. Journal of agriculture science natural resources, 14(1), 224-237.
30. Saura, S. 2002. Effects of minimum mapping unit on land cover data spatial configuration and composition. International Journal of Remote Sensing, 23, 4853-4880.
31. Saura, S. and Castro, S. 2007. Scaling functions for landscape pattern metrics derived from remotely sensed data: are their subpixel estimates really accurate? ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 62, 201-216.
32. Shen, W., Jenerette, G. D., Wu, J., and Gardner, R. H. 2004. Evaluating empirical scaling relations of pattern metrics with simulated landscapes. Ecography, 27, 459-469.
33. Simova, P., and Gdulova, K. 2012. Landscape indices behavior: A review of scale effects. Applied Geography 34, 385-394.
34. Thompson and McGarigal, K. 2002. The influence of research scale on blad eagle habitat selection along the lower Hudson river, New York. Landscape ecology,17, 569-586.
35. Turner, M. G., O'Neill, R. V., Gardner, R. H. and Milne, B. T. 1989. Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape pattern. Landscape Ecology, 3, 153-162.
36. UMASS, (2013), Landscape Ecology program, http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/Conceptual%20Background/Background%20TOC. html (26 April 2013).
37. Uuemaa, E., Roosaare, J. and Mander, Ü. 2005. Scale dependence of landscape metrics and their indicatory value for nutrient and organic matter losses from catchments. Ecological Indicators, 5, 350-369.
38. Wheatley, M. 2010. Domains of scale in forest-landscape metrics: implications for species-habitat modeling. Acta Oecologica, 36, 259-267.
39. Wiens, J.A. 1989. Spatial scaling in ecology, Functional ecology, 3, 385-392.
40. Wu, J. 2004. Effects of changing scale on landscape pattern analysis: scaling relations. Landscape Ecology, 19, 125-138.
41. Wu, J., Shen, W., Sun, W. and Tueller, P. T. 2002. Empirical patterns of the effects of changing scale on landscape metrics. Landscape Ecology, 17, 761-782.

www.SID.ir