



Evaluation of Visual Quality of Landscapes of Hyrcani Forests using Remote Sensing and Landscape Metrics

Kobra Malhosseini Darani¹, Seyyed Mohsen Hosseini^{*2}, Samereh Falahatkar²

1. Faculty of Natural Resources and Environments, Malayer University, Malayer, Iran
2. Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

Received: 2019/05/30 | Accepted: 2019/08/8 | Published: 2019/10/23

Abstract

The purpose of this study was to determine the relationship between visual quality of Hyrcani forests and spatial pattern of land use in 9 locations in northern Iran. To do so, a significant portion of the area was photographed and ranked according to the views of a group of 150 viewers in terms of naturalness, cohesion, turbulence and complexity. The area map was prepared using Landsat 8- OLI image processing in 2016. Using the DEM layer and angle of view, their visible areas were identified and their spatial pattern of use was investigated using NP, PD, MPS, LSI, MNN, SHDI and PLAND land metrics. According to the results, forests near rangelands make up about 90% of the area. The results of MPS and LSI showed that the whole landscape was composed of patches ranging from 1 to 6 hectares. Landscape spots at location 6 are on average, more distant and forest patches at location 7 have the highest MNN. The lowest SHDI was obtained at point 2 and the highest at point 7. PLAND data showed that more than 50% of the landscapes were forest-related. The results of correlation analysis showed that there is a significant relationship between ($R \geq 0.60$, $P > 0.05$), especially between viewers' view of normality, cohesion, perturbation and SHDI and PLAND values. Visual preferences of people regarding recreational visits are areas with natural forest spots.

Keywords: Landscape, Visual quality, Landscape metric, Hyrcanian forest

This open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 3.0).

Malhosseini Darani, K., Hosseini, M., & Falahatkar, S. (2019). Evaluation of Visual Quality of Landscapes of Hyrcani Forests using Remote Sensing and Landscape Metrics. *Tourism Research*, 1(3), 77-89



Corresponding Information: Seyyed Mohsen Hosseini, Professor, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran E-mail: hosseini@europa.com

■ ارزیابی کیفیت بصری سیمای سرزمینی جنگل‌های هیرکانی با استفاده از سنجش از دور و متریک‌های سیمای سرزمین

کبری مل حسینی دارانی^۱، سید محسن حسینی^{۲*}، سامره فلاحتکار^۲

۱. دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
۲. دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

دریافت: ۱۳۹۸/۳/۹ | پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۱۷ | انتشار: ۱۳۹۸/۷/۱۱

چکیده

این مطالعه با هدف تعیین رابطه بین کیفیت بصری جنگل‌های ایرانی هیرکانی با الگوی فضایی مربوط به کاربری اراضی در ۹ مکان در شمال ایران انجام شده است. برای انجام این کار، بخش قابل توجهی از منطقه عکس برداری شد و بر اساس نظرات یک گروه از ۱۵۰ بیننده، تصاویر از نظر طبیعی بودن، انسجام، آشفتگی و پیچیدگی رتبه‌بندی شده‌اند. نقشه منطقه با استفاده از پردازش تصویر Landsat 8-OLI در سال ۲۰۱۶ تهیه شد. با استفاده از زاویه دید و لایه DEM منطقه، محدوده‌های قابل رؤیت، شناسایی و الگوی مکانی کاربری آن‌ها با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین NP, PD, MPS, LSI, MNN, SHDI و PLAND بررسی شد. بر اساس نتایج، جنگل در کنار مرتع در حدود ۹۰ درصد مساحت منطقه را تشکیل می‌دهند. نتایج MPS و LSI نشان داد که کل سیمای سرزمین از لکه‌هایی با وسعت بین ۱ تا ۶ هکتار تشکیل شده است. لکه‌های سیمای سرزمین در مکان ۶ به طور متوسط از هم فاصله بیشتری دارند و لکه‌های جنگل در مکان ۷، بالاترین مقدار MNN را دارند. حداقل مقدار SHDI در نقطه ۲ و بالاترین آن در مکان ۷ به دست آمد. داده‌های PLAND نشان داد که در هر نقطه، بیش از ۵۰ درصد مناظر مربوط به جنگل است. نتایج تحلیل همبستگی نشان داد رابطه معنی‌داری بین ($R \geq 0.60$, $P > 0.05$) به‌ویژه بین نظرات بینندگان در مورد طبیعی بودن، انسجام، آشفتگی و مقادیر SHDI و PLAND وجود دارد. ترجیح بصری مردم در بازدید تفریحی، مناطقی با لکه‌های طبیعی جنگل است.

واژه‌های کلیدی: سیمای سرزمین، کیفیت بصری، متریک سیمای سرزمین، جنگل هیرکانی

حسینی دارانی، کبری مل، حسینی، سید محسن، فلاحتکار، سامره. (۱۳۹۸) ارزیابی کیفیت بصری سیمای سرزمینی جنگل‌های هیرکانی با استفاده از سنجش از دور و متریک‌های سیمای سرزمین. پژوهش گردشگری،

۱(۳)، ۷۷-۸۹



مقدمه

ارزیابی بصری سیمای سرزمین از مدت‌ها قبل مورد توجه محققان و طراحان بوده است (Daniel, 2001)؛ این توجه در دهه ۱۹۶۰ شدت بیشتری یافت (Frank et al., 2013). این علاقه دو دیدگاه با دو رویکرد متمایز به آنها را نشان می‌دهد. یکی از این دیدگاه‌ها که بیشتر مورد توجه قرار دارد در طبقه رویکردهای طراحی کارشناسی قرار دارد (Zube et al., 1987) که در آن، ویژگی‌های سیمای سرزمین (مانند شکل، خط، تنوع و وحدت) را برای بررسی کیفیت سیمای سرزمین مدنظر قرار می‌دهند (Daniel, 2001). دیدگاه دیگر مبتنی بر ادراک است (Wu, 2006) و رویکردی جدید است که سعی در ادغام نظرات بینندگان و تعیین و ارزیابی کیفیت سیمای سرزمین با استفاده از نرم‌افزار GIS دارد (Wu 2006; Daniel 2001). مشکل اصلی در گروه دوم رویکردها، ناتوانی در تشخیص این نکته است که سیمای سرزمین چگونه به چشم ناظر می‌آید و وجود چه عناصری در سیمای سرزمین توجه ناظر را جلب می‌کند (Frank et al., 2013). همان‌طور که بسیاری از محققان بیان کردند رویکرد اول، یعنی نظرات ناظران با استفاده از پرسش‌نامه و سؤال قابل تشخیص است در حالی که بخش دوم یعنی یافتن عناصر سیمای سرزمین سخت‌تر و تعریف اجزای آن مشکل‌تر است.

در دهه‌های گذشته، سنجش از دور یک مبنای علمی و عملی برای درک بهتر فرآیندها و کارکردهای تغییر ظاهر زمین فراهم کرده است (Campbell & Wynne, 2011). طبقه‌بندی پوشش/کاربری زمین (LULC: Land Use and Land Cover Changes) یکی از مهم‌ترین کارهایی است که به کمک تکنیک‌های Remote Sensing انجام شده است (Atkinson & Lewis 2000). چنین تلاش‌هایی برای تولید اطلاعات دقیق در مورد موقعیت و توزیع طبقات LULC، موضوع اصلی بسیاری از مطالعات در رشته‌های مختلف بوده است (Glaeser & Kahn 2004; Jabbarian Amiri 2004; Nakane 2009; Sakiieh 2017).

به عنوان مثال، نقشه‌های موضوعی تهیه شده توسط تکنیک‌های RS، حفاظت و مدیریت منابع زمین و زیستگاه‌های حیات‌وحش را تسهیل کرده است (Leitão et al., 2012). این موضوع در محدوده بوم‌شناسی سیمای سرزمین قرار دارد که

از طریق آن، الگوی مکانی طبقات کاربری زمین و عملکردها و فرآیندهای اکولوژیکی مربوط به آنها را با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین بررسی می‌کند (McGarigal et al., 1994; Leitão et al., 2012). این دو در کنار هم، داده‌های مکانی موضوعی دقیق تولید شده توسط RS و توانایی متریک‌های سیمای سرزمین برای کمی کردن الگوهای فضایی طبقات کاربری زمین، به بسیاری از محققان برای کشف ابعاد مختلف مطالعات محیطی جهت داده است (Fan & Myint, 2014; Jaafari et al., 2016; Klosterman et al., 2014). همان‌گونه که در این پژوهش بررسی می‌شود و یک زمینه پژوهشی جدید در حال شکل‌گیری است، کیفیت بصری سیمای سرزمین را از جایگاه یک ناظر (که زیبایی نسبی سیمای سرزمین خواننده می‌شود (Daniel 2001) و آنچه سنسورهای ماهواره‌ای از فضا نشان می‌دهند را با یکدیگر تلفیق می‌کنند. در محدوده مطالعات انجام شده تا به امروز، چنین ارتباطی فقط در یک مطالعه توسط Ozkan در سال ۲۰۱۴ صورت گرفته است. مطالعه وی شامل بررسی الگوهای مکانی کلاس‌های LULC در مناظر شهر استانبول با استفاده از داده‌های تصاویر ماهواره IKONOS و متریک‌های سیمای سرزمین و سپس مقایسه نتایج با چیزی است که ناظران از ارزش زیبایی سیمای سرزمین بیان می‌کنند.

مطالعه Ozkan (2014) مبنایی برای ارزیابی کیفیت بصری سیمای سرزمین با استفاده از داده‌های حسی دریافت شده از راه دور ارائه می‌دهد. با این وجود، تحقیقات بیشتر نیاز به توانایی بیشتر سنجش از دور در تشخیص ابعاد مختلف سیمای سرزمین و مقیاس‌های جغرافیایی دارد. با انجام این کار و در راستای مطالعه فوق، در این پژوهش سعی شده است کیفیت بصری جنگل‌های هیرکانی ایران ارزیابی شود. برخلاف مطالعه Ozkan، این پژوهش مجموعه‌ای از آنالیزهای فضایی GIS را به کار می‌برد مانند آنالیز DSM، VISIBILITY؛ به‌علاوه از تکنیک‌های پردازش تصویر لندست برای ارزیابی کیفیت بصری سیمای سرزمین جنگل در مقیاس وسیع استفاده می‌کند. برای رسیدن به این مهم، مراحل زیر انجام می‌شود:

۱. طبقه‌بندی کلاس‌های اصلی کاربری/پوشش اراضی با پردازش تصویر لندست
۲. اندازه‌گیری محدوده قابل دید از جایگاه ناظر با استفاده از

تکنیک‌های آنالیز فضایی

۳. بررسی نظر ناظران در مورد زیبایی سیمای سرزمین و

۴. ارزیابی رابطه بین دیدگاه ناظران و الگوهای فضایی طبقات

LULC

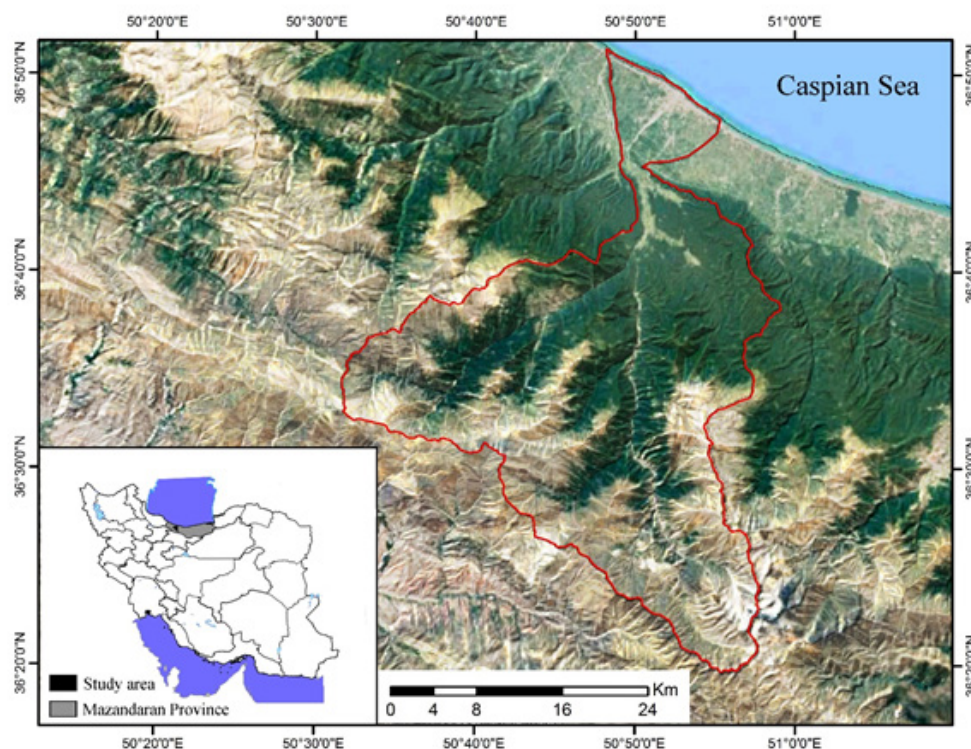
روش بررسی

حوضه آبخیز دوهزار و سه‌هزار با مساحتی بالغ بر ۷۷۴۴۳ هکتار، بین عرض جغرافیایی ۲۲ ۱۹ ۳۶ تا ۲۵ ۴۵ ۳۶ و طول جغرافیایی ۰۶ ۲۱ ۵۰ تا ۰۳ ۲۳ ۵۰، از شمال به جلگه ساحلی دریای خزر و شهرستان تنکابن، از جنوب به حوضه‌های آبخیز پلرود کلاچای و رودخانه الموت استان قزوین، از شرق به حوضه‌های آبخیز سرد آبرود کلاردشت و آزارود نشتارود و لیره سر تنکابن و از غرب به حوضه‌های آبخیز رودخانه چالکرد و رودخانه تیروم رود محدود می‌شود. جنگل‌های هیرکانی به‌خاطر بکر بودن در بعضی از مناطق، کوهستانی بودن، تنوع گونه‌ها، پهن برگ بودن، خزان‌کنندگی و چند اشکوبه بودن و آمیخته بودن آنها، هم در آب‌وهوای منطقه و هم در زیبایی و چشم‌انداز

مناظر طبیعی نقش مؤثری در جلب اکوتوریسم دارد و یکی از مهم‌ترین انتخاب‌های گردشگران و مردم بومی برای تفرج است و به مکانی برای ساخت‌وساز برای استفاده بیلابقی مردم بومی و غیربومی تبدیل شده است. تغییر کاربری اراضی در سال‌های گذشته سبب تغییر سیمای سرزمین در این منطقه شده است. شکل ۱، چیدمان حوضه آبخیز دوهزار و سه‌هزار تنکابن را در شمال ایران نشان می‌دهد.

پردازش تصویر

با توجه به مقیاس تجزیه و تحلیل، یک تصویر Landsat 8 OLI با مسیر و ردیف ۱۶۵ و ۳۵ بدون پوشش ابر در بالای منطقه به طور آزاد در ۸ ژوئن ۲۰۱۶ از وبسایت USGS US (earthexplorer.USGS.gov) به دست آمد تا کلاس‌های اصلی LULC طبقه‌بندی شود. به منظور ارتقاء کیفیت باندهای طیفی تصویر و انجام یک روش طبقه‌بندی دقیق‌تر، باندهای طیفی از نظر اصلاحات جوی و رادیومتریک، پیش‌پردازش شدند. با داشتن مجموعه‌ای از باندهای از پیش پردازش شده، از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال (MLC)



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه در شمال ایران

توزیع و ترکیب کاربری زمین شامل طبیعی و انسانی در منطقه بود. موقعیت جغرافیایی نقاط با استفاده از GPS ثبت شد. سپس این نقاط برای بررسی اینکه یک ناظر با زاویه دید ۱۲۰ درجه چه محدوده‌ای را می‌تواند ببیند، وارد نرم‌افزار GIS شد. یک لایه DEM از منطقه برای اجرای این مدل لازم است. با توجه به فرض این پژوهش مبنی بر نظرات ناظر در بررسی کیفیت سیمای سرزمین با استفاده از لایه DEM منطقه و در نظر گرفتن ارتفاع کاربری‌های مختلف که مانع دید ناظر می‌شود، DSM، منطقه تولید و به کار برده شد. سپس لایه DSM و لایه LULC روی هم‌گذاری شد و با استفاده از پارامترهای مندرج در جدول ۱ میزان دید هر نقطه مشخص شد.

برای طبقه‌بندی طبقات کاربری زمین شامل جنگل، مرتع، اراضی ساخته شده و مسکونی، رخنمون (exposure) سنگی، کشاورزی و آبی‌پروری استفاده شد. در نهایت دقت و صحت روش طبقه‌بندی با استفاده از ضریب کاپا سنجیده شد. نقاط دید نیز با استفاده از بازدیدهای میدانی و استفاده از تصاویر با دقت بالا و عکس‌های هوایی در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ (تهیه شده از سازمان نقشه‌برداری ایران) تعیین شد.

اندازه‌گیری محدوده دید

مجموعه‌ای از ۹ نقطه دید با استفاده از بازدیدهای میدانی مکرر انتخاب شد. هر کدام از نقاط دید دربرگیرنده سطوح مختلف

جدول ۱. پارامترهای بصری و کلاس‌های مشاهده شده در نقاط دید

نقطه دید	ارتفاع (متر)	شروع زاویه دید	پایان زاویه دید	طبقات کاربری مشاهده شده
۱	۱۴۵۴	۲۰۰	۸۰	جنگل، مرتع، معدن
۲	۴۷۸	۱۸۰	۲۰۰	جنگل، کشاورزی، آبی‌پروری
۳	۱۱۱۳	۱۲۰	۲۴۰	جنگل، کشاورزی، آبی‌پروری، رخنمون سنگی
۴	۱۲۶۱	۱۸۰	۶۰	جنگل، کشاورزی، ساخته شده، مرتع
۵	۸۰۶	۱۰	۱۳۰	جنگل، ساخته شده
۶	۹۷۱	۱۲۵	۲۴۵	جنگل، ساخته شده، مرتع، رخنمون سنگی
۷	۱۳۷۲	۲۱۰	۹۰	جنگل، ساخته شده، مرتع، کشاورزی
۸	۶۸۵	۶۰	۳۰۰	جنگل، کشاورزی، مرتع
۹	۱۱۲۷	۱۲۰	۲۴۰	جنگل، مرتع، کشاورزی، ساخته شده

در سطح کلاس و سیمای سرزمین اندازه‌گیری می‌شوند. در سطح کلاس، تجزیه و تحلیل فقط بر مناطق جنگلی متمرکز شده است تا نحوه توزیع لکه‌های جنگلی در محدوده بصری مشخص شود. برای دانستن این نکته که چگونه طبقات LULC بر کیفیت بصری سیمای مناطق جنگلی اثر گذاشته است و منظره بکر جنگل‌ها را مختل کرده است، متریک‌ها در سطح سیمای سرزمین انتخاب شدند. متریک‌های سیمای سرزمین بر اساس طبقه‌بندی ارائه شده توسط Rutledge (2003) در سه کلاس شامل ترکیب، ساختار و پیکربندی با توجه به تعاریف

کمی‌سازی متریک‌های سیمای سرزمین

با توجه به بررسی گسترده ادبیات پژوهش (del Castillo et al., 2015; Carrara et al., 2015; Kayiranga et al., 2016) تفسیر گسترده متریک‌های سیمای سرزمین توسط McGarigal و همکاران (2004)، مجموعه کوچکی از متریک‌های سیمای سرزمین برای بررسی کیفیت بصری جنگل‌های هیرکانی انتخاب، اندازه‌گیری و آنالیز شد. در این بخش، تمایل به سمت متریک‌هایی است که کیفیت بصری سیمای سرزمین را از جایگاه یک ناظر را دارند و متریک‌های سیمای سرزمین

مورد شکل ژئومتریک لکه‌های جنگلی و کل سیمای سرزمین ارائه دهد. میانگین فاصله نزدیک‌ترین همسایه (MNN) به عنوان یک متریک پیکربندی برای تعیین چگونگی توزیع جنگل و کل سیمای سرزمین در کل منطقه انتخاب شدند. در جدول ۲ خلاصه‌ای از اطلاعات متریک‌های سیمای سرزمین به کار برده شده نشان داده شده است.

متریک‌ها انتخاب شدند. در صورت بررسی در ترکیب سیمای سرزمین، تعداد لکه (NP)، تراکم لکه (PD)، اندازه متوسط لکه (MPS) در هر دو سطح و شاخص تنوع شانون (SHDI) و درصد مساحت زمین (PLAND) به ترتیب در سطح سیمای سرزمین و کلاس انتخاب شدند. شاخص شکل سیمای سرزمین (LSI) برای اندازه‌گیری ساختار سیمای سرزمین انتخاب شد تا اطلاعاتی در

جدول ۲. مشخصات متریک‌های سیمای سرزمین مورد استفاده در تحقیق

نام سنج	علامت اختصاری	تعریف	دامنه تغییرات	فرمول محاسبه
Patch Area Mean	MPS	میانگین مساحت لکه	$MPS > 0$ بدون محدودیت	$AREA = a_{ij} \left(\frac{1}{1 \dots 1} \right)$
Number of Patches	NP	تعداد لکه‌ها	$NP \geq 1$ بدون محدودیت	$N=NP$
Percentage of Landscape	PLAND	درصد از سیما	$0 < PLAND \leq 100$	$PLAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$
Patch Density	PD	تراکم لکه	$PD > 0$	$PD = \frac{N}{A} (10,000)(100)$
Shannon's Diversity Index	SHDI	تنوع شانون	$SHDI \geq 0$ بدون محدودیت	$SHDI = -\sum_{i=1}^m (P_i \cdot \ln P_i)$
Landscape Shape Index	LSI	شاخص شکل سیما	$LSI > 1$	$LSI = \frac{e_i}{mne_i}$

طراحی شده است.

اندازه‌گیری کیفیت بصری

- آیا منظره منسجم است و تا چه میزان انسجام دارد؟ (انسجام)
 - آیا منظره مختل شده است و تا چه حد اختلال مشاهده می‌شود؟ (اختلال)
 - آیا منظره الگوی پیچیده‌ای دارد و تا چه میزان (پیچیدگی) دارد؟ (پیچیدگی)
 - آیا منظره سیمای طبیعی دارد و تا چه اندازه آن را نشان می‌دهد؟ (طبیعی بودن)
- سؤال اول بیانگر منظره طبیعی در کل سیمای سرزمین است

در این بخش، از نقاط دید در منطقه با استفاده از یک دوربین عکسبرداری و با استفاده از لنز با زاویه دید ۱۲۰ درجه از منظره روبرو عکس‌برداری شد. پس از آن پرسش‌نامه‌ای برای بررسی نظرات بازدیدکنندگان از منطقه متشکل از یک گروه ۱۵۰ نفری تهیه، توزیع و جمع‌آوری شد. از آنان خواسته شد نظرات خود را درباره کیفیت بصری عکس‌های نشان داده شده در قالب یک بازه ۱- ۹ نشان دهند که امتیاز بالاتر بیانگر کیفیت زیبایی بالاتر سیمای سرزمین است. سؤال‌های پرسش‌نامه در قالب زیر

است تا بررسی شود آیا نظرات ناظران در مورد مقادیر اندازه‌گیری شده از متریک‌های سیمای سرزمین با هم ارتباط دارد یا خیر و اگر رابطه معنی‌دار است، تا چه حد است؟ لازم به ذکر است برای انجام تجزیه و تحلیل، متریک‌های سیمای سرزمین نشان دهنده یک همبستگی قابل توجه ($P > 0.05$ ، $R \geq 0.8$) با نمونه‌های سطح کلاس وجود دارد.

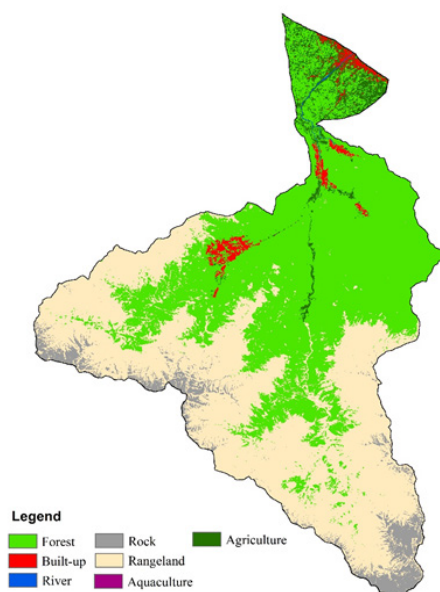
یافته‌ها

نقشه LULC و مساحت کلاس‌ها در شکل ۲ و جدول ۳ آورده شده است. ضرایب کاپا و آمار صحت کلی ۰/۹۵ و ۰/۹۶ به دست آمد که نشان‌دهنده صحت قابل قبول روش طبقه‌بندی انجام شده در این تحقیق است. کاربری جنگلی با مساحت بیش از ۴۱۰ هزار هکتار بزرگ‌ترین کلاس LULC منطقه است که در مرکز منطقه مورد مطالعه قرار دارد. آبی‌پروری کوچک‌ترین مساحت حدود ۳۲ هکتار را اشغال کرده است. مراتع کاملاً در ارتفاعات جنوبی منطقه توزیع شده و شامل حدود ۴۰۲۵۰۰ هکتار از منطقه است. جنگل و مراتع انواع غالب LULC هستند که تقریباً ۹۰ درصد از مساحت را تشکیل می‌دهند. زمین‌های ساخته‌شده و رودخانه نیز در قسمت شمالی منطقه واقع شده‌اند.

و بیان می‌کند که اگر الگوی تکراری از بافت و رنگ در منطقه مشاهده شود، انسجام افزایش می‌یابد. دیدگاه این پژوهش درباره انسجام مشابه دیدگاه Ode و همکاران (۲۰۰۸) است که بیان می‌کند انسجام معیار همگن و متناسب بودن کاربری مختلف چیده شده در کنار هم در یک منطقه است. در مقابل آن، اختلال، فقدان هماهنگی و تناسب در ابعاد مختلف سیمای سرزمین را نشان می‌دهد؛ جایی که عناصر سیمای سرزمین در تضاد با پس‌زمینه خود است (Fry et al., 2009; Ulrich, 1983). پیچیدگی، تنوع و غنای عناصر سیمای سرزمین را نشان می‌دهد و با توجه به تنوع و افزایش عناصر سیمای سرزمین در یک شرایط بی‌نظمی صورت می‌گیرد (Ode et al., 2008). طبیعی بودن به عنوان معیار بصری چهارم مورد بررسی، بیان می‌کند که سیمای سرزمین تا چه اندازه دست‌نخورده و بکر است. همچنین در مناطقی که از نظر اکولوژیکی قوی هستند، طبیعی بودن بسیار اهمیت دارد. چنین تعریفی در مورد طبیعی بودن، همان‌طور که در این تحقیق بیان شد بیشتر مربوط به پس‌زمینه سیمای سرزمین است (Ode et al., 2008).

ارزیابی بین متریک‌های سیمای سرزمین و ترجیحات بصری بازدیدکنندگان

در این بخش، از یک مدل رگرسیون ($P \leq 0.05$) استفاده شده



شکل ۲. نقشه کاربری اراضی تولیدشده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

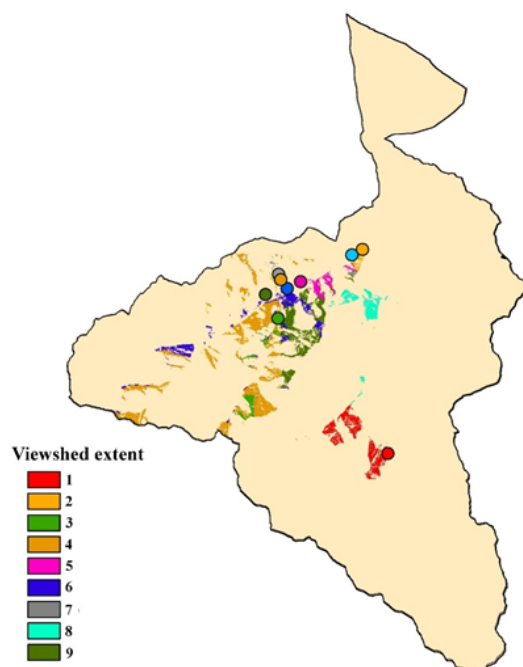
جدول ۳. مساحت کاربری‌های مختلف منطقه مورد مطالعه

آبزی‌پروری	کشاورزی	رخمون سنگی	رودخانه	ساخته شده	مرتع	جنگل	مساحت (هکتار)
۳۲	۲۸۱۱۳	۴۶۶۴۷	۸۴۱	۱۴۳۸۸	۴۰۲۴۰۷	۴۱۰۷۰۹	

و هم در سطح سیمای سرزمین بالا نبود. بالاترین مقدار PD در نقطه ۷ (تراکم پج بالاتر از ۱۲۰ در ۱۰۰ هکتار) در سطح سیمای سرزمین بود. نتایج MPS و LSI نشان داد که کل سیمای منطقه مورد مطالعه شامل تکه‌های پیچیده هندسی با اندازه متوسط نزدیک ۱ هکتار تا زیر ۶ هکتار است. نتایج MNN در هر مکان متفاوت است. به عنوان مثال، لکه‌های سیمای سرزمین در محل ۶ در مقایسه با لکه‌های جنگلی در فاصله بالاتر از یکدیگر قرار دارند، در حالی که در محل ۷، لکه‌های جنگلی بالاترین مقدار MNN به دست آمده نسبت به کل مکان‌های منطقه را دارند. حداقل SHDI، در محل ۲ (۰/۰۱) و بالاترین مقادیر در محل ۷ به دست آمد. نتایج PLAND نشان داد بیش از ۵۰ درصد مناظر در هر مکان با اراضی جنگلی پوشیده شده است.

با استفاده از آنالیز نقاط دید و پارامترهای مندرج در جدول ۱ و همچنین لایه DSM که با استفاده از ارتفاع درختان و مناطق ساخته شده، تولید شده است و محدوده‌های قابل دید با در نظر گرفتن ارتفاع ناظر (۱/۶ متر) به دست آمد. محدوده‌های قابل دید و غیر قابل دید در شکل ۳ نشان داده شده است. مناطق مختلف با چشم‌اندازهای مختلف قابل مشاهده است که مکان ۴ با مساحتی حدود ۱۸۸۵۰ هکتار، بیشترین محدوده قابل دید را دارد در حالی که ناظران نقطه‌دید ۲، فقط ۷۱۳ هکتار از سیمای سرزمین جنگل را می‌توانند ببینند.

نتایج کمی متریک‌های سیمای سرزمین هم در سطح کلاس جنگل و هم در سطح سیمای سرزمین در جدول ۴ آورده شده است. به دلیل غالبیت کاربری جنگل در محدوده مورد مطالعه، مقادیر NP در محدوده‌های قابل دید، هم در سطح کلاس جنگل



شکل ۳. محدوده‌های قابل دید از نقاط دید مختلف در محدوده مورد مطالعه

جدول ۴. نتایج متریک‌های سیمای سرزمین

موقعیت	LULC type	متریک‌های سیمای سرزمین						
		NP	PD	MPS	LSI	MNN	SHDI	PLAND
۱	Forest	۱۱۶	۱۸/۴	۳/۱۱	۲۱/۳۲	۴۳/۹۷	---	۵۷/۳۱
	landscape	۲۳۳	۱۲/۳	۱/۸۸	۲۷/۷۰	۴۰/۹۴	۰/۶۲	---
۲	Forest	۳۰	۳۷/۸۷	۲/۶۳	۱۲/۵۷	۷۴/۰۶	---	۹۹/۸۴
	landscape	۳۵	۴۴/۱۸	۰/۸۹	۱۲/۶۳	۶۶/۴۵	۰/۰۱	---
۳	Forest	۵۹	۲۸/۱۴	۱/۶۰	۱۳/۳۸	۶۰/۱۱	---	۳۸/۶۱
	landscape	۹۸	۴۶/۷۴	۱/۵۵	۱۲/۸۷	۱۲۱/۴۰	۰/۴۹	---
۴	Forest	۲۸۳	۱۳/۵۰	۳/۸۳	۲۵/۶۱	۴۷/۲۴	---	۴۵/۷۴
	landscape	۷۷۸	۳۷/۱۳	۱/۴۴	۳۹/۰۹	۸۴/۷۳	۰/۶۱	---
۵	Forest	۶۵	۳۲/۹۱	۳/۰۳	۱۵/۱۴	۴۶/۳۸	---	۹۹/۷۹
	landscape	۷۲	۳۶/۴۲	۱/۵۴	۱۵/۲۴	۳۶۷۲	۰/۰۲	---
۶	Forest	۳۱۹	۱۹/۸۵	۲/۵۷	۲۶/۹۱	۴۰/۶۷	---	۵۱/۱۹
	landscape	۶۵۶	۴۰/۸۳	۱/۳۰	۳۵/۸۱	۲۲۶/۸۱	۰/۵۳	---
۷	Forest	۷۹	۷۳/۹۴	۰/۷۷	۱۲/۲۶	۲۶۸/۲۵	---	۵۷/۶۳
	landscape	۱۲۹	۱۲۰/۷۵	۰/۶۵	۱۵/۵۲	۹۸/۰۱	۰/۶۸	---
۸	Forest	۸۷	۲۱/۱۶	۴/۶۸	۱۷/۲۲	۴۳/۹۶	---	۹۹/۰۸
	landscape	۷۵	۲۴/۵۴	۱/۷۱	۱۷/۵۰	۱۶۴/۹۳	۰/۰۵	---
۹	Forest	۱۵۶	۱۳/۴۸	۵/۵۶	۱۹/۹۵	۴۴/۴۳	---	۷۵/۰۹
	landscape	۲۲۶	۱۹/۵۳	۲/۶۸	۲۴/۲۸	۴۵/۳۵	۰/۳۷	---

پرسش‌نامه ترسیم شده است. نتایج حاصل از تحلیل همبستگی در جدول ۵ آورده شده است. بر اساس همین، نظرات بینندگان در مورد طبیعی بودن با مقادیر معیارهای بصری به دست آمده برای SHDI ($R = -0.71$) و PLAND ($R = 0.84$) ارتباط معنی‌داری داشت. نتایج مشابهی برای نظرات بینندگان درباره معیارهای اختلال نیز به دست آمد. رابطه بیشتری برای انسجام حاصل شد که با مقادیر NP، LSI، SHDI و PLAND ارتباط معنی‌داری داشت. هیچ ارتباط معنی‌داری از نظر پیچیدگی مشاهده نشد. علاوه بر این، PD، MPS و MNN در هر دو کلاس و سطح سیمای سرزمین با هیچ یک از نظرات بینندگان در مورد سیمای سرزمین ارتباط معنی‌داری نداشتند.

همبستگی بین مقادیر متریک‌های سیمای سرزمین به دست آمده از کلاس جنگل و سیمای سرزمین نشان داد رابطه معناداری ($R \leq 0.80$ ، $P > 0.05$) میان متریک‌های ترکیبی و ساختاری وجود دارد (NP: $R = 0.96$ ، PD: $R = 0.92$ ، MPS: $R = 0.80$) و رابطه کمی بین MNN ($P = 0.14$) و LSI ($R = 0.97$) دارد. بر این اساس، با توجه به اهمیت مناطق جنگلی در این تحقیق، ما معیارهای ترکیبی و ساختاری در سطح سیمای سرزمین را در تجزیه و تحلیل همبستگی لحاظ نکرده‌ایم.

اندازه‌گیری متریک‌های سیمای سرزمین که از طریق تحلیل همبستگی نمایش داده شده‌اند، در برابر میانگین چهار سؤال

جدول ۵. نتایج حاصل از تحلیل همبستگی بین مقادیر متریک‌های سیمای سرزمین و نظرات ناظران

متریک‌های سیمای سرزمین	میانگین مقادیر اعلام شده توسط ناظران			
	طبیعی بودن	انسجام	اختلال	پیچیدگی
NP	۰/۰۱	*-۰/۹۴	۰/۴۳	۰/۲۷
PD	۰/۱۱	۰/۴۶	۰/۰۶	-۰/۱۲
MPS	۰/۴۱	-۰/۲۲	-۰/۲۹	۰/۳۰
LSI	۰/۱۵	*-۰/۹۴	۰/۳۷	۰/۳۰
MNN- forest	۰/۰۱	-۰/۲۱	۰/۳۲	۰/۱۲
MNN-landscapes	۰/۳۶	۰/۳۳	-۰/۴۹	-۰/۱۲
SHDI	*۰/-۷۱	*-۰/۶۲	*-۰/۹۸	۰/۴۲
PLAND	*۰/۸۴	*۰/۶۰	*۰/۸۹	-۰/۲۸

*همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است

بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از یک نقشه DSM بر مبنای اصلاح دو پارامتر ارتفاع خانه‌ها و درختان کالیبره شد تا محدوده‌ی آنالیزهای مکانی به طور دقیق گویای منظره قابل مشاهده توسط بازدیدکنندگان باشد.

همان‌طور که در شکل ۲ و جدول ۳ نشان داده شده است، بخش مرکزی منطقه مورد مطالعه، مکانی که نقاط ارزیابی کیفیت بصری انتخاب شدند بیشتر توسط طبقه جنگل پوشیده شده‌اند به خصوص در موقعیت‌های ۲، ۵ و ۷. اما باید توجه داشت برخی از فعالیت‌ها به خصوص آبی‌پروری، کشاورزی، معدن‌کاوی، اگرچه به نسبت سطح جنگل سطح بسیار کمی از منظره قابل مشاهده را پوشانده است اما به طور معنی‌دار اثر منفی بر کیفیت بصری سیمای گذشته است. این تأثیر، همان‌طور که Ozkan (2014) نیز بحث کرده است، بیشتر تحت تأثیر الگوی مکانی و نحوه استقرار این کاربری‌ها به خصوص توسعه نواحی سکونتگاهی و معدن‌کاوی و حتی پوشش‌های طبیعی است تا وسعت هر یک از آن‌ها.

برای مثال، با استناد به نتایج حاصل از این تحقیق، مقدار سنجه SHDI در سطح سیمای سرزمین و PLAND در سطح کلاس به عنوان پارامترهای معنی‌دار ($P < 0/05$) و بیانگر درجه طبیعی بودن سیمای بصری معرفی شدند. این نتایج نشان می‌دهد اگر بخش بزرگ‌تری از سیمای مورد بررسی از کاربری مورد نظر تشکیل شده باشد (مقادیر بالای PLAND برای

هدف این مطالعه بررسی توانایی ترکیبی سنجش از دور، سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنج‌های سیمای سرزمین در اندازه‌گیری کیفیت بصری جنگل‌های هیرکانی در شمال ایران است. در واقعیت هنوز وجود ارتباط معنی‌دار بین کیفیت بصری سیمای از دید یک بیننده که روی سطح زمین ایستاده است با چیزی که یک سنسور ماهواره‌ای از ارتفاع حدود ۴۰۰ کیلومتری از سطح زمین برداشت می‌کند (مانند تصاویر ماهواره OLI- ۸) به خوبی اثبات نشده است؛ حال آنکه این مطالعه و مطالعه قبلی انجام شده توسط Ozkan (2014) نشان دادند که درجاتی از ارتباط بین این دو نگاه به یک سیمای سرزمین وجود دارد و این موضوع فرصت‌های جدیدی برای انجام مطالعات زیست‌محیطی، به‌ویژه ارزیابی اثرات پروژه‌های جدید فراهم می‌کند. یکی از نکات مهم و قابل توجه در این نوع مطالعات، تعیین دقیق محدوده قابل مشاهده در هر دو حالت است. برای این منظور پارامترهای معرفی شده به اکستنشن visibility در نرم‌افزار ArcGIS 10.x به گونه‌ای انتخاب شد که دقیقاً با لنز دوربین عکس‌برداری شده از منطقه (برابر با ۱۲۰ درجه) همخوان باشد و بر این اساس به شکل واقع‌گرایانه‌تری به مقایسه کیفیت بصری سیمای از دو منظر مشاهده شده به آن پرداخته شود. همچنین این اکستنشن با



بین دو نوع نگاه به یک سیمای سرزمین و اولین مطالعه انجام شده در مقیاس بزرگ است. نتایج این تحقیق نشان از وجود برخی ارتباطات بین ترجیحات بینندگان در مورد کیفیت بصری سیمای جنگل‌های هیرکانی در چهار بخش طبیعی بودن، پیوستگی، انسجام و پیچیدگی با سنجه‌های سیمای سرزمین کمی شده از یک نقشه‌ی کاربری پوشش اراضی حاصل از پردازش تصاویر ماهواره لندست است. این مطالعه نشان داد که محاسبه‌ی وسعت اشغال‌شده توسط پوشش جنگل (PLAND) و تنوع فعالیت‌های برهم‌زننده در پس‌زمینه سیمای سرزمین (SHDI) می‌تواند به شیوه‌ای سریع اطلاعاتی از طبیعی بودن، پیوستگی و انسجام سیمای سرزمین در اختیار قرار دهد هرچند مطالعات بیشتری نیاز است تا نتایج حاصل از این مطالعات و سایر مطالعات مشابه تأیید شود.

سیاسگزاری

نویسندگان از تمام افرادی که برای انجام این پژوهش، همکاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایند. این پژوهش با حمایت مالی نویسندگان انجام شده است.

تعارض در منافع

بین نویسندگان تعارضی در منافع گزارش نشده است.

کاربری مورد نظر در این مطالعه پوشش جنگل) و همچنین نواحی باقی‌مانده از تعداد کمتری از طبقات کاربری پوشش زمین درست شده باشد (مقادیر پایین SHDI)، آن منطقه از لحاظ بصری بیشتر مورد پسند مردم خواهد بود. پیوستگی نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای بررسی کیفیت بصری سیمای رابطه همبستگی مثبتی با PLAND و رابطه همبستگی منفی با SHDI داشت. همچنین این پارامتر با دو سنجه NP و LSI رابطه معنی‌داری را نشان داد که حصول این نتایج بیانگر این است که اگر منطقه مورد بررسی از تعداد پلیگون‌های بسیاری که دارای پیچیدگی شکلی بالایی هم هستند تشکیل شده باشد، آن منطقه از نظر کیفیت بصری در درجات پایینی قرار دارد.

مشابه با موارد اشاره شده در بالا، دو سنجه SHDI و PLAND به نوعی معرف میزان اختلال در سیمای سرزمین نیز هستند. این نتایج به طور کلی نشان‌دهنده این موضوع است که طبقه کاربری مورد بررسی و تنوع کاربری‌ها در پس‌زمینه از کلیدی‌ترین معیارها برای ارزیابی کیفیت بصری نواحی جنگلی در مناطق شمالی ایران است. این نتایج می‌تواند روشی ارزان، جامع و سریع برای کارشناسان و ارزیابان محیط‌زیست باشد تا به شیوه‌ای مؤثر، اثر انواع فعالیت‌های انسانی مانند توسعه سکونتگاه‌ها و کشاورزی و معدن‌کاوی بر کیفیت بصری جنگل‌های شمال را ارزیابی کنند. باوجود این نتایج، مطالعات بیشتری نیاز است تا توانایی مجموعه‌ی تکنیک‌های مکانی به‌خصوص فنون سنجش از دور در ارزیابی کیفی سیمای سرزمین به عنوان راهی جایگزین برای مطالعات میدانی تأیید شود.

در کل، به این نکته باید توجه کرد که این مطالعه برای مقایسه کیفیت بصری چند سیمای متفاوت در یک زمان مشخص طراحی شده است. اگرچه این روش مطالعه نتایج قابل قبولی به همراه داشت اما پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده کیفیت بصری یک سیمای سرزمین مشخص در طول زمان به‌خصوص قبل و پس از برپایی یک کاربری خاص ارزیابی شود تا نتایج محکم‌تری به دست آید. همچنین نیاز است از مجموعه‌ی بزرگ‌تری از سنجه‌های سیمای سرزمین استفاده شود تا اثر تمام جوانب مربوط به نحوه‌ی استقرار کاربری‌ها بر کیفیت بصری ارزیابی شود. استفاده از رویکردهای چندمقیاسی نیز می‌تواند در بخش شناسایی معیارهای مؤثر باشد.

این مطالعه یکی از اولین تلاش‌ها برای بررسی وجود ارتباط

فهرست منابع

- ArcGIS. (2006). 10.0 of Arc View, ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox and spatial analyst user's guide. Redlands, CA: ESRI.
- Aronoff, S. (2005). Remote sensing for GIS managers (Vol. Sirsi). doi: 9781589480810): Esri Press Redlands, CA.
- Atkinson. P. M., & Lewis, P. (2000). Geostatistical classification for remote sensing: an introduction. *Computers & Geosciences* 26(4), 361- 371.
- Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). Introduction to remote sensing. New York: Guilford Press.
- Carrara, E., Arroyo-Rodríguez, V., Vega-Rivera, J. H., Schondube, J. E., de Freitas, S. M., & Fahrig, L. (2015). Impact of landscape composition and configuration on forest specialist and generalist bird species in the fragmented Lacandona rainforest, Mexico. *J Biological Conservation*, 184, 117- 126.
- Daniel, T. C. (2001). Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *J Landscape and Urban Planning*, 54(1), 267- 281.
- del Castillo, E. M., García-Martin, A., Aladrén, L. A. L., & de Luis, M. (2015). Evaluation of forest cover change using remote sensing techniques and landscape metrics in Moncayo Natural Park (Spain). *J Applied Geography*, 62, 247- 255.
- Fan, C., & Myint, S. (2014). A comparison of spatial autocorrelation indices and landscape metrics in measuring urban landscape fragmentation. *J Landscape and urban planning*, 121, 117- 128.
- Frank, S., Fürst, C., Koschke, L., Witt, A., & Makeschin, F. (2013). Assessment of landscape aesthetics—validation of a landscape metrics-based assessment by visual estimation of the scenic beauty. *J Ecological Indicators*, 32, 222- 231.
- Fry, G., Tveit, M., Ode, Å., & Velarde, M. (2009). The ecology of visual landscapes: Exploring the conceptual common ground of visual and ecological landscape indicators. *J Ecological Indicators*, 9(5) 933- 947.
- Glaeser, E. L., & Kahn, M. E. (2004) Sprawl and urban growth. *Handbook of regional and urban economics*, 4, 2481- 2527.
- Jaafari, S., Sakieh, Y., Shabani, A. A., Daneshkar, A., & Nazarisamani, A. (2016). Landscape change assessment of reservation areas using remote sensing and landscape metrics (case study: Jajroud reservation, Iran). *J Environment, Development and Sustainability*, 18(6), 1701- 1717.
- Jabbarian Amiri, B., & Nakane, K. (2009). Modeling the linkage between river water quality and landscape metrics in the Chugoku district of Japan. *J Water resources management*, 23(5), 931- 956.
- Kayiranga, A., Kurban, A., Ndayisaba, F., Nahayo, L., Karamage, F., & Ablekim, A. (2016). Monitoring forest cover change and fragmentation using remote sensing and landscape metrics in Nyungwe-Kibira park. *J Geosci. Environ. Prot*, 4, 13.
- Klosterman, S., Hufkens, K., Gray, J., Melaas, E., Sonnentag, O., Lavine, I., et al. (2014). Evaluating remote sensing of deciduous forest phenology at multiple spatial scales using PhenoCam imagery. *Biogeosciences*, 4305.
- Leitão, A. B., Miller, J., Ahern, J., & McGarigal, K. (2012). Measuring landscapes: A planner's handbook. Washington, D.C.: Island press.
- McGarigal, K., Marks, B., Holms, C., & Ene, E. (1994). FRAGSTATS: spatial analysis program for quantifying landscape structure. Version 2.0. Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis, USA.
- Ode, A., Tveit, M. S., & Fry, G. (2008). Capturing landscape visual character using indicators: touching base with landscape aesthetic theory. *Landscape research*, 33(1), 89- 117.



- Ozkan, U. Y. (2014). Assessment of visual landscape quality using IKONOS imagery. *Environmental monitoring and assessment*. 186(7), 4067- 4080.
- Rutledge, D. T. (2003). *Landscape indices as measures of the effects of fragmentation: can pattern reflect process?* Paperback. 27 Pages.
- Sakieh, Y. (2017). Understanding the effect of spatial patterns on the vulnerability of urban areas to flooding. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 25, 125- 136.
- Ulrich, R. S. (1983). Aesthetic and affective response to natural environment. *Human Behavior & Environment: Advances in Theory & Research*, 6, 85- 125.
- Wu, Y., Hossain, H., Bishop, I. D., & Sposito, V. (2006) Using GIS in landscape visual quality assessment. *J Applied Gis*, 2 (3): Citeseer.
- Zube, E., Simcox, D. E., & Law, C. S. (1987). Perceptual landscape simulations: history and prospect. *Landscape journal*. 6(1), 62- 80.