مقاله پژوهشی

پایداری، توسعه و محیط زیست، دوره پنجم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳ (۵۰-۳۵)

ارزیابی ظرفیت جذب دیداری مناظر گردشگری تحت تأثیر پروژه‌های توسعه (مطالعه موردی: شهر منجیل)

سپیدا دارابی [۱]

سید مسعود منوری [۲*]

monavari.sm@yahoo.com

سید علی جوزی [۳]

راضیه رحیمی [۴]

علیرضا وفائی‌نژاد [۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۹ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۱۵**

چکیده

زمینه و هدف: ظرفیت جذب دیداری منظر (VAC) توانایی آن در جذب اثرات پروژه‌های توسعه بدون از دست دادن کیفیت و یکپارچگی دیداری را بیان می‌کند. برر سی ظرفیت جذب دیداری چ شم‌اندازها در مناظر گرد شگری می‌تواند در مدیریت و برنامه‌ریزی پایدارتر هنگام اجرای طرح‌های توسعه در مناظر محلی بسیار سودمند باشد. شهر منجیل به دلیل واقع شدن در مجاورت دریاچه سد سفیدرود از پتانسیل گردشگری بالایی برخوردار است، چشم‌اندازهای آن دارای ارزش دیداری مطلوبی هستند و سایت‌های توربین‌های بادی احداث شده در این منطقه اثرات دیداری قابل توجهی بر منظر محلی داشـــته‌اند. هدف از این مطالعه ارزیابی میزان جذب اثرات دیداری توربین‌های بادی به و سیله منظر موجود و همچنین شنا سایی بخش‌هایی با ح سا سیت دیداری پایین‌تر که برای ن صب توربین‌های بادی از پتان سیل بالاتری برخوردار می‌باشند، بوده است.

۱- دانشجوی دکتری گروه تخصصی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استاد تمام گروه تخصصی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- استاد تمام گروه محیط‌زیست، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴- استادیار، عضو گروه محیط‌زیست، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۵- دانشیار، عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

روش بررسی: ابتدا شاخص‌های مورد بررسی در سه گروه ژئومورفولوژی، پوشش زمین و دید دسته‌بندی شده‌اند و سپس با در نظر گرفتن تأثیر متقابل زیر شاخص‌ها بر یکدیگر وزن هر یک از لایه‌های اطلاعاتی با ا ستفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) تعیین شده ا ست و برای تهیه نقشه ظرفیت جذب دیداری منظر لایه‌ها روی‌هم‌گذاری شده‌اند.

یافته‌ها: در بخش‌هایی که سایت توربین‌های بادی رودبار واقع شده‌اند، قابلیت جذب دیداری منظر بالا بوده و از این رو درصد بالایی از اثر دیداری به وسیله منظر جذب گردیده و بر چشم‌اندازهای شاخص تأثیر منفی کمتری داشته است.

بحث و نتیجه‌گیری: در نظر گفتن شاخص فراوانی دید به عنوان یکی از شاخص‌های مورد بررسی در ارزیابی ظرفیت جذب دیداری منظر می‌تواند باعث افزایش دقت نتایج شود.

واژه‌های کلیدی: ظرفیت جذب دیداری(VAC)، حساسیت منظر، پروژه‌های توسعه، نیروگاه بادی.

J. Sus. Dev. & Env., Vol 5, No.2, Summer 2024, pp.35-50

Visual absorption capacity assessment of tourism landscapes considering effects of development projects (Case study: Manjil City)

Sepida Darabi [1]
Seyed Masoud Monavari [2*]
monavari.sm@yahoo.com
Seyed Ali Jozi [3]
Razieh Rahimi [4]
Alireza Vafaeinejad [5]

Admission Date:December 6, 2023 Date Received: January 29, 2023

Abstract

Background and Objective: The visual absorption capacity (VAC) of a landscape expresses its ability to absorb the effects of development projects without losing its visual quality and integrity. When development plans are implemented in local landscapes studying the visual absorption capacity in tourism landscapes can be very beneficial to achieve sustainable planning and management. Manjil City is located in the vicinity of Sefidrud Dam's lake and has high tourism potential, and its views have significant visual value, however, the sites of wind turbines which were built in this area have had significant effects on the local landscape. This study aimed to evaluate the amount of absorption of the wind turbines' impact by the existing local landscape and also to identify the zones with lower visual sensitivity.

Material and Methodology: The indicators were categorized into geomorphology, land cover, and visibility. Each of the layers' weight was determined using the analytic network process (ANP) and then layers has been overlaid to calculate the visual absorption capacity map of the study area.

Findings: In the zone of the Rudbar site, the visual absorption of the landscape is high, and therefore a high percentage of the visual effects have been absorbed by the landscape, consequently it has a less negative impact on the key views.

Discussion and Conclusion: The application of the viewing frequency criterion as one of the factors in assessing the visual absorption capacity of a landscape can increase the accuracy of the results.

Keywords: Visual absorption capacity (VAC), Landscape sensitivity, Development projects, Wind farm.

1- Ph.D. student, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Full Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. *(*Corresponding Author*)
3- Full Professor, Department of Environment, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4- Assistant Professor, Department of Environment, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
5- Associate Professor, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

مقدمه

ظرفیت جذب دیداری (VAC) زمین نشـــان دهنده توانایی آن در جذب عنا صر جدید، بدون از د ست دادن یکپارچگی دیداری اســـت که تغییرات قابل انجام در منظر را با توجه به ســـاختار، پوشش گیاهی، روشنایی طبیعی و دید آن مشخص می‌نماید (۱، ۲). ظرفیت جذب دیداری چشم‌انداز غالباً تحت تأثیر خصوصیات فیزیکی منظر قرار دارد و حســـاســـیت منظر در مقابل تغییرات حاصـــل از پروژه‌های توســـعه در بخش‌هایی که از ظرفیت جذب دیداری بالاتری برخوردار هستند، کمتر است (۳).

برآورد اثر فعالیت‌های انســـان بر روی چشـــم‌اندازها و پوشـــش گیاهی می‌تواند به حفاظت از یکپارچگی بوم‌شـــناختی و مناظر فرهنگی کمک نماید (۴). امروزه با افزایش توســـعه پروژه‌های نیروگاه‌های بادی که به دلیل ابعاد توربین‌ها تأثیر دیداری قابل توجهی بر منظر می‌گذارند، ارزیابی و بررســـی اثرات دیداری این پروژه‌ها به ویژه بر مناظر گرد شگری افزایش یافته ا ست (۵). به طور کلی اثرات د یداری در مناظر طبیعی که دارای جذابیت دیداری بالاتری هستند شدیدتر از مناظر مسکونی می‌باشد، که این موضوع نشان دهنده تأثیر قابل توجه نوع منظر و حساسیت آن در میزان اثرات به‌وجود آمده ناشـــی از توســـعه اســـت (۶). شناسایی مناظر با حساسیت بالای دیداری در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌های مدیریتی برای چشـــم‌اندازهای شـــاخص بســـیار تأثیر گذار خواهد بود. قابلیت مشاهده منظر یکی از فاکتورهای بسیار با اهمیت در تعیین حســـاســـیت منظر و در نتیجه ظرفیت جذب دیداری آن ا ست که در روش‌ها و مدل‌های محا سباتی متفاوتی مورد استفاده قرار گرفته است. در روشی که Store و همکاران (۲۰۱۵) برای ارزیابی حســـاســـیت مناظر جنگلی پیشـــنهاد نموده‌اند، جهت برآورد حساسیت دیداری، شاخص‌های قابلیت مشاهده منظر، جذابیت منظر برای ناظران و تعداد کاربران بالقوه به عنوان شاخص‌های اصلی مدنظر قرار گرفته است (۷). تجزیه و تحلیل قابلیت مشـــاهده امکان ارزشـــیابی اثرات ناســـازگار ســـاختارهای دیداری پروژه‌های توســـعه را فراهم می‌کند و به برنامه‌ریزی مناسب‌تر اقدامات اصلاحی برای بهبود کیفیت منظر کمـــک می‌نمـــایـــد (۸). همچنین در پژوهش Anderson و همکاران (۱۹۷۹) که با اســـتفاده از ظرفیت جذب د یداری، ارزیابی حســـاســـیت منظر نســـبت به تغییرات دیداری طرح‌های توسعه در زمین‌های جنگلی صورت گرفته است، شیب و پوشش گیاهی از جمله فاکتورهای مورد اســـتفاده می‌باشـــند (۹). از بکارگیری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در تکنیک‌های مورد استفاده برای مشخص نمودن نقاط‌دید شاخص و قابلیت مشاهده منظر در مطالعات پیشین نتایج مطلوبی حاصل گردیده است. در مطالعه کیانفر و همکاران (۲۰۱۱) که بر روی معادن سنگ انجام شده، نقش ارزیابی دیداری منظر در شنا سایی اثرات پروژه‌های توسعه بررسی شده است، که به این منظور یک روش تلفیقی با کمک قابلیت‌های نرم‌افزاری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در این زمینه، مورد اســـتفاده قرار گرفته و به مطالعه ظرفیت جذب دیداری منظر پرداخته شده است (۱۰).

برآورد اثرات دیداری توسعه بر منظر به دلیل ارتباط مستقیم آن با پوشش سطح زمین و سازه‌های عمودی در نقاط مختلف منظر دارای پیچیدگی زیادی می‌با شد و با افزایش فا صله شدت اثرات کاهش می‌یابد (۱۱). در پروژه‌های توســـعه نیروگاه‌های بادی افزایش فاصـــله از ناظران در کاهش میزان اثر دیداری و افزایش امکان جذب اثرات دیداری پروژه تو سط منظر تأثیر قبل توجهی دارد. با تغییر فاصـــله ناظر، تعداد و اندازه چشـــم‌اندازهای قابل مشـــاهده در دو بعد افقی و عمودی تغییر خواهد کرد (۱۲) در توربین‌های بادی به دلیل این که ارتفاع سازه‌ها زیاد است شیب زمین، توپوگرافی و پو شش گیاهی نیز می‌تواند در کاهش امکان مشـاهده پروژه از نقاط‌دید شـاخص بسـیار مؤثر باشـد و قابلیت جذب دیداری منظر را افزایش دهد. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که می‌توان با افزایش قابلیت جذب د یداری منظر از طریق کاشـت پوشـش گیاهی مناسـب بین نقاط‌دید و بخش‌هایی که سازه‌های مرتبط با پروژه در آن‌ها احداث شده‌اند، اثرات دیداری پروژه‌های توسعه را کاهش داد (۱۳). همچنین تعیین پتانسیل و تراکم پو شش گیاهی در نواحی مختلف منظر برای ارائه اقدامات

1- Visual absorption capacity

اصلاحی جهت کاهش اثرات دیداری در برنامه‌های مدیریتی پس از اجرای توسعه مفید خواهد بود. در روش مطالعه که توسط قمشلویی و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از متد ابرهولزر-۲۰۰۵ برای ارزیابی اثرات دیداری معادن سنگ لاشه مورد استفاده قرار گرفته است، ظرفیت جذب دیداری و قابلیت دید پروژه از جمله معیارهای مورد بررسی می‌باشند و نتایج حاصل اثرات دیداری و منظر ناشی از طرح توسعه را مشخص نموده است و بر اساس نتایج راهکارهایی برای کاهش و تعدیل اثرات نامطلوب دیداری ارائه شده است (۱۴). نقش استتاری درختان می‌تواند به طور چشمگیری اثرات دیداری را کاهش دهد و همچنین این توانایی را دارد تا با جذب دیداری، اثرات پروژه توسعه بر منظر را به طور کلی حذف نماید (۱۳). برای تأمین استتار دائمی و افزایش قابلیت جذب دیداری منظر نمی‌توان بر پوشش گیاهی متکی بود و برای اطمینان از ادامه دار بودن استتار از نقاط‌دید کلیدی ممکن است نیاز به برنامه‌های مدیریتی باشد به ویژه در جنگل‌های پهن‌برگ لازم است تغییرات فصلی پوشش برگ‌ها و خصوصیات استتاری درختان در ارتباط با موقعیت توربین‌ها مورد بررسی قرار گیرد، همچنین اثر استتاری گیاهان ممکن است با حرکت ناظر در منظر به سمت زمین‌های بلندتر و بازتر، تغییر کند یا از بین برود (۱۵). استفاده از پوشش گیاهی درختی برای استتار سازه‌ها صرف نظر از این که درختان به صورت ردیفی کاشته شده‌اند و یا به صورت پراکنده، به شکل قابل توجهی ادغام دیداری پروژه توسعه را در منظر افزایش می‌دهد (۱۶). کاشت گیاهان بومی و سازگار با منطقه در محدوده‌هایی که در آن توسعه صورت گرفته هویت منظر محلی و حس مکان منطقه را تقویت نموده و باعث ایجاد تعادل بهتر بین محیط طبیعی و توسعه صورت گرفته می‌شود (۱۷).

بررسی ظرفیت جذب دیداری چشم‌اندازها در مناظر گردشگری و همچنین مناظر محلی می‌تواند برای برنامه‌ریزی مطلوب‌تر جهت توسعه این مناطق از جمله توسعه‌های مرتبط با طراحی و ایجاد سازه‌های جدید در منظر محلی بسیار مفید باشد از جمله می‌توان به مطالعه Górka (۲۰۲۰) اشاره نمود که در آن به بررسی ظرفیت دیداری منظر پرداخته شده و ابزاری برای کمک به برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با طراحی در نواحی روستایی ارائه شده است (۱۸). به دلیل تأثیر قابل توجه تغییرات کاربری اراضی به ویژه در سکونتگاه‌های گردشگرپذیر بر پایداری محیط طبیعی از جمله چشم‌اندازها، هدایت تغییرات محیط بومی به سمت گردشگری پایدار طی فرایند اجرای طرح‌های توسعه اهمیت زیادی خواهد داشت (۱۹).

با توجه به پتانسیل بالای گردشگری در منطقه منجیل مشخص نمودن بخش هایی از منظر که دارای ظرفیت جذب دیداری بالاتری می‌باشند می‌تواند به برنامه‌ریزی در زمینه گسترش مسیرها و نواحی گردشگری کمک نماید. توربین‌های بادی موجود در منطقه مورد مطالعه به دلیل قابل مشاهده بودن از نقاط مختلف منظر به عنوان یک پروژه توسعه با اثر دیداری قابل توجه در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. ظرفیت جذب دیداری منظر می‌تواند در برنامه‌های توسعه توربین‌های بادی در کنار مطالعات فنی مربوط به جانمایی توربین‌ها جهت کاهش اثرات دیداری پروژه‌ها مورد استفاده قرار گیرد به ویژه زمانی که بیش از یک سایت توربین بادی در منطقه احداث می‌شود بررسی حساسیت و ظرفیت منظر برای کاهش و کنترل اثرات تجمعی دیداری در جلوگیری از تخریب مناظر و چشم‌اندازهای شاخص از اهمیت خاصی برخوردار خواهد بود.

مواد و روش‌ها

منطقه گردشگری منجیل در موقعیت جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی و عرض ۳۶ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی در استان گیلان و در مسیر اتوبان قزوین- رشت قرار گرفته است. توپوگرافی کلی این ناحیه کوهپایه ای می‌باشد. فاصله آن تا مرکز استان (رشت) برابر با ۸۰ کیلومتر و فاصله آن تا مرکز شهرستان (رودبار) ۵ کیلومتر است (۲۰). شهر منجیل به دلیل واقع شدن در مجاورت دریاچه سد سفیدرود از پتانسیل گردشگری بالایی برخوردار است، به‌ویژه در فصل بهار و تابستان گردشگران حضور بیشتری در این ناحیه دارند و همچنین مناظر و چشم‌اندازهای موجود دارای ارزش دیداری بالایی می‌با شد. از این رو، بررسی ظرفیت جذب دیداری بخش‌های مختلف منظر محلی نسبت به پروژه‌های توسعه و مشخص نمودن حساسیت

مناظر موجود می‌تواند به توسعه گردشگری پایدار در منطقه کمک نماید. سایت‌های نیروگاه بادی شاخص‌ترین پروژه‌های توسعه با اثر دیداری قابل توجه بر منظر محلی شهر منجیل و نواحی مجاور آن می‌باشند که در این مطالعه چگونگی تأثیر ظرفیت جذب دیداری منظر بر کاهش اثرات دیداری این سازه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

سایت‌های نیروگاه بادی احداث شده در منطقه شامل سایت توربین‌های بادی منجیل واقع در جنوب شهر منجیل، سایت توربین‌های بادی هرزویل واقع در ارتفاعات شمال شهر منجیل، سایت توربین‌های بادی رودبار واقع در ارتفاعات شهر رودبار و سایت توربین‌های بادی سیاهپوش واقع در منطقه طارم سفلی می‌باشند. نقشه‌های مربوط به موقعیت سایت‌های نیروگاه بادی موجود در منطقه بر اساس داده های سازمان انرژی های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق ترسیم گردیده است (۲۱). به دلیل ارتفاع زیاد سازه توربین‌های بادی اثر دیداری آن‌ها تا فاصله قابل توجهی باقی مانده و بر کیفیت منظر تأثیر گذار خواهد بود از این رو با وجود عدم قرار گرفتن برخی سایت‌های نیروگاه بادی در فاصله کمی از شهر منجیل اثر آن ها بر چشم‌اندازهای موجود همچنان قابل مشاهده می‌باشد.

به منظور تعیین امکان مشاهده پروژه‌های توسعه در منظر از روش تحلیل منطقه قابل مشاهده تئوریک (ZTV[1]) استفاده می‌گردد که این فرآیند با کمک مدل‌سازی کامپیوتری و نقشه سازی رقومی ساختار زمین صورت می‌گیرد (۲۲) جهت تعیین وسعت محدوده مورد مطالعه از فاصله پیشنهادی ارائه شده برای بررسی اثرات دیداری توربین های بادی (۲۳) و همچنین روش محاسبه‌ای که توسط Rodrigues و همکاران (۲۰۱۰) جهت برآورد حداکثر فاصله‌ای که شی در آن قابل رویت باقی می‌ماند مطرح گردیده (۲۴)، استفاده شده است و بر این اساس با توجه به توربین‌های ۶۶۰ کیلووات نصب شده در منطقه منجیل محدوده قابل مشاهده تئوریک برابر با ۲۰ کیلومتر از نقاط‌دید شاخص محاسبه شده است و همچنین ارتفاع دید ناظر در هر یک از نقاط‌دید برابر با ۱/۷ متر در نظر گرفته شده است. ترسیم نقشه محدوده شهر منجیل براساس نقشه دهستان‌های مرکز آمار ایران صورت گرفته است (۲۵). نقاط‌دید شاخص از طریق بررسی‌های میدانی و براساس نقشه مسیرهای گردشگری منطقه و در مسیرهای اصلی تردد در محدوده شهر منجیل که بیشترین میزان دید به سایت‌های توربین‌های بادی را دارند و همچنین محل عبور و توقف گردشگران می‌باشد، در نظر گرفته شده‌اند.

جهت تهیه نقشه‌های پایه و نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه از نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری استفاده شده است (۲۶). نقشه پراکندگی تغییرات توپوگرافی با محاسبه میزان تغییرات خطوط تراز در بخش های مختلف منطقه تهیه گردیده است. قسمت‌هایی از منظر که دارای توپوگرافی متغیری می باشند از توانایی بالایی در جذب اثرات دیداری برخوردار هستند و در بخش‌هایی که تغییرات توپوگرافی کم و شیب‌ها یکنواخت است، قابلیت جذب اثرات در منظر پایین‌تر خواهد بود (۱۰). علاوه بر توپوگرافی که نقش قابل توجهی در افزایش قابلیت جذب دیداری منظر دارد، پوشش گیاهی، میزان قابل مشاهده بودن بخش‌های مختلف منظر از دید ناظران، فاصله ناظر از بخش‌های مختلف منظر، شیب و جهت‌های جغرافیایی شیب‌ها نیز از فاکتورهایی هستند که بر VAC تأثیر گذار می‌باشند.

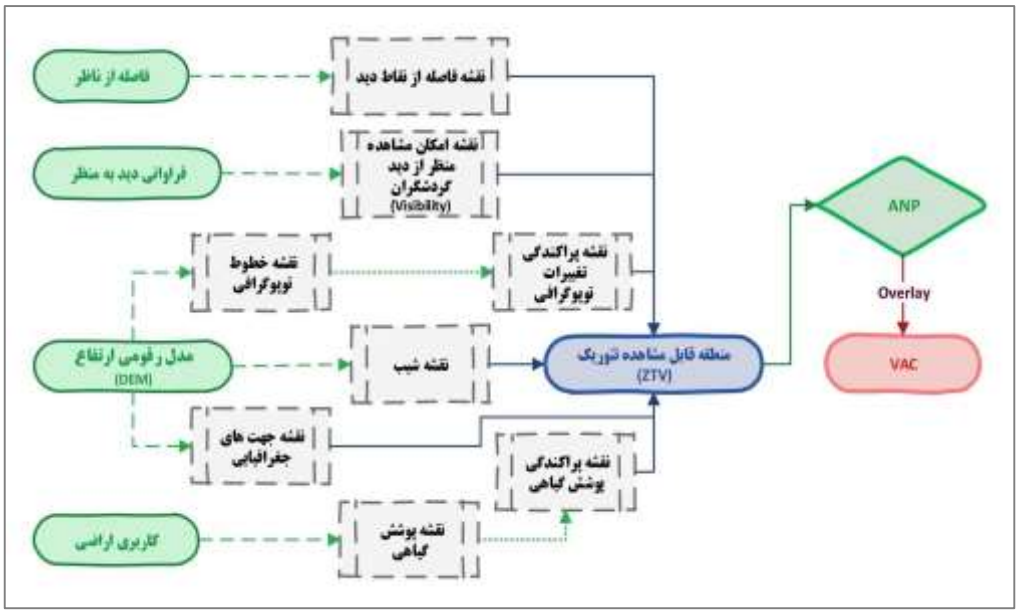
نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه با توجه به پراکندگی و تراکم پوشش گیاهی در بخش‌های مختلف آن تهیه شده است. در محدوده منجیل و در مناطق مجاور توربین‌های بادی به دلیل توسعه کشت زیتون در این ناحیه پوشش گیاهی غالب شامل باغ‌های زیتون، درختان دست کاشت و جنگل‌های سرو بسیار تنک می باشد (۲۷) که در طول سال امکان ایجاد موانعی برای استتار بخش های از نیروگاه بادی را دارند و همچنین در قسمت‌هایی از چشم‌انداز که دارای تراکم بالاتری از پوشش گیاهی می‌باشد منجر به افزایش پیوستگی منظر و کاهش غلبه توربین‌های بادی بر منظر محلی شده‌اند.

1- Zone of Theoretical Visibility

لایه‌های اطلاعاتی مربوط به فاصـــله نقاط‌دید از منظر و فراوانی دید بر مبنای مسـیرهای اصـلی گردشـگری که محل نقاط‌دید شاخص می‌باشند، ترسیم شده‌اند. به دلیل ابعاد سازه توربین‌های بادی آن‌ها در بخش گسترده‌ای از منظر قابل مشاهده هستند از این جهت بررسی فاصله نقاط‌دید در شناسایی میزان اثر دیداری نا شی از این پروژه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار ا ست. با توجه به ماتریس Sinclair-Thomas که در آن تأثیر فاصله بر تغییرات اثر دیداری توربین های بادی مورد بررســـی و طبقه‌بندی قرار گرفته اســـت (۲۸, ۲۹) می‌توان چگونگی تغییر قابلیت جذب دیداری مناظری که در آن‌ها ســـایت‌های توربین بادی احداث شده است، را با تغییر فاصله ارزیابی نمود.

شـــیب یک فاکتور بیوفیزیکی متداول برای محاســـبه ظرفیت جذب دیداری به شمار می‌رود، با افزایش میزان شیب در منظر، ظرفیت جذب دیداری آن کاهش پیدا می‌کند (۹). دامنه‌های رو به شمال، شمال غرب، شمال شرق دارای بالاترین میزان VAC و همچنین دامنه‌های رو به جنوب، جنوب غرب و جنوب شـــرق دارای کمترین ظرفیت جذب دیداری می‌باشـــند (۱۰). پس از تهیه نقشه جهت‌های جغرافیای، محدوده مورد برر سی برا ساس بیشترین و کمترین تأثیر در VAC طبقه‌بندی شده است.

در مرحله بعد پس از تهیه نق شه‌های پایه برای م شخص نمودن میزان تأثیر توپوگرافی منطقه مورد مطالعه در افزایش ظرفیت جذب دیداری منظر، با اســـتفاده از مدل رقومی ارتفاع با تغییر توپوگرافی منطقه و کاهش ارتفاع بخش های مختلف محدوده مورد مطالعه به اندازه ۵۰ درصد توپوگرافی فرضی جدیدی برای محدوده مورد برر سی تهیه شده ا ست. سپس امکان م شاهده منظر از نقاط‌دید شـــاخص برای توپوگرافی اصـــلی و توپوگرافی جدید با اسـتفاده از نرم افزار ArcGIS 10.3 محاسـبه گردید. در حالت توپوگرافی فرضـی تعداد نقاطی از منظر که از نقاط‌دید شاخص قابل م شاهده هستند افزایش یافته‌اند. همچنین در این مرحله قابل م شاهده بودن توربین‌های بادی منطقه مورد مطالعه از نقاط‌دید شاخص نیز مورد محاسبه قرار گرفته است.



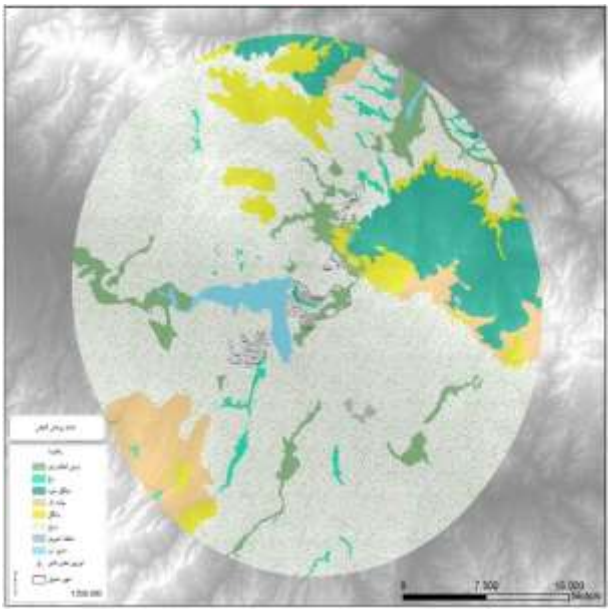
شکل ۱- روش انجام تحقیق

Figure 1. Study method

جدول ۱- شاخص‌های مورد بررسی

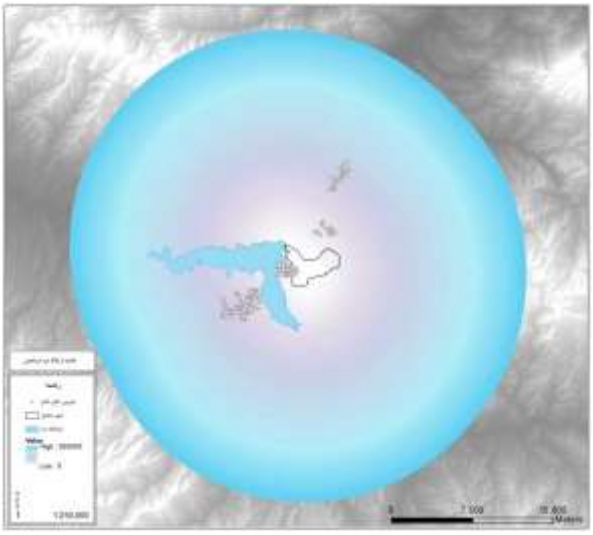
Table 1. The study's criteria

شاخص	زیرشاخص	روش محاسبه
دید	فاصله از نقاط‌دید (۱۲)	▪ تعیین محدوده مورد مطالعه براساس منطقه قابل مشاهده تئوریک (ZTV) ▪ محاسبه مرز محدوده مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار ArcGIS ▪ شناسایی مناظر شاخص از طریق نقشه‌های موجود، بازدید میدانی و عکس‌های تهیه شده از چشم‌اندازهای منطقه مورد مطالعه ▪ تعیین نقاط‌دید شاخص براساس نقشه مسیرهای گردشگری و بازدید میدانی ▪ تهیه نقشه فاصله از نقاط‌دید
	فراوانی دید (۸)	▪ شناسایی مسیرهای گردشگری منطقه مورد مطالعه از طریق نقشه‌های موجود و بازدید میدانی ▪ تعیین نقاط‌دید براساس مسیرهای گردشگری ▪ محاسبه امکان مشاهده منظر از دید گردشگران (visibility) از طریق نرم افزار ▪ تهیه نقشه فراوانی مشاهده مناظر شاخص
ژئومورفولوژی	توپوگرافی (۱۰)	▪ مدل رقومی ارتفاع ▪ تهیه نقشه میزان تغییرات توپوگرافی
	شیب (۹)	▪ مدل رقومی ارتفاع ▪ تهیه نقشه شیب
	جهت (۳, ۱۰)	▪ مدل رقومی ارتفاع ▪ تهیه نقشه جهت‌های جغرافیایی
پوشش زمین	پوشش گیاهی (۳, ۱۶)	▪ تهیه نقشه کاربری اراضی ▪ تهیه نقشه پراکندگی پوشش گیاهی منطقه



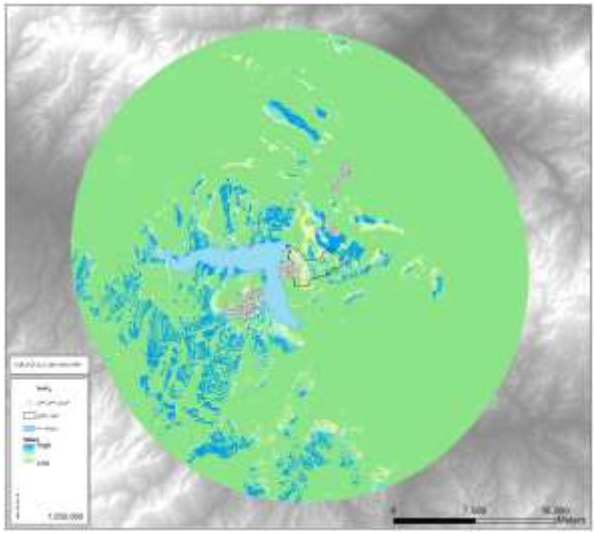
نقشه ۱- پوشش گیاهی

Map 1. Vegetation (26)



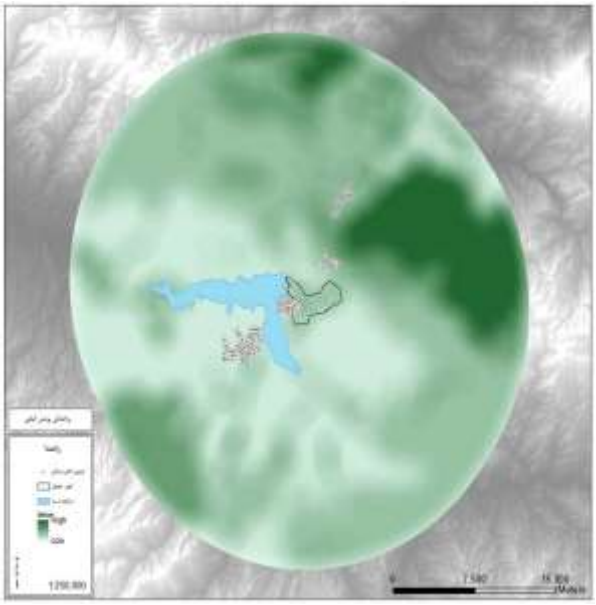
نقشه ۲- فاصله از نقاطدید شاخص

Map 2. Distance from significant viewpoints



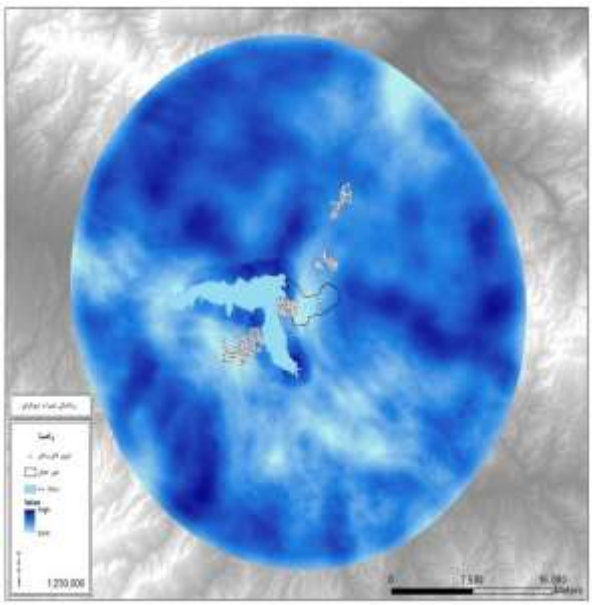
نقشه ۳- فراوانی مشاهده منظر از دید گردشگران

Map 3. frequency of viewing the landscape from the tourists' views



نقشه ۴- پراکندگی پوشش گیاهی

Map 4. Vegetation distribution

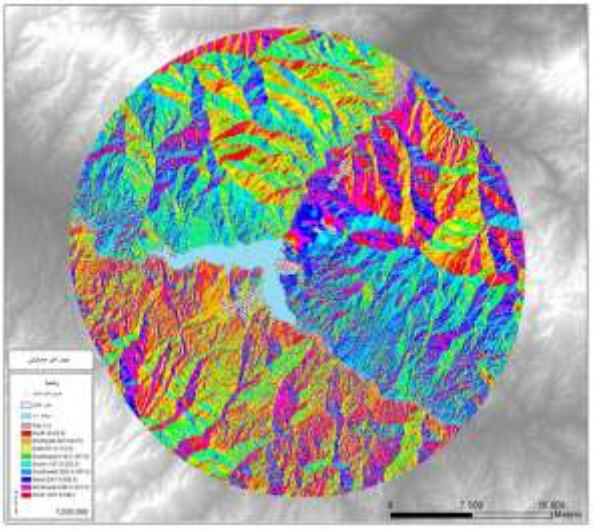


نقشه ۵- پراکندگی تغییرات توپوگرافی

Map 5. Topography variation

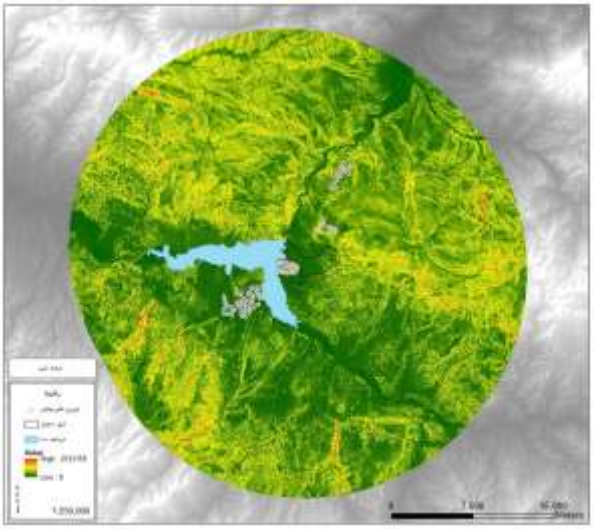
جهت رویهم‌گذاری لایه‌ها و محاسبه ظرفیت جذب دیداری لازم است ابتدا وزن شاخص‌ها مورد محاسبه قرار گیرد. تحلیل شبکه‌ای یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری می‌باشد که به وسیله‌ی آن می‌توان وابستگی متقابل معیارها را مورد تحلیل قرار داد و تأثیرپذیری و بازخورد درون خوشه‌ها و بین خوشه‌های معیارها را نیز در نظر گرفت (۳۰). به منظور مشخص نمودن وزن هر یک از لایه‌ها از فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده شده است، شاخص‌های مورد بررسی به سه خوشه ژئومورفولوژی، پوشش زمین و دید تقسیم بندی شده‌اند و با بررسی تأثیر متقابل هر یک از زیرشاخص‌ها بر یکدیگر وزن داده‌ها براساس نظر ۲۳ نفر از کارشناسان و خبرگان در محیط نرم افزار Super Decisions محاسبه گردیده است.

VAC=(0.017984*"%Aspect%")+(0.031543*"%Slope%")+(0.077628*"%Landcover%")+(0.086576*"%Topography%")+(0.358184*"%Distance%")+(0.428085*"%Visibility%")



نقشه ۶- جهت‌های جغرافیایی

Map 6. Geographical aspects



نقشه ۷- درصد شیب

Map 7. Slope percentage

یافته‌های تحقیق

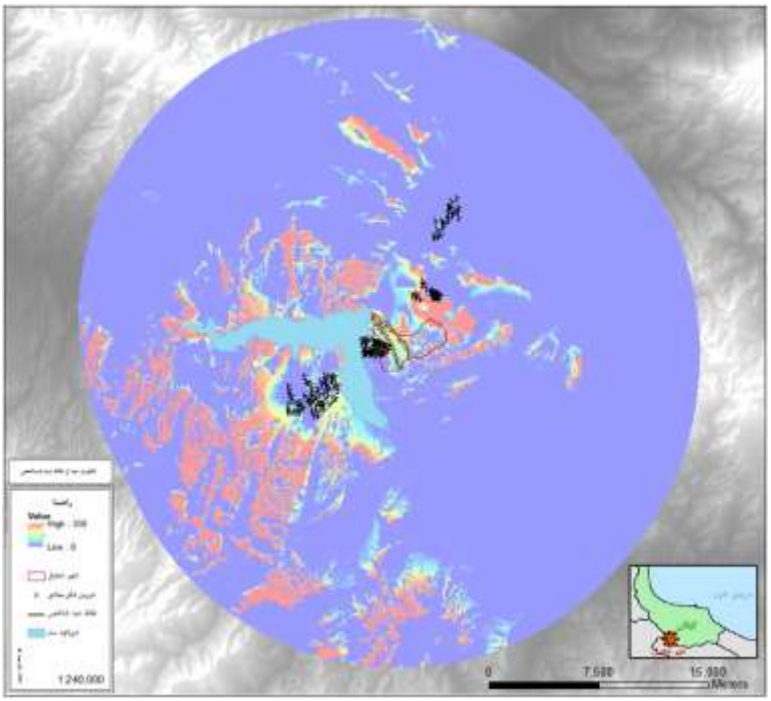
قابلیت مشاهده منظر در مسیرهای گردشگری منطقه مورد مطالعه از ۳۳۰ نقطه‌دید شاخص محاسبه شده است که در ۱۰ گروه طبقه‌بندی گردیده‌اند (جدول ۲). نتایج بررسی تأثیر توپوگرافی موجود منطقه در افزایش جذب دیداری، نشان می‌دهد که با تغییر توپوگرافی منطقه و کاهش ارتفاع بخش‌های مختلف محدوده مورد مطالعه به اندازه ۵۰ درصد و محاسبه میزان دید در حالت توپوگرافی اصلی و توپوگرافی فرضی، تعداد نقاطی از منظر که از نقاط‌دید شاخص قابل مشاهده هستند به میزان ۱/۸۵ درصد افزایش یافته است. همچنین تعداد نقاط‌دیدی که از آن‌ها هر توربین بادی نصب شده در منطقه قابل مشاهده است با تغییر توپوگرافی به میزان ۲۲/۲۹ در صد افزایش می‌یابد.

جدول ۲- تأثیر تغییر توپوگرافی بر قابلیت جذب دیداری منظر منطقه مورد مطالعه

Table 2. The effect of topography change on the visual absorption of the landscape of the study area

بررسی تأثیر تغییر توپوگرافی بر قابلیت جذب دیداری منظر منطقه گردشگری منجیل				
	نقاط‌دیدی که امکان مشاهده منظر از آن نقاط محاسبه شده	تعداد نقاطی از منظر که از نقاط‌دید شاخص قابل مشاهده هستند (توپوگرافی منطقه مورد مطالعه)	تعداد نقاطی از منظر که از نقاط‌دید شاخص قابل مشاهده هستند (توپوگرافی فرضی)	تغییرات دید
۱	۱-۳۳	۴۷۶۲۸۱	۴۹۴۲۸۴	۱۸۰۰۳
۲	۳۳-۶۶	۳۷۱۹۸۱	۳۹۹۹۴۰	۲۷۹۵۹
۳	۶۶-۹۹	۲۶۵۲۹۷	۲۹۱۱۹۱	۲۵۸۹۴
۴	۹۹-۱۳۲	۲۰۵۹۴۷	۲۲۶۶۹۲	۲۰۷۴۵
۵	۱۳۲-۱۶۵	۱۷۷۳۸۸	۲۱۰۴۴۶	۳۳۰۵۸
۶	۱۶۵-۱۹۸	۲۰۵۹۹۶	۲۶۳۰۸۸	۵۷۰۹۲
۷	۱۹۸-۲۳۱	۲۲۷۹۱۱	۲۷۵۶۰۳	۴۷۶۹۲

۸	۲۳۱-۲۶۴	۱۹۶۹۶۰	۱۹۱۰۶۷	-۵۸۹۳
۹	۲۶۴-۲۹۷	۱۹۸۲۰۶	۲۴۱۳۷۴	۴۳۱۶۸
۱۰	۲۹۷-۳۳۰	۳۳۸۱۱۶	۲۸۶۵۳۶	-۵۱۵۸۰



نقشه ۸- قابلیت دید منظر از نقاط‌دید شاخص

Map 8. Landscape visibility from significant viewpoints

براساس نقشه قابلیت جذب دیداری که با بکارگیری معیارهای امکان مشاهده منظر از دید گردشگران، پراکندگی پوشش گیاهی، پراکندگی تغییرات توپوگرافی، در صد شیب، جهت‌های جغرافیایی شیب‌ها و فاصله از نقاط‌دید شاخص برای منطقه مورد مطالعه تهیه شده، مشخص گردید که به دلیل فاکتورهایی مانند قرار گرفتن مسیر اصلی عبور گردشگران و نقاط‌دید و همچنین اتوبان و مسیر راه‌آهن در ارتفاع کمتری از مناطق مجاور میزان دید به این بخش‌ها زیاد بوده و همچنین تراکم پوشش گیاهی در این نقاط کمتر می‌باشد که باعث کاهش عملکرد استتاری گیاهان می‌شود و در نتیجه قابلیت جذب دیداری در این نقاط مقدار کمتری را نشان می‌دهد. با توجه به قرار گرفتن سایت نیروگاه بادی منجیل در این ناحیه اثر دیداری آن نسبت به سایر سایت‌های بادی منطقه به میزان کمتری توسط منظر جذب شده است.

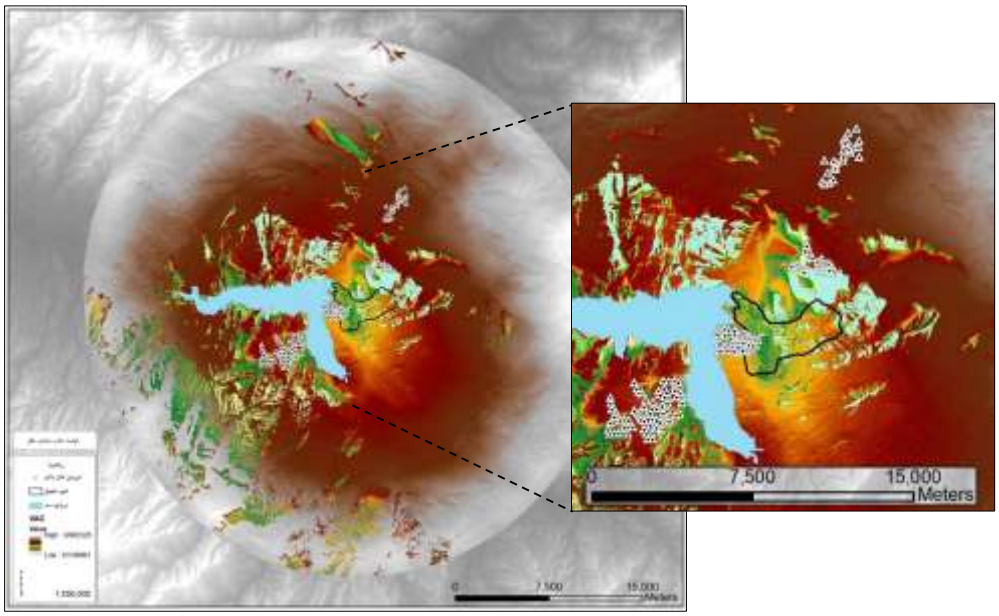
جدول۳- وزن محاسبه شده برای شاخص‌های مورد بررسی

Table 3. The calculated weights of the criteria

شاخص	زیرشاخص	وزن زیرشاخص	وزن شاخص
دید	فاصله مناظر شاخص از نقاط‌دید	۰/۳۵۸۱	۰/۷۸۶۱
	فراوانی دیده شدن منظر	۰/۴۲۸۰	
ژئومورفولوژی	توپوگرافی	۰/۰۸۶۶	۰/۱۳۶۱

ژئومورفولوژی	شیب	۰/۰۳۱۵	
	جهت	۰/۰۱۸۰	
پوشش زمین	تراکم پوشش گیاهی	۰/۰۷۷۶	۰/۰۷۷۶

در بخش‌هایی که سایت نیروگاه بادی رودبار و طرح توسعه آتی آن واقع شده است، قابلیت جذب دیداری منظر بالا بوده و از این رو با توسعه این سایت اثر دیداری ایجاد شده می‌تواند بوسیله منظر جذب گردد و برای گردشگران منطقه تأثیر منفی کمتری خواهد داشت. در نتیجه نیاز به انجام اقدامات اصلاحی برای کنترل اثرات دیداری کمتر خواهد بود. همچنین این موضوع نشان می‌دهد که محل انتخاب شده برای احداث و توسعه سایت توربین‌های بادی رودبار از نظر زیبایی شناسی از موقعیت مکانی مناسب‌تری برخوردار بوده و تأثیر منفی کمتری بر مطلوبیت منظر منطقه خواهد گذاشت. با نصب توربین‌های بادی در مناطقی با ظرفیت جذب دیداری بالاتر که از حساسیت دیداری پایین‌تری برخوردار هستند، اجرای طرح‌های توسعه با اثرات دیداری بسیار کمتری همراه خواهد بود و در نتیجه همبستگی و پایداری منظر محلی حفظ خواهد شد.



نقشه ۹- ظرفیت جذب دیداری منظر

Map 9. Visual absorption capacity of the landscape

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش ارزیابی توانایی جذب اثرات دیداری پروژه‌های توسعه به ویژه توربین‌های بادی نصب شده در منطقه گردشگری منجیل به وسیله منظر موجود و همچنین شناسایی بخش‌هایی با حساسیت دیداری کمتر که می‌توانند از پتانسیل بالاتری برای احداث پروژه‌های آتی توربین‌های بادی برخوردار باشند، بوده است. معیارهای مورد بررسی شامل فاصله نقاط‌دید، فراوانی دید، توپوگرافی، شیب، جهت و پوشش گیاهی می‌باشند، که شاخص فراوانی دید که در این پژوهش مورد محاسبه قرار گرفته در مقایسه با شاخص‌های به کار رفته در مطالعه Han و همکاران که در یک محدوده جنگلی برای محاسبه ظرفیت جذب دیداری منظر آن انجام شده و از شاخص فراوانی دید در آن استفاده نشده است (۳) این امکان را فراهم می‌نماید که میزان مشاهده یک نقطه از منظر توسط ناظران در برابر سایر نقاط مورد ارزیابی قرار گیرد و در نتیجه درجه اهمیت آن بخش

از منظر نسبت به سایر مناطق را مشخص می‌نماید. بخش‌هایی با امکان مشاهده بالا بیشتر از سایر نقاط در میدان دید ناظران واقع شده‌اند و بارها تو سط گرد شگران دیده می شوند، که این نقاط می‌توانند از توانایی جذب دیداری کمتری برخوردار با شند، از این جهت در نظر گرفتن این شـــاخص در بررســـی VAC می‌تواند منجر به بهبود دقت نتایج به د ست آمده شود. همچین از نظر شـــاخص ارتفاع در محاســـبه ظرفیت جذب دیداری در منطقه جنگلی ارتفاع نقاط برای هر یک از زون‌های مورد بررسی به این صورت محاسبه شده که اختلاف بین بیشترین و کمترین ارتفاع در آن زون در نظر گرفته شـــده اســـت در حالی که در مطالعه حاضـــر تغییرات ارتفاع برای هر نقطه از محدوده مورد برر سی به صورت مجزا محا سبه گردیده که باعث دقیق‌تر شدن ارزیابی می‌گردد و این امکان را فراهم می‌سازد تا برای هر یک از نقاط منظر به صـــورت تفکیک شـــده توانایی جذب اثر دیداری خاص آن نقطه محاسبه شود.

نقش اســـتتاری گیاهان در کاهش ظرفیت جذب دیداری از اهمیت بالایی برخوردار ا ست به همین جهت در پژوهش حا ضر تراکم گونه‌های مختلف گیاهی در بخش‌های مختلف منطقه به عنوان یکی از فاکتورهای تأثیرگذار مورد بررســـی قرار گرفته اســـت. در مطالعه Anderson و همکاران به قابلیت بازســـازی سایت که نا شی از امکان ر شد مجدد پو شش گیاهی با سرعت بالا می‌باشـد نیز اشـاره شـده (۹) که می‌تواند به ویژه در زمینه اقدامات اصلاحی و برنامه‌ریزی‌های بلند مدت تأثیر گذار باشد. از این رو در مطالعات آتی می‌توان با تعیین گو نه های مختلف گیاهی منطقه و تفکیک نمودن پوشـش گیاهی همیشـه سـبز و خزان‌کننده تغییرات قابلیت اســـتتاری گیاهان و در نتیجه چگونگی تغییر ظرفیت جذب دیداری منظر در طول ســـال را مشـخص نمود. علاوه بر این وضـعیت آب و هوایی منطقه‌ای که چشـــم‌انداز ها و نقاط دید در آن قرار گرفته‌اند نیز یکی از فاکتورهای مؤثر در کاهش یا افزایش امکان مشـــاهده توربین‌ها توسط ناظران و قابلیت جذب دیداری منظر است که می‌تواند در زمان‌های مختلف سـال و فصـل‌هایی که حضـور گردشـگران در منطقه بیشتر است مورد بررسی قرار گیرد.

References

1. Ozimek A, Ozimek P. Computer-Aided Method of Visual Absorption Capacity Estimation. 2008.
2. Oberholzer B. Guideline for involving visual & aesthetic specialists in EIA processes: Edition1. CSIR Report no ENV-S-C 2005 053 F. Republic of South Africa, Provincial Government of the Western Cape. Department of Environmental Affairs & Development planning. Cape Town. 2005.
3. Han H, Song J, Seol A, Chung J. Field Application of A Forest Landscape Zoning Method. FORMATH. 2011;10:45-60.
4. Gandiwa P, Finch J ,Hill T. Vegetation structure and composition in the semi-arid Mapungubwe Cultural Landscape. Global Journal of Environmental Science and Management. 2016;2(3):235-48.
5. Frantál B, Kunc J. Wind turbines in tourism landscapes: Czech Experience. Annals of Tourism Research. 2011;38(2):499-519.
6. Jiang L, Kang J. Effect of traffic noise on perceived visual impact of motorway traffic. Landscape and Urban Planning. 2016;150:50-9.
7. Store R, Karjalainen E, Haara A, Leskinen P, Nivala V. Producing a sensitivity assessment method for visual forest landscapes. Landscape and Urban Planning. 2015;144:128-41.
8. Scarfò F, Mercurio R, del Peso C. Assessing visual impacts of forest operations on a landscape in the Serre Regional Park of southern Italy. Landscape and Ecological Engineering. 2013;9(1):1-10.
9. Anderson L, Mosier J, Chandler G. Visual Absorption Capability. In: Elsner, Gary H, and Richard C

Smardon, technical coordinators Proceedings of our national landscape: a conference on applied techniques for analysis and management of the visual resource Incline Village, Nev, April 23-25, 1979 Gen Tech Rep PSW-GTR-35 Berkeley, CA Pacific Southwest Forest and Range Exp Stn, Forest Service, US Department of Agriculture. 1979:164-71.

10. Kianfar P, Iraj V, Azizolleh Shk, Alireza S. The role of visual assessment in assessing the effects of development projects on natural resources. National Conference of Central Zagros Forests; Abilities and dilemmas, Nature Support Center, Academic Center for Education, Culture and Research of Lorestan. 2011. (In Persian)
11. Guan J. Landscape Visual Impact Evaluation for Onshore Wind Farm: A Case Study. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2022;11(12):594.
12. Bell S. Elements of Visual Design in the Landscape. London and New York: Spon Press; 2004.
13. Jiang L, Kang J, Schroth O. Prediction of the visual impact of motorways using GIS. Environmental Impact Assessment Review. 2015;55:59-73.
14. Qameshlui M, Sodouq Mb, Hosseini Sm. Evaluation of visual effects of rubble quarries in Pol Do Ab region of Arak and strategies to reduce and adjust the adverse effects. Environment Scientific Quarterly. 2012. (In Persian)
15. SNH. Siting and Designing Wind Farms in the Landscape Guidance, Scottish Natural Heritage (SNH), Version 3a, August 2017. https://www.nature.scot/sites/default/files/2017-11/Siting%20and%20designing%20windfarms%20in%20the%20landscape%20-%20version%203a.pdf. (accessed 20.8.2018). 2017.
16. Montero-Parejo MJ, García-Moruno L, Hernández-Blanco J, Garrido-Velarde J. Visual Impact Assessment in Rural Areas: The Role of Vegetation Screening in the Sustainable Integration of Isolated Buildings. Land. 2022;11(9):1450.
17. Bagherian L, Sahraei Nejad N, Moosavi Fatemi H. Design of Bisotun Forest Park in order to develop centralized outdoor recreation utilizing ecological tourism model. Journal of Sustainability, Development & Environment,Vol 3, No1, Spring 2022, pp13-28. (In Persian)
18. Górka A. Visual Capacity Assessment of the Open Landscape in Terms of Protection and Shaping: Case Study of a Village in Poland. Sustainability. 2020;12(16):6319.
19. Omidvar N, Poortaheri M, Roknoddin Eftekhari A. The impacts analysis of tourism services development on environmental-physical instability in rural settlements, (Case study: Torghabeh County in Binalood City). Journal of Sustainability, Development & Environment, Vol 2, No1, Spring 2021, pp25-42. (In Persian)
20. General Department of Cultural Heritage, Tourism and Handicrafts of Gilan Province. Manjil Tourist Area. http://gilanchto.ir. 2017. (In Persian)
21. SATBA. Report of Manjil wind power plant. Renewable Energy and Energy Efficiency Organization of Iran.; 2016. (In Persian)
22. SNH. Assessing the cumulative impact of onshore wind energy developments.

Scottish Natural Heritage (SNH). http://www.snh.gov.uk/docs/A675503.pdf. 2012;March 2012.

23. SNH. Visual representation of wind farms good practice guidance. Scottish Natural Heritage (SNH). http://www.orkneywind.co.uk/advice/snh%20Visual%20representation.pdf. 2006.
24. Rodrigues M, Montañés C, Fueyo N. A method for the assessment of the visual impact caused by the large-scale deployment of renewable-energy facilities. Environmental Impact Assessment Review. 2010;30(4):240-6.
25. Statistical Centre of Iran. Map of the villages. Office of Map and Geospatial Information of Iran Statistical Center, Office of Statistics and Information of Gilan Governorship www.amar.org.ir 2017. (In Persian)
26. National Cartographic Center of Iran. https://ncc.gov.ir/%D8%B5%D9%81%D۸%AD%D9%87-%D9%86%D8%AE%D8%B3%D8%AA. 2017. (In Persian)
27. Ministry of Energy. Report on identification of high potential sites and assessment of renewable energy sources of Iran (Report 8 - Gilan Province), Bureau of potential measurement and assessment of resources, Renewable Energy and Energy Efficiency Organization of Iran (SATBA). 2019. (In Persian)
28. Sinclair G. The Potential Visual Impact of Wind Turbines in Relation to Distance: An Approach to the Environmental Assessment of Planning Proposals. Environmental Information Services, Pembrokeshire. https://cprw.org.uk/wind/Hlords/hlapp1.htm. 2001.
29. CPRW. Annex 3: Memorandum by the Campaign for the Protection of Rural Wales (CPRW), House of Lords Select Committee on European Union, First Report . https://publications.parliament.uk/pa/ld199900/ldselect/ldeucom/18/18a04.htm. (accessed 9.8.2018). 1999.
30. Saaty TL, Hall M, editors. FUNDAMENTALS OF THE ANALYTIC NETWORK PROCESS. 1999.
31. Hwang C-L, Yoon K. Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications A State-of-the-Art Survey. 1 ed. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 1981. XI, 269 p.