ارزیابی اثرات بوم شناختی کنارگذر غرب اصفهان بر پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو با استفاده از روش HEP

تکتم مکی[۱*]، سیما فاخران[۱]، حسین مرادی[۱]، مجید ایروانی[۲] و مریم فرهمند[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۳)

چکیده

ساخت جاده‌ها در زیستگاه‌های حساس و مناطق حفاظت‌شده، دارای اثرات فاجعه‌باری بر حیات‌وحش است که طی سال‌های گذشته در کشور ما رو به گسترش بوده است. این مقاله به ارزیابی اثرات بوم شناختی(EcIA) آزادراه غرب اصفهان که از پناهگاه حیات وحش قمیشلو (طبقه چهارم I.U.C.N) می‌گذرد، بر زیستگاه گونه کلیدی آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutterosa*)می‌پردازد. در این پژوهش، برای نخستین بار در ایران از راهبرد(HEP (Habitat Evaluation Procedure به‌عنوان یک روش ارزیابی بر مبنای زیستگاه که هم کیفیت و هم کمیت زیستگاه تحت تأثیر را مورد توجه قرار می‌دهد، برای ارزیابی اثرات بوم شناختی پروژه‌های توسعه بهره گرفته شد. کیفیت زیستگاه به‌صورت شاخص مطلوبیت زیستگاه HSI برای گونه مورد نظر اندازه‌گیری شد. از طریق بررسی جامع منابع و مشاهدات میدانی(ثبت ۲۹۳ نقطه حضور)، پنج متغیر مؤثر بر مطلوبیت زیستگاه (شامل پوشش گیاهی، شیب، ارتفاع، فاصله تا آب و فاصله تا جاده)، درنظر گرفته شد و در نهایت واحدهای زیستگاهی مربوطه از طریق ضرب HSI برای گونه آهو در مساحت زیستگاه گونه در دو حالت قبل و بعد جاده، به‌دست آمد. نتایج حاصل نشان داد که در اثر احداث آزادراه، به میزان ۷۷۱۰ واحد زیستگاهی برای گونه آهو از دست‌رفته است. هم‌چنین به منظور بررسی اثر جاده در مقیاس سیمای سرزمین، رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین مورد استفاده قرار گرفت و متریک‌های MNN، NP و CONTAG، استخراج شدند. نتایج، از دست رفتن زیستگاه و تکه‌تکه‌شدن سیمای سرزمین را در پناهگاه حیات وحش قمیشلو، به‌طورکمّی نشان داده و گویای تأثیرات منفی آزادراه بر جمعیت آهوان از طریق محدودکردن حرکت آنها بین لکه‌های زیستگاهی در این منطقه است که گویای پیامدهای نگران‌کننده آزادراه برای حفاظت از این گونه آسیب‌پذیر است.

واژه‌های کلیدی: بوم شناختی، احداث جاده، تکه‌تکه شدن زیستگاه، آهوی ایرانی، HEP، متریک‌های سیمای سرزمین

۱. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. سازمان حفاظت محیط زیست

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: t.makky@yahoo.com

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]

مقدمه

امروزه بزرگ‌ترین تهدید تنوع زیستی در سطح جهان، تخریب زیستگاه‌هاست که به دنبال تغییر زیستگاه‌ها و تکه تکه شدن زیستگاه‌های بزرگ رخ می‌دهد. در این میان جاده‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تکه‌تکه شدن زیستگاه‌ها شناخته می‌شوند(۱۸، ۱۹و ۲۶) آنها با تأثیر روی کریدورهای حیات‌وحش، مانع جابه‌جایی آنها بین دو منطقه جدا افتاده می‌شوند(۱۶). گونه‌هایی که قادر نیستند از جاده بگذرند، به لکه‌های خیلی کوچک محدود خواهند شد و در نتیجه اندازه جمعیت و احتمال ماندگاری آن کاهش می‌یابد. هم‌چنین، حاشیهٔ زیستگاه افزایش می‌یابد که باعث تسهیل ورود گونه‌های مهاجم خواهد شد(۱۷). بنابراین ملاحظه می‌شود که جاده‌ها، اغلب پیامدهای ناسازگار بوم شناختی را در پی دارند. ساخت جاده‌ها در زیستگاه‌های حساس و مناطق حفاظت‌شده، فاجعه‌ای است که در کشور ما رو به گسترش است و عدم توجه به اثرات فاجعه‌بار بوم شناختی جاده‌ها (در طی فرآیند ارزیابی اثرات محیط زیستی) در این مناطق مشهود است. به‌طور مثال، می‌توان به جاده پارک ملی گلستان، جاده شهید کلانتری در پارک ملی دریاچه ارومیه، جاده کنار گذر انزلی، آزادراه تهران-شمال در منطقه حفاظت‌شده البرز مرکزی، جاده ارژن و پریشان و دیگر موارد از این دست اشاره کرد. بدین ترتیب، در راستای حفاظت از تنوع زیستی و کاهش اثرات تخریبی پروژه‌های انسان‌ساخت، لازم است که اثرات ناشی از پروژه‌ها بر اکوسیستم‌های طبیعی، به‌طور کمی ارزیابی شود.

در ایران، بیشتر ارزیابی‌های بوم شناختی به‌صورت کیفی انجام پذیرفته است. از سویی، در روش‌های معمول ارزیابی اثرات محیط زیستی پروژه‌ها در ایران تا حد زیادی اثرات مثبت اقتصادی و اجتماعی، اثرات منفی بوم شناختی را تعدیل می‌کند؛ به‌عنوان مثال برای پروژه عظیم آزادراه تهران-شمال، احداث کنارگذر انزلی، آزادراه تهران-پردیس، جاده دشت ارژن، از ماتریس ساده برای ارزیابی اثرات محیط زیستی پروژه استفاده شده که در آن، اثرات منفی بوم شناختی جاده بر محیط اطراف به خوبی نشان داده نشده است(۹, ۱۰و ۱۱). بنابراین، نیاز به روش ارزیابی که توجه بیشتری بر اثرات بوم شناختی داشته باشد؛ احساس می‌شود. به منظور ارزیابی اثرات بوم شناختی جاده‌ها، بخشی از مسیر آزادراه غرب اصفهان که در پناهگاه حیات وحش قمیشلو قرار دارد، انتخاب گردید. کل طول این آزادراه، ۹۴ کیلومتر است که حدود ۲۶ کیلومتر آن با عرض ۳۵ متر از منطقه قمیشلو عبور می‌کند. آزادراه مذکور با گذر از منطقه، تأثیرات جبران ناپذیری را بر زیستگاه گونه‌های مختلف به‌ویژه علفخواران بزرگ وارد کرده است. از آنجا که قسمت اعظم آزادراه از داخل قسمت‌های دشتی منطقه می‌گذرد و بیشتر زیستگاه آهوی ایرانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، لذا بررسی پیامدهای مخرب بوم شناختی ناشی از این آزادراه بر منطقه قمیشلو دارای اهمیت بسزایی است.

این تحقیق اهداف ذیل را دنبال نموده است:

۱)آیا آزادراه موجود، موجب تکه‌تکه شدن زیستگاه آهوی ایرانی شده است؟ ۲) آیا آزادراه موجود، موجب جابه‌جایی زیستگاه‌های آهوی ایرانی در منطقه شده است؟ و در صورت جابه‌جایی، زیستگاه‌های فعلی مورد استفاده چه کیفیتی دارند؟ ۳) بررسی روش‌های مختلف (Landscape Metrics، HEP) و معرفی روش‌های جدید برای ارزیابی اثرات بوم شناختی پروژه‌های راه‌سازی در ایران

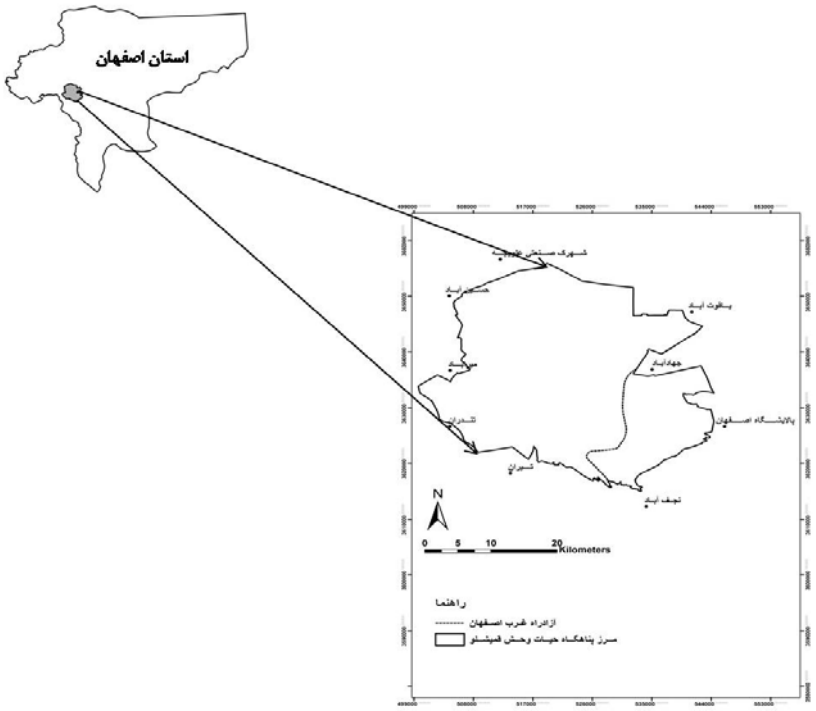
مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

پارک ملی و پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو در شمال غربی اصفهان قرار دارد (شکل ۱). این منطقه بین ″۴۳ ′۵۹ ۵۰۰ تا ″۰۹ ′۲۸ ۵۱۰ طول شرقی و″۰۵ ′۴۰ ۳۲۰ الی ″۲۴ ′۰۲ ۳۳۰ عرض شمالی واقع شده و مساحت آن حدود ۱۱۳۶۵۳ هکتار است که حدود ۳۰۰۶۹ هکتار از این مساحت، پارک ملی است. پارک ملی و پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو شامل دشت‌ها، کوه‌ها و تپه ماهورهای متعدد است. حداقل ارتفاع منطقه ۱۶۸۷ متر از سطح دریا در بخش غربی و حداکثر ارتفاع ۲۷۶۷ متر در بخش

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]



شکل۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جنوبی منطقه است. اقلیم این منطقه سرد و خشک و در منطقه‌ای نیمه صحرایی واقع گردیده است. این پناهگاه در بین زیستگاه‌های نواحی خشک کشور جایگاه ویژه‌ای دارد. تعداد ۳۸ گونه جانوری متعلق به شش راسته و ۱۶ خانواده و چهار زیرخانواده در محدوده پناهگاه به‌صورت بومی و مهاجر حضور دارند. در حال حاضر حدود ۳۰۴۰ رأس آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutterosa*) در زیستگاه‌های مختلف سطح پناهگاه حضور داشته و به‌علاوه پستاندارانی نظیر قوچ‌ومیش، کل‌وبز، پلنگ، گربه وحشی، روباه، کفتار، شغال، خرگوش، گورکن راه‌راه، کاراکال، پلنگ، تشی، موش و جربیل در این زیستگاه ارزشمند دیده می‌شود(۸). هم‌چنین، حدود ۳۵۰ گونه گیاهی، مربوط به ۲۱۶ جنس و ۶۲ تیره گیاهی در زیستگاه‌های این منطقه رویش می‌نماید.

روش مطالعه

۱) جمع‌آوری داده‌ها

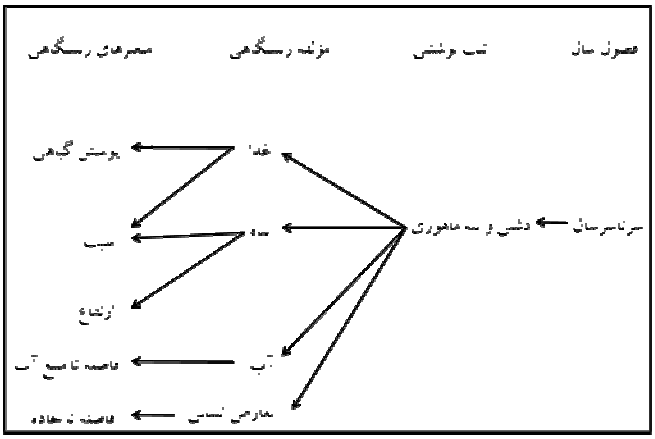
ابتدا با بررسی‌های کتابخانه‌ای و مطالعه گزارشات طرح جامع مدیریت منطقه، مراجعه به اداره کل محیط زیست استان اصفهان، اداره تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، شرکت سیمین سپاهان(همکار شرکت آزادراه غرب اصفهان) و هم‌چنین بازدید از منطقه، اطلاعات اولیه شامل نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰، مرز جدید و قدیمی پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو، نقشه پوشش گیاهی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، نقاط حضور گونه مورد مطالعه و مشخصات آزادراه جمع‌آوری شد. مشاهدات میدانی گسترده و ثبت نقاط حضور گونه آهوی ایرانی توسط GPS (۲۹۳ نقطه) در طی چهار فصل انجام شد. هم‌چنین به منظور شناسایی محل‌های پراکنش این گونه (به‌خصوص در وضعیت قبل از احداث جاده) پرسش‌نامه‌ای تنظیم شده و در اختیار محیط‌بانان و کارشناسان محیط زیست آشنا با منطقه قرار گرفت.

۲) HEP

بر طبق مطالعات صورت گرفته از روش‌های متفاوتی می‌توان برای ارزیابی اثرات بوم شناختی جاده‌ها استفاده کرد(۱۸, ۲۰)،

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]



شکل۲. نمودار درختی ارزیابی زیستگاه برای گونه مورد مطالعه

از جمله می‌توان به HEP(Habitat Evaluation Procedures) اشاره نمود که در سال ۱۹۷۴ توسط اداره حیات وحش و آبزیان آمریکا((U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS) معرفی شد و برای محاسبه آثار مربوط به جایگزین‌های پروژه‌ها روی یک گونه و زیستگاه مربوط به آن به‌کار می‌رود. برخی از کشورها برای اجرای بهتر EIA به این راهبرد روی آورده‌اند به‌طوری‌که به‌صورت گسترده‌ای در پروژه‌های بزرگ در کل آمریکا و به تازگی در ژاپن استفاده می‌شود(۲۳ و ۲۵). HEP با استفاده از مساحت زیستگاه در دسترس (Area) و شاخص مطلوبیت زیستگاه (Habitat Suitability Index)(HSI)، ارزش‌های مورد نیاز برای ارزیابی زیستگاه را محاسبه می‌کند. در واقع برای گونه مورد ارزیابی در منطقه مورد مطالعه، باید واحد زیستگاهی (Habitat Unit) (HU) محاسبه شود که از حاصل ضرب شاخص مطلوبیت زیستگاه در مساحت کل زیستگاه در دسترس، به‌دست می‌آید.

$$(HU=HSI\times Area) \qquad [۱]$$

روند کمی سازی واحدهای زیستگاه در این مطالعه عبارت است از(۷): الف) تعیین اهداف مدل: محدوده جغرافیایی مطالعاتی این تحقیق، کل پناهگاه حیات وحش و پارک ملی قمیشلو بوده و مدل حاضر برای کل سال تهیه شد.

ب) تعیین متغیرهای مدل (SI): ابتدا با توجه به مشاهدات میدانی (ثبت نقاط حضور گونه) در طی یک سال و مطالعات انجام‌شده در خصوص این گونهٔ آهو[به‌عنوان مثال، ۲, ۵, ۲۱, ۲۷)، مؤثرترین متغیرها بر مطلوبیت زیستگاه این گونه انتخاب و طبقه‌بندی شد (شکل ۲). سپس، براساس درصد نقاط حضور گونه و بررسی منابع ذکر شده، به هر طبقه یک رتبه کیفی اختصاص داده شد. بدین ترتیب که به هر طبقه با بدترین شرایط، ارزش صفر و به سایر طبقات، به‌ترتیب بهتر شدن شرایط، درجه‌های ۱، ۲ و ... اختصاص داده شد. درجه مطلوبیت هر طبقه حاصل تقسیم رتبه کیفی هر طبقه بر رتبه کیفی مطلوب‌ترین طبقه برای گونه مورد مطالعه بود. هم‌چنین با توجه به طبقه‌بندی هر متغیر و درجه مطلوبیت آن، نقشه‌های مربوط به آن متغیر نیز طبقه‌بندی شد. در تمام نقشه‌ها، طیف رنگی سبز تا قرمز انتخاب گردید به‌طوری‌که رنگ سبز نشان‌دهنده مطلوب‌ترین طبقه و رنگ قرمز مشخص‌کننده کمترین مطلوبیت است.

ج) مدل‌سازی: در این مرحله متغیرهای شناسایی‌شده در مرحله قبل برای تهیه یک مدل نهایی (HSI)، با هم ادغام شدند.

فرمول نهایی برای تعیین مطلوبیت زیستگاه آهو، با در نظر گرفتن روابط بین متغیرها و بررسی فرمول‌های مختلف تعیین گردید (رابطه ۲) و براساس این رابطه نقشه مطلوبیت به‌دست آمد.

$$HSI = \frac{MIN(SI_۱, SI_۲, SI_۴) + SI_۳}{۲} \times SI_۵ \qquad [۲]$$

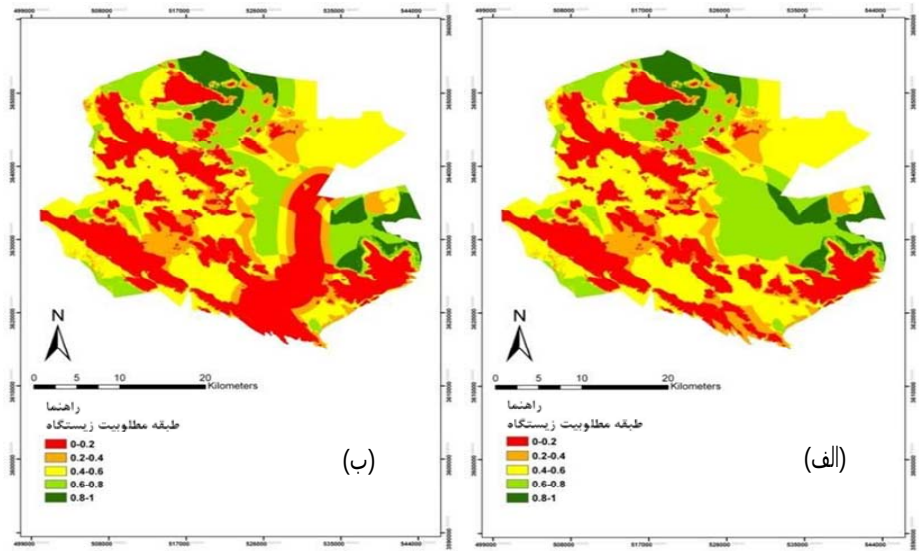
نقشه نهایی حاصله (نقشه رستری با دقت ۳۰ متر)، براساس

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]

جدول ۱. توصیف مطلوبیت نهایی زیستگاه(۱۳)

توصیف زیستگاه	شاخص مطلوبیت
خیلی ضعیف	۰ –۰/۲
ضعیف	۰/۲ –۰/۴
متوسط	۰/۴ – ۰/۶
خوب	۰/۶ – ۰/۸
عالی	۰/۸ – ۱



شکل ۳. نقشه مطلوبیت نهایی زیستگاه آهو بدون حضور آزادراه (الف) و پس از حضور آزادراه (ب) براساس رابطه ۲

جدول ۱ طبقه‌بندی شد. بدین ترتیب، نقشه مطلوبیت نهایی زیستگاه آهو بدون حضور آزادراه (شکل ۳–الف) و پس از حضور آن (شکل ۳–ب) تهیه شد.

د) بررسی درستی مدل: در این مطالعه از درصد نقاط حضور گونه آهو در هر طبقه مطلوبیت در نقشه مطلوبیت نهایی زیستگاه (در حالت عدم حضور آزادراه) استفاده شد تا نقشه مناسب و قابل قبول انتخاب شود.

و) تعیین واحدهای زیستگاهی: واحدهای زیستگاهی از طریق ضرب مساحت منطقه در دسترس در عدد مطلوبیت مربوطه و جمع مقادیر حاصله (در نقشه مطلوبیت نهایی زیستگاه)، در حالت وجود و عدم وجود آزادراه غرب اصفهان به‌دست آمد.

۳) کمی‌سازی متریک‌های سیمای سرزمین

امروزه ارزیابی اثرات جاده‌ها، بیشتر در چارچوب بوم‌شناسی سیمای سرزمین، صورت می‌گیرد. اگر چه، طراحان سیستم‌های حمل‌ونقل بیشتر تمایل دارند که نوار باریک مجاور جاده را تجزیه و تحلیل کنند ولی براساس اصول بوم‌شناسی سیمای سرزمین، اثرات جاده‌ها به‌طور وسیعی در سطح سیمای سرزمین گسترده است(۱۵). در بسیاری از مطالعات نیز رویکردهای بوم‌شناسی سیمای سرزمین و متریک‌های مختلف برای کمی کردن اثرات احداث بزرگراه و هم‌چنین تعیین اثرات جاده‌ها بر بقای گونه‌ها استفاده می‌شود(۱، ۱۲، ۱۴و۲۲). در این مطالعه، به منظور بررسی اثر آزادراه غرب اصفهان بر پارک ملی و پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو در مقیاس سیمای سرزمین، با استفاده از

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]

جدول ۲. تعیین درجه مطلوبیت پوشش گیاهی

گروه	تیپ پوشش گیاهی	درجهٔ مطلوبیت
۱	تیپ ۴ و ۶ (Ar-No، Sc-St) Scariola Orientalis-Stipa barbata, Artemisia Sieberi- Noaea mucrunatu	۱
۲	تیپ ۱، ۲ و ۷ (An-Ar، Ar-Sc، As-Pr) Astragalus Spp. – Perennial grasses, Artemisia Sieberi- Scariola Orientalis, Anabasis apylla- Artemisia siebri – Astragalus spp	۰/۷۵
۳	تیپ ۵ (Ar-La) Artemisia Sieberi-Launae acanthodes	۰/۵
۴	تیپ ۳ ((Ar-As Artemisia Sieberi – Astragalus Spp.	۰/۲۵
۵	تیپ ۸ (Rock)	۰

فایل‌های موجود (نقاط حضور ثبت شده توسط تاکی، ۱۳۸۸)، پلی‌گون‌های پراکنش مربوط به طرح جامع مدیریت مهندسین مشاور پویش جامع، مشاهدات میدانی و هم‌چنین نقشه‌های تهیه شده براساس اطلاعات جمع‌آوری شده در پرسش‌نامه‌ها، نقاط حضور و محل‌های پراکنش گونه آهو در دو حالت قبل و بعد از احداث آزادراه تعیین شد (به کمک نرم‌افزارArcGIS، نسخه ۹/۳). در نهایت دو لایه اصلی مربوط به نقاط حضور آهو در وضعیت قبل و بعد از احداث آزادراه به‌دست آمد. با استفاده از این لایه‌ها، پلی‌گون‌های پراکنش گونه تهیه شد. سپس در دو وضعیت قبل و بعد از آزادراه، متریک‌های MNN (Mean Nearest Neighbor) (متوسط فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه)، NP (Number of Patches) (تعداد لکه‌ها) وCONTAG (Contagion) (پیوستگی)، به کمک نرم‌افزار Fragstats نسخه ۳/۳، استخراج شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از HEP

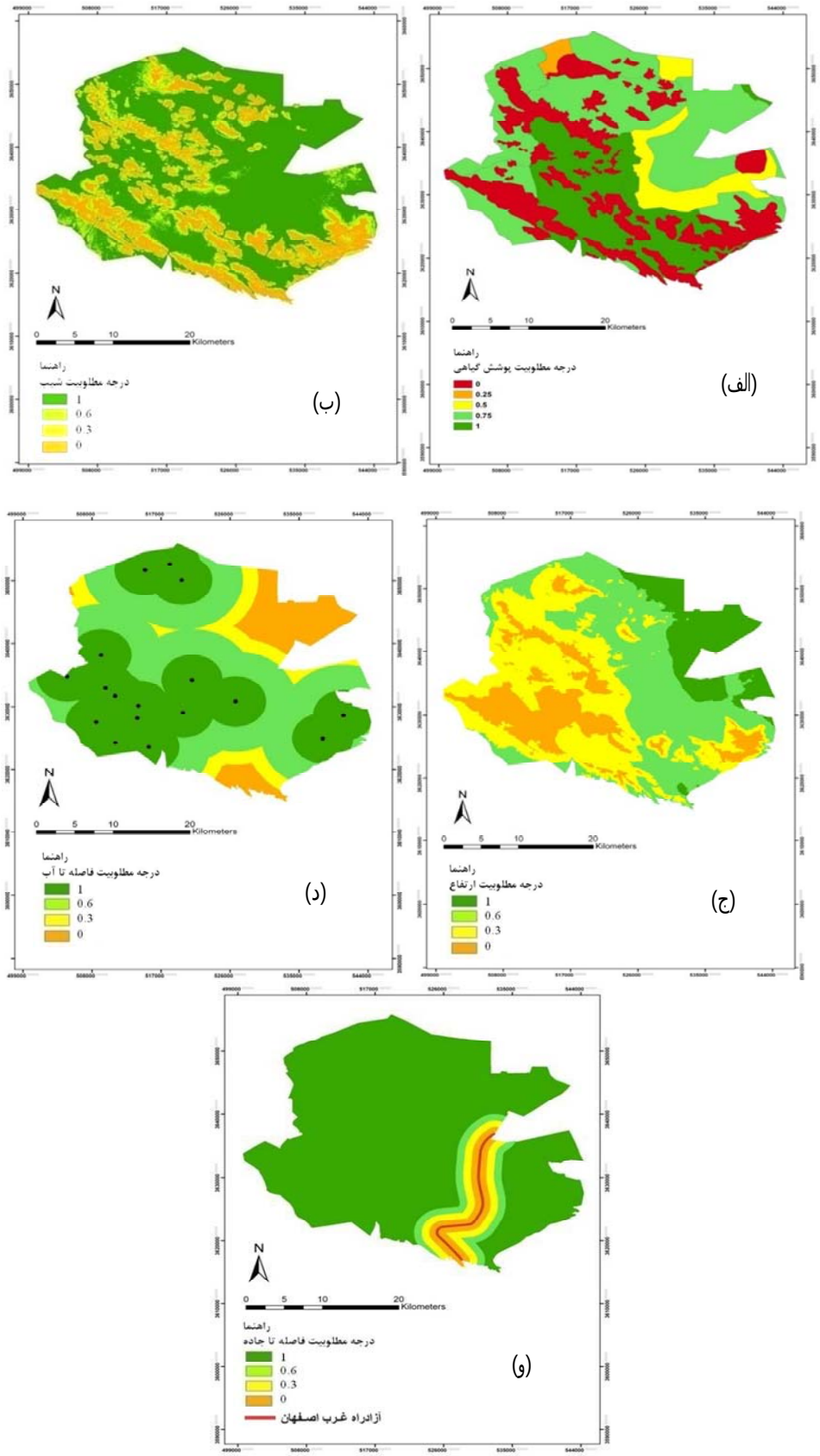
الف) تعیین متغیرهای مدل: پس از تعیین اهداف مدل، پنج متغیر مؤثر بر مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در نظر گرفته شدند که طبقه‌بندی و درجه مطلوبیت آنها به شرح ذیل می‌باشد:

۱) متغیر پوشش گیاهی (SI_1): به منظور تعیین مطلوبیت پوشش گیاهی، براساس وزن کلی هر تیپ اولویت‌بندی بین تیپ‌های پوشش گیاهی انجام شد که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود (در این مطالعه شش پارامتر مربوط به پوشش گیاهی شامل تولید زی‌توده سالانه (kg/ha)، وضعیت یا گرایش مرتع، متوسط پوشش تاجی(درصد)، درصد لاشبرگ، درصد علفیان، بوته‌ای‌ها، گندمیان و درصد ترکیب گونه‌های گیاهی در نظر گرفته شد و براساس آن تیپ‌های پوشش گیاهی وزن دهی شد). پس از طبقه‌بندی و امتیازدهی (جدول ۲)، تیپ‌های پوشش گیاهی منطقه در نرم‌افزار ArcGIS9.3 طبقه‌بندی و نقشه مطلوبیت تیپ‌های پوشش گیاهی حاصل گردید (شکل ۴- الف). همان‌طورکه در شکل ۴- الف ملاحظه می‌شود، بیشترین مطلوبیت پوشش گیاهی مربوط به مرکز منطقه و قسمت‌هایی در جنوب شرقی منطقه می‌باشد. کمترین مطلوبیت در مناطق دارای شیب تند که به‌صورت صخره طبقه‌بندی شده بود دیده می‌شود. هم‌چنین گروه دوم (تیپ‌های گیاهی Ar-Sc، As-Pr و An-Ar) با درجه مطلوبیت ۰/۷۵ بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده و کمترین مساحت مربوط به گروه چهارم (تیپ گیاهی Ar-As) با درجه مطلوبیت ۰/۲۵ است.

۲) متغیر شیب (SI_2): میزان مطلوبیت برای هر کدام از طبقات شیب در جدول ۳ نمایش داده شده است. پس از طبقه‌بندی و امتیازدهی، نقشه مطلوبیت شیب حاصل گردید (شکل ۴- ب). همان‌طورکه در این شکل ملاحظه می‌شود، گروه سه (طبقه شیب ۲۰ تا ۳۰ درصد)، با مطلوبیت ۰/۳ دارای کمترین

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]



شکل ۴. نقشه مطلوبیت پوشش گیاهی (الف)، شیب (ب)، ارتفاع (ج)، فاصله تا منبع آب (د) و فاصله تا جاده (و) برای گونه آهو

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]

مساحت (۷۵۵۶هکتار) و گروه یک (طبقه شیب ۰ تا ۱۰ درصد)، با مطلوبیت یک دارای بیشترین مساحت (۶۹۵۵۹هکتار) است.

با توجه به نتایج داده‌های صحرایی، شیب ۰ تا ۱۰ درصد برای این گونه آهو وضعیت بهینه دارد. مشاهدات ارایه‌شده از منطقه حفاظت‌شده کالمند-بهادران استان یزد نیز نشان داد که گونه آهو بیشترین استفاده را از شیب ۰ تا ۱۰ درصد دارد(۳). نتایج حاصل از طرح جامع پارک ملی کلاه قاضی (۶) نیز نشان داد که بیشترین درصد حضور آهو در مناطقی با شیب کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد. هم‌چنین اشاره شده که آهو تا شیب ۳۰ درصد نیز مشاهده شده است. در مطالعه تاکی (۵)، در پناهگاه حیات وحش قمیشلو، نقاط حضور آهو در نقشه طبقات شیب نشان می‌دهد که در بهار، پاییز و زمستان، حضور آهو در شیب ۰ تا ۸ درصد بیشتر است. درصد نقاط حضور گونه در منطقه نیز در تأیید این نتایج است.

۳) متغیر ارتفاع (SI_3): میزان مطلوبیت برای هر کدام از طبقات ارتفاع در جدول ۳ نمایش داده شده است. پس از طبقه‌بندی و امتیازدهی، نقشه مطلوبیت ارتفاع حاصل گردید (شکل ۴- ج). با توجه به شکل، گروه یک با درجه مطلوبیت ۱ دارای کمترین مساحت (۱۵۱۰۸ هکتار) و گروه دو با درجه مطلوبیت ۰/۶، دارای بیشترین مساحت (۴۰۰۱۴ هکتار) است. با توجه به نتایج داده‌های صحرایی، ارتفاع ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰ متر برای این گونه آهو وضعیت بهینه دارد؛ به‌طوری‌که ۴۱٪ نقاط حضور گونه در این طبقه ارتفاعی می‌باشد. در مطالعه اکبری هارونی و همکاران (۳)، بیشترین مشاهدات در ارتفاع ۱۴۰۰-۱۶۰۰ متر رخ داد که می‌تواند به‌دلیل پایین‌بودن میانگین کلی ارتفاع در آن منطقه باشد. در مطالعه حاضر، ۹۵٪ نقاط حضور گونه تا ارتفاع ۲۳۰۰ متری ثبت شد و تنها ۵٪ نقاط حضور در ارتفاع بالای ۲۳۰۰ متر است. تاکی (۵)، نیز در مشاهده مستقیم آهو، حدود ۸۰ درصد حضور آهو را تا ارتفاع ۲۲۰۰ متری مشاهده نموده است.

۴) متغیر فاصله تا منبع آب (SI_4): میزان مطلوبیت برای هر کدام از طبقات فاصله تا منابع آب، در جدول ۳ نمایش داده شده است. پس از طبقه‌بندی و امتیازدهی، نقشه مطلوبیت فاصله تا منابع آب حاصل گردید (شکل ۴- د). همان‌طورکه در نقشه ملاحظه می‌شود، گروه سه (فاصله ۸ تا ۱۰ کیلومتر تا منابع آب)، با مطلوبیت ۰/۳ دارای کمترین مساحت (۹۱۰۲ هکتار) و طبقه دو با مطلوبیت ۰/۶ دارای بیشترین مساحت (۴۹۹۱۸ هکتار) است.

با توجه به نتایج داده‌های صحرایی، حضور گونه در فاصله ۰ تا ۴۰۰۰ متری از منابع آبی بیشتر است به‌طوری‌که ۶۰٪ نقاط حضور گونه در این طبقه است. در مطالعه تاکی (۵) ، نتایج مشاهدات و تراکم گروه‌های سرگین گونه آهو نشان داد که در ماه‌های گرم سال با افزایش فاصله از منابع آبی، تراکم گروه سرگین نیز کاهش می‌یابد و حضور گونه در نزدیکی آب (فاصله ۰ تا ۳۰۰۰ متری) بیشتر بوده است. اکبری هارونی و همکاران (۳)، تا فاصله حدود ۱۰کیلومتری منابع آبی، آهو را مشاهده نمودند. در این مطالعه نیز، حداکثر فاصله نقاط حضور گونه از منابع آبی، ۱۰ کیلومتر بود که مشابه نتایج اکبری هارونی و همکاران (۳)، می‌باشد.

۵) متغیر فاصله تا جاده (SI_5): میزان مطلوبیت برای هر کدام از طبقات این متغیر، در جدول ۳ نمایش داده شده است. پس از طبقه‌بندی و امتیازدهی، نقشه مطلوبیت فاصله تا جاده حاصل گردید (شکل ۴- و). همان‌طورکه در نقشه ملاحظه می‌شود، طبقه چهار با درجه مطلوبیت صفر، دارای کمترین مساحت (۵۳۵۰ هکتار) و طبقه یک با درجه مطلوبیت یک دارای بیشترین مساحت (۹۷۷۹۰هکتار) است.

با توجه به نتایج داده‌های صحرایی، فاصله بالای ۳۰۰۰ متری از آزادراه برای این گونه آهو وضعیت بهینه دارد؛ به‌طوری‌که ۹۱٪ نقاط حضور گونه در این طبقه می‌باشد. اکبری هارونی و همکاران (۳)، تا فاصله ۵۰۰ متری جاده‌های اصلی گله‌های آهو را در حال استراحت یا چرا مشاهده ننمودند. اما در این مطالعه، با توجه به درصد نقاط حضور گونه در منطقه، حداقل فاصله تا جاده، ۱۰۰۰ متر در نظر گرفته

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]

جدول ۳. تعیین درجه مطلوبیت شیب، ارتفاع، فاصله تا منبع آب و فاصله تا جاده برای گونه آهو

گروه	درجه مطلوبیت	شیب		ارتفاع	فاصله تا منبع آب		فاصله تا جاده	
		طبقه شیب (درصد)	درصد نقاط حضور	طبقه ارتفاعی	درصد نقاط حضور	طبقه (متر)	درصد نقاط حضور	طبقه (متر)	درصد نقاط حضور
۱	۱	۰–۱۰	٪۷۸	۱۷۰۰–۱۹۰۰	٪۴۱	۰–۴۰۰۰	٪۶۰	> ۳۰۰۰	٪۹۱
۲	۰/۶	۱۰–۲۰	٪۱۲	۱۹۰۰–۲۱۰۰	٪۳۸	۴۰۰۰–۸۰۰۰	٪۳۲	۲۰۰۰–۳۰۰۰	٪۵
۳	۰/۳	۲۰–۳۰	٪۷	۲۱۰۰–۲۳۰۰	٪۱۶	۸۰۰۰–۱۰۰۰۰	٪۶	۱۰۰۰–۲۰۰۰	٪۳
۴	۰	> ۳۰	٪۳	>۲۳۰۰	٪۵	>۱۰۰۰۰	٪۲	۰–۱۰۰۰	٪۱

شد. دلیل این امر می‌تواند به این علت باشد که بیشتر مسیر آزادراه مذکور از مناطق دشتی عبور می‌کند و میدان دید بیشتری برای آهوان جهت رؤیت خودروهای عبوری از آزادراه وجود دارد؛ لذا آهوان حداکثر تا فاصله ۱۰۰۰ متری به آزادراه نزدیک می‌شوند. بیگلین و دوپیگنی (۱۵)، نیز در تعیین زون اثر جاده، فاصله ۱۰۰۰متر را از جاده در نظر گرفتند.

ب) تعیین واحدهای زیستگاهی: میزان واحدهای زیستگاهی با توجه به نقشه‌های مطلوبیت نهایی زیستگاه آهو، به‌دست آمد که به‌صورت زیر می‌باشد:

– واحدهای زیستگاهی گونه آهو قبل از حضور آزادراه: ۵۶۰۱۹ واحد زیستگاهی

– واحدهای زیستگاهی گونه آهو بعد از حضور آزادراه: ۴۸۳۰۹ واحد زیستگاهی

نتیجه مقایسه تعداد واحدهای زیستگاهی به‌دست آمده در دو وضعیت قبل و بعد از حضور آزادراه، نشان می‌دهد که در اثر حضور آزادراه، به میزان ۷۷۱۰ واحد زیستگاهی برای این گونه از دست رفته است.

هم‌چنین، با مقایسه مساحت طبقات مطلوبیت در دو حالت قبل و بعد آزادراه (جدول ۴)، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که طبقه اول که دارای مطلوبیت خیلی ضعیف است، به میزان ۷۹۷۷ هکتار افزایش یافته و بیشترین کاهش (۵۷۴۲ هکتار)، مربوط به طبقه چهارم با مطلوبیت خوب می‌باشد. با توجه به اطلاعات استخراج‌شده از پرسش‌نامه‌ها، اکثریت کارشناسان و محیط‌بانان به خروج آهوی ایرانی در فصول بحرانی (فصولی که در آن حیات‌وحش از نظر آب یا غذا در تنگنا است)، از پناهگاه حیات وحش قمیشلو و هجوم به مزارع اطراف اشاره دارند که گواهی بر این کاهش مطلوبیت زیستگاه است. هم‌چنین عوامل دیگری نیز همچون حضور گله‌های متعدد دام‌های اهلی و آشفتگی ناشی از سر و صدای وسایط نقلیه سنگین می‌تواند اثر چشمگیری بر این زیستگاه داشته باشد. البته ممکن است بسیاری از اثرات غیرمستقیم آزادراه از قبیل تغییر در ساختار جمعیت، کاهش تنوع زیستی در سطح منطقه‌ای و سیمای سرزمین تا سال‌ها بعد از وقوع، به‌طور کامل آشکار نشود(۲۴).

نتایج حاصل از متریک‌های سیمای سرزمین

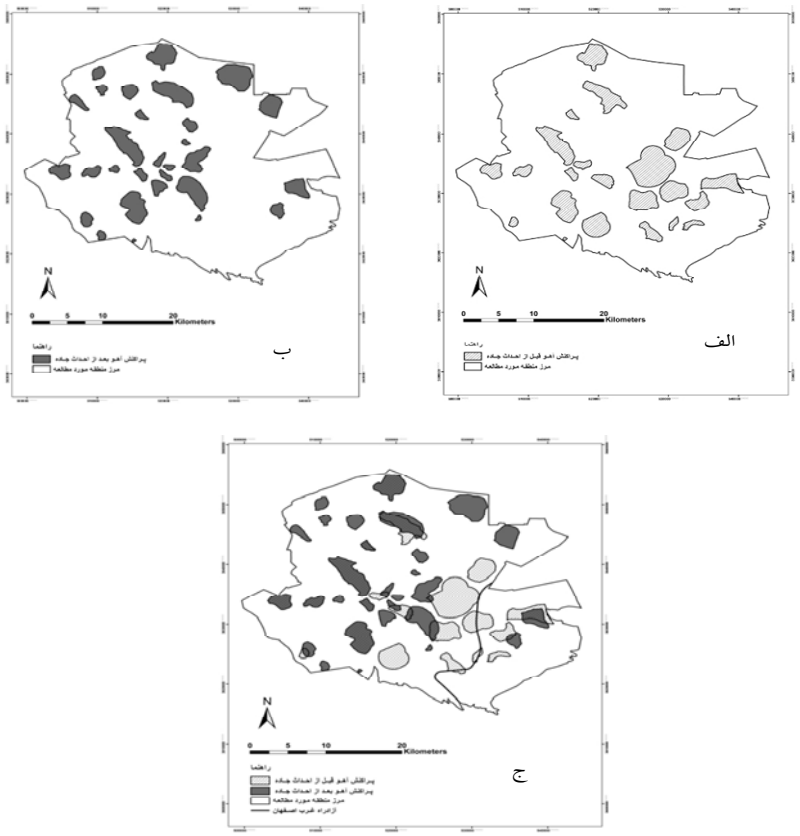
به منظور ارزیابی اثرات تکه‌ای شدن بر پناهگاه حیات وحش قمیشلو، تغییرات در متریک‌های سیمای سرزمین کمی شدند. در این راستا، لکه‌های مربوط به پراکنش آهو در حالت قبل و بعد از احداث آزادراه، تهیه شد (شکل ۵). با توجه به نتایج به‌دست آمده مشاهده می‌گردد که متریک پیوستگی (CONTAG)، از ۵۴/۸ واحد به ۵۳/۲ واحد کاهش یافته است. از طرفی تعداد لکه‌های پراکنش گونه (متریکNP)، از ۲۲ واحد به ۲۶ واحد افزایش یافته است که احتمالاً این می‌تواند به‌دلیل تغییر الگوی مهاجرت و به تبع آن حضور گونه‌در مناطق جدید و یا تغییر محل‌های پراکنش گونه باشد. هم‌چنین، نزدیک‌ترین فاصله بین لکه‌های مجاور (متریک MNN)، از ۱۲۸۷/۹۴ متر به ۱۳۸۲/۳۹

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]

جدول ۴. مقایسه مساحت هر طبقه از نقشه مطلوبیت زیستگاه آهو در دو حالت قبل و بعد آزادراه

طبقه	مساحت قبل از آزادراه (ha)	مساحت بعد از آزادراه (ha)	تفاوت میزان مساحت در تفاوت دو حالت قبل و بعد آزادراه
خیلی ضعیف	۲۹۸۲۱	۳۷۷۹۸	+۷۹۷۷
ضعیف	۱۳۷۲۰	۱۵۱۳۳	+۱۴۱۳
متوسط	۳۸۱۵۸	۳۵۲۱۷	-۲۹۴۱
خوب	۲۳۲۲۹	۱۷۴۸۷	-۵۷۴۲
عالی	۸۴۷۵	۷۷۶۸	-۷۰۷



شکل۵. نقشه پلی‌گون‌های پراکنش آهوی ایرانی در پناهگاه حیات وحش قمیشلو*

*: الف (نقشه پلی‌گون‌های پراکنش آهوی ایرانی قبل از احداث آزادراه)، ب (نقشه پلی‌گون‌های پراکنش آهوی ایرانی بعد از احداث آزادراه) و ج (نقشه پلی‌گون‌های پراکنش آهوی ایرانی قبل و بعد از احداث آزادراه)

افزایش یافته است که نشان می‌دهد این آزادراه بر یکپارچگی لکه‌های پراکنش آهو تأثیر منفی داشته است.

به‌طورکلی، نتایج حاصل نشان داد که عبور آزادراه از داخل زیستگاه آهو باعث تکه‌تکه شدن کریدورهای عبور آهو شده و قطع کریدورهای حرکتی و مسیر مهاجرتی این گونه را به دنبال دارد. بصیری دهکردی (۴)، به تأثیر منفی آزادراه غرب اصفهان بر عملکرد لکه‌های اکوسیستمی در پناهگاه حیات وحش قمیشلو اشاره می‌کند. وی در مطالعه خود سه منطقه مطالعاتی را

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]

در نظر گرفت که منطقه مطالعاتی پناهگاه حیات وحش قمیشلو به‌عنوان آسیب‌پذیرترین منطقه در اثر توسعه آزادراه شناخته شد. پژوهش‌های مشابه در کشورهای دیگر نیز نتایج این پژوهش را تأیید می‌نماید. ایگنبرد و همکاران (۱۶)، به این نتیجه رسیدند که زیستگاهی که می‌تواند از طریق یک لکه زیستگاهی کانونی بدون گذر از آزادراه، در دسترس قرار گیرد به احتمال بیشتری نیازهای یک جمعیت را نسبت به زیستگاهی که در سمت دیگر آزادراه قرار دارد؛ تأمین می‌نماید. به‌علاوه جاده‌ای که نیاز است برای دسترسی به دیگر لکه‌های زیستگاهی از آن عبور شود احتمالاً نسبت به جاده‌ای که دسترسی به زیستگاه را محدود نمی‌کند، دارای اثر منفی بزرگ‌تری بر جمعیت است؛ هم‌چنین بیان نمودند که بخشی از زیستگاه (بخش کوچک‌تر) که در سمت دیگر جاده قرار می‌گیرد، کمتر قادر به تأمین نیازهای جمعیت می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از HEP نشان داد که در اثر حضور آزادراه، به میزان ۷۷۱۰ واحد زیستگاهی برای گونه آهو از دست رفته است که اعمال اقدامات اصلاحی و طرح‌های جبرانی، ضروری می‌نماید. در این صورت، واحدهای زیستگاهی جبرانی بایستی برابر یا بیشتر از میزان واحدهای از دست رفته باشد. یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری متریک‌های بوم‌شناسی سیمای سرزمین نشان داد که آزادراه غرب اصفهان سبب تجزیه زیستگاه حیات وحش منطقه قمیشلو به‌ویژه زیستگاه آهوی ایرانی شده است.

به عبارتی دیگر، این آزادراه ارزش منطقه را برای حمایت از گونه‌های حیات وحش تحت تأثیر قرار داده است. این آزادراه سبب پراکندگی حیات وحش شده و امنیت آنها را به خطر می‌اندازد؛ با احداث این آزادراه گشت و کنترل منطقه سخت‌تر گردیده است که در نتیجه دسترسی بیشتر متخلفین نیز راحت‌تر شده است.

به‌علاوه وجود آزادراه باعث شده که اکثر مردم آن را به‌عنوان مرز پناهگاه تلقی کرده به‌طوری‌که بخش جدا شده شرق آزادراه را جزو پارک ملی و پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو تلقی نمی‌کنند. مضاف بر این‌که هیچ پاسگاه محیط بانی در بخش جدا شده شرق آزادراه وجود ندارد. هم‌چنین، براساس شکل ۵ مشاهده می‌شود که بعد از حضور آزادراه، تعداد و وسعت پلی‌گون‌های پراکنش در شرق آزادراه کاهش یافته است که نشان می‌دهد این قسمت عملاً برای حیات‌وحش، از دست رفته تلقی می‌شود و این احتمال وجود دارد که طرف شرق آزادراه در طی زمان عملاً جدا گردد که در صورت از دست رفتن این منطقه، به میزان ۱۱۲۰۹ واحد زیستگاهی (مساحتی برابر با ۲۲۵۶۱هکتار) برای گونه آهو از دست خواهد رفت. به‌طورکلی، آگاهی از اثرات زیان‌بار پروژه‌های حمل و نقل بر محیط اطراف آن بیشتر شده و زمینه را برای اقدامات اصلاحی و گزینه‌های جبرانی فراهم می‌آورد. در این صورت، در دراز مدت می‌توان تخریب کمتری را به واسطه اجرای طرح‌های توسعه‌ای به‌ویژه جاده‌ها و آزادراه‌ها انتظار داشت.

منابع مورد استفاده

۱. آذری دهکردی، ف. و ف. فتحی سقزچی ۱۳۸۸. بررسی کمی رابطه بین توسعه شبکه راه‌ها و تخریب سیمای سرزمین اطراف تالاب انزلی. مجله علمی-تخصصی تالاب ۱(۱):۳-۱۷.

۲. اسمعیلی، س. ۱۳۸۹. استفاده از زیستگاه توسط آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) در پارک ملی کلاه قاضی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. اکبری هارونی، ح.، ب. کیابی و ب. بهروزی راد. ۱۳۸۷. بررسی مطلوبیت زیستگاه آهو در منطقه حفاظت شده کالمند- بهادران استان یزد. محیط‌شناسی ۴۶: ۱۱۳-۱۱۸.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]

۴. بصیری دهکردی، ف. ۱۳۸۵. تدوین طرح مدیریت محیط زیستی آزاد راه غرب اصفهان با استفاده از متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.

۵. تاکی، ز. ۱۳۸۸. انتخاب زیستگاه گوسپند وحشی و آهوی ایرانی در پناهگاه حیات وحش قمیشلو. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات.

۶. کابلی، م. ۱۳۸۳. طرح جامع پارک ملی کلاه قاضی: بخش حیات وحش پستانداران. جلد دهم، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷. کرمی، م.، ب. ریاضی و ن. کلانی. ۱۳۸۵. ارزیابی زیستگاه کفتار راه راه ایرانی (*Hyaena hyaena hyaena*) در پارک ملی خجیر و ارایه مدل مطلوبیت به کمک روشHEP . علوم محیطی۱۱: ۷۷-۹۶.

۸. مشاور پویش جامع. ۱۳۸۱. طرح جامع مدیریت پناهگاه حیات وحش قمیشلو (جلد یازدهم: حیات وحش و آبزیان)، سازمان حفاظت محیط زیست.

۹. مهندسین مشاور آب نیرو.۱۳۸۰. مطالعات زیست محیطی و ارزیابی اثرات طرح کنارگذر انزلی(جلد دوم)، وزارت راه و ترابری، اداره کل فنی و امور مهندسان مشاور طرح کنار گذر بندر انزلی.

۱۰.مهندسین مشاور آمایشگران پویای محیط. ۱۳۸۲. ارزیابی اثرات زیست محیطی جاده دشت ارژن- پل آبگینه، وزارت راه و ترابری، اداره کل راه و ترابری استان فارس.

۱۱. مهندسین مشاور ایران استن. ۱۳۷۹. ارزیابی اثرات زیست محیطی آزادراه تهران-رودهن(پردیس)، وزارت راه و ترابری، معاونت ساخت و توسعه راه‌ها، اداره کل فنی و امور مهندسان مشاور.

۱۲. نژادی، ا.، م. مخدوم، ع. بالی، ح. فراهانی راد و س.م. منوری. ۱۳۸۷. ارزیابی آثار محیط زیستی بزرگراه تهران-پردیس بر تخریب اکوسیستم مناطق حفاظت شده خجیر و سرخه حصار، محیط‌شناسی ۴۵: ۹۷-۱۰۶.

13. Ashley, P. and S.Wagoner. 2006. Habitat Evaluation Procedures (HEP) Report; Ladd Marsh Wildlife Area. Technical Report, Oregon Department of Fish and Wildlife.
14. Bender, D. J., L. Tischendorf and L. Fahrig. 2003. Using patch isolation metrics to predict animal movement in binary landscapes. *Landscape Ecology* 18: 17-39.
15. Biglin, K. and L. Dupigny-Giroux. 2006. Mapping the road-effect zone to assess impacts of proposed road segments. *Journal of Conservation Planning* 2: 1 – 16.
16. Eigenbrod, F., S. Hecnar and L. Fahrig. 2008. Accessible habitat: an improved measure of the effects of habitat loss and roads on wildlife populations. *Landscape Ecology* 23(2): 159-168.
17. Gelbard, J. and J. Belnap. 2003. Roads as Conduits for Exotic Plant Invasions in a Semiarid Landscape. *Conservation Biology* 17(2): 420-432.
18. Geneletti, D. 2003. Biodiversity Impact Assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity. *Environmental Impact Assessment Review* 23: 343-365.
19. McGarigal, K.,W.H. Romme, M. Crist and E. Roworth. 2001. Cumulative effects of roads and logging on landscape structure in the San Juan Mountains, Colorado (USA). *Landscape Ecology* 16(4): 327-349.
20. Monavari , S. M. and S. Momen Bellah Fard. 2010. A GIS Based Assessment Tool for Biodiversity Conservation. *International Journal of Environmental Research* 4(4): 701-712.
21. Nowzari, H., B. Behrouzi Rad and M. Hemami. 2007. Habitat Use by Persian Gazelle (*Gazella Subgutturosa Subgutturosa*) in Bamoo National Park During Autumn and Winter. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)* 23(1): 109-121.
22. Quintana, S. M., B. M. Ramos, M. A. Martinez and I. O. Pastor. 2010. A model for assessing habitat fragmentation caused by new infrastructures in extensive territories – Evaluation of the impact of the Spanish strategic infrastructure and transport plan. *Journal of Environmental Management* 91: 1087-1096.
23. Tanaka, A. 2008. First application of Habitat Evaluation Procedure to EIA in Japan: How to quantify loss and gain of habitats?. IAIA08 Conference Proceedings', The Art and Science of Impact Assessment 28th Annual

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]

Conference of the International Association for Impact Assessment, Perth Convention Exhibition Centre, Perth, Australia.
24. Trombulak, S. C. and C. A. Frissell. 2000. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. *Conservation Biology* 14(1): 18-30.
25. U.S. Fish and Wildlife Service(USFWS). 2010. Draft Fish and Wildlife Coordination Act Report for the Odessa Subarea Special Study, U. S. Bureau of Reclamation Pacific Northwest Region,Yakima, Washington.
26. Underhill, J. 2002. Roads and wildlife: A study of the effects of roads on mammals in roadside habitats. Doctor of Philosophy, School of Geography and Environmental Science, The University of Birmingham.
27. Wenxuan, X., Q. Jianfang, L. Wei and Y. Weikang. 2008. Food habits of goitered gazelles (*Gazella subgutturosa sairensis*)in northern Xinjiang. *Acta Ther iologica Sinica* 28(3): 280-286.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.2.4.8]