

Investigating spatial and temporal patterns of illegal livestock grazing in Golestan National Park

Meysam Madadi¹ | HamidReza Rezaei²  | Alireza Mohammadi³ | Bagher Nezami⁴  | Maryam Shahbazi⁵ 

1. Department of Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: meysammadadi1986@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: rezaei@gau.ac.ir
3. Department of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Iran. E-mail: armohammadi1989@gmail.com
4. Research Group of Biodiversity and Biosafety, Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD), Department of the Environment, Tehran, Iran. E-mail: nezamibagher@gmail.com
5. Department of Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: maryam.shahbazi@gau.ac.ir

Article Info

Article type

Research Article

Article history

Received: 28 December 2024

Revised: 17 February 2025

Accepted: 21 February 2025

Published: 21 March 2025

Keywords

Golestan National Park

Hotspots

Livestock grazing

Violation Zoning

ABSTRACT

Objective: The increase in the number of domestic livestock worldwide has led to the illegal entry of livestock into protected areas. Illegal livestock grazing is one of the dominant human activities in protected areas and has many direct and indirect effects. This study has identified and prepared a zoning map of the hot spots of illegal livestock violations using ArcGIS software.

Methods: The examination of violation cases in Golestan National Park was done during 2015-2024 and violation points were recorded and based on different tools of spatial statistics, analysis of spatial clustering and areas of violations was done.

Results: Based on the data on the frequency of violations, 4 main areas including Dashteshad, Kuyler, Ghoshe-Ceshmeh and Tangrah have been identified as sensitive and hot areas for Illegal livestock grazing, and it was found that the spread of violations is in the north-south direction, with a concentration in the west of Golestan National Park. Also, the analysis of Z and P values at the 99% confidence level showed that the distribution of phenomena is clustered.

Conclusion: The obtained findings provide valuable insights for planning and formulating violation prevention strategies in Golestan National Park, and based on this, focused activities can be directed towards the Hotspots identified with high violation activity.

Cite this article: Madadi, M., Rezaei, H., Mohammadi, A., Nezami, B., & Shahbazi, M. (2025). Investigating spatial and temporal patterns of illegal livestock grazing in Golestan National Park. *Ethnobiology and Biodiversity Conservation*, 2(1), 49-65. <https://doi.org/10.22091/ethc.2024.11558.1038>



©The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22091/ethc.2024.11558.1038>

Publisher: University of Qom

بررسی الگوهای مکانی و زمانی تعلیف غیر مجاز دام در پارک ملی گلستان

میثم مددی^۱ | حمیدرضا رضایی^۲ | علیرضا محمدی^۳ | باقر نظامی بلوچی^۴ | مریم شهبازی^۵

۱. گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: meysammadadi1986@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: rezaei@gau.ac.ir
۳. گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران. رایانامه: armohammadi1989@gmail.com
۴. گروه تنوع زیستی و ایمنی زیستی، پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ایران. رایانامه: nezamibagher@gmail.com
۵. گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: maryam.shahbazi@gau.ac.ir

چکیده	اطلاعات مقاله
<p>هدف: طی دهه‌های اخیر، افزایش تعداد دام اهلی در جهان منجر به ورود غیرقانونی دام‌ها به مناطق حفاظت‌شده گردیده است. تعلیف دام به‌عنوان یک دغدغه جهانی، یکی از فعالیت‌های غالب بشری است که در مناطق حفاظت‌شده همچون پارک ملی گلستان انجام می‌شود و اثرات مستقیم و غیرمستقیم زیادی را در پی دارد. این مطالعه به شناسایی و تهیه نقشه پهنه‌بندی نقاط داغ وقوع تخلفات تعلیف غیرمجاز دام در پارک ملی گلستان پرداخته است.</p> <p>مواد و روش‌ها: طی بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۲ پرونده‌های تخلفات پارک ملی گلستان مورد بررسی قرار گرفت و نقاط تخلفات ثبت و بر اساس روش تحلیل فضایی در نرم افزار ArcGIS، کانون‌های داغ تعلیف غیرمجاز دام مورد شناسایی قرار گرفت.</p> <p>نتایج: بر اساس داده‌های فراوانی وقوع تخلفات، چهار منطقه اصلی شامل حوزه دشت شاد، کویلر، قوشه‌چشمه و تنگراه جزء مناطق حساس و داغ تخلفات شناسایی شدند. همچنین نتایج نشان داد که پراکنش وقوع تخلفات به صورت خوشه‌ای (متمرکز) و منطبق بر الگوی ثابت (در طول زمان) می‌باشد.</p> <p>نتیجه‌گیری: یافته‌های به دست آمده بینش‌های ارزشمندی را برای برنامه‌ریزی و تدوین استراتژی‌های پیشگیری از تخلف در پارک ملی گلستان ارائه می‌دهد و بر این اساس می‌توان مداخلات و پایش‌های متمرکز را به سمت کانون‌های شناسایی شده با فعالیت تخلف بالا هدایت کرد.</p>	<p>نوع مقاله پژوهشی</p> <p>تاریخچه دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۸ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۲۹ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۳ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۰۱</p> <p>کلیدواژه‌ها تعلیف دام پارک ملی گلستان پهنه‌بندی تخلفات نقاط داغ</p>

استاد: مددی، میثم؛ رضایی، حمیدرضا؛ محمدی، علیرضا؛ نظامی بلوچی، باقر؛ و شهبازی، مریم (۱۴۰۴). بررسی الگوهای مکانی و زمانی تعلیف غیرمجاز دام در پارک ملی گلستان. *زیست‌قوم‌شناسی و حفاظت تنوع زیستی*، ۲(۱)، ۴۹-۶۵. <https://doi.org/10.22091/ethc.2024.11558.1038>



مقدمه

فعالیت غیرقانونی در مناطق حفاظت‌شده و افزایش تعارض انسان و حیات‌وحش، از عوامل اصلی کاهش تنوع گونه‌ای است که می‌تواند تلاش‌های حفاظتی را تهدید کند (Denninger Snyder et al., 2019). تعارض یک مسئله مهم حفاظت در سراسر جهان است که از یک سو منجر به تلفات جانی و مالی انسان و از سوی دیگر منجر به کشتار گونه‌های جانوری می‌شود (Ikanda, 2009). تعلیف دام به‌عنوان یک دغدغه جهانی، یکی از فعالیت‌های غالب بشری است که اثرات مستقیم و غیرمستقیم زیادی را در مناطق حفاظت‌شده در پی دارد (Zainelabdeen et al., 2020). برآورد تعداد کل دام اهلی در جهان، حدود ۳.۶ میلیارد رأس است که در ۵۰ سال گذشته، به طور متوسط، سالانه ۲۵ میلیون رأس افزایش داشته است (Ripple et al., 2015). این رشد تصاعدی، منجر به افزایش تنش‌ها در حفاظت از حیات‌وحش، زیستگاه‌ها و همچنین درگیری انسان و حیات‌وحش گردیده است (Musika et al., 2021). به دلیل ضعف قوانین و عدم بازدارندگی مجازات‌های قانونی تعلیف غیرمجاز دام در مقایسه با سایر مجازات‌های تخلفات حوزه حیات وحش، به‌ویژه شکار گونه‌های جانوری (Denninger Snyder et al., 2019)، محدودیت دسترسی به علوفه در خارج از مناطق حفاظت‌شده و همچنین مطلوبیت، تراکم و تنوع گونه‌ای گیاهی بیشتر در مقایسه با مناطق غیر حفاظت‌شده (Mackenzie and Hartter, 2013)، دامداران، دام‌های خود را به طور غیر قانونی وارد مناطق حفاظت‌شده می‌نمایند. این موضوع اغلب، منجر به بروز تأثیرات منفی بر منابع و پوشش گیاهی در مناطق حفاظت‌شده می‌شود (Gandiwa et al., 2013). اثرات منفی تعلیف دام غالباً شامل کاهش پوشش علفی، زیست‌توده، نرخ نفوذ (Musika et al., 2021)، برگ‌زدایی و رفتار تعلیف انتخابی گونه‌های گیاهی، فشار مکانیکی (لگدمال کردن) و نهایتاً سرعت بخشیدن به روند کاهش زیست‌توده است (Zainelabdeen et al., 2020). با این حال، برخی عقیده دارند که تعلیف دام می‌تواند با افزودن مواد مغذی به خاک از طریق دفع سرگین، در تضمین رشد گیاه و تامین غذا برای علفخواران وحشی مفید باشد. اما به طور قطع میزان این امر در مقابل میزان اثرات منفی حضور آنها در مناطق تحت مدیریت ناچیز است (Madadi et al., 2023; Hosseini Tayefeh et al., 2023).

با وجود سوالات متعدد در خصوص تخلفات و چالش‌ها، پهنه‌بندی مناطق داغ و مطالعه الگوی فضایی تعلیف غیرقانونی دام، به‌ندرت در جهان انجام گردیده است و داده‌های نظارتی بلندمدت و مطلوب در مورد عوامل تعلیف غیرقانونی در مناطق حفاظت‌شده وجود ندارد (Musika et al., 2021)؛ از این رو، درک الگوها، توزیع فضایی و محرک‌های محیطی تعلیف غیرقانونی، برای بهینه‌سازی تلاش‌های حفاظت از تنوع زیستی در این اکوسیستم‌ها حیاتی است (Denninger Snyder, 2019). توسعه سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های پهنه‌بندی تخلفات، به‌تدریج توانایی مردم را در درک و شناسایی آنها بهبود بخشیده است (Wu and Li, 2023). شناخت چگونگی الگوهای وقوع تخلفات در مکان و زمان، تأثیرات قابل‌توجهی بر اقدامات استراتژیک در جهت پیشگیری از وقوع جرم دارد (Glasner and Leitner, 2016) که می‌تواند به شناسایی مناطق با نرخ جرم بالا کمک کند. یکی از مهمترین روش‌های شناخت چگونگی الگوهای جرم در مکان و زمان، استفاده از روش‌های مبتنی بر آمار فضایی است. آمار فضایی مجموعه‌ای از روش‌های اکتشافی برای توصیف و مدل‌سازی توزیع فضایی، الگوها، فرایندها و روابط است (Javizadeh et al., 2017). خروجی اصلی آمار فضایی نقشه‌های نقاط داغ^۱ است که به‌عنوان منطقه‌ای با شدت رخدادهای بالا تعریف می‌شود (Kumar and Somashekar, 2012).

امروزه در بسیاری از نقاط جهان، روند استفاده و به‌کارگیری مدل‌های پیش‌بینی تخلفات به‌منظور کاهش وقوع آن در حال افزایش است. به طور مثال، Gupta و همکاران (۲۰۱۲) با تعیین نقاطی که تخلفات در آنها شدید است، نقشه‌هایی از تخلفات را با توجه به انواع آنها تولید و رابطه بین انواع جرم و عوامل اجتماعی مؤثر بر آن را با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی بررسی نمودند. در مطالعه‌ای Gerber (۲۰۱۴) یک روش پیشگیری از جرم را با استفاده از روش تخمین تراکم هسته^۲ در نظر گرفت. در جرائم خشن مانند قتل و خرید و فروش اسلحه، Mohler (۲۰۱۴) از تابع تراکم کرنل برای پیش‌بینی آنها استفاده کرد. در مطالعه دیگری Kumar و Somashekar (۲۰۱۲) تخلفات را ثبت و سناریوهای جرم را با استفاده از تجزیه و تحلیل لکه‌های داغ و در منطقه تومکور هند تحلیل کردند. الگوی فضایی جرم از طریق نگاهت نظارت بر کانون جرم، توسط Ejemeyovwi (۲۰۱۵) طی یک

1. Hotspot

2. Kernel density estimation

دوره زمانی هفت ساله در کشور نیجریه تعیین گردید. در ایران نیز Varasteh Moradi و Madadi (۲۰۲۲) اقدام به بررسی وضعیت شکارچیان و پهنه بندی وقوع شکار غیر مجاز در پارک ملی گلستان طی دوره ۱۴ ساله از ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹ نمودند. با توجه به عدم استفاده گسترده از مدل‌های پیش‌بینی تخلفات حوزه محیط زیست در ایران، پارک ملی و ذخیره‌گاه زیست‌کره گلستان به‌منظور وجود الگوهای تعارضات متعدد و متنوع، جهت بررسی انتخاب گردید. این منطقه سالهاست که به واسطه حضور دامداران در روستاهای حاشیه خود، متأثر از چرای غیرمجاز دام می‌باشد. جوامعی که در اطراف این منطقه زندگی می‌کنند، دسترسی محدودی به مشاغل عمومی دارند و عمدتاً به دامداری سنتی، کشاورزی، زنبورداری و گردشگری به‌عنوان منبع امرار معاش، می‌پردازند. علی‌رغم تمامی تلاش‌های انجام شده در راستای شناسایی عوامل وقوع تخلفات در این منطقه، کمابین اطلاعات کمی در مورد نقاط داغ تعلیف غیرقانونی وجود دارد و پاسخ به این سوال که آیا این پدیده در پارک ملی گلستان وابسته به زمان است و یا در طول زمان روند افزایشی داشته است یا خیر و چگونگی الگوهای مکانی تعارضات و غیره، بدون پاسخ باقی مانده است. به همین منظور، مهمترین هدف مطالعه حاضر بررسی، شناسایی و پهنه بندی الگوهای مکانی و زمانی تعلیف غیر مجاز دام در پارک ملی گلستان بر اساس پایش‌های طولانی مدت تخلفات رخ داده طی سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۴۰۲ است.

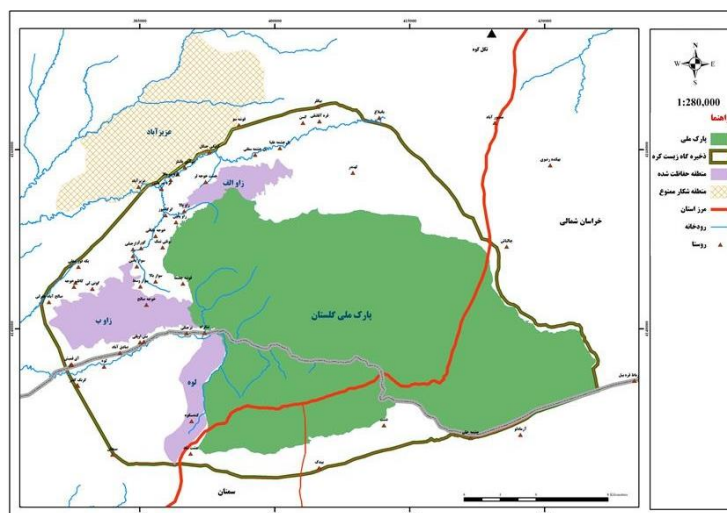
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پارک ملی گلستان در شمال شرق ایران و شرق استان گلستان، شمال غربی استان خراسان شمالی و شمال استان سمنان قرار گرفته است (شکل ۱). این منطقه در فاصله بین $37^{\circ}16'34''$ و $37^{\circ}31'00''$ عرض شمالی و $55^{\circ}42'00''$ و $56^{\circ}17'00''$ طول شرقی قرار گرفته است و مساحت آن ۹۱۸۹۵ هکتار است. جاده ترانزیتی معروف به جاده آسیایی به طول ۳۵ کیلومتر، از تنگراه تا سه‌راهی دشت از درون پارک و از آنجا تا میرزابابیلو از حاشیه جنوبی پارک می‌گذرد. پارک ملی گلستان یک منطقه کوهستانی است که در شرقی‌ترین امتداد رشته‌کوه البرز و امتداد غربی کوه‌های خراسان - کپه داغ قرار گرفته است (Akhani, 2005). این پارک، شرقی‌ترین محدوده بیوم هیرکانی در کشور ایران بوده و از معدود زیستگاه‌های طبیعی کشور محسوب می‌شود (Varasteh Moradi, 2005).

جمع‌آوری داده‌ها

به‌منظور جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز تعلیف غیرمجاز دام در پارک ملی گلستان، کلیه پرونده‌های حقوقی، صورت مجالس تخلف تنظیمی، آرا صادره و همچنین تعهدات اخذ شده در یک دوره ۱۸ ساله، از ابتدای سال ۱۳۸۵ تا پایان سال ۱۴۰۲، مورد بررسی قرار



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی پارک ملی و ذخیره‌گاه زیست‌کره گلستان

گرفت و به تفکیک، مشخصات مربوط به تعداد و نوع دام، محل و زمان دقیق رخداد تخلف (ماه و سال) ثبت گردید. باتوجه به تعداد زیاد تخلفات و پراکنش وسیع نقاط در درون پارک و صعب‌العبور بودن برخی مناطق، ثبت نقاط و جمع‌آوری اطلاعات به صورت هفتگی انجام گرفت؛ به این صورت که هر هفته یکی از حوزه‌های محیط‌بانی انتخاب شده و با طی مسیرهای پایش و همچنین همکاری نیروهای اجرایی پارک ملی گلستان، مختصات محل‌های وقوع تعلیف با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب مکانی (GPS^۱) ثبت گردید (شکل ۲).

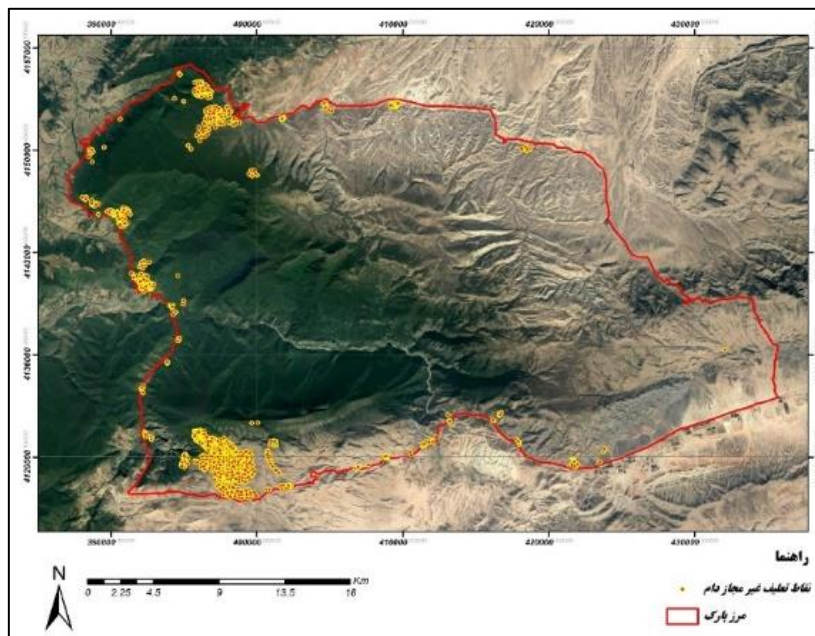
تحلیل الگوهای نقطه‌ای و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی

ابزارهای تجزیه و تحلیل الگوهای نقطه‌ای و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی کانون‌های داغ تعلیف غیرمجاز دام، شامل مجموعه‌ای از ابزارها هستند که تجزیه و تحلیل‌ها را در برابر یک مجموعه داده انجام می‌دهند. هر یک از این ابزارها اطلاعات آماری مربوط به کل مجموعه داده را تولید می‌نمایند. خروجی نهایی این ابزارها نقشه است؛ اما اطلاعات آماری ارائه شده کمک می‌کند تا مشخص شود، آیا مجموعه داده‌ها دارای الگوی خوشه‌ای، پراکنده و یا تصادفی است. برای کمک به تفسیر نتایج این ابزارها، مقادیر P و امتیاز Z مورد بررسی قرار می‌گیرند. مقدار P احتمال تصادفی بودن رخداد را مشخص می‌کند و مقادیر آن از ۰ تا ۱ می‌باشد. مقادیر کوچک P ، شاخصی برای تصادفی نبودن الگوی فضایی هستند و هرچه به یک نزدیک‌تر شود، نشان‌دهنده تصادفی بودن الگوی فضایی رخداد است. نمره Z نیز معیاری برای اندازه‌گیری تعداد انحراف معیارهای استاندارد یک عنصر از میانگین است. جدول‌های ۱ و ۲ سطوح اطمینان مقادیر P و Z را نشان می‌دهند (Pimpler, 2017).

شناسایی الگوی پراکنش نقطه محل‌های تعلیف غیرمجاز دام

ابزار میانگین نزدیک‌ترین همسایه^۲

این ابزار، شاخص نزدیک‌ترین همسایه را بر اساس میانگین فاصله از هر ویژگی تا نزدیک‌ترین ویژگی همسایه محاسبه می‌کند (Vidanapathirana et al., 2022) و سپس فاصله میانگین با فاصله میانگین مورد انتظار مقایسه می‌شود. با این کار، یک نسبت



شکل ۲. نقشه نقاط و پراکنش وقوع تخلفات تعلیف غیرمجاز دام در پارک ملی گلستان طی سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۴۰۲

1. Global Position System

2. Average Nearest Neighbor

جدول ۲. سطوح اطمینان نمره Z

Z-score (انحراف معیار)	سطح اطمینان (درصد)
$+1/65$ یا $> -1/65$	90
$+1/96$ یا $> -1/96$	95
$+2/58$ یا $> -2/58$	99

جدول ۱. سطوح اطمینان مقادیر P

P-value (احتمال)	سطح اطمینان (درصد)
$< 0/10$	90
$< 0/05$	95
$< 0/01$	99

نزدیک‌ترین همسایه بین صفر تا یک ایجاد می‌شود که به عبارتی، نسبت مشاهده شده به مورد انتظار است. اگر نسبت کمتر از ۱ باشد، داده‌ها دارای الگوی خوشه‌ای هستند. درحالی که مقدار بزرگ‌تر از ۱، نشان‌دهنده الگوی تصادفی داده‌ها است (Zandi Dareh, 2021). (Gharibi et al., 2021).

تجزیه و تحلیل خوشه فضایی چند فاصله‌ای^۱ (تابع K ریپلی)

یکی از محدودیت‌های روش میانگین نزدیک‌ترین همسایه، ناتوانی آن در سنجش الگوهای نقطه‌ای در مقیاس‌های مختلف، به طور هم‌زمان است. برای مثال، ممکن است داده‌ها در مقیاس کوچک خوشه‌بندی شوند و هم‌زمان خوشه‌ها در مقیاس بزرگ‌تر نیز خوشه‌بندی شوند (خوشه‌ها، خوشه‌بندی شوند) و یا در مقیاس کوچک خوشه‌بندی، اما در مقیاس بزرگ پراکنده شوند (خوشه‌ها در فواصل مختلف تا حدودی دارای شکل منظم باشند). تجزیه و تحلیل خوشه فضایی چند فاصله‌ای از واریانس‌های فاصله بین مشاهدات استفاده می‌کند که می‌تواند به مسئله الگوهای فضایی وابسته به مقیاس بپردازد (Dixon, 2002). تابع K ریپلی، می‌تواند برای نشان دادن چگونگی تغییر الگوی خوشه‌بندی یا پراکندگی فضایی استفاده شود (Kan et al., 2022). به دست آوردن فاصله‌ای که در آن خوشه‌بندی یا پراکندگی رخ می‌دهد برای هیچ یک از روش‌ها ساده نیست. با اینحال تابع K ریپلی به‌عنوان یک روش محبوب برای تشخیص خوشه‌بندی، قادر به تشخیص آن‌ها در فواصل خاص برای داده‌های نقطه‌ای است (Self et al., 2023). برخلاف سایر ابزارهای الگوی فضایی، این روش، خوشه‌بندی را با توجه به موقعیت ویژگی‌ها تعیین می‌کند و مشخص می‌کند که آیا یک ویژگی، ویژگی دیگری را به خود جذب می‌کند یا خیر (Zandi Dareh Gharibi et al., 2021). این روش، کاربردی‌ترین روش برای توصیف الگوی داده‌های نقطه‌ای (Schiffers et al., 2008) و یک رویکرد قدرتمند برای شناسایی الگوهای چند مقیاسی نقاط است (Yuan et al., 2020).

نمودار تابع ریپلی برای یک توزیع تصادفی از پدیده‌ها، به شکل یک خط تعادلی در می‌آید. این مقدار می‌تواند به‌عنوان معیاری برای سنجش وضعیت توزیع پدیده‌ها به کار رود. به این خط در نمودار خروجی تابع K ریپلی، خط تعادلی یا انتظاری گفته می‌شود (Dixon, 2002). چنانچه تابع K ریپلی مشاهده شده بیشتر از مقدار تعادلی این تابع باشد، نشانه وجود الگوی کپه‌ای و اگر کمتر از مقدار تعادلی دیده شود، توزیع پدیده‌ها به شکل پراکنده خواهد بود. در صورتی که در داخل محدوده شبیه‌سازی مونت کارلو قرار گیرد، الگوی پراکنش مشاهده شده با الگوی پراکنش تصادفی تفاوت معنی‌داری نخواهد داشت و حالت توزیع تصادفی خواهد بود (Alavi et al., 2014).

بررسی خود همبستگی فضایی الگوهای توزیع پدیده‌ها

خودهمبستگی مکانی یک روش آمار فضایی است که برای اندازه‌گیری رابطه بین یک منطقه معین و مناطق همسایه استفاده می‌شود که می‌توان آن را به خودهمبستگی جهانی (Global Moran's I, Getis-Ord General G) و خودهمبستگی محلی (Anselin Local Moran's I, Getis-Ord Gi*) تقسیم نمود که برای شناسایی سه الگوی توزیع داده‌های مکانی (خوشه‌ای، پراکنده و تصادفی) استفاده می‌شود (Ming, 2024). اگر عوارض نزدیک به هم، مقادیر مشابهی داشته باشند، خوشه‌ای و چنانچه

^۱. Multi-Distance Spatial Cluster Analysis (Ripley's K Function)

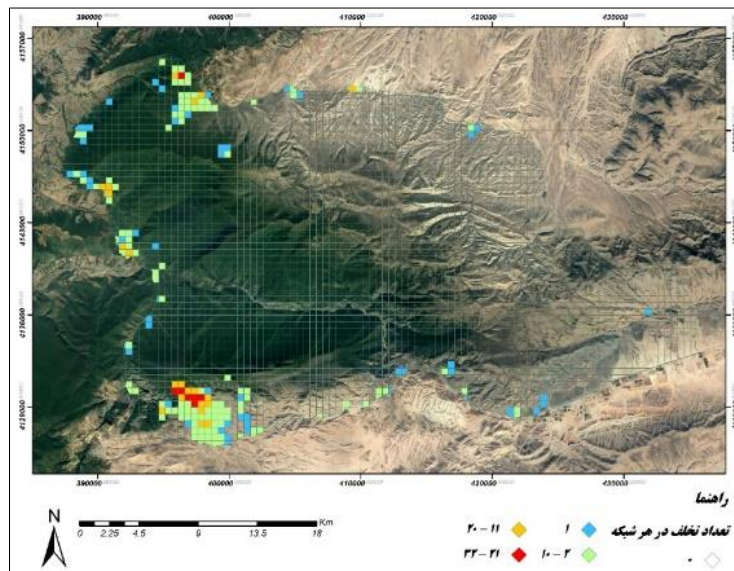
عوارض نزدیک به هم مقادیر متفاوتی داشته باشند، توزیع آنها تصادفی می‌شود. در محاسبه همبستگی فضایی، مقدار شاخص Moran's I به همراه نمره Z و مقدار P به دست می‌آید (Javizadeh et al., 2017).

خودهمبستگی فضایی با استفاده از آماره موران I

اختصاص مقادیر تخلفات به شبکه‌های تعریف شده

جهت جلوگیری از بروز مشکل همسایگان اضافی هنگام تجزیه و تحلیل داده‌ها، اطلاعات تخلفات نقطه‌ای، به شبکه‌های مربعی با طول اضلاع مشخص تبدیل شدند (Gedamu et al., 2024). انتخاب اندازه شبکه بر اساس تجربه و مطالعات قبلی مشخصات پدیده به دست آمده است (He et al., 2023). با اختصاص هریک از عوامل و خصوصیات به سلول‌های شبکه، می‌توانیم رابطه بین عوامل (تخلفات) و توزیع فضایی آن‌ها را در یک فضای کوچک مقیاس تحلیل کنیم. به منظور تجزیه و تحلیل تاثیر عوامل مختلف بر تخلفات، ابتدا از تابع Fishnet در نرم افزار ArcGIS برای تقسیم منطقه مورد مطالعه به ۳۸۱۲ شبکه ۵۰۰ متر × ۵۰۰ متر استفاده گردید (Yang et al., 2023) و سپس با استفاده از ابزار اتصال فضایی^۱، ادغام داده‌های تخلفات نقطه‌ای با ویژگی‌های مربع انجام و تعداد تخلفات رخ داده در هر شبکه ۲۵ هکتاری به صورت ستون مجزا در جدول توصیفی لایه وکتوری شبکه‌ها اضافه گردید (Hussnain, 2019) (شکل ۳).

سپس با استفاده از ابزار Spatial Autocorrelation (Moran's I)، شاخص موران محاسبه گردید. موران I^۲ و Geary's c^۳، دو آماره پرکاربرد خودهمبستگی فضایی هستند. با این حال، موران I به دلیل حساسیت، سهولت تفسیر نتایج و سازگاری با سایر شاخص‌ها، بیشتر از آمار همبستگی فضایی Geary's C استفاده می‌شود (Lin, 2023). موران I یک مقدار استاندارد در دامنه اعداد +۱ و -۱ ارائه می‌کند (Gedamu et al., 2024). مقدار مثبت این شاخص به معنای وجود خوشه‌بندی و مقدار منفی آن به معنای وجود پراکندگی است. عدد صفر نیز نشان‌دهنده یک الگوی فضایی تصادفی می‌باشد (Ngwira, 2024).



شکل ۳. فراوانی وقوع تخلفات در شبکه‌ها در پارک ملی گلستان طی سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۴۰۲

تحلیل داغ یا سرد بودن خوشه‌ها (خوشه‌بندی زیاد / کم)^۱

1. Spatial join tool
2. Moran's I
3. High/Low Clustering

درجه خوشه‌بندی مقادیر زیاد یا پایین را می‌توان با استفاده از آماره Getis-Ord General G اندازه‌گیری کرد که چگالی مقادیر زیاد یا کم را در منطقه مورد مطالعه اندازه‌گیری می‌کند و مناطق با تراکم بالا را شناسایی می‌کند (Ming, 2024). این آماره زمانی به کار می‌رود که وجود الگوی خوشه‌ای در نقاط برداشت داده‌ها محرز است، اما لازم است که تعیین گردد آیا مقادیر زیاد، موجب الگوی خوشه‌بندی شده، یا مقادیر کم خوشه‌ها را ایجاد کرده است (Javizadeh et al., 2017).

تجزیه و تحلیل نقطه داغ^۱

شناسایی نقاط داغ یکی از اصلی‌ترین اقدامات و رایج‌ترین ابزارهای موجود در آمار فضایی است و باتوجه به عارضه‌های وزن‌دهی شده و با استفاده از آماره $Getis-Ord Gi^*$ به صورت آماری، لکه‌های داغ و سرد را شناسایی می‌کند. اگر مقادیر بالا در فضا به گونه‌ای قرار بگیرند که نزدیک به یکدیگر باشند باعث به وجود آمدن خوشه‌بندی مثبت یا لکه داغ می‌شوند و در صورتی که خوشه‌بندی فضایی به این دلیل باشد که در پدیده مورد بررسی مقادیر پایین نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند به آن خوشه‌بندی منفی یا لکه سرد می‌گویند (Javizadeh et al., 2017; Eshtiaghi et al., 2024). آماره $Getis-Ord Gi^*$ نقاط داغ را در یک مجموعه داده محاسبه و ویژگی‌ها را بر اساس امتیازهای Z و مقادیر P بررسی می‌نماید. این ابزار، ابتدا با شناسایی ویژگی‌های مقادیر بالا، امتیاز Z را برای یک مجموعه داده به دست می‌آورد (Hosein et al., 2013) و در نهایت امکان تولید نقشه‌هایی را فراهم می‌کند که مناطق جغرافیایی در معرض خطر را برجسته می‌کند (Mutheneni et al., 2018). قبل از تجزیه و تحلیل نقطه داغ، از آماره $Getis-Ord General G$ برای شناسایی خوشه‌های خطر قابل توجه استفاده شد تا نشان دهد که آیا، الگو به طور یکنواخت یا تصادفی خوشه‌بندی شده است. سپس با استفاده از آماره $Getis-Ord Gi^*$ تحلیل نقاط داغ انجام گردید (Marceló - Díaz et al., 2022).

پهنه‌بندی نقاط تعلیف غیر مجاز با روش درون‌یابی IDW^۲

روش IDW از جمله روش‌های درون‌یابی است که در آن، برآورد بر اساس مقادیر نقاط نزدیک به نقطه برآورد که برعکس فاصله وزن‌دهی می‌شوند، انجام می‌گیرد (Alavi et al., 2020). به عبارت دیگر، به نقاط نزدیک به نقطه برآورد، وزن بیشتری داده می‌شود تا به نقاط دورتر. این روش برخلاف روش کریجینگ از فرضیات مربوط به ارتباط مکانی بین داده‌ها پیروی نمی‌کند و تنها بر این فرض متکی است که نقاط نزدیک‌تر به نقطه برآورد، شباهت بیشتری به آن دارند تا نقاط دورتر. در این روش به طور معمول، توانی برای عکس فاصله در نظر گرفته می‌شود که به طور معمول بین ۱ تا ۵ است، ولی اغلب از توان ۲ استفاده می‌شود، یعنی عکس مجذور فاصله. مشخصه بارز این روش این است که وزن به کاررفته با افزایش فاصله به سرعت کاهش می‌یابد، در نتیجه درون‌یابی در این روش کاملاً محلی است و چون وزن‌های به کاررفته هیچ‌گاه صفر نمی‌شوند، بنابراین هیچ‌گونه انقطاع و عدم پیوستگی در برآوردها رخ نمی‌دهد (Akhavan et al., 2012). این روش مناطق مستعد تخلفات را در یک فاصله خاص و فراوانی وقوع را تخمین می‌زند. منطقه قرمز مناطق مستعد تخلفات است. نزدیک‌ترین نقاط در منطقه حائل قرمز به احتمال زیاد تحت تأثیر تخلفات قرار می‌گیرند که شناسایی نشده‌اند یا مستعد وقوع در آینده هستند (Jannat and Al-Amin, 2023).

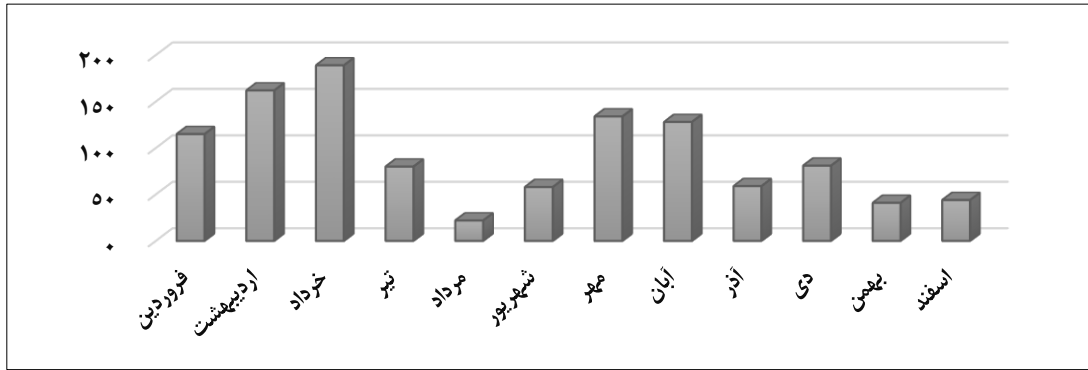
نتایج

جمع‌آوری داده‌های تعلیف غیر مجاز دام در پارک ملی گلستان

با بررسی پرونده‌های حقوقی، تعداد واحد دامی و همچنین فراوانی تخلفات به تفکیک زمان وقوع تخلف در هر منطقه استخراج گردید (شکل‌های ۴ و ۵). در طی روند بررسی پرونده‌های قضایی، بیش از ۱۰۰۰ پرونده تعلیف غیرمجاز مطالعه گردید و ۱۱۱۳ نقطه وقوع تخلف شناسایی و تعداد ۲۰۳۸۸۲ رأس واحد دامی ثبت شد.

^۱. Hot Spot Analysis

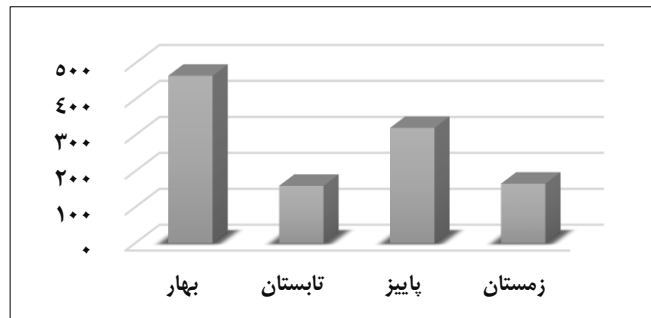
^۲. Inverse distance weighted



شکل ۴. مجموع شدت وقوع تخلفات تعلیف غیرمجاز دام در پارک ملی گلستان طی سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۴۰۲ به تفکیک ماه

روش میانگین نزدیک‌ترین همسایه

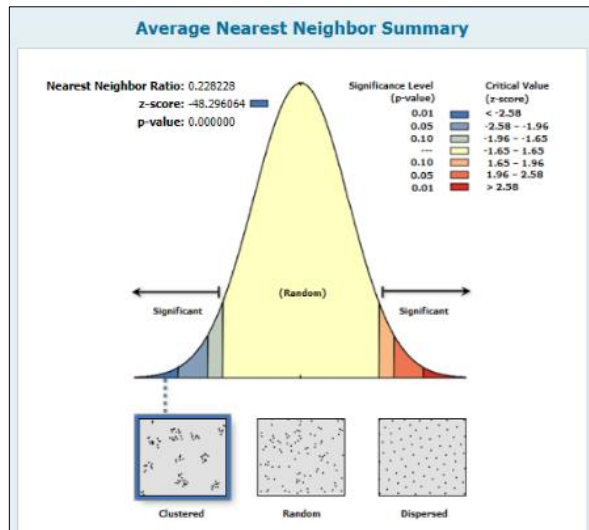
با اجرای ابزار میانگین نزدیک‌ترین همسایه برای داده‌های مربوط به تعلیف غیرمجاز دام در داخل پارک ملی گلستان، الگوی پراکنش به صورت شکل ۶ به دست آمده است. برابر با داده‌های به دست آمده، نسبت نزدیک‌ترین همسایه، عدد $0/228228$ است که این مقدار بسیار کمتر از ۱ بوده و نشان‌دهنده خوشه‌ای و غیرتصادفی بودن داده‌ها است. با این حال مقادیر Z -score و P -value نیز به ما اطلاعات بیشتری در مورد نتیجه می‌دهند. مقدار Z -score به دست آمده برای این مجموعه داده $-48/29$ و مقدار P -value برابر با $0/000000$ است که در سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌توان گفت که پدیده‌ها به صورت خوشه‌ای می‌باشند.



شکل ۵. فراوانی وقوع تخلفات تعلیف دام در پارک ملی گلستان طی سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۴۰۲ به تفکیک فصل

اجرای تجزیه و تحلیل خوشه فضایی چند فاصله‌ای (تابع K ریپلی)

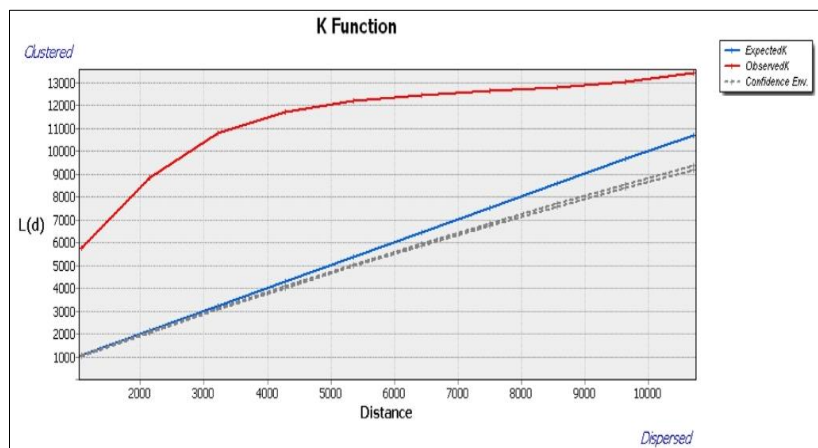
با اجرای تابع K ریپلی و انجام ۱۰ بار شبیه‌سازی برای رسیدن به ضریب اطمینان ۹۰ درصد و همچنین انتخاب مقدار ماکزیمم تابع K برای هر فاصله، در نهایت نمودار تابع ریپلی به صورت شکل ۷ بدست آمد. در نمودار فوق $ExpectedK$ الگوی مکانی تصادفی مورد انتظار است و فواصلی را نشان می‌دهد که در صورت چینش منظم، عوارض روی آن قرار می‌گیرند و $ObservedK$ الگوی مکانی مشاهدات در شرایط واقعی و اندازه‌گیری شده است. چنان‌که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، با افزایش فاصله میان نقطه مکان‌های تخلف تعلیف غیرمجاز دام در داخل پارک ملی گلستان، میزان تمرکز نیز افزایش می‌یابد و باتوجه به اینکه تابع K ریپلی با فاصله به نسبت زیادی بالاتر از خط تعادل قرار دارد، الگوی پراکنش تخلفات تعلیف غیرمجاز به شدت خوشه‌ای است.



شکل ۶. نتایج اجرای میانگین نزدیک ترین همسایه

اجرای ابزار شاخص موران (Morans I) Spatial Autocorrelation

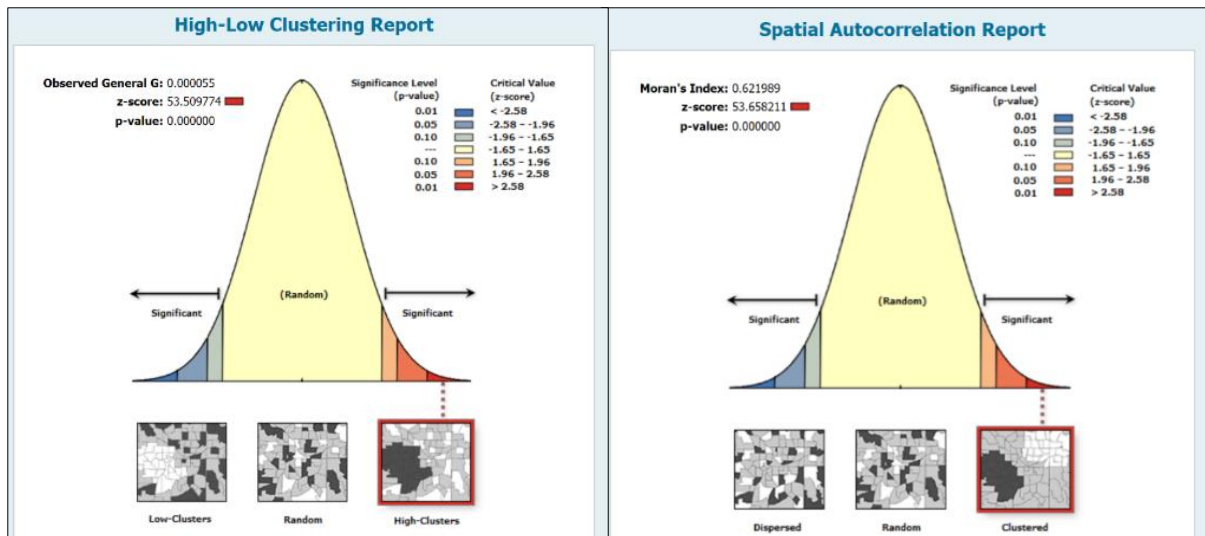
نتیجه شاخص موران به دست آمده برابر با ۰/۶۲۱۹۸۹ است که نشان از توزیع خوشه‌ای پدیده‌ها دارد. برابر با نتایج به دست آمده، مقدار Z-score برای این مجموعه داده ۵۳/۶۵۸۲۱۱ و مقدار P-value برابر با ۰/۰۰۰۰۰۰ است که در سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌توان گفت که پدیده‌ها به صورت خوشه‌ای هستند (شکل ۸).



شکل ۷. منحنی ترسیم شده برای الگوی پراکنش تخلفات دام به روش K ریپلی در پارک ملی گلستان طی سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۴۰۲

تحلیل داغ یا سرد بودن خوشه‌ها (خوشه‌بندی زیاد / کم)

شاخص G عمومی، مانند شاخص موران I، یک نتیجه آماری است. Getis-Ord General G دو شاخص را محاسبه می‌کند، مقدار مشاهده شده، که شاخص واقعی است و دیگری مقدار مورد انتظار، که شاخص فرضی است. مقادیر مشاهده شده با مقادیر مورد انتظار مقایسه می‌شوند. اگر مقادیر مشاهدات بزرگ باشند، نمره Z یک عدد مثبت است که نشان‌دهنده تجمع زیاد است. اگر مقدار مورد انتظار بزرگ باشد، امتیاز Z منفی است که نشان‌دهنده تجمع کم است. همان‌طور که در شکل ۹ نشان داده شده است، Getis-Ord General G برای تخلفات تعلیف غیرمجاز دام، مقدار P کمتر از ۰/۰۰۰۰۰۰ و امتیاز Z به میزان ۵۳/۵۰۹۷۷۴ به دست آمده است. همچنین مقدار مشاهده عمومی G بالاتر از انتظار عمومی G به دست آمده است که تخلفات به صورت خوشه‌ای با ارزش بالا را نشان می‌دهد.

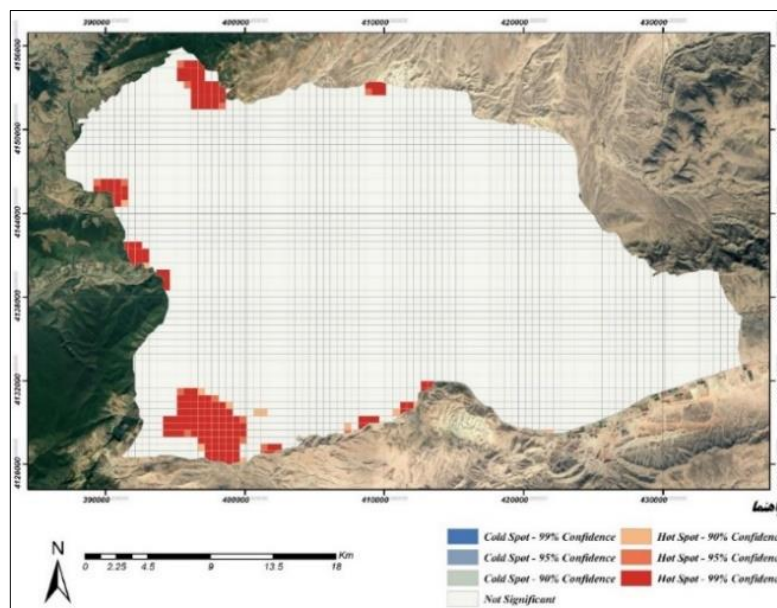


شکل ۹. نتایج اجرای آماره Getis-Ord General G

شکل ۸. نتایج تحلیل خودهمبستگی فضایی موران I

تجزیه و تحلیل نقطه داغ

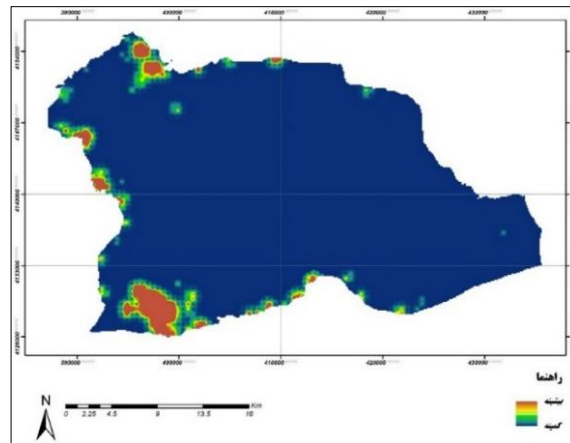
بر اساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل نقاط داغ تعلیف غیرمجاز دام در داخل پارک ملی گلستان تقریباً تمامی خوشه‌های تعیین شده به‌عنوان لکه داغ شناسایی گردیده‌اند که سطح وسیعی از این مناطق شامل محیط‌بانی‌های دشت شاد، تنگراه، قوشه چشمه و کویلر می‌باشد (شکل ۱۰). بر این اساس، محیط‌بانی‌های دشت شاد و کویلر، بیشترین سطح تخلفات و تعارضات را به خود اختصاص داده‌اند و ضروری است در اولویت حفاظت و پایش قرار گیرند.



شکل ۱۰. تجزیه و تحلیل نقاط داغ تعلیف غیرمجاز دام در پارک ملی گلستان بر اساس داده‌های آماری سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۴۰۲

پهنه‌بندی تعلیف غیرمجاز به روش IDW

تعیین و پهنه‌بندی مناطق مستعد وقوع تعلیف غیرمجاز دام در پارک ملی گلستان با استفاده از روش IDW (شکل ۱۱) انجام گردید که نقشه حاصل علاوه بر تعیین نقاط اصلی وقوع تخلفات، نشان‌دهنده مناطق مستعد وقوع تخلفات نیز می‌باشد. بر این اساس، تقریباً تمامی مناطق حاشیه جاده کمربندی پارک در جنوب، غرب و شمال مستعد وقوع تخلفات می‌باشند. لکه‌های اصلی تعیین شده دقیقاً در تطابق با تحلیل خوشه و ناخوشه انجام گرفته به دست آمده است که حاکی از دقت مدل در پیش‌بینی تخلفات می‌باشد.



شکل ۱۱. نقشه مناطق مستعد وقوع تخلفات تعلیف دام در پارک ملی گلستان طی سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۴۰۲ با استفاده از روش IDW

بحث

ارزیابی الگوی فضایی و شناسایی نقاط داغ وقوع تخلفات تعلیف غیرمجاز دام در پارک ملی گلستان، بر اساس داده‌های پایشی بلند مدت، به مدیران و تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا استراتژی‌های حفاظتی و کاهش فعالیت‌های مجرمانه را توسعه دهند. بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده از بررسی پرونده‌های حقوقی تعلیف غیرمجاز در پارک ملی گلستان طی دوره ۱۸ ساله، تعلیف غیرمجاز تعداد ۲۰۳۸۸۲ رأس واحد دامی ثبت گردید که بر اساس مصوبه شماره ۱۴۰۳۳۱۸۳۴/۳ تاریخ ۱۴۰۲/۱۰/۱۶ وزارت جهاد کشاورزی در خصوص نحوه خسارت وارده از حیث تعلیف غیرمجاز دام در مناطق حفاظت‌شده و ممنوعه، خسارت وارده به پارک ملی گلستان از ناحیه هر واحد دامی مبلغ ۳/۶۰۰/۰۰۰ ریال است که در مجموع خسارتی معادل ۷۳۳/۹۷۵/۲۰۰/۰۰۰ ریال وارد گردیده است. با این وجود، این حقیقت روشن است که با توجه به عدم امکان شناسایی و ثبت تمامی تخلفات تعلیف غیرمجاز توسط یگان حفاظت پارک، میزان واقعی خسارت وارده غیرقابل تخمین بوده و پیش‌بینی می‌گردد ارقام واقعی، چندین برابر خسارت محاسبه شده باشد. این در حالی است که متأسفانه به علت عدم تناسب بین خسارات واقعی وارده به محیط زیست و جریمه ریالی خسارات وارده در صورت محکومیت و اثبات تخلف، کماکان برخی از دامداران با اطلاع از موضوع و برآورد و سنجش هزینه و فایده ناشی از انجام تخلف تعلیف دام، بر اساس تغذیه دستی و هزینه‌های نگهداری و تامین نهاده‌های دامی، ارتکاب چندباره تخلف را حتی در صورت دستگیری و محکومیت نیز، جزو اولویت‌های خود دانسته و اقدام به ارتکاب تخلف (Matungwa et al., 2022) می‌نمایند.

بررسی زمانی وقوع تخلفات نشان می‌دهد که چالش‌برانگیزترین زمان برای تغذیه دام در فصول مرطوب است. از نظر زمانی، بیشترین فراوانی وقوع تعلیف غیرمجاز دام در فصل بهار ثبت گردیده است که علت اصلی آن را می‌توان در مطلوبیت، تراکم و تنوع پوشش گیاهی در فصل بهار نسبت به دیگر فصول دانست. در فصل پاییز نیز فراوانی وقوع تخلف بالا ثبت گردید که با نتایج مطالعات انجام شده توسط Seno and Tome (۲۰۱۳) در کشور کنیا و Kuiper (۲۰۱۵) در کشور زیمبابوه همخوانی دارد. با اینحال، یافته‌های به دست آمده با برخی دیگر از مطالعات انجام‌شده از جمله Hibert و همکاران (۲۰۱۰)، Mackenzie و همکاران (۲۰۱۱)، Zarco-González و همکاران (۲۰۱۳) و Soofi و همکاران (۲۰۱۸) که نشان می‌دهند دام‌ها عمدتاً در طول فصل خشک، زمانی که کمبود مرتع و آب وجود دارد، به مناطق حفاظت‌شده نفوذ می‌کنند، تناقض دارد.

توجه به موضوعات دیگر از جمله خسارت وارده به حیات وحش از حیث شکار حیات‌وحش و به خصوص نوزادان تازه متولد شده توسط سگ‌های گله و یا حتی توسط خود دامداران، امکان انتقال بیماری‌های مشترک، افزایش تعارضات انسان - حیات وحش و به‌خصوص پلنگ، دامداران و دام‌ها ضروری است. در دهه‌های گذشته، نحوه دامداری در پیرامون پارک ملی گلستان، عمدتاً در اراضی مرتعی و جنگلی به صورت مشترک و گسترده بوده است (Butt, 2014) و اکثر دامداران نیز به مراتع طبیعی وابسته بودند (Nkrumah et al., 2006). با افزایش جمعیت و گسترش روستاهای حاشیه پارک ملی گلستان، مراتع به دلیل تخریب و تبدیل اراضی و همزمان تغییرات آب و هوایی، به ویژه خشکسالی دوره‌ای، با کاهش چشمگیر کمیت و کیفیت مواجه شده‌اند (Lema and Majule, 2009) که منجر به بهره‌برداری بیش از حد از مراتع در دسترس و درنهایت نیاز به علوفه بیشتر برای دام گردیده

است (Butt, 2014). وجود پوشش گیاهی مرغوب برای دام در داخل پارک ملی گلستان، پایش ناکافی، عدم بازدارندگی قوانین (Kolahi et al., 2012)، تعداد دام بیش از ظرفیت برد مراتع (Nelson, 2012)، عدم وجود یا اجرای صحیح برنامه‌های کاربری زمین، دامداران را وادار کرده است تا چراگاه‌های دام خود را به مناطق حفاظت شده و پارک ملی گلستان گسترش دهند. تأمین علوفه رایگان به صورت سنتی توسط دامداران در طول فصل مرطوب (بهار و پاییز) با مشکل مواجه می‌شود، چرا که اراضی مرتعی محدودی برای دامداران جهت تغذیه دام وجود دارد و از طرفی، اراضی کشاورزی نیز در این دو فصل تحت برداشت یا کشت محصول هستند و دامداران حاشیه پارک جهت جلوگیری از ایجاد نزاع و آسیب به محصولات کشاورزی از ورود دام‌های خود به داخل و حاشیه زمین‌های کشاورزی در طول فصل مرطوب اجتناب می‌کنند. علاوه بر این، طی فصل پاییز، تمرکز بیشتر نیروهای اجرایی پارک بر دیگر فعالیت‌های حفاظتی مانند عملیات گاوبانگی، دیده‌بانی آتش‌سوزی و فصل جفت‌گیری حیات‌وحش است که منجر به عدم نظارت و پایش کافی مناطق تحت‌تأثیر تعلیف دام می‌شود؛ از طرفی، به دلیل بارش‌های فصل پاییز، اغلب مسیرهای پیاده و مالرو در زیستگاه‌ها به صورت لغزنده و غیرقابل تردد بوده و امکان پایش‌های دقیق روزانه را از نیروهای اجرایی پارک سلب می‌نماید که این موضوع در جدول ماهیانه فراوانی تعلیف برای ماه‌های مهر و آبان مشهود است. تقریباً تمامی تخلفات تعلیف غیرمجاز دام در مناطق جنگلی و استپی پارک در هنگام روز انجام می‌گیرد که این موضوع با مطالعات Matungwa و همکاران (۲۰۲۲) در تناقض می‌باشد. با این وجود، بررسی پرونده‌ها، وقوع درصد اندکی از تخلفات را در شب، تنها در برخی مناطق استپی نزدیک به جاده و روستا نشان می‌دهد که علت اصلی آن با عواملی همچون امنیت، امکان اختفا و کاهش تردد در حاشیه جاده بین روستایی در شب در ارتباط است.

علی‌رغم توضیحات ارائه شده، کماکان نمی‌توان اثرگذاری عواملی همچون کمبود نیروی اجرایی، امکانات و نیمه‌فعال بودن برخی پاسگاه‌های محیط‌بانی را در افزایش تخلفات نادیده گرفت. برخلاف انتظار، در فصول تابستان و زمستان فراوانی وقوع تخلف با کاهش محسوس همراه است که این کاهش در فصل تابستان به علت جابه‌جایی اغلب دام‌ها از منطقه و همچنین عدم تمایل دامداران به حضور در داخل پارک ملی گلستان به واسطه در دسترس بودن بقایای محصولات کشاورزی برداشت شده در اراضی کشاورزی مجاور روستاها و پارک ملی گلستان است، زیرا، اغلب کشاورزان در اطراف روستاها و پارک، همانند بسیاری از اراضی کشاورزی دنیا، با این عقیده که تعلیف دام مزارع آنها را پاکسازی می‌کند و کود حیوانی رایگان به خاک اضافه می‌کند، به دامداران اجازه می‌دهند تا از بقایای محصول در طول فصل خشک برای تغذیه دام استفاده نمایند (Musika et al., 2021). در فصل زمستان نیز به علت محدودیت‌های دام در تردد، حساسیت بیشتر دام به بیماری، سرمای هوا، کاهش سطح سبزی‌نگی و علوفه‌ای بستر زمین در زیستگاه‌های جنگلی و استپی، در دسترس نبودن علوفه مطلوب و خوش‌خوراک، بر جای ماندن آثار رد پا در ورود به پارک، افزایش احتمال دستگیری و شناسایی توسط نیروهای یگان حفاظت پارک و از همه مهم‌تر عدم وجود استتار کافی، منجر به کاهش ورود دامداران به داخل پارک ملی گلستان گردیده است.

شناسایی الگوهای پراکنش بر اساس روش میانگین نزدیک‌ترین فاصله انجام و بر اساس نسبت به‌دست‌آمده و همچنین تحلیل مقادیر Z و P در سطح اطمینان ۹۹ درصد، مشخص گردید که پراکنش پدیده‌ها به صورت خوشه‌ای می‌باشد. اجرای آماره موران و ریپلی نیز مؤید خوشه‌ای بودن تخلف تعلیف غیرمجاز دام می‌باشد. باتوجه به عدم تصادفی بودن توزیع تخلفات، متغیرهای گوناگونی در تصمیم دامداران به انجام تخلفات مؤثر هستند. از جمله این موارد می‌توان به خصوصیات زیستگاه، امنیت، جاده، دسترسی و نسبت هزینه به فایده افزایش تعارضات، درگیری با حیات وحش و حتی دستگیری اشاره نمود. نکته حائز اهمیت انطباق نقاط تعلیف بر مناطقی است که دارای پاسگاه‌های نیمه‌فعال با نیروی اجرایی ناکافی می‌باشند.

بر اساس داده‌های فراوانی وقوع تخلفات تعلیف غیرمجاز دام در پارک ملی گلستان، چهار منطقه اصلی شامل محیط‌بانی‌های دشت شاد، کویلر، قوشه چشمه و تنگراه جز مناطق اصلی بروز تخلفات شناسایی گردیده‌اند. همچنین تحلیل خوشه‌بندی با استفاده از موران محلی و نتایج تجزیه و تحلیل لکه‌های داغ، همسو با داده‌های فراوانی وقوع، نشان‌دهنده وجود الگوی خوشه‌ای وقوع تخلفات با مقادیر بالا و وجود تعداد چهار لکه داغ با سطح اطمینان ۹۹ درصد در جنوب غربی پارک در حوزه محیط‌بانی دشت شاد، تنگراه و قوشه چشمه در غرب پارک و منطقه کویلر و زاو در شمال غرب پارک و لکه‌های کوچک پراکنده در بخش‌های جنوبی و شمالی پارک در حوزه محیط‌بانی‌های لهندر و شارلق است که این مناطق به نسبت از اهمیت کمتری برخوردار هستند و عمدتاً تخلف به

طور تصادفی و گاهاً تنها برای یک‌بار انجام گرفته است. برای مرکز، شرق و تا حدی شمال پارک، نتایج تجزیه و تحلیل لکه‌های داغ، خوشه‌های کمتری از وقوع تخلفات را نشان می‌دهد، به این معنی که موارد تخلف در شرق در مقایسه با موارد در غرب پارک، بسیار کمتر است. نقشه پهنه‌بندی مناطق مستعد وقوع تعلیف غیرمجاز دام نیز تأکیدکننده اجرای مدل‌های به کار گرفته می‌باشد. اگرچه نوسانات نسبتاً محسوسی در وقوع تخلفات دام در سال‌های گوناگون وجود دارد؛ با این حال، برقراری ارتباط منطقی بین سال‌های مورد مطالعه و درصد وقوع تخلفات بسیار مشکل است. چراکه علاوه بر تأثیرگذاری عوامل زیستگاهی، اقلیمی و اقتصادی - اجتماعی موثر، توجه به عوامل مدیریتی پارک ملی گلستان نیز بسیار حائز اهمیت است. افزایش تعداد نیرو در برخی سال‌ها، استفاده از نیروهای کارآمد در برخی مناطق و وجود امکانات در دوره‌های مختلف، از مواردی است که در نوسانات وقوع تعلیف دام (تخلفات مکشوفه) بسیار حائز اهمیت می‌باشد؛ با این حال، متأسفانه به علت عدم وجود داده‌های فراگیر رسمی و تأیید شده، امکان بررسی اثرگذاری این عوامل وجود ندارد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر بیانگر آن است که در پارک ملی گلستان توزیع وقوع تخلفات دام به طور تصادفی نبوده و تمرکز تخلفات با عوامل محیطی در ارتباط است. تجزیه و تحلیل لکه‌های داغ به فرایند طبقه‌بندی فضایی و زمانی کمک می‌کند و امکان اولویت‌بندی اقدامات کنترلی را فراهم می‌کند تا اطلاعات پایه برای توسعه برنامه‌های احتمالی برای کنترل تخلفات تولید شود. در این راستا، ضروری است علاوه بر شناخت دقیق محرک‌های محیطی و اقتصادی - اجتماعی، زیستگاه و مبادی ورودی تجاوز به زیستگاه‌های پارک ملی گلستان در خصوص تعلیف غیرمجاز دام، تقویت گشت‌های پایشی و نیروهای اجرایی، فعال‌سازی کامل پاسگاه‌ها، به ویژه کویلر، زاو، کندس کوه و دشت شاد، به‌روزرسانی ناوگان موتوری و استفاده از روش‌های نوین حفاظتی مورد توجه قرار گیرد. در این راستا می‌توان با آگاهی‌رسانی در مورد تأثیرات اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی تعلیف غیرقانونی بر پارک ملی گلستان و با در نظر گرفتن بهبود معیشت جوامع روستایی پیرامون پارک به کاهش تخلفات کمک نمود تا حفاظت پایدار تضمین شود. همچنین تمام تلاش‌ها باید با رویکرد جلب مشارکت مردم از طریق آموزش و ارتقای آگاهی از ارزش‌های پارک و نیز معرفی معیشت‌های سازگار با حفاظت که تأمین‌کننده منافع جامعه محلی است، باشد تا درگیری با جوامع محلی را به حداقل برساند. اجرای الگوی مشارکت جوامع محلی در روستاهای واقع در پیرامون پارک و به ویژه روستاهای واقع در مجاورت لکه‌های داغ تخلفات و تعارضات می‌تواند در حفاظت از پارک ملی گلستان و کاهش تخلفات نقش به‌سزایی داشته باشد. پیشنهاد می‌شود که مسئولان مربوطه به بازنگری در سیاست‌های موجود بپردازند و روش‌های دامداری متمرکزتری را ترویج کنند تا مدیریت مراتع، بهبود یافته و بهره‌برداری سازگار با محیط‌زیست ایجاد شود. همچنین توصیه می‌شود که برنامه‌ریزی کاربری اراضی مناطق پیرامونی پارک به طور دقیق و جامع انجام گیرد و استراتژی‌هایی اتخاذ شوند که تضمین‌کننده اجرای پایدار آن‌ها باشد.

در انتها، باتوجه به نتایج حاضر در خصوص قابل‌پیش‌بینی بودن مکان‌ها و زمان‌بندی‌های انجام تخلفات، پیشنهاد می‌شود در مدیریت پارک ملی گلستان، مداخلات متمرکز را به ویژه در کانون‌های شناسایی شده فعالیت جرم بالا هدایت نموده و با نظارت مستمر مناطق آسیب‌دیده و ایجاد گشت دائمی در کانون‌های شناسایی شده، دسترسی دامداران در طول فصل بهار و پاییز را به حداقل برسانند.

منابع

- اخوان، رضا؛ کرمی خرم‌آبادی، منا؛ و سوسنی، جواد (۱۳۹۰). کاربرد دو روش کریجینگ و IDW در پهنه‌بندی تراکم و تاج پوشش جنگل‌های شاخه زاد بلوط (مطالعه موردی: منطقه کاکارضای خرم‌آباد لرستان). *مجله جنگل ایران*. ۳ (۴)، ۳۰۵-۳۱۶.
- آخانی، حسین (۱۳۸۳). *فلور مصور پارک ملی گلستان*. جلد اول. تهران: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- جوی زاده، سعید؛ حدادی، ساره؛ و درانی نژاد، محمدصادق (۱۳۹۷). *آمار فضایی (تحلیل داده‌های مکانی)*. نشر آکادمیک.
- حسینی طائفه، فرهاد؛ نظامی بلوچی، باقر؛ و ایزدیان، منا (۱۴۰۲). مدیریت تعارض و تهدیدهای گور ایرانی *Equus hemionus onager* در زیستگاه‌های طبیعی و مراکز تکثیر و معرفی مجدد در ایران. *محیط زیست و توسعه فرابخشی*، ۸ (۷۹)، ۴۷-۲۶.
- زندی دره‌گریبی، رحمان؛ مرگن مقدم، علی؛ و فسنگری، مهسا (۱۴۰۰). *تحلیل‌های مکانی با Arc GIS*. انتشارات ماهواره.

علوی، کاملیا؛ کیانزاد، صدیقه؛ و صباغ، سیده‌عالمه (۱۳۹۸). تهیه نقشه آلودگی هوا با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ در GIS، مورد مطالعه: کلان شهر تهران. *پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری*. ۱۰ (۲۰)، ۱۸۴-۱۷۱.

علوی، سید جلیل؛ زاهدی امیری، قوام‌الدین؛ نوری، زهرا؛ و مروی مهاجر، محمدرضا (۱۳۹۲). کاربرد تابع K ریبلی در آشکارسازی الگوی پراکنش مکانی گونه ملج در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود نوشهر. *پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۲۰ (۴)، ۳۹-۲۱.

مهدوی، علی؛ طباطبائی یزدی، فاطمه؛ محمدی، علیرضا؛ و خانی، علی (۱۴۰۰). شناسایی مناطق داغ تلفات جاده‌ای گوشت خواران و اولویت بندی آن‌ها در استان خراسان رضوی. *محیط زیست جانوری*. ۱۳ (۴)، ۳۴-۲۷.

وارسته مرادی، حسین (۱۳۸۴). تعیین نسبت جنسی و گروه‌های سنی گوزن مرال *Cervus elaphus* و شوکا *Capreolus capreolus* در پارک ملی گلستان. *علوم کشاورزی و منابع طبیعی*. ۱۲ (۴)، ۱۶۱-۱۵۴.

وارسته مرادی، حسین؛ و مددی، میثم (۱۴۰۰). شناسایی محرک‌های اقتصادی - اجتماعی شکار غیرمجاز حیات وحش در پارک ملی گلستان. طرح پژوهشی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

References

- Akhani, H. (2005). The illustrated flora of Golestan national park. University of Tehran Press. Vol 1. (in Persian)
- Akhavan, R., Karami Khoram Abadi, M., & Sosani, J. (2012). Application of Kriging and IDW methods in mapping of crown cover and density of coppice oak forests (case study: Kakareza region, Khorramabad). *Iranian Journal of Forest*, 3(4), 305-316. (in Persian)
- Alavi, C., Kianejad, S., & Sabbagh, A. (2020). Preparation of air pollution mapping by interpolating Kriging Method in GIS, case study: Tehran Metropolis. *Biannual Journal of Urban Ecology Researches*, 10(20), 171-184. (in Persian)
- Alavi, S. J., Zahedi Amiri, GH., Noori, Z., & Marvi Mohajer, M. R. (2014). Application of Ripley's K-Function in detecting spatial pattern of Wych Elm Species in Khayroud Forests, north of Iran. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 20(4), 21-39. (in Persian)
- Butt, B. (2014). The political ecology of 'incursions': Livestock, protected areas and socio-ecological dynamics in the mara region of Kenya. *Africa*, 84(4), 614-637.
- Denninger Snyder, K., Mneney, P. B., & Wittemyer, G. (2019). Predicting the risk of illegal activity and evaluating law enforcement interventions in the western Serengeti. *Conservation Science and Practice*, 1(9), 1-13.
- Dixon, M. (2002). Ripley's K function. In *Encyclopedia of Environmetrics* (pp. 2041-2046). John Wiley & Sons.
- Ejemeyovwi, D. O. (2015). Crime mapping using time series analysis in Asaba, Delta State, Nigeria: A remote sensing and GIS approach. *European Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(2), 52-71.
- Eshtiaghi, A., Naderi, S., Mohammadi, A., & Wan, H. Y. (2024). Identifying wild boar (*Sus scrofa*) crop damage hotspots to mitigate human-wild boar conflicts in northern Iran. *Global Ecology and Conservation*, 54, e03065.
- Gandiwa, E., Heitkönig, I. M., Lokhorst, A. M., Prins, H. H., & Leeuwis, C. (2013). Illegal hunting and law enforcement during a period of economic decline in Zimbabwe: A case study of northern Gonarezhou National Park and adjacent areas. *Journal for Nature Conservation*, 21(3), 133-142.
- Gedamu, W. T., Plank-Wiedenbeck, U., & Wodajo, B. T. (2024). A spatial autocorrelation analysis of road traffic crash by severity using Moran's I spatial statistics: A comparative study of Addis Ababa and Berlin cities. *Accident Analysis & Prevention*, 200, 107535.
- Gerber, M. S. (2014). Predicting crime using Twitter and kernel density estimation. *Decision Support Systems*, 61, 115-125.
- Getis, A. (2007). Reflections on spatial autocorrelation. *Regional Science and Urban Economics*, 37(4), 491-496.
- Glasner, P., & Leitner, M. (2016). Evaluating the impact the weekday has on near-repeat victimization: A spatio-temporal analysis of street robberies in the city of Vienna, Austria. *International Journal of Geo-Information*, 6(1), 3.

- Gupta, R., Rajitha, K., Basu, S., & Mittal, S. K. (2012, February). Application of GIS in crime analysis: A gateway to safe city. In *India Geospatial Forum* (pp. 1-6).
- He, Z., Wang, Z., Gu, Y., & An, X. (2023). Measuring the influence of multiscale geographic space on the heterogeneity of crime distribution. *International Journal of Geo-Information*, 12(10), 437.
- Hibert, F., Calenge, C., Fritz, H., Maillard, D., Bouché, P., Ipavec, A., Convers, A., Ombredane, D., & De Visscher, M. N. (2010). Spatial avoidance of invading pastoral cattle by wild ungulates: insights from using point process statistics. *Biodiversity and Conservation*, 19(7), 2003-2024.
- Hosein, S., Al-Tahir, R., & Ramlal, B. (2013, November). Spatiotemporal analysis of dengue hemorrhagic fever and dengue shock syndrome incidence within Trinidad, West Indies. In *Proceedings of the Second ACM SIGSPATIAL International Workshop on the Use of GIS in Public Health* (pp. 8-17).
- Hosseini Tayefeh, F., Nezami Baloochi, B., Izadian, M. (2023). Management of Conflicts and Threats of the Endangered Persian Wild Ass (*Equus Hemionus Onager*) in Natural Habitats and Breeding and Re-Introduction Centers in Iran. *Environment & Interdisciplinary Development*, 8(79), 26-47. (in Persian)
- Hussnain, M. (2019). Application of geospatial information system for crime analysis: A case study of crimes in district Bhakkar, Punjab, Pakistan for 2017. *Pakistan Geographical Review*, 74(2), 104-126.
- Ikanda, D. K. (2009). *Dimensions of a human-lion conflict: the ecology of human predation and persecution of African Lions Panthera Leo in Tanzania*. (Doctoral dissertation, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway).
- Jannat, R., & Al-Amin, M. (2023). Spatial statistics for legal process. *Journal of Spatial Science*, 69(2), 327-347.
- Javizadeh, S., Haddadi, S., & Duraninejad, M. P. (2017). Spatial statistics (spatial data analysis). Academic publication. (in Persian)
- Kan, Z., Kwan, P., & Tang, L. (2022). Ripley's K-function for network-constrained flow data. *Geographical Analysis*, 54(4), 769-788.
- Kolahi, M., Sakai, T., Moriya, K., & Makhdom, M. F. (2012). Challenges to the future development of Iran's protected areas system. *Environmental Management*, 50(4), 750-765.
- Kuiper, T., Loveridge, A. J., Parker, D., Johnson, P. J., Hunt, J. E., Stapelkamp, B., Sibanda, L., & Macdonald, D. W. (2015). Seasonal herding practices influence predation on domestic stock by African lions along a protected area boundary. *Biological Conservation*, 191, 546-554.
- Kumar, G. R. P., & Somashekar, R. K. (2012). GIS based crime mapping and analysis: A case study of Mudugiri Town Police Station jurisdiction, Tumkur District, Karnataka, India. *GIS Crime Mapping and Analysis*, 1(1), 1-8.
- Lema, M. A., & Majule, A. E. (2009). Impacts of climate change, variability and adaptation strategies on agriculture in semi arid areas of Tanzania: The case of Manyoni District in Singida Region, Tanzania. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 3(8), 206-218.
- Lin, J. (2023). Comparison of Moran's I and Geary's C in multivariate spatial pattern analysis. *Geographical Analysis*, 55(4), 685-702.
- Mackenzie, C. A., & Hartter, J. (2013). Demand and proximity: Drivers of illegal forest resource extraction. *Oryx*, 47(2), 288-297.
- Mackenzie, C. A., Chapman, C. A., & Sengupta, R. (2011). Spatial patterns of illegal resource extraction in Kibale National Park, Uganda. *Environmental Conservation*, 39(1), 38-50.
- Madadi, M., Nezami, B., Kaboli, M., Rezaei, H. R., & Mohammadi, A. R. (2023). Human-brown bear conflicts in the North of Iran: Implication for conflict management. *Ursus*, 34(2), 1-10.
- Marceló-Díaz, C., Lesmes, M. C., Santamaría, E., Salamanca, J. A., Fuya, P., Cadena, H., Muñoz-Matungwa, L. E., Kegamb, J. J., Kisingo, A.W., & Masuruli, M. B. (2022). Proximate causes and risks of illegal grazing in Serengeti National Park: Perceptions of livestock keepers. *African Geographical Review*. 1-18. <https://doi.org/10.1101/2022.12.21.521527>
- Ming, L. Z. (2024). Facilitating elders: A study on spatial distribution equity in Mianyang City. *Hollex Journal of Environmental Sciences*, 12(1), 1-9.
- Mohler, G. (2014). Marked point process hot spot maps for homicide and gun crime prediction in Chicago. *International Journal of Forecasting*, 30, 491-497.

- Musika, N. V., Wakibara, J. V., Ndakidemi, P. A., & Treydte, A. C. (2021). Spatio-temporal patterns of increasing illegal livestock grazing over three decades at Moyowosi Kigosi game reserve, Tanzania. *Land*, 10(12),1325.
- Mutheneni, S. R., Mopuri, R., Naish, S., Gunti, D., & Upadhyayula, S. M. (2018). Spatial distribution and cluster analysis of dengue using self-organizing maps in Andhra Pradesh, India, 2011–2013. *Parasites & Vectors*, 3(1), 52-61.
- Nelson, F. (2012). Natural conservationists? Evaluating the impact of pastoralist land use practices on Tanzania's wildlife economy. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 2(1), 15.
- Ngwira, A., Manda, S., Karimuribo, E., Kimera, S., & Stanley, C. (2024). Spatial analysis of livestock disease data in sub-Saharan Africa: A scoping review. *Scientific African*, 23, e02113.
- Nkrumah, J. D., Okine, E. K., Mathison, G. W., Schmid, K., Li, C., Basarab, J. A., Price, M.A, Wang, Z., & Moore, S. S. (2006). Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 84(1), 145-153.
- Pimpler, E. (2017). *Spatial analytics with ArcGIS*. Packt Publishing Ltd.
- Ripple, W. J., Newsome, T. M., Wolf, C., Dirzo, R., Everatt, K. T., Galetti, M., Hayward, M. W., Kerley, G. I. H., Levi, T., Lindsey, P. A., Macdonald, D. W., Malhi, Y., Painter, L. E., Sandom, C. J., Terborgh, J., & Van Valkenburgh, B. (2015). Collapse of the world's largest herbivores. *Science Advances*. 1. e1400103. [10.1126/sciadv.1400103](https://doi.org/10.1126/sciadv.1400103).
- Schiffers, K., Schurr, F., Tielbörger, K., Urbach, C., Moloney, K., & Jeltsch, F. (2008). Dealing with virtual aggregation - A new index for analysing heterogeneous point patterns. *Ecography*, 31(5), 545-555.
- Self, S., Overby, A., Zgodic, A., White, D., McLain, A., & Dyckman, C. (2023). A hypothesis test for detecting distance-specific clustering and dispersion in areal data. *Spatial Statistics*, 55, 100757.
- Seno, S. K. O., & Tome, S. (2013) Socioeconomic and Ecological Viability of Pastoralism in Loitokitok District, Southern Kenya. *Nomadic Peoples*, 17, 66-86.
- Soofi, M., Ghoddousi, A., Zeppenfeld, T., Shokri, S., Soufi, M., Jafari, A., Ahmadpour, M., Qashqaei, A. T., Egli, L., Ghadirian, T., Chahartaghi, N. R., Zehzad, B., Kiabi, B. H., Khorozyan, I., Balkenhol, N., & Waltert, M. (2018). Livestock grazing in protected areas and its effects on large mammals in the Hyrcanian Forest, Iran. *Biological Conservation*, 217, 377-382.
- Varasteh Moradi, H. (2005). Determining sex ratio and age groups of Meral deer *Cervus elaphus* and *Capreolus capreolus* in Golestan National Park. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 12(4), 161-154. (in Persian)
- Varasteh Moradi, H., & Madadi, M. (2021). Recognition of socioeconomic drivers of Illegal Wildlife poaching in Golestan National Park. Research Report. *Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*. (in Persian)
- Vidanapathirana, N., Wang, Y., McLain, A. C., & Self, S. (2022). Cluster Detection Capabilities of the Average Nearest Neighbor Ratio and Ripley's K Function on Areal Data: an Empirical Assessment. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.10882>.
- Wu, Y., & Li, Y. (2023). “Hot street” of crime detection in London borough and lockdown impacts. *Geo-Spatial Information Science*, 26(4), 716-732. <https://doi.org/10.1080/10095020.2022.2088302>
- Yang, L., Fei, S., Jia, H., Qi, J., Wang, L., & Hu, X. (2023). Study on the relationship between the spatial distribution of shared bicycle travel demand and urban built environment. *Sustainability*, 15(18), 13576.
- Yuan, Y., Qiang, Y., Bin Asad, K., & Chow, T. E. (2020). Point pattern analysis. In *The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge*, (1st Quarter 2020 Edition).
- Zainelabdeen, Y. M., Yan, R., Xin, X., Yan, Y., Ahmed, A. I., Hou, L., & Zhang, Y. (2020). The Impact of Grazing on the Grass Composition in Temperate Grassland. *Agronomy*, 10(9), 1230.
- Zandi Dareh Gharibi, R., Margan Moghadam, A., & Fasanqari, M. (2021). Spatial analysis with Arc GIS. Satellite publications. (in Persian)
- Zarco-González, M. M., Monroy-Vilchis, O., & Alaníz, J. (2013). Spatial model of livestock predation by jaguar and puma in Mexico: Conservation planning. *Biological Conservation*, 159, 80-87.