

دانشگاه اصفهان  
دانشکده عمران و حمل و نقل، گروه مهندسی نقشه‌برداری  
برنامه تحقیقاتی جهت‌دار (۵ ساله)  
تخصص: سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

فرید چراغی

۱۲ تیر ۱۴۰۳

عنوان زمینه تحقیقاتی: ثبت و تحلیل داده‌های جغرافیایی با روش‌های آماری و یادگیری ماشین<sup>۱</sup>  
حوزه‌های تحقیقاتی:

۱. سیستم‌های اداره زمین برای توسعه پایدار
۲. مدل‌سازی و تحلیل پویایی حرکت انسان، جانوران و ...
۳. توسعه و به‌کارگیری نرم‌افزارهای آزاد و متن‌باز GIS<sup>۲</sup>

## شرح موضوعات

علم اداره زمین که در تقاطع علوم کامپیوتر، آمار، نقشه‌برداری و حقوق قرار دارد، از اهمیت و حساسیت بالایی برخوردار است. متأسفانه سامانه‌های اداره زمین و ثبت کاداستر در کشور از نظر نرم‌افزاری و ثبت اطلاعات سه‌بعدی در شرایط مطلوبی قرار ندارند. نرم‌افزارهای مورد استفاده بر پایه سیستم عامل ویندوز، پایگاه‌داده اوراکل، نرم‌افزارهای اتوکد و مایکرو استیشن و دات نت هستند. همه این نرم‌افزارها تجاری هستند و مشکلاتی چون سرقت و نشتی اطلاعات چه از سمت خود نرم‌افزار اصلی و چه از سمت کرک آن را دارند. این شرکت‌ها با ترغیب کاربران و سازمان‌ها آن‌ها را دچار پدیده «قفل کردن فروشنده»<sup>۳</sup> می‌کند (Cheraghi, 2018). همچنین از نظر امنیتی آسیب‌پذیرند. رابط گرافیکی نامناسبی دارند و اصول توسعه نرم‌افزار در آن‌ها رعایت نشده است. سازمان‌های حساس دولتی مانند اداره ثبت املاک و اسناد می‌بایست حتی‌الامکان از نرم‌افزارهای آزاد در زیست بوم نرم‌افزاری‌شان استفاده کنند.

جریان نرم‌افزارهای آزاد<sup>۴</sup> با بیش از ۴۰ سال قدمت در حال حرکت است و موفقیت‌های زیادی حاصل شده است. وجود سکوهایی مانند OpenStreetMap تایید کننده قدرت و پتانسیل بالای نرم‌افزارهای آزاد در حوزه مکانی است. کرنل لینوکس، به عنوان مهم‌ترین نرم‌افزار جهان، در قلب تمامی گوشی‌های آندرویدی، مراکز پردازش سریع و حتی دیتاسنترها است. مرورگر آزاد Chromium سریع‌ترین و محبوب‌ترین مرورگر در دنیا است. زبان آزاد پایتون و R محبوب‌ترین زبان برنامه نویسی در علم داده و تحلیل‌های مکانی هستند. کتابخانه قدرتمند و آزاد GDAL/OGR حتی در قلب نرم‌افزارهای تجاری مانند ArcGIS است. بیش از ۷۰ درصد وب سرورهای دنیا از لینوکس، وب سرور Apache و پایگاه داده MySQL استفاده می‌کنند. Skype موفقیت خود را با بکارگیری پایگاه داده PostgreSQL بدست آورد و OpenStreetMap نیز از PostgreSQL استفاده می‌کند. نرم‌افزارهایی مانند AutoCad, Microstation, SuperMap, ... همگی تجاری و غیربومی هستند و بدلیل فقدان آزادی، کاربر را در کنترل خود می‌گیرند. کارهای پلید انجام شده توسط شرکت‌های این نرم‌افزارها نظر رسانه‌ها را به خود جلب کرده است. برای مثال ویندوز ۱۰ به عنوان محبوب‌ترین سیستم عامل رومیزی یک بدافزار جهانی دارد که می‌تواند از راه دور هر تغییری در کامپیوتر کاربر بدهد<sup>۵</sup>. توسعه کتابخانه‌ها و برنامه‌ها از پایه یک کار طاقت فرسا و عملاً غیرممکن است. لذا در این شرایط به نظر می‌رسد بهترین گزینه توسعه بر مبنای نرم‌افزارهای آزاد خوب و پایدار است تا علاوه بر «حفظ آزادی» از «اختراع دوباره چرخ» جلوگیری شود. بخشی از پژوهش بنده شامل شناسایی نرم‌افزارهای آزاد در هر حوزه و پتانسیل سنجی آن‌ها برای یک کاربرد است.

<sup>1</sup>Research area: Geospatial data registration and analysis using statistical and machine learning methods

<sup>2</sup>Free and open source software (FOSS); free as in freedom or free speech not gratis

<sup>3</sup>Vendor lock-in

<sup>4</sup>Free software

<sup>5</sup><https://www.gnu.org/proprietary/malware-microsoft.en.html>

علاوه بر این سیستم ثبت فعلی کاداستر کشور برپایه سیستم دو بعدی است. سیستم دوبعدی امکان ثبت املاک در راستای Z و وضعیت‌های سه‌بعدی<sup>۶</sup> را ندارد. برای نمونه عبور خطوط انتقال گاز و کابل‌های هوایی برق از زیر یا روی املاک، ساختمان‌هایی با پیشرفتگی به فضای خیابان و ساختمان‌های خاص فرا-عرصه‌ای<sup>۷</sup> منجر به ایجاد وضعیت‌های سه‌بعدی می‌شود که برای رفع ابهام نیازمند ثبت سه‌بعدی کاداستر هستند. اولین گام شناسایی قوانین مربوط به این وضعیت‌ها در چهارچوب قضایی کشور است (چراغی و اباذری، ۱۴۰۳). سپس به کارگیری نرم‌افزارهای آزاد برای ثبت آن‌ها به طور یکپارچه در یک بانک اطلاعات سه‌بعدی و نهایتاً نمایش به صورت سه‌بعدی می‌باشد.

یکی دیگر از حوزه‌های تحقیقاتی بنده تحلیل راینشی حرکت<sup>۸</sup> (ترج) می‌باشد. در علم اطلاعات جغرافیایی، ترج به عنوان یک چهارچوب برای تحلیل هر نوع شیء متحرک در حیطه‌های مختلف مثل حمل و نقل، جنبایی<sup>۹</sup> و بهره‌برداری مکانی انسان ظهور یافته است (Dodge et al., 2016; Gudmundsson et al., 2011; Laube, 2014). ترج مفاهیم و روش‌ها را از سه حوزه تحقیقاتی روش تغذیه می‌کند: (۱) علم اطلاعات جغرافیایی<sup>۱۰</sup>، (۲) علم کامپیوتر و (۳) آمار. مشارکت‌های مهم دیگری از حوزه‌های کاربردی مطالعه حرکت مانند بوم‌شناسی حرکت<sup>۱۱</sup> (Nathan, 2008)، پاییدن<sup>۱۲</sup>، مدیریت انبوه‌مردم<sup>۱۳</sup> و تحقیقات حمل و نقل پدیدار شده‌است. ترج مفاهیم مدل‌سازی فضا و حرکت داخل آن را، علاوه بر یک مجموعه از عملیات‌های فضایی-زمانی مربوط به فضا، زمان و حرکت از علم اطلاعات جغرافیایی به ارث می‌برد. ترج تئوری پایگاه‌داده برای ذخیره، شاخص‌گذاری، و پرس‌وجوی داده‌های ذاتاً پویای حرکت را از علم کامپیوتر بهره می‌گیرد (چراغی و دیگران، ۱۳۹۲)، همچنین از پیشرفت‌های ابزارهای تحلیلی مانند داده‌کاوی، کشف دانش، و شبیه‌سازی برای آزمایش‌های عددی سود می‌برد. نهایتاً از آمار بسیاری از تکنیک‌های آمار توصیفی، تحلیل اکتشافی داده، و مدل‌های اتفاقی<sup>۱۴</sup> مانند قدم تصادفی و مدل‌های فضا-حالت را به ارث می‌برد.

مشخصاً این زمینه‌ها همپوشانی دارند. برای نمونه، داده‌کاوی و بصری‌سازی در رویکردهای تحلیلی-بصری داده‌های حرکت دوباره ظاهر می‌شوند و نقشه‌سازی فضایی-زمانی حرکت نیازمند رویکردهای نوین بصری‌سازی است. اگرچه اکثر زمینه‌های تحقیقاتی کاربردی مطالعه حرکت صریحاً روی توسعه روش‌های تحلیل راینشی حرکت تمرکز نمی‌کنند، آن‌ها همچنان در پیشبرد تئوری مربوطه مشارکت می‌کنند. برای نمونه در بوم‌شناسی حرکت یک جامعه بسیار فعال در حال توسعه ابزارهای برپایه آمار برای تحلیل حرکت هستند. به طور مشابه، بسیاری از توسعه‌ها برای پایگاه‌های اشیاء متحرک از یک جامعه فعال در حوزه مدیریت ناوگان پدیدار شده‌است.

بوم‌شناسی مکانی<sup>۱۵</sup> یکی از مهمترین مجموعه فرآیندهای پویا برای مدل‌سازی الگوها و پدیده‌های روی سطح زمین است. بوم‌شناسی مکانی به پویایی جمعیت موجودات زنده شامل تعاملات درون و برون جمعیتی و محیط‌شان می‌پردازد (Hunsaker, 2001). در همین حال بوم‌شناسی حرکت<sup>۱۶</sup>، به عنوان یک چهارچوب یکپارچه برای درک انگیزش‌ها و پیامدهای حرکت در سیستم‌های زنده رشد کرده‌است (Nathan, 2008). در رساله دکتری اینجانب به نحوه تحلیل روابط جانوران متحرک نسبت به هم در محیط پیرامونشان پرداخته شد (Cheraghi et al., 2018, 2019). همچنین به نحوه داده‌کاوی از جنبه مکانی با لحاظ مقیاس، عدم قطعیت و انتشار خطا، مدل‌سازی و مقایسه محدوده اقامت، رفتار، مطلوبیت زیستگاه، همکشی و همبستگی حرکت جانوران پرداخته شد.

## منابع و مآخذ

Farid Cheraghi, Mahmoud Reza Delavar, Farshad Amiraslani, Kazem Alavipanah, Eliezer Gurarie, Stephane Ostrowski, Luke Hunter, Houman Jowkar, and William F. Fagan. Inter-dependent movements of *Acinonyx jubatus venaticus* and *Panthera pardus saxicolor* in a desert environment (mammalia: Felidae). *Zoology in the Middle East*, 65(4):283–292, June 2019. ISSN 0939–7140. URL <https://doi.org/10.1080/09397140.2019.1632538>.

Faridedin Cheraghi. ESRI association with open source: Is it free too? in Naveenchandra N. Srivastava, editor, *Emerging Trends in Open Source Geographic Information Systems*, chapter 4, pages 73–96. IGI Global, 2018. ISBN 9781522550396. URL <http://doi.org/10.4018/978-1-5225-5039-6.ch004>.

Faridedin Cheraghi, Mahmoud Reza Delavar, Farshad Amiraslani, Seyed Kazem Alavipanah, Eliezer Gurarie, and

<sup>6</sup>3D situations

<sup>7</sup>Cross-parcel

<sup>8</sup>Computational movement analysis (CMA)

<sup>9</sup>Mobility

<sup>10</sup>GIScience

<sup>11</sup>Movement ecology

<sup>12</sup>Surveillance

<sup>13</sup>Crowd management

<sup>14</sup>Stochastic model

<sup>15</sup>Spatial ecology

<sup>16</sup>Movement ecology

- William F. Fagan. Statistical analysis of Asiatic cheetah movement and its spatio-temporal drivers. *Journal of Arid Environments*, 151:141–145, April 2018. ISSN 0140–1963. URL <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2017.12.003>.
- Somayeh Dodge, Robert Weibel, Sean C. Ahearn, Maïke Buchin, and Jennifer A. Miller. Analysis of movement data. *International Journal of Geographical Information Science*, 30(5):825–834, 2016.
- Joachim Gudmundsson, Patrick Laube, and Thomas Wolle. Computational Movement Analysis. in Wolfgang Kresse and David M. Danko, editors, *Springer Handbook of Geographic Information*, pages 423–438. Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- C.T. Hunsaker. *Spatial Uncertainty for Ecology: Implications for Remote Sensing and GIS Applications*. Springer New York, 2001. ISBN 9780387988894. URL <https://books.google.com/books?id=HbczI9mw2v8C>.
- Patrick Laube. *Computational Movement Analysis*. Springer, 2014.
- Ran Nathan. An emerging movement ecology paradigm. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(49):19050–19051, 2008.
- Ran Nathan, Wayne M. Getz, Eloy Revilla, Marcel Holyoak, Ronen Kadmon, David Saltz, and Peter E. Smouse. A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(49):19052–19059, 2008.
- فرید چراغی و مهسا ابادری. چهارچوب قضایی کاداستر سه بعدی ایران در بستر بین‌المللی و استخراج چالش‌های موجود. در بیست و هشتمین همایش ملی مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی (ژئوماتیک ۱۴۰۳)، ۱۴۰۳.
- فریدالدین چراغی، فرشاد حکیم پور، و جمشید مالکی. ارزیابی مدل‌ها و الگوریتم‌ها در پایگاه داده اشیاء متحرک. علوم و فنون نقشه برداری، ۳(۲)، ۱۳۹۲. ISSN ۱۰۲X-۲۳۲۲. <http://jgst.issge.ir/article-1-28-fa.html>.