

ارائه یک روش سیستماتیک به منظور شناسایی و نمایش

کانون‌های مکانی و زمانی جرم‌خیزی

مطالعه موردی: سرقت از منازل

سارا حق‌بیان^۱

بهنام تشیع^۲

مهدی مؤمنی^۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۴/۱۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۱۱

چکیده

بزهکاری مانند دیگر رفتارهای بشر دارای ظرف زمان و مکان است و اعمال مجرمانه می‌توانند در کانون‌های جرم‌خیز در یک مکان و زمان واحد قرار گیرند. هدف این مطالعه، ارائه یک روش سیستماتیک برای شناسایی و نمایش کانون‌های مکانی و زمانی جرم‌خیزی است. این روش، اطلاعات مکانی و زمانی را به گونه‌ای ترکیب می‌کند تا به طور شهودی پروفایل زمانی کانون‌های جرم‌خیز در سطح خرد و کلان (ساعت، سال) قابل ارزیابی باشد. بدین منظور تعداد ۵۵۷۳ فقره سرقت از منازل مسکونی در شهر بوستون آمریکا در بازه زمانی سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۸ به عنوان جامعه آماری مورد مطالعه قرار گرفت و از قابلیت‌های GIS برای انجام آزمون‌های آماری و گرافیکی به منظور شناسایی و نمایش کانون‌های مکانی و زمانی جرم‌خیزی استفاده شد. در این تحقیق چهار کانون جرم‌خیز در خصوص سرقت از منازل مسکونی با استفاده از آزمون تراکم کرنل شناسایی شد. نتایج نشان داد که ۷۸٪ سرقت از منازل مسکونی در این چهار کانون مکانی جرم‌خیزی رخ می‌دهد که تنها ۲۵٪ از کل مساحت منطقه مورد مطالعه را در برمی‌گیرند. یافته‌های تحقیق نشان داد که ترکیب کانون مکانی زمانی جرم‌خیزی با تحلیل زمانی به صورت یکجا و بدون در نظر گرفتن کانون‌های مکانی جرم‌خیز در بازه‌های ماهانه، روزانه و ساعتی تفاوت‌های قابل ملاحظه دارد؛ اما نتایج تحلیل سالیانه هر چهار کانون در چهار سال مورد بررسی نشان داد که بیشترین میزان وقوع سرقت در سال ۲۰۱۶ و کمترین میزان سرقت در سال ۲۰۱۸ بوده است. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین فراوانی وقوع سرقت از منازل مسکونی در کانونی رخ داده است که کوچک‌ترین مساحت را در بین کانون‌ها داشته است.

واژه‌های کلیدی: کانون‌های مکانی و زمانی جرم‌خیزی، سیستم اطلاعات مکانی، سرقت از منازل مسکونی، تخمین تراکم کرنل، میانگین نزدیک‌ترین همسایه

۱- دانشجوی دکتری مهندسی سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی عمران و حمل و نقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول) haghbayansara@tm.ui.ac.ir

۲- استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکده مهندسی عمران و حمل و نقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران B.Tashayo@eng.ui.ac.ir

۳- دانشیار گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکده مهندسی عمران و حمل و نقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران momeni@eng.ui.ac.ir

۱- مقدمه

امروزه یکی از پیچیده‌ترین مسائل در اکثر کشورها، نرخ بالای جرم و افزایش ناهنجاری‌های اجتماعی در آنهاست که از ابتدای پیدایش خلقت در روی زمین، جزء لاینفک جوامع بوده است (Office, 1995). یکی از این ناهنجاری‌ها سرقت از منازل مسکونی^۱ است. در حال حاضر سرقت، به ویژه سرقت از منازل مسکونی به عنوان یکی از گسترده‌ترین و فراوان‌ترین جرایم در اغلب کشورهای جهان از جمله کشور آمریکا به یک مشکل فراگیر و جدی از ابعاد گوناگون اجتماعی، اقتصادی و امنیتی تبدیل شده است. امروزه بیش از نه میلیون نفر در جهان در زندان‌ها به سر می‌برند که از این تعداد تقریباً نیمی از جمعیت زندانیان به ترتیب متعلق به کشورهای آمریکا (۲/۰۹ میلیون نفر)، چین (۱/۵۵ میلیون نفر) و روسیه (۰/۷۶ میلیون نفر) می‌باشند و در این میان ایالات متحده آمریکا بالاترین نرخ جمعیت زندانی (۷۱۴ در ۱۰۰،۰۰۰ از جمعیت جهان) را دارد (Pakes, 2019). براساس گزارش اداره تحقیقات فدرال آمریکا، در سال ۲۰۰۷ بیش از ۴۲۱،۰۰۰ رویداد سرقت در ایالت متحده آمریکا اتفاق افتاده که ۸۷٪ (حدود ۳۶۷،۰۰۰) آن‌ها در شهرها رخ داده است. بیشتر سرقت‌ها مربوط به مردان (۹۰٪) و جوانان (۷۴٪) زیر ۳۰ سال) بوده است (Cook & Ludwig, 2000). بزهکاران در سال ۲۰۰۷ در ایالت متحده آمریکا، بیش از ۲۳ میلیون جرم مرتکب شدند و این مسئله موجب ۱۵ میلیون دلار خسارت اقتصادی به قربانیان و ۱۷۹ میلیون دلار به حکومت از طریق پرداخت هزینه به پلیس برای حفاظت از عموم شد (McCollister, French, & Fang, 2010). مناطق شهری آمریکا از دهه ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰ با اقدام‌های مستمر خشونت‌آمیز نظیر دزدی، جیب‌بری، قتل و باندهای تبهکاری به شدت تهدید می‌شد و این جرایم بیشتر در فقیرترین بخش‌های شهر اتفاق می‌افتاد (Gottdiener, Budd, & Lehtovuori, 2015).

استفاده از GIS در بررسی جغرافیایی جرم از دهه ۱۹۷۰ آغاز شده است. از GIS برای تهیه نقشه جرم، شناسایی

کانون‌های جرم‌خیز، تجزیه و تحلیل الگوها و روند جرم و تخصیص مراکز پلیس استفاده شده است. اغلب نوآوری‌ها در زمینه نقشه‌برداری جرم توسط مؤسسه ملی مرکز تحقیقات نقشه‌برداری جرایم مکانی در ایالت متحده^۲ صورت گرفته است. این مؤسسه با برگزاری سمینارها، کنفرانس‌ها، چاپ نشریات، توسعه نرم‌افزارهای مربوطه و پایه‌ریزی زمینه‌های جدید تحقیقاتی، اطلاعات در این زمینه را افزایش داده به طوری که این رشته به عنوان ابزاری در جهت کمک به کاهش جرم توسط دولت و مجریان قانون شناخته شده می‌باشد (Chainey & Ratcliffe, 2013).

پلیس جامائیکا از GIS در شناسایی و تحلیل کانون‌های جرم‌خیز استفاده عملیاتی نموده و نشان داد که شناسایی این کانون‌ها و اقدامات راهبردی به منظور جلوگیری از وقوع جرایم تأثیر به‌سزایی در کاهش جرایم دارد (Putnik, 2008). نخستین پژوهشگری که به کمک اعداد، همبستگی بین مکان و بزهکاری را نشان داد یک منجم و فیزیکیان بلژیکی به نام کتله بود. به اعتقاد وی جرایم ارتكابی در یک جامعه و نوسانات متناوب آن مانند یک تابع ریاضی وابسته به تغییرات شرایط اقتصادی و اجتماعی زمان و مکان است. کتله را پدر آمار جنایی و از جمله پایه‌گذاران مکتب جغرافیایی جنایت می‌دانند. تحقیقات وی باعث شده است تا جرم به عنوان یک پدیده اجتماعی، تابع دو متغیر زمان و مکان شناخته شود (Anselin, Cohen, Cook, Gorr, & Tita, 2000).

نتایج تحقیقات در پنج ناحیه فرانسه نشان داد که جرایم علیه اشخاص در نواحی جنوب و در فصل گرما بیشتر اتفاق می‌افتد و جرایم علیه اموال در نواحی شمال و در فصل سرما زیادتر است (Weisburd, Lum, & Yang, 2004). نتایج در ایالات متحده آمریکا نشان داد که جرم و جنایت و رفتارهای خشن علیه افراد در ماه‌های گرم سال بیشتر می‌شود؛ اما تجاوز به ثروت و دارایی خانواده‌ها در ماه‌های سرد سال افزایش می‌یابد. همچنین میزان آدم‌کشی در فصول گرم سال افزایش و در فصول سرد، کمترین میزان قتل اتفاق می‌افتد (Wolfgang, 1957).

داد که فراوانی مسیرهای دسترسی به منشور فرار بزهکاران و نزدیکی نواحی جرم‌خیز به محل سکونت بزهکاران مهم‌ترین عامل شکل‌گیری محدوده‌های کانونی این نوع بزه در این شهر بوده است (جباری، ۱۳۸۸). پژوهش ولف (۲۰۱۴) در خصوص تمرکز جرایم در شهرهای ایالات متحده آمریکا نشان می‌دهد که متوسط میزان سرقت در ۸۵ شهر ایالات متحده، به میزان ۳۱۷,۶۴ مورد به ازای هر ۱۰۰,۰۰۰ نفر بوده است.

ساوارجانی و همکاران (۲۰۱۶) یک سیستم اطلاعات مکانی تحت وب برای تهیه نقشه جرم طراحی و پیاده‌سازی کردند و از روش‌های بیضی انحراف استاندارد و آزمون تراکم کرنل برای شناسایی کانون‌های جرم‌خیز به منظور کاهش جرایم استفاده کردند. ترکیب روش‌های آماری (تجزیه و تحلیل خوشه‌ای) و مدل‌سازی مکانی با GIS براساس گزارش‌های پلیس در شهر لیسبون منجر به کاهش عدم قطعیت در مشاهدات با هدف شناسایی کانون‌های جرم‌خیز شد (Ferreira, João, & Martins, 2012). سوجاتا (۲۰۱۶) از داده‌های وب سایت UCI^۱ بانک اطلاعاتی جرم را استخراج کرد و به تجزیه و تحلیل جرایم و پیش‌بینی آن‌ها پرداخت. هندیانی و همکارانش (۱۳۸۹) به این نتیجه رسیدند که GIS با داشتن تحلیل‌های مختلف بر روی داده‌ها و استفاده از مدل‌های گوناگون کاربرد زیادی در مدیریت جرایم شهری دارد. استفاده از GIS در تهیه نقشه جرایم شهری و پیش‌بینی و تحلیل جرایم می‌تواند پلیس را در خصوص پراچتمال‌ترین مکان جرم و نوع جرم راهنمایی کند.

توکلی (۱۳۸۴) با استفاده از GIS نشان داد که بیشترین کانون‌های جرم‌خیز زنجان در مناطق و محدوده‌های پرازدحام و متراکم شهر که دارای ساختار کالبدی نامناسب با امکان کنترل کمتر هستند، شکل گرفته است. شایسته‌ترین (۱۳۸۷) نیز بر اساس تحلیل‌های GIS نشان داد که کانون اصلی جرم سرقت در محدوده‌های مرکزی شهر شهریار که دارای بافت قدیمی و کهن، سیستم خیابان‌های نامنظم و

بعضی مکان‌ها به دلیل ویژگی‌های کالبدی، محیطی و همچنین خصوصیات اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی ساکنین آن، امکان و فرصت بیشتری برای وقوع جرم دارند. برعکس بعضی مکان‌ها مانع و بازدارنده فرصت‌های مجرمانه هستند. بنابراین لزوم توجه به مکان‌های جرم‌خیز و تحلیل توزیع و پراکنش جغرافیایی آن‌ها به منظور کنترل و مدیریت کانون‌های جرم‌خیز شهری ضرورتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد (زیاری، ۱۳۹۷). اصطلاح کانون‌های جرم‌خیزی نخستین بار توسط شرمین و همکاران (۱۹۸۹) برپایه نوعی علت‌شناسی مکانی جرم مطرح شد. طبق این نظریه برخی محدوده‌ها یا نقاط خاصی از شهر به دلیل برخی عناصر کالبدی، اجتماعی و اقتصادی دارای تعداد جرم زیادی می‌باشند.

مک لافرتی (۲۰۰۰) کانون‌های جرم‌خیز را محدوده‌هایی که بزهکاری از نظر زمان و مکان در آن تجمع یابند، می‌داند. اک و همکاران (۲۰۰۵) کانون‌های جرم‌خیز را واحدی کوچک که در آن ارتکاب جرم سهل باشد یا برخی اشکال متمرکز و مجتمع در توزیع بزهکاری می‌داند که با تکرار جرم در مکان ظهور یافته‌اند. کلارک (۱۹۹۷) کانون‌های جرم‌خیز را محدوده‌هایی می‌داند که نسبت به محدوده‌های دیگر مردم برای درخواست کمک، بیشتر با پلیس تماس می‌گیرند. از نظر او کانون‌های جرم‌خیز می‌توانند میزان جرایم محلی را افزایش دهند. مطالعه‌ای در شهر مینی‌آپولیس انجام شد و نتایج نشان داد که ۵۰ درصد تماس‌های تلفنی با پلیس تنها از ۳/۳ درصد کانون‌های شهری انجام گرفته است (Anselin et al., 2000).

به‌طور کلی روش‌ها و الگوریتم‌های به‌کار رفته در جرایم به سه دسته اکتشاف جرم، پیش‌بینی جرم و تحلیل جرم تقسیم می‌شوند (Chen et al., 2004). در سال ۱۹۹۵ در شهر کمبریج پژوهشی با هدف شناسایی نقاط با بیشترین میزان سرقت گزارش شده، انجام شد. در این تحقیق با استفاده از فنون تهیه و تحلیل نقشه‌های بزهکاری و مصاحبه با بزهکاران و بزه‌دیدگان و مشاهدات مأمورین انتظامی اقدام به شناسایی و تعیین نقاط جرم‌خیز شد. نتایج نشان

آماري به کار رفته در این تحقیق شامل مرکز متوسط، بیضی انحراف استاندارد و آزمون خوشه بندی است که در ادامه بیان می شوند.

۲- مواد و روش ها

از تحلیل های آماری به کار رفته در این مطالعه، نقطه مرکز متوسط^۱ است که به عنوان معیار تقریبی برای مقایسه توزیع مکانی انواع گوناگون جرم یا بررسی وقوع یک جرم خاص در دوره های زمانی مختلف به کار گرفته می شود (Eck *et al.*, 2005). نقطه مرکز متوسط به صورت رابطه (۱) محاسبه می شود:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

رابطه (۱)

در این رابطه x_i و y_i مختصات عارضه i ام و n تعداد کل عوارض موجود در یک لایه مربوط به نقاط وقوع یک جرم خاص است. بیضی انحراف استاندارد (SDE)^۲ از دیگر تحلیل های آماری مورد استفاده در این مرحله تحلیل داده ها می باشد. توزیع بسیاری از پدیده های جغرافیایی از جمله سرقت در مکان به گونه ای است که ممکن است جهت دار بوده و به واسطه این بعد نتوان آن ها را با نقطه نشان داد. در این موارد می توان با محاسبه واریانس در راستای محورهای X و Y به طور جداگانه و مستقل روند و جهت توزیع پدیده ها در فضا را نشان داد. روشی که برای اندازه گیری روند در مجموعه ای از نقاط یا نواحی به کار گرفته می شود معمولاً براساس محاسبه فاصله در جهت X و Y به طور جداگانه است. این دو مقدار تعریف کننده محورهای بیضی ای که توزیع عوارض را در برمی گیرد، می باشد. بیضی انحراف استاندارد به این علت نامگذاری شده است که مختصات x و y از میانگین مرکزی برای تعیین محورهای بیضی محاسبه می شود. در این رابطه x_i مختصات عارضه i بوده و $\bar{x}$ و $\bar{y}$ به ترتیب مرکز متوسط عوارض و n برابر تعداد کل عوارض

کوچه های تنگ با پیچ و خم زیاد می باشد، واقع شده است. کلانتری و همکارانش (۱۳۸۷) نشان دادند که بالا بودن نرخ وقوع جرایم مربوط به سرقت و مصادیق آن در بخش های خاصی از شهر تهران و قرارگیری مهم ترین کانون های این بزه در منطقه ۶ شهرداری، از ویژگی های خاص کالبدی، جمعیتی، اجتماعی و فرهنگی این محدوده و نوع و میزان ترکیب کاربری اراضی در این محدوده ها تأثیر بسیار گرفته است. همچنین مشاهده کردند که اعمال مجرمانه در ساعات خاصی از روزهای هفته در این مکان ها بسیار محتمل تر است و این موضوع موجب گردیده تا کانون های مکانی و زمانی بزه کاری در این محدوده ها شکل بگیرد. عباسی (۱۳۸۸) با تکیه بر توانمندی های GIS ابتدا به شناسایی کانون های جرم خیز انواع جرایم سرقت پرداخت و سپس اقدام به طراحی و تهیه برنامه های گشت تخصصی مربوط به انواع جرایم سرقت به تفکیک محدوده کلانتری ها در بازه هفتگی نمود که موجب ارتقای امنیت در محدوده مورد مطالعه شد.

مکان و زمان، نقش بسیار مهم و انکار نشدنی در شکل گیری کانون های جرم خیزی جرایمی نظیر سرقت از منازل مسکونی دارد. با شناسایی کانون های مکانی و زمانی جرم خیزی می توان تا حد زیادی از وقوع جرایم پیشگیری کرد. به طور کلی مطالعات پیشین، بیشتر بر شناسایی و تحلیل کانون های جرم خیز مکانی تمرکز دارند و تحلیل های زمانی جرایم را به طور مستقل از کانون های جرم خیز مکانی انجام می دهند. حال آنکه برای پیشگیری از وقوع این جرایم در آینده به ترکیب کانون های زمانی و مکانی نیاز است تا امکان تحلیل های کامل تر و دقیق تر فراهم شود. در این مطالعه روشی سیستماتیک برای ترکیب اطلاعات مکانی و زمانی سرقت از منازل مسکونی ارائه شد. روش ارائه شده براساس آنالیزهای مکانی بوده و اجازه بررسی توزیع زمانی وقایع در کانون های جرم خیزی را می دهد. به این منظور از قابلیت های GIS برای انجام آزمون های آماری و گرافیکی در شناسایی و نمایش کانون های جرم خیزی استفاده شده است. آزمون های

1- Mean Center

2- Standard Deviation Ellipse

بحرانی و متمرکز است. نگاره ۱ انواع کانون جرم خیز مکانی را نشان می‌دهد (Ratcliffe, 2004).

کانون مکانی نقطه‌ای بر یک مکان خاص بزهکاری انطباق می‌یابد. نمونه‌ای از این کانون، پارکینگ مرکز خرید است که به دلیل شلوغی مرکز شهر می‌تواند همه رخدادهای بزهکاری در یک مکان ویژه به وجود آید. در کانون مکانی خوشه‌ای وقایع مجرمانه به صورت خوشه‌ای در یک یا چند مکان ویژه در داخل کانون به وجود می‌آید مانند استادیوم‌های ورزشی که ممکن است کانون شماری از جرایم مرتبط با وسایل نقلیه باشد. کانون مکانی پراکنده نقاطی کانون را به وجود می‌آورند که در سراسر محدوده کانون گسترده شده‌اند و به صورت خوشه‌ای یا متمرکز نیستند. نمونه‌ای از این کانون‌ها خانه‌هایی هستند که به دلیل ویژگی‌های طراحی نامرغوب مورد سرقت قرار گرفته‌اند.

نگاره ۲ انواع کانون جرم خیز زمانی را نشان می‌دهد (Ratcliffe, 2004). تحلیل زمانی جرایم امکان پیش‌بینی و برنامه‌ریزی کاهش جرایم و خطرات ناشی از تأثیر آن‌ها بر سلامت انسان را فراهم می‌کند (Greenberg, 2001). جرایم در بعضی از ساعات شبانه‌روز، هفته، ماه و سال بیشتر رخ می‌دهد که به آن کانون‌های زمانی جرم خیز می‌گویند (Townesley, 2008).

در لایه مورد تحلیل است (Eck et al., 2005). بیضی انحراف استاندارد، با سه مشخصه شامل انحراف استاندارد در دو راستای x و y و زاویه چرخش آن محاسبه می‌شود. انحراف استاندارد در دو راستای x و y از طریق رابطه (۲) قابل محاسبه است.

$$SDE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}}$$

رابطه (۲)

زاویه چرخش بیضی انحراف استاندارد با استفاده از رابطه (۳) به دست می‌آید.

$$\tan \theta = \frac{A + B}{C}$$

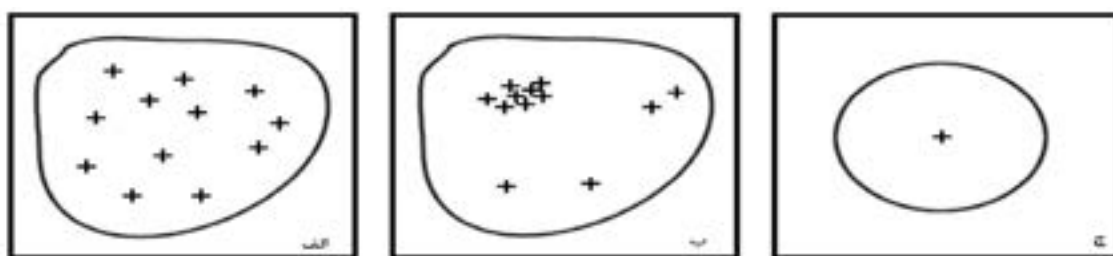
$$A = (\sum_{i=1}^n \bar{x}i' - \sum_{i=1}^n \bar{y}i')$$

$$B = \sqrt{(\sum_{i=1}^n \bar{x}i' - \sum_{i=1}^n \bar{y}i')^2 + 4(\sum_{i=1}^n \bar{x}i\bar{y}i)'}^2$$

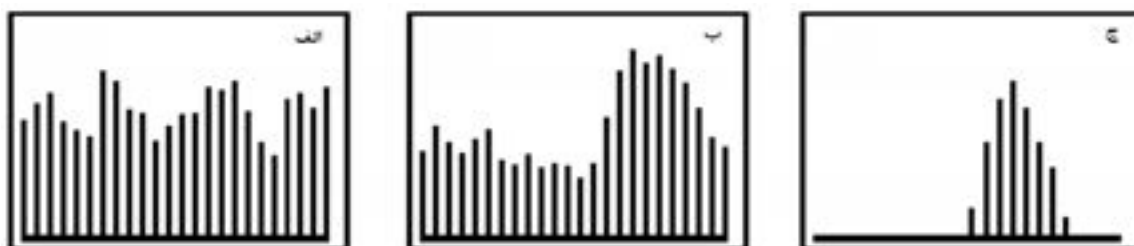
$$C = 2\sum_{i=1}^n \bar{x}i\bar{y}i$$

رابطه (۳)

اعمال مجرمانه در کانون‌های جرم خیز در یک مکان و زمان واحد قرار می‌گیرند. کانون جرم خیز مکانی به سه دسته کانون‌های پراکنده، خوشه‌ای و نقطه‌ای تقسیم می‌شوند و کانون‌های جرم خیز زمانی نیز شامل کانون‌های پراکنده،



نگاره ۱: انواع کانون مکانی جرم خیزی، الف: کانون نقطه‌ای، ب: کانون خوشه‌ای، ج: کانون پراکنده (Ratcliffe, 2004)



نگاره ۲: انواع کانون زمانی جرم خیزی، الف: کانون پراکنده، ب: کانون متمرکز، ج: کانون بحرانی (Ratcliffe, 2004)

$$ANN = \frac{\overline{D_0}}{\overline{D_e}}$$

$$\overline{D_0} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

$$\overline{D_e} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{A}$$

رابطه (۴)

جایی که $\overline{D_0}$ معرف میانگین فاصله مشاهده شده، $\overline{D_e}$ معرف میانگین فاصله مورد انتظار، d_i فاصله بین نقطه i از نزدیک‌ترین نقطه مجاور، n تعداد کل نقاط مجرمانه و A معادل حداقل مساحت مستطیل محصور شده اطراف تمام جرایم است. پس از محاسبه میانگین نزدیک‌ترین همسایه اکنون می‌بایست آماره Z را به عنوان شاخص نزدیک‌ترین همسایه محاسبه نمود. این آماره با استفاده از رابطه (۵) محاسبه می‌شود و متوسط فاصله از نزدیک‌ترین همسایه تصادفی را نمایش می‌دهد.

$$Z = \frac{\overline{D_0} - \overline{D_e}}{S_E}$$

$$S_E = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{A}{n}}$$

رابطه (۵)

اگر نتیجه این آماره مربوط به میانگین نزدیک‌ترین همسایه برابر یک باشد، داده‌های بزهکاری به صورت تصادفی توزیع شده‌اند. اگر نتیجه کوچک‌تر از یک باشد، بیانگر خوشه‌ای بودن داده‌های مجرمانه است و اگر بزرگ‌تر از یک باشد، نشان‌دهنده الگوی توزیع یکنواخت داده‌های مجرمانه است (Eck, Chainey, Cameron, & Wilson, 2005).

۲-۲- روش پیشنهادی

روش ارائه شده در این مقاله همانطور که در نگاره ۳ دیده می‌شود شامل چهار مرحله کلی مدیریت داده‌ها، تحلیل داده‌ها، شناسایی کانون‌ها و نمایش و بصری‌سازی آن‌ها می‌باشد. بر اساس این روش یک چهارچوب منظم و سیستماتیک برای تولید یک تصویر معنی‌دار از سرقت منازل مسکونی ارائه می‌شود. اولین گام در مرحله مدیریت داده‌ها،

کانون‌های جرم‌خیز زمانی پراکنده؛ کانون‌هایی هستند که رویداد بزهکاری در طول ۲۴ ساعت شبانه‌روز به صورت پراکنده اتفاق می‌افتد. بنابراین شناسایی آن‌ها چندان برای پیشگیری از جرم مفید نمی‌باشد.

کانون زمانی متمرکز می‌تواند در سراسر روز اتفاق بیافتد اما هنگامی است که فعالیت قابل توجه بیشتری نسبت به سایر مواقع وجود دارد. کانون زمانی بحرانی، از کانون‌های نادر است که در آن فعالیت‌های بزهکارانه در مدت زمان کمی محدود شده است با اینکه تقریباً فعالیت مجرمانه در برخی دوره‌های زمانی خاص می‌باشد، این بدان معنی نیست که برخی رویدادهای وقوع جرایم نمی‌توانند در سایر زمان‌ها اتفاق بیافتند.

۱-۲- مبانی نظری

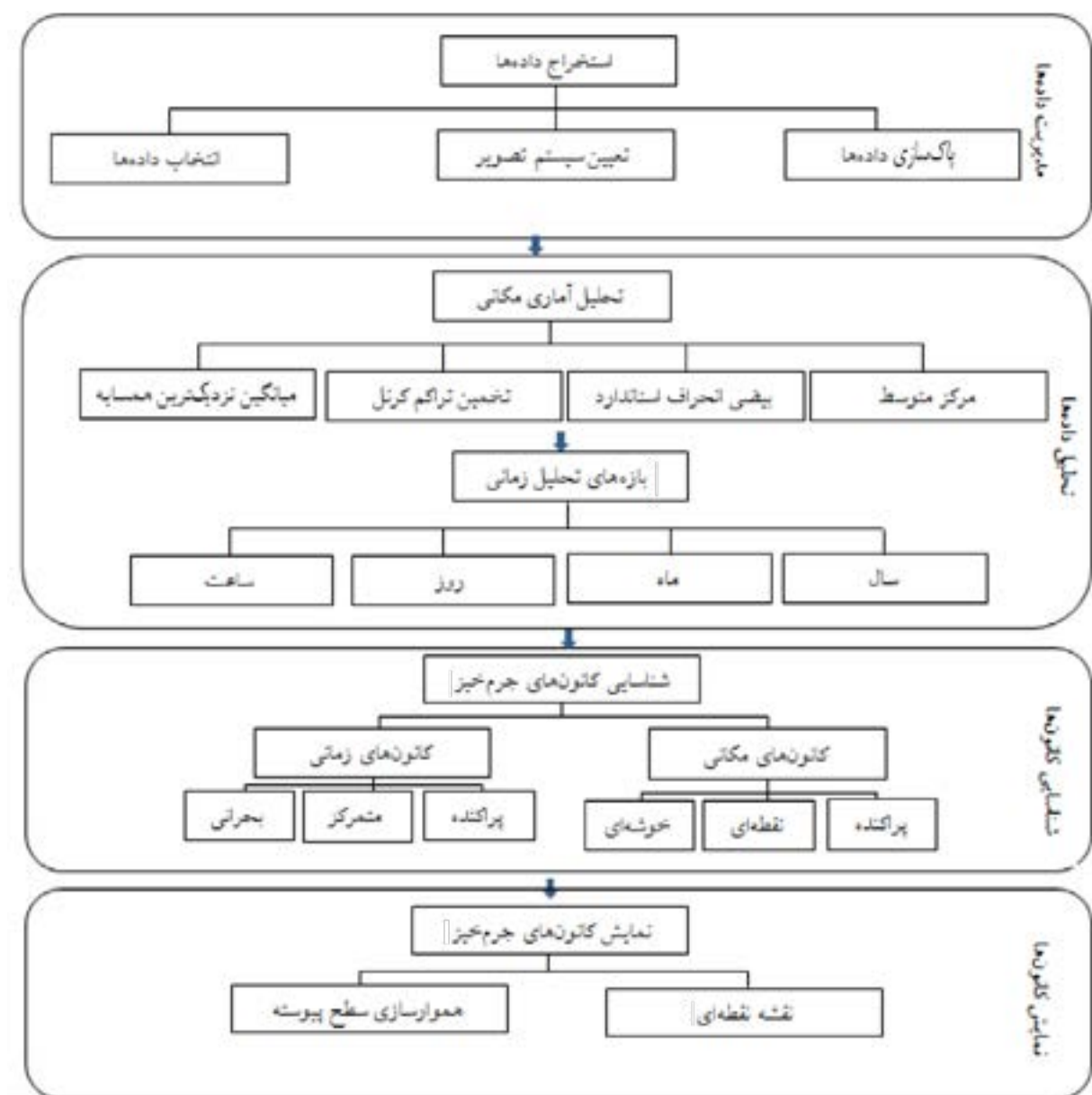
آزمون خوشه‌بندی^۱، اولین گام برای شناسایی کانون جرم‌خیز است. روش‌های مختلفی به منظور آزمون میزان خوشه‌ای بودن یک پدیده نقطه‌ای در مکان و زمان وجود دارد. اکثر این روش‌ها در برگیرنده اصل اولیه آزمون فرضیه و آمار کلاسیک است که در آن فرض می‌شود توزیع بزهکاری از نظر فضایی کاملاً تصادفی است. با در نظر گرفتن فرض توزیع فضایی کاملاً تصادفی جرایم به عنوان فرضیه صفر، می‌توان توزیع جرایم را با سطح معناداری فرضیه صفر مقایسه نمود تا اعتبار آن قبول یا رد شود. میانگین نزدیک‌ترین همسایه^۲ یکی از پرکاربردترین آزمون‌های خوشه‌بندی است. در این آزمون شاخص نزدیک‌ترین همسایه، توزیع واقعی داده‌های جرم با گروهی از داده‌ها باهمان تعداد نمونه و یا توزیع بی‌قاعده مقایسه می‌شود. این روش را هنگامی می‌توان به کار گرفت که هر جرم منفرد به عنوان نقطه مجزا از دیگر جرم‌ها مدل‌سازی شده باشد. برای تعیین تبعیت وقوع جرم‌ها از یک الگوی خوشه‌ای ابتدا میانگین نزدیک‌ترین همسایه (ANN) با استفاده از رابطه (۴) محاسبه می‌شود.

3- Observed Mean Distance

4- Expected Mean Distance

1- Tests for clustering

2- Average Nearest Neighbor



نگاره ۳: مراحل کلی در روش شناسی پیشنهادی

انتخاب داده‌ها است. داده‌های به‌کاررفته در این تحقیق مکان، زمان، نوع جرایم و نقشه ناحیه‌بندی^۱ در محدوده منطقه مورد مطالعه است. در این گام از بین انواع جرایم موجود و ثبت شده شامل سرقت خودرو، سرقت از مراکز تجاری و اداری، سرقت موتورسیکلت و اسکوتر تنها سرقت از منازل مسکونی به عنوان مطالعه موردی در این تحقیق انتخاب شد. با توجه به هدف این تحقیق، شناسایی کانون‌های مکانی

زمانی جرم‌خیزی از بین داده‌های موجود تنها داده‌هایی که دارای موقعیت سرقت انجام شده (طول و عرض جغرافیایی محل وقوع سرقت از منازل مسکونی) و زمان وقوع سرقت انجام شده (سال، ماه، روز، ساعت) هستند، انتخاب می‌شوند. دومین گام در مرحله مدیریت داده‌ها شامل پاک‌سازی داده‌ها می‌باشد. در این مرحله داده‌هایی که دارای مقادیر مختصات بی‌معنی ۰ و ۱- می‌باشند از تجزیه و تحلیل داده‌ها حذف

هزار نفر، در موقعیت بین ۴۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و ۷۱ درجه و ۳ دقیقه غربی پایتخت و بزرگ‌ترین شهر ایالت ماساچوست محسوب می‌شود.

اداره خدمات عمومی ایالات متحده یکی از معروف‌ترین وب سایت‌ها در زمینه داده‌ها را دارد که امکان دانلود داده از چندین سازمان دولتی آمریکا را فراهم می‌کند. این داده‌ها با توجه به مسائل گوناگون در دسته‌های مختلف از بودجه دولتی گرفته تا امتیاز کارایی مدارس را شامل می‌شوند. این داده‌ها شامل اطلاعاتی در زمینه زمان، مکان و نوع وقوع جرایم در سال‌های ۲۰۱۵، ۲۰۱۶، ۲۰۱۷، ۲۰۱۸ می‌باشند. تعداد کل این جرایم ۳۱۹۰۷۳ فقره است که ۲۰۷۴۴ فقره آن دارای مقادیر مختصات بی معنی (۰ یا -۱) بودند که در مرحله پاک‌سازی از تجزیه و تحلیل داده‌ها حذف شدند و ۵۵۷۳ فقره مربوط به سرقت از منازل مسکونی بود که به‌عنوان جامعه آماری در این مطالعه از آن استفاده گردید. از بین تحلیل‌های آماری مکانی، سه روش مرکز متوسط، بیضی انحراف استاندارد، آزمون خوشه‌بندی (میانگین نزدیک‌ترین همسایه) برای توصیف الگوها و خصوصیات مکانی کلی بزهکاری در منطقه مورد مطالعه استفاده شد. پس از شناسایی الگوهای بزهکاری، برای ترسیم کانون‌های مکانی جرم‌خیزی از روش تخمین تراکم کرنل استفاده شد. در تحلیل میانگین نزدیک‌ترین همسایه از آماره Z ، ارائه شده در رابطه (۲)، برای اطمینان از صحت این تحلیل به‌کار گرفته می‌شود.

این تحلیل مشخص می‌کند که متوسط فاصله از نزدیک‌ترین همسایه واقعی نسبت به متوسط فاصله از نزدیک‌ترین همسایه تصادفی چه مقدار اختلاف دارد. اگر نتیجه این آماره مربوط به میانگین نزدیک‌ترین همسایه برابر یک باشد، داده‌های بزهکاری به‌صورت تصادفی توزیع شده‌اند. اگر نتیجه کوچک‌تر از یک باشد، بیانگر خوشه‌ای بودن داده‌های مجرمانه است و اگر بزرگ‌تر از یک باشد، نشان دهنده الگوی توزیع یکنواخت داده‌های مجرمانه است. هرچه مقدار آماره Z عدد منفی بزرگ‌تری داشته باشد، بیشتر

می‌شوند. سومین گام، انتخاب سیستم تصویر مناسب برای منطقه مورد مطالعه است که در این تحقیق باتوجه به طول و عرض جغرافیایی منطقه مورد مطالعه از سیستم تصویر مرکاتور (WGS_1984_UTM_Zone_19N) استفاده شده است. مراحل مدیریت به‌کار رفته در این تحقیق برای انواع جرایم دیگر نظیر قتل، قاچاق مواد مخدر، انواع سرقت در هر منطقه مورد مطالعاتی نیز قابل اجرا است.

تحلیل مکانی و زمانی داده‌ها در این پژوهش با استفاده از تحلیل‌های آماری شامل آزمون خوشه‌بندی، مرکز متوسط، بیضی انحراف استاندارد و آزمون تخمین تراکم کرنل انجام شده است. به منظور شناسایی کانون‌های جرم‌خیز مکانی زمانی ابتدا می‌بایست با استفاده از آزمون‌های خوشه‌بندی رفتار جرم‌خیزی را در بعد مکان و زمان تحلیل نمود سپس با استفاده از آزمون‌های آماری الگوها و خصوصیات مکانی کلی بزهکاری در هر خوشه را بررسی کرد و با استفاده از نقشه نقطه‌ای و هموارسازی سطح پیوسته کانون‌ها را نمایش داد. تفسیر الگوهای مکانی جرایم و کانون‌های جرم‌خیز در داده‌های نقطه‌ای جرم دشوار است، به‌خصوص هنگامی که تعداد داده‌ها بسیار زیاد است. مناسب‌ترین روش برای نمایش کانون‌های جرم‌خیز به‌صورت پیوسته، تخمین تراکم کرنل است.

۳- منطقه مورد مطالعه

شهر بوستون در ایالت ماساچوست آمریکا در این تحقیق به‌عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شده است. علت انتخاب این شهر به منظور مطالعه موردی دسترسی به داده‌های جامع جرم و جنایت در این شهر می‌باشد که از طریق وبسایت اداره خدمات عمومی ایالات متحده^۱ قابل دسترسی می‌باشد. این داده‌ها کامل و ساختار یافته بوده و این امکان را می‌دهد که روش ارائه شده در این تحقیق به‌طور کارآمدی قابل ارزیابی و تعمیم به مناطق دیگر باشد. بوستون به مساحت ۱۹۸۹۴ هکتار با جمعیت حدود ۸۰۰

1- <https://www.data.gov/>

جدول ۱: نتایج حاصل از آزمون خوشه‌بندی به روش میانگین نزدیک‌ترین همسایه برای انواع سرقت

انواع سرقت	سال				مجموع تعداد وقوع جرم	میانگین نزدیک‌ترین همسایه	نمره Z	توزیع فضایی
	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸				
سرقت از منازل مسکونی	۱۴۱۲	۱۷۷۴	۱۵۱۹	۸۶۸	۵۵۷۳	۰/۲۹۵	-۱۰۰/۶۶۳	خوشه‌ای
سرقت خودرو	۷۴۰	۱۰۰۵	۹۱۴	۷۰۳	۳۳۶۲	۰/۳۸۵۹	-۷۹/۰۵۳	خوشه‌ای
سرقت از مراکز تجاری و اداری	۳۲۵	۵۲۷	۶۱۹	۲۹۸	۱۷۶۹	۰/۲۷۱	-۵۰/۶۸۵	خوشه‌ای
سرقت موتورسیکلت و اسکوتر	۸۶۳	۱۴۲۷	۱۳۳۸	۹۰۲	۴۵۳۰	۰/۲۸۶	-۹۸/۰۳۷	خوشه‌ای
انواع سرقت به ارزش بیشتر از ۲۰۰ دلار	۱۲	۶	۰	۰	۱۸	۰/۸۱۹	-۱/۴۷۰	خوشه‌ای
انواع سرقت به ارزش بین ۵۰ تا ۱۹۹ دلار	۳	۲	۰	۰	۵	۱/۹۴۲	۴/۰۲۸۱	یکنواخت
انواع سرقت به ارزش کمتر ۵۰ دلار	۵	۱	۰	۰	۶	۰/۴۰۸	۱/۹۱۴	یکنواخت
جمع جرایم تعداد وقوع سرقت در هر سال	۳۳۶۰	۴۷۴۲	۴۳۹۰	۲۷۷۱	۱۵۲۶۳	۰/۱۸۴	-۲۲۰/۹۰۸	خوشه‌ای

بیضی انحراف استاندارد نشان می‌دهد که پراکندگی هر چهار بیضی انحراف استاندارد مشابه هم هستند و الگوی رفتاری مجرمان در این محدوده مورد مطالعه در راستای شمال شرقی و جنوب غربی است.

نگاره ۵ بیضی انحراف استاندارد سرقت از منازل مسکونی در سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۱۷-۲۰۱۶-۲۰۱۵ را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. یکی از روش‌های نمایش کانون‌ها استفاده از نقشه نقطه‌ای است. در این روش محل وقوع جرایم از جمله سرقت از منازل مسکونی براساس مختصات (طول و عرض جغرافیایی) نمایش داده می‌شوند. هرچه میزان تراکم این نقاط بیشتر باشد نشان‌دهنده کانون جرم‌خیزی است. این روش برای تعداد جرایم زیاد خیلی کارا نخواهد بود و باید از روش‌های دیگر از جمله تخمین تراکم کرنل استفاده کرد.

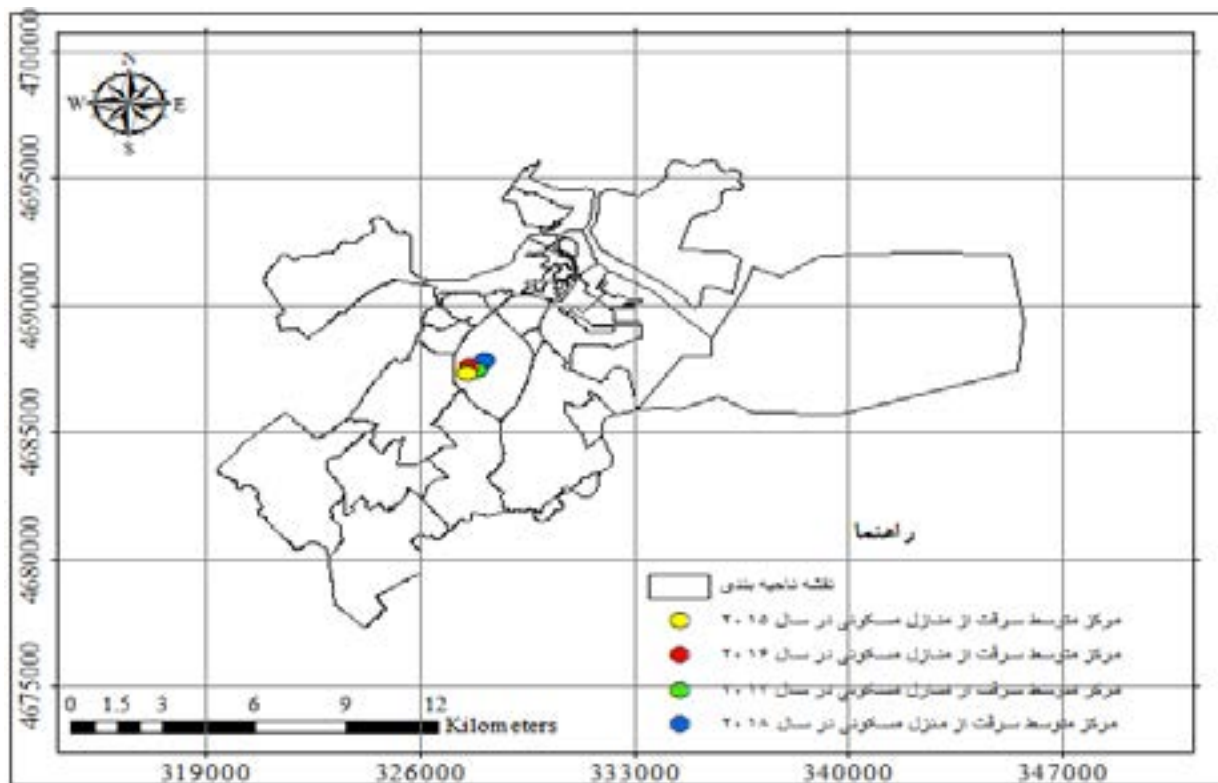
نگاره ۶ نقشه نقطه‌ای سرقت از منازل مسکونی در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. تخمین تراکم کرنل از دیگر روش‌های گرافیکی نمایش کانون‌های جرم‌خیزی است که به‌صورت یک سطح پیوسته در منطقه مورد مطالعه، توزیع مکانی کانون‌های جرم‌خیز را با دقت بالایی نشان می‌دهد. نگاره ۷ چهار کانون جرم‌خیز مکانی با استفاده از تحلیل تراکم کرنل را نمایش می‌دهد.

نتایج کرنل به‌صورت یک سطح هموار پیوسته ظاهر

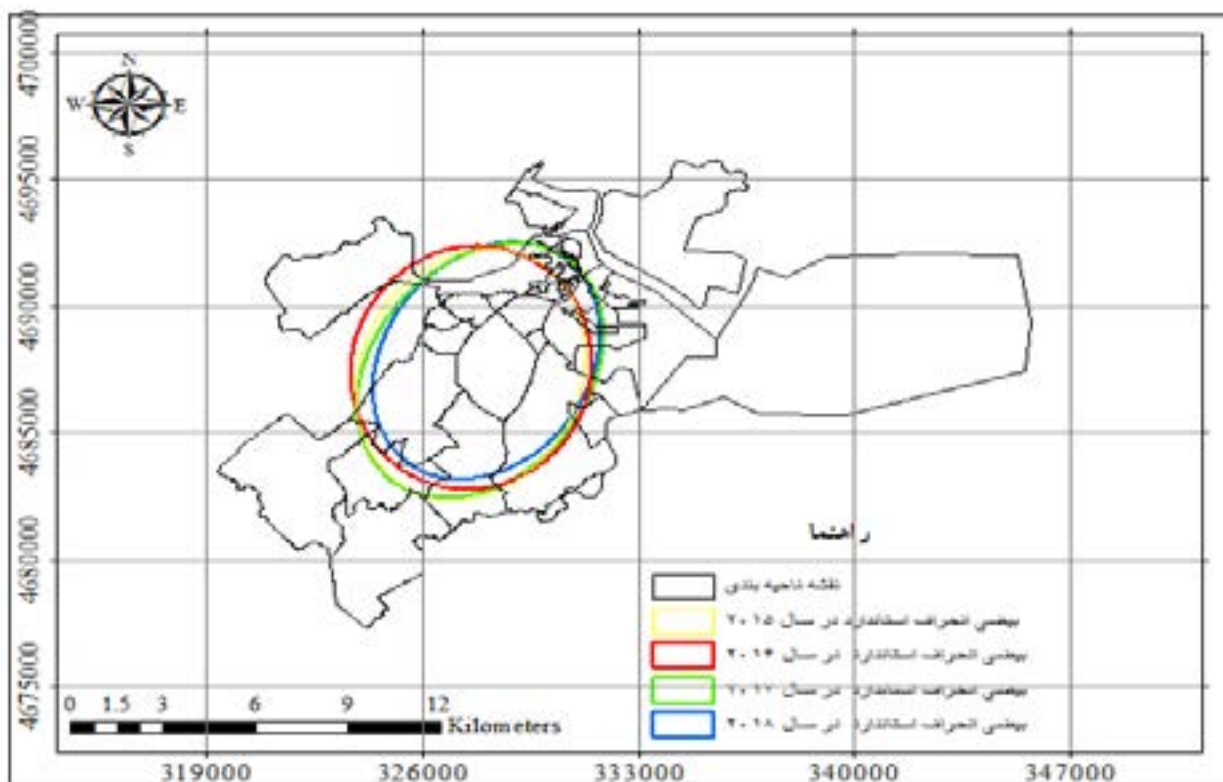
می‌توان به‌درستی نتیجه این آزمون اطمینان کرد. جدول ۱ نتایج حاصل از آزمون خوشه‌بندی به روش میانگین نزدیک‌ترین همسایه را برای انواع سرقت نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از آزمون خوشه‌بندی در جدول ۱ نشان می‌دهد که مجموع جرایم سرقت از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۸ توزیع خوشه‌ای داشته و تنها سرقت‌های به ارزش کمتر از ۵۰ دلار تا ۱۹۹ دلار در منطقه مورد مطالعه، توزیع آن یکنواخت است. نمره Z در نمونه‌هایی با تعداد کمتر مانند سرقت کمتر از ۵۰ دلار تا ۱۹۹ دلار نسبت به نمونه‌هایی با تعداد بیشتر نقاط جرم، کمتر خواهد بود. در ادامه نتایج حاصل از پیاده‌سازی انواع تحلیل‌های آماری و گرافیکی دیگر به‌کار رفته در این تحقیق نمایش داده می‌شود. نتایج حاصل از نقطه مرکز متوسط در نگاره ۵ نشان می‌دهد که نقطه مرکز متوسط سال ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ کاملاً برهم منطبق هستند و هر چهار نقطه مرکز متوسط در یک ناحیه به نام Roxbury واقع شده‌اند.

نگاره ۴ نقطه مرکز متوسط سرقت از منازل مسکونی در سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۱۷-۲۰۱۶-۲۰۱۵ را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. سطوح پراکندگی را می‌توان به‌وسیله بیضی انحراف استاندارد نشان داد. اندازه و شکل بیضی انحراف استاندارد کمک می‌کند میزان پراکندگی را مشخص و زاویه چرخش جهت پدیده‌های مجرمانه را نشان دهد.



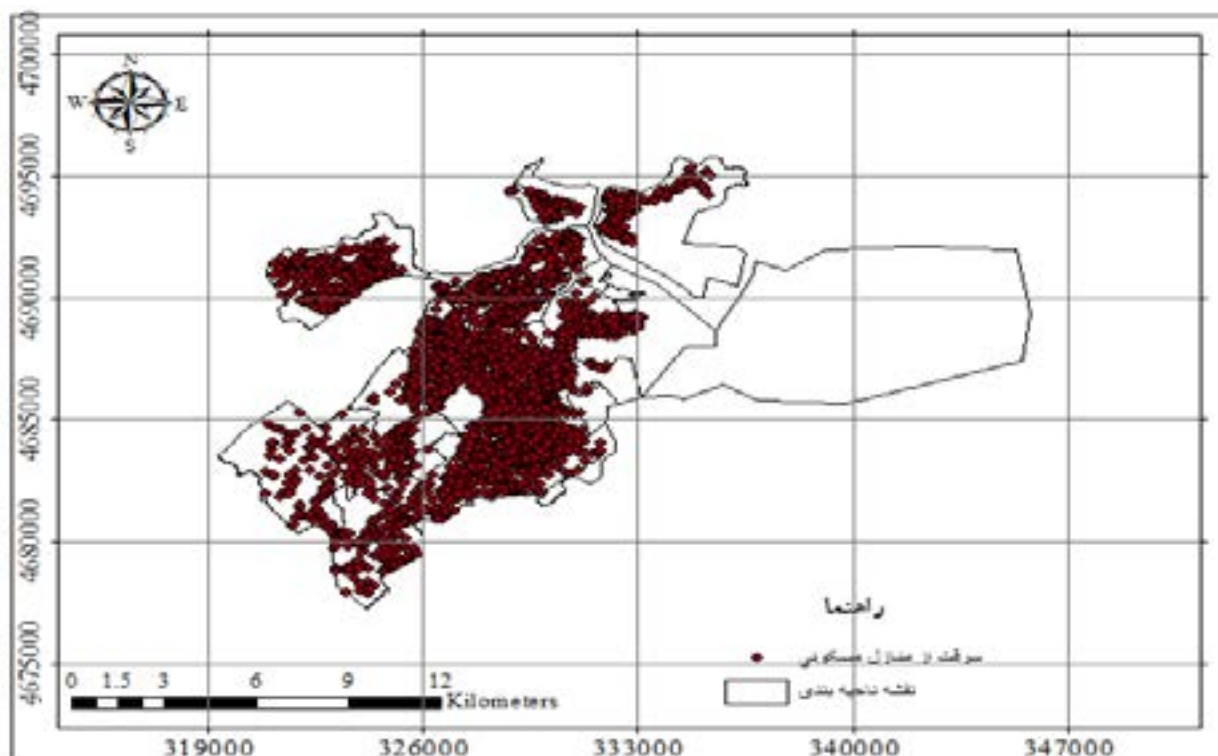
نگاره ۴: نقطه مرکز متوسط سرقت از منازل مسکونی از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۸



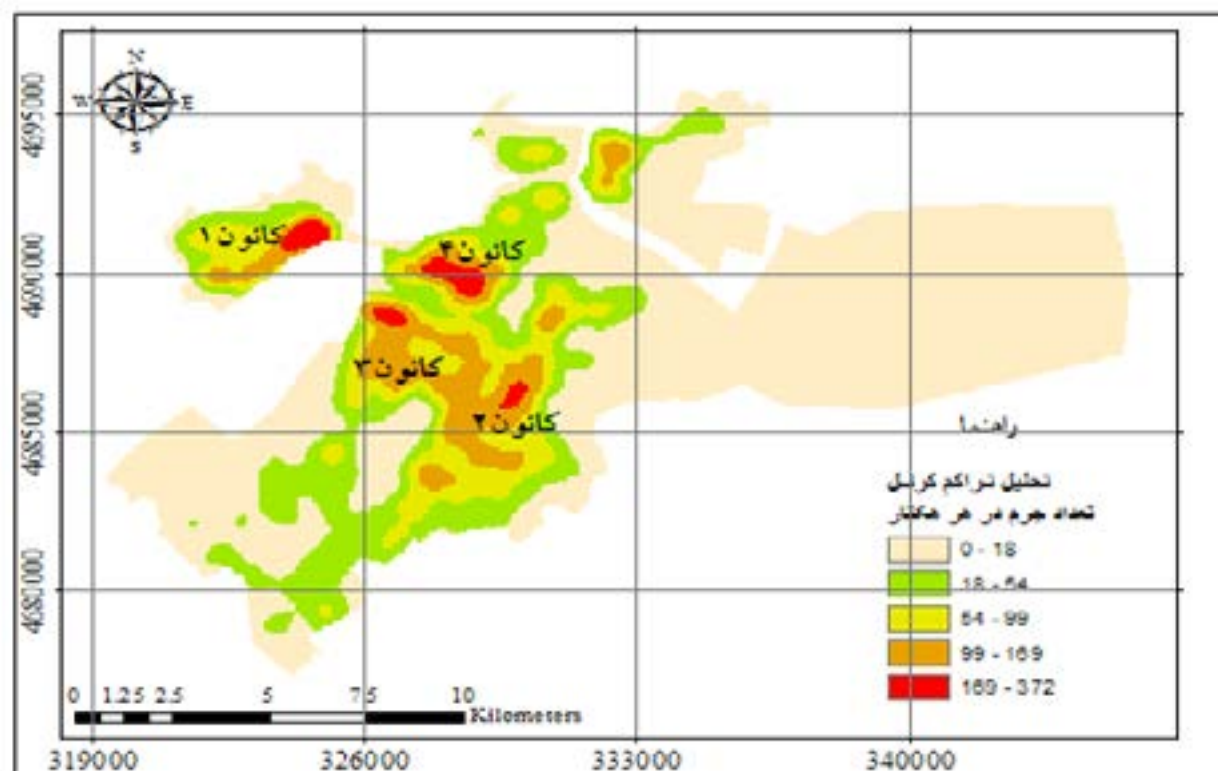
نگاره ۵: بیضی انحراف استاندارد سرقت از منازل مسکونی در منطقه مورد مطالعه

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی ()

ارائه یک روش سیستماتیک به منظور شناسایی و نمایش کانون‌های مکانی و زمانی ... / ۱۷



نگاره ۶: نقشه نقطه‌ای سرقت از منازل مسکونی در منطقه مورد مطالعه



نگاره ۷: کانون‌های جرم خیز سرقت از منازل مسکونی با استفاده از تخمین تراکم کرنل

می‌شود که تغییرات مکانی تراکم با شدت جرم را نشان می‌دهد. مناطق پررنگ نشانه بالاترین میزان جرم و مناطق کم‌رنگ نشان‌دهنده مناطق با جرم کمتر هستند. استفاده فزاینده از ترسیم نقشه به روش هموارسازی سطح پیوسته، عمدتاً به دلیل جنبه‌های دیداری و در دسترس بودن آن است. نقشه‌های تهیه شده به روش هموارسازی سطح پیوسته کانون‌های جرم‌خیز، امکان تغییر ساده‌تر خوشه‌های جرم را فراهم می‌آورد و توزیع مکانی کانون‌های جرم‌خیز را با دقت بیشتری نشان می‌دهد.

۴- بحث و نتایج

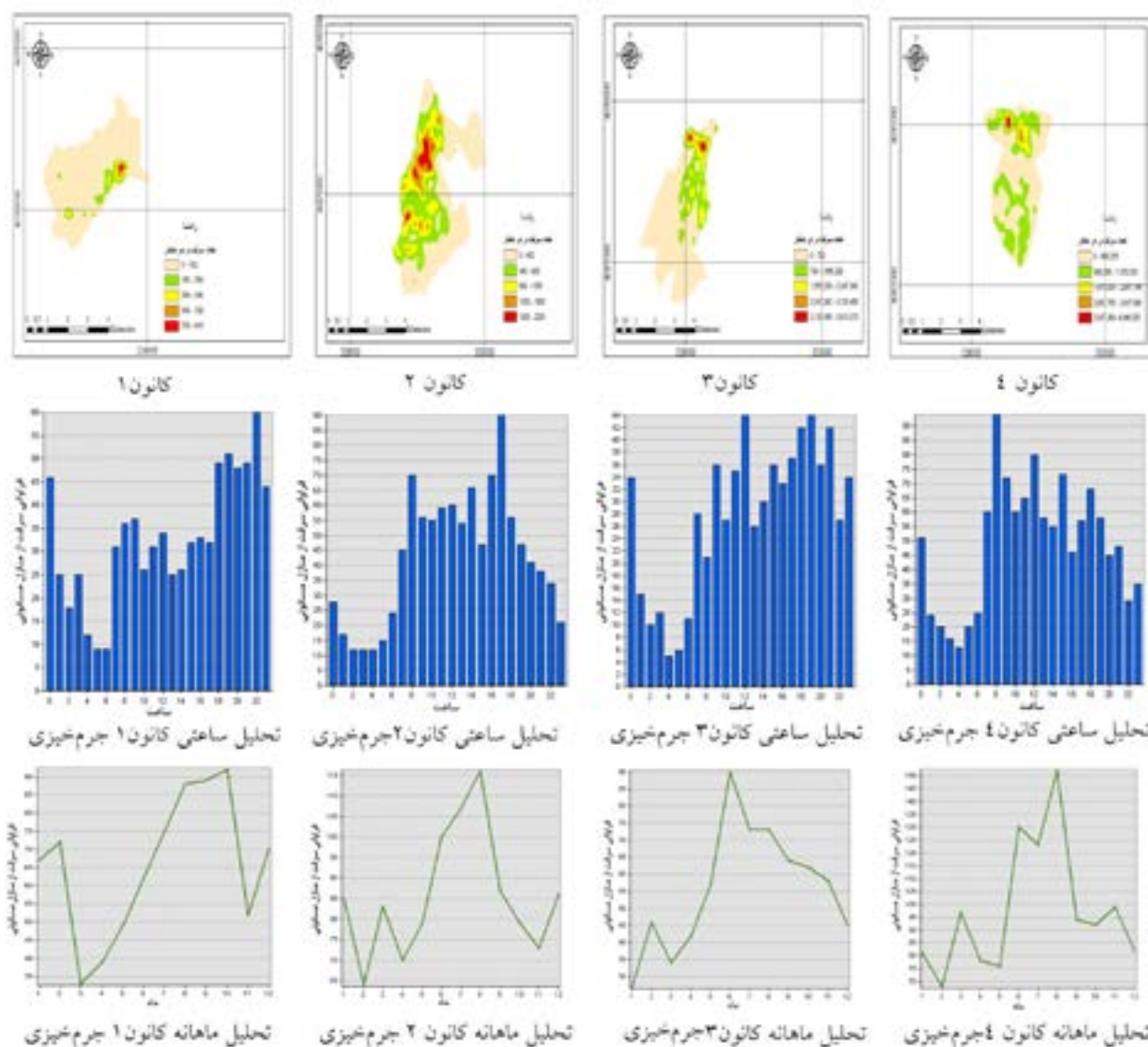
در این تحقیق چهار کانون جرم‌خیزی سرقت از منازل مسکونی با استفاده از تحلیل تراکم کرنل شناسایی شد که در نگاره ۷ این کانون‌ها نمایش داده شدند. نتایج نشان می‌دهد

جدول ۲: اطلاعات کمی ترکیب تحلیل‌های کانون‌های مکانی زمانی جرم‌خیزی

مشخصات کانون‌ها	کانون ۱	کانون ۲	کانون ۳	کانون ۴
مساحت (هکتار)	۱۱۸۸	۱۶۳۸	۱۱۷۰	۱۱۱۷
فراوانی وقوع سرقت (فقره)	۷۸۸	۱۰۲۹	۶۷۱	۱۱۷۲
بیشترین فراوانی وقوع سرقت (در سال)	۳۱۸	۳۴۰	۲۰۳	۳۶۳
کمترین فراوانی وقوع سرقت (در سال)	۸۹	۱۶۰	۱۱۴	۲۱۶
بیشترین فراوانی وقوع سرقت (در ماه)	۹۲	۱۱۶	۹۰	۱۵۲
کمترین فراوانی وقوع سرقت (در ماه)	۳۳	۶۴	۱	۶۸
بیشترین فراوانی وقوع سرقت (در روز)	۱۳۷	۱۷۷	۱۱۴	۲۰۴
کمترین فراوانی وقوع سرقت (در روز)	۸۷	۸۶	۸۲	۱۱۷
بیشترین فراوانی وقوع سرقت (در ساعت)	۶۰	۹۰	۴۴	۹۴
کمترین فراوانی وقوع سرقت (در ساعت)	۹	۱۲	۵	۱۳
پیشینه ساعت سرقت (در ۲۴ ساعت)	۲۲	۱۷	۱۲	۸
کمینه ساعت سرقت (در ۲۴ ساعت)	۵	۴	۴	۴

جدول ۳: اطلاعات کیفی ترکیب تحلیل‌های کانون‌های مکانی زمانی جرم‌خیزی

مشخصات کانون‌ها	کانون ۱	کانون ۲	کانون ۳	کانون ۴
بیشترین تعداد وقوع سرقت (در ماه)	اکتبر	اوت	ژوئن	اوت
کمترین وقوع سرقت (در ماه)	مارس	فوریه	ژانویه	فوریه
بیشترین تعداد وقوع سرقت (در روز)	جمعه	پنج‌شنبه	جمعه	چهارشنبه
کمترین تعداد وقوع سرقت (در روز)	یکشنبه	یکشنبه	یکشنبه	یکشنبه



نگاره ۸: نمایش ترکیب تحلیل‌های کانون‌های مکانی و زمانی جرم‌خیزی سرقت از منازل مسکونی

از نگاره ۸ تشخیص نوع الگوی پراکنش کانون‌های مکانی و زمانی جرم‌خیز است. نتایج نشان داد الگوی پراکنش این کانون‌های مکانی جرم‌خیزی به صورت خوشه‌ای و الگوی پراکنش کانون زمانی جرم‌خیزی آن‌ها به صورت متمرکز است. نتایج حاصل از جدول ۲ نشان می‌دهد که بیشترین وقوع جرم در کانون ۴ معادل با ۱۱۷۲ فقره سرقت از منازل مسکونی است که از تمام این چهار کانون، مساحت کمتری معادل با ۱۱۱۷ هکتار را دارد. همچنین تحلیل ساعتی ترکیب

جرم‌خیزی را نشان دهد. در این روش از تخمین تراکم کرنل برای نمایش هریک از کانون‌های جرم‌خیز مکانی استفاده شد و سپس تحلیل آماری زمانی هر کانون همراه با آن نمایش داده شد. نگاره ۸ ترکیب تحلیل‌های کانون‌های مکانی و زمانی جرم‌خیزی سرقت از منازل مسکونی در هر چهار کانون را نشان می‌دهد. تحلیل آماری زمانی حاصل در بازه ۴ سال که معادل ۴۸ ماه و ۳۵۰۶۴ ساعات شبانه روز را برای هر کانون نشان می‌دهد. از دیگر نتایج حاصل

الگوی پراکنش کانون زمانی جرم‌خیزی به صورت متمرکز است. به عنوان ادامه برای کار آتی پیشنهاد می‌شود با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین میزان نرخ سرقت از منازل مسکونی برای هر یک از کانون‌های جرم‌خیز پیش‌بینی شود، همچنین کانون‌های جرم‌خیز مکانی و زمانی برای دیگر جرایم و در مناطق دیگر از جمله کشور ایران نیز شناسایی و نمایش داده شود.

منابع و مآخذ

۱- توکلی، مهدی (۱۳۸۴). شناسایی و تحلیل کانون‌های جرم‌خیز شهر زنجان با استفاده از نقش ابرکانون‌های جرم‌خیز در شکل‌گیری الگوهای فضایی بزهکاری - مورد مطالعه ایستگاه GIS بازرسی دافوس، تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم انتظامی، دانشکده فرماندهی و ستاد.

۲- جبّاری، کاظم (۱۳۸۸). شناسایی و تحلیل فضایی کانون‌های جرم‌خیز شهری با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی GIS - مورد مطالعه: بخش مرکزی شهر تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری.

۳- زیاری، دربان آستانه، نجفی؛ کرامت‌الله، علیرضا، اسماعیل (۱۳۹۷). بررسی الگوی پراکنش جرایم و عوامل تأثیرگذار آن در شهر سمنان - مورد پژوهش: سرقت موتورسیکلت و دوچرخه. کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی، (۲)، ۲۱-۴۸.

۴- شایسته‌زین، امیر (۱۳۸۷). تحلیل کانون‌های جرم‌خیز شهریار با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم انتظامی دانشکده فرماندهی و ستاد.

۵- شمس، پرهیز، مهدنژاد، قمری، محمدی؛ مجید، فریاد، حافظ، مصطفی، کاوه (۱۳۹۱). تحلیل رابطه جرم و تراکم جمعیت در بلوک‌های آماری با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی. GIS - مطالعه موردی: منطقه اسکان غیررسمی اسلام آباد زنجان.

کانون مکانی زمانی جرم‌خیزی نشان می‌دهد اوج سرقت در هر چهار کانون در ساعت‌های مختلفی است. این در حالی است که تحلیل آماری زمانی بدون در نظر گرفتن کانون‌های مکانی جرم‌خیزی اوج سرقت را ساعت ۱۲ ظهر نشان می‌دهد. جدول ۳ نتایج کیفی ترکیب تحلیل‌های کانون‌های مکانی زمانی جرم‌خیزی را نشان می‌دهد.

نتایج تحلیل سالیانه هر چهار کانون نشان می‌دهد که بیشترین میزان وقوع سرقت در سال ۲۰۱۶ و کمترین میزان سرقت در سال ۲۰۱۸ است. همچنین جدول ۳ نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین میزان سرقت در ماه، در کانون‌ها با یکدیگر متفاوت است این در حالی است که نتیجه حاصل از تحلیل آماری بدون در نظر گرفتن کانون‌های مکانی جرم‌خیزی ماه اوت را بیشترین و ماه آوریل را کم‌ترین میزان وقوع سرقت نشان می‌دهد. همین تحلیل در رابطه با تحلیل آماری زمانی روزانه نشان می‌دهد بیشترین تعداد وقوع سرقت در کانون ۱ و ۳ روز جمعه است در حالی که در کانون ۲ روز پنج‌شنبه و کانون ۴ روز چهارشنبه است این تحلیل با تحلیل کلی آماری زمانی روزانه که روز جمعه را به عنوان بیشترین تعداد وقوع نشان می‌دهد، تفاوت دارد.

۵- نتیجه‌گیری

در این مطالعه با استفاده از GIS به تحلیل زمانی و مکانی سرقت از منازل مسکونی پرداخته شد. ترکیب تحلیل زمانی و مکانی بزهکاری امکان تحلیل‌های کامل‌تر و دقیق‌تری را فراهم می‌کند و مانند یک فیلم، پویایی و تغییرات محدوده‌های جرم‌خیز مکانی را در طول زمان نشان می‌دهد که می‌تواند در پیشگیری از بزهکاری به دست اندرکاران قضایی و انتظامی کمک کند. روش پیشنهادی یک رویکرد سیستماتیک و شهودی برای نمایش همزمان الگوی جرایم در دو بُعد مکانی و زمانی است. همچنین با استفاده از روش پیشنهادی می‌توان الگوی پراکنش کانون‌های مکانی زمانی جرم‌خیزی را تشخیص داد. نتایج این مطالعه نشان داد الگوی پراکنش کانون‌های مکانی جرم‌خیزی به صورت خوشه‌ای و

Kong, for the degree of master of geographic information systems at the University of Hong Kong.

17. Clarke, Ronald Victor Gemuseus. (1997). Situational crime prevention: Criminal Justice Press Monsey, NY.

18. Cook, Philip J, & Ludwig, Jens. (2000). Gun violence: The real costs: Oxford University Press on Demand.

19. Eck, John, Chainey, Spencer, Cameron, James, & Wilson, Ronald. (2005). Mapping crime: Understanding hotspots.

20. Ferreira, Jorge, João, Paulo, & Martins, José. (2012). GIS for crime analysis: Geography for predictive models. Electronic Journal of Information Systems Evaluation, 15(1), 36.

21. Gottdiener, Mark, Budd, Leslie, & Lehtovuori, Panu. (2015). Key concepts in urban studies: Sage.

22. Greenberg, David F. (2001). Time series analysis of crime rates. Journal of quantitative criminology, 17(4), 291-327.

23. Hassani, Hossein, Huang, Xu, Silva, Emmanuel S, & Ghodsi, Mansi. (2016). A review of data mining applications in crime. Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal, 9(3), 139-154.

24. Jeffery, C Ray, & Zahm, Diane L. (1993). Crime prevention through environmental design, opportunity theory, and rational choice models. Routine activity and rational choice, 5, 323-350.

25. McCollister, Kathryn E, French, Michael T, & Fang, Hai. (2010). The cost of crime to society: New crime-specific estimates for policy and program evaluation. Drug and alcohol dependence, 108(1-2), 98-109.

26. McLafferty, Sara, Williamson, Doug, & McGuire, PG. (2000). Identifying crime hot spots using kernel smoothing. V. Goldsmith. PO McGuire, JH Mollenkopf and TA Ross CRIME MAPPING AND THE TRAINING NEEDS OF LAW ENFORCEMENT, 127.

27. Office, Home. (1995). Information on the criminal justice system in England and Wales: Home Office, Research and Statistics Department.

28. Pakes, Francis. (2019). Comparative criminal justice: Routledge.

29. Putnik, Goran D. (2008). Encyclopedia of networked and virtual organizations: IGI Global.

۶- عباسی‌ورکی، الهه (۱۳۸۸). شناسایی و تحلیل فضایی کانون‌های جرم‌خیز شهر قزوین با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان.

۷- کلانتری، محسن (۱۳۸۸). بررسی جغرافیایی جرم و جنایت در مناطق شهر تهران، پایان‌نامه دکتری. تهران: دانشگاه تهران.

۸- هندیانی، سرمد؛ عبدالله، محمدرضا (۱۳۸۹). به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی در کنترل جرایم شهری. کارآگاه، (۱۱)، ۲۹-۴۹.

9- Anselin, Luc, Cohen, Jacqueline, Cook, David, Gorr, Wilpen, & Tita, George. (2000). Spatial analyses of crime. Criminal justice, 4(2), 213-262.

10. Block, Carolyn R, Dabdoub, Margaret, & Fregly, Suzanne. (1995). Crime analysis through computer mapping.

11. Braga, Anthony A, Hureau, David M, & Papachristos, Andrew V. (2011). The relevance of micro places to citywide robbery trends: A longitudinal analysis of robbery incidents at street corners and block faces in Boston. Journal of Research in Crime and Delinquency, 48(1), 7-32.

12. Bratton, William, & Knobler, Peter. (2009). The turnaround: How America's top cop reversed the crime epidemic: Random House.

13. Brown, Donald E. (1998). The Regional Crime Analysis Program (ReCAP): a framework for mining data to catch criminals. Paper presented at the SMC'98 Conference Proceedings. 1998 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (Cat. No. 98CH36218).

14. Chainey, Spencer, & Ratcliffe, Jerry. (2013). GIS and crime mapping: John Wiley & Sons.

15. Chen, Hsinchun, Chung, Wingyan, Xu, Jennifer Jie, Wang, Gang, Qin, Yi, & Chau, Michael. (2004). Crime data mining: a general framework and some examples. computer, 37(4), 50-56.

16. Chi Pun Chung, E. (2005). Use of GIS in campus crime analysis: A case study of the University of Hong

30. Ratcliffe, Jerry H. (2004). The hotspot matrix: A framework for the spatio-temporal targeting of crime reduction. *Police practice and research*, 5(1), 5-23.
31. Sharma, Ravi, Palria, S, & Bhalla, P. (2014). Crime Mapping & Analysis of Ajmer City-A GIS Approach in Ajmer City. Paper presented at the ISRS Proceeding Papers of Sort Interactive Session ISPRS TC VIII International Symposium on "Operational Remote Sensing Applications: Opportunities, Progress and Challenges", Hyderabad, India.
32. Sherman, Lawrence W, Gartin, Patrick R, & Buerger, Michael E. (1989). Hot spots of predatory crime: Routine activities and the criminology of place. *Criminology*, 27(1), 27-56.
33. Sivaranjani, S, Sivakumari, S, & Maragatham, S. (2016). GIS based serial crime analysis using data mining techniques. *International journal of computer applications*, 153(8), 19-23.
34. Sujatha, R, & Ezhilmaran, D. (2016). A new efficient SIF-based FCIL (SIF-FCIL) mining algorithm in predicting the crime locations. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 28(3), 561-579.
35. Suryavanshi, Vinay M. (2001). Land use and opportunities for crime: Using GIS as an analysis tool.
36. Townsley, Michael. (2008). Visualising space time patterns in crime: the hotspot plot. *Crime patterns and analysis*, 1(1), 61-74.
37. Weisburd, David, Lum, Cynthia, & Yang, Sue-Ming. (2004). The criminal careers of places: A longitudinal study: University of Maryland.
38. Wolff, Kevin T. (2014). Concentration of Crime in Cities Across the US.
39. Wolfgang, Marvin. (1957). Victim-precipitated Criminal Homicide. *journal of Criminal law, Criminology and Police Science* 48: 1-11.. 1958. Patterns of Criminal Homicide, 54-56.