

مدیریت و تحلیل داده‌های بزهکاری در بخش مرکزی شهر تهران با استفاده از تکنیک‌های درون‌یابی و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۱۶

تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۱۴

دکتر محسن کلانتری^۱، سرهنگ ستاد پاسدار دکتر علی اکبر قهرمانی^۲،

یونس خسروی^۳، و کاظم جباری^۴

چکیده

زمینه و هدف: طی دهه اخیر، استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های آماری و گرافیکی برای مقابله و پیشگیری از بزهکاری در مدیریت انتظامی و امور پلیسی بسیار اهمیت یافته است. زیرا انتخاب یک تکنیک درون‌یابی بهینه برای تخمین ویژگی‌های یک منطقه در نقاط نمونه‌گیری نشده نقش مهمی در مدیریت داده‌های انتظامی در جهت مقابله با بزهکاری دارد. هدف مقاله پاسخ به این سوال است که کدام یک از روش‌های زمین‌آماری موجود در نرم‌افزار ArcGIS، به منظور تعیین بهترین برازش مکانی (برآورد منطقه‌ای) محدوده‌های جرم خیز در بخش مرکزی شهر تهران برای مدیریت بهینه انتظامی این بخش از شهر مناسب است؟

مواد و روش‌ها: برای تحلیل فضایی جرایم ارتكابی از چهار روش کریجینگ ساده، کریجینگ معمولی، عکس مجذور فاصله و توابع پایه شعاعی استفاده شده است و بر همین مبنا نقشه‌های بزهکاری محدوده بخش مرکزی شهر تهران تهیه شده است. بدین منظور ابتدا به ازای هر مدل، نیم‌تغییرنمای آن محاسبه، ترسیم و سپس با استفاده از تکنیک ارزیابی متوالی و ریشه متوسط مجذور خطاها (RMSE)، خطای نقشه‌ها برآورد و از میان شانزده نقشه، یک نقشه به‌عنوان نمونه مناسب بهینه‌بندی نقشه بزهکاری بخش مرکزی جهت مدیریت بهینه داده‌های انتظامی در این محدوده انتخاب شد.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد برای درون‌یابی اطلاعات بزهکاری در بخش مرکزی شهر تهران، روش عکس مجذور فاصله با توان ۱ نسبت به دیگر روش‌ها، از دقت بالاتری برخوردار است. نتیجه هم‌پوشانی نقشه جرم و کاربری اراضی و توزیع جمعیت نشان می‌دهد که محدوده‌های تجاری و اداری بخش مرکزی این شهر و همچنین در محدوده‌های با جمعیت ساکن، کانون‌های بزهکاری کم‌اهمیت‌تری شکل گرفته است.

نتیجه‌گیری: با استفاده از نتایج تحلیل نقشه‌های تولیدی به روش درون‌یابی ملاحظه می‌گردد که مکان‌های آلوده محدوده مورد مطالعه، نیازمند مدیریت بهینه انتظامی، اصلاح و طراحی فضای مقاوم و کنترل‌های مستمر از طریق گشت‌های منظم و نامنظم انتظامی است.

واژگان کلیدی

تجزیه و تحلیل جغرافیایی جرم Geographical crime analysis، نقشه‌برداری از جرم Crime mapping، داده‌های بزهکاری Crime data، تکنیک درون‌یابی Interpolation technique، سامانه اطلاعات جغرافیایی Geographical Information System، روش کریجینگ Kriging method، ارزیابی متوالی Cross-Validation، تهران Tehran.

□ **استناد:** کلانتری، محسن؛ قهرمانی، علی‌اکبر؛ خسروی، یونس و جباری، کاظم (۱۳۸۸، زمستان). مدیریت و تحلیل داده‌های بزهکاری در بخش مرکزی شهر تهران با استفاده از تکنیک‌های درون‌یابی و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی. *فصلنامه مطالعات مدیریت انتظامی*، سال چهارم، شماره چهارم، ۴۸۲-۵۰۴.

۱. استادیار جغرافیا دانشگاه زنجان (نویسنده مسئول) mohsenkalantari@znu.ac.ir

۲. استادیار مدیریت دانشگاه انتظامی

۳. کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی و برنامه‌ریزی محیط

۴. کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری

مقدمه

در قرن حاضر هم‌زمان با رشد و گسترش شهرها و افزایش جمعیت، مسائل و مشکلات شهرنشینی رشد چشمگیری یافته است. بروز انواع ناهنجاری‌های اجتماعی در فضاهای شهری از جمله این مشکلات است. طی دو دهه اخیر استفاده از فناوری‌های نوین و ابزار گرافیکی در بین مسئولین قضایی و انتظامی به منظور مقابله و پیشگیری از بزهکاری اهمیت فزاینده‌ای یافته است (کلانتری و صفری، ۱۳۸۷، ص ۳۰). در تحلیل جغرافیایی و فضایی بزهکاری، چگونگی پیدایش، کیفیت و نحوه پراکندگی اعمال مجرمانه در محدوده جغرافیایی شهرها مورد بررسی قرار می‌گیرد و به کمک نمایش فضایی اعمال مجرمانه و تلفیق این اطلاعات با داده‌های مکانی، محل ارتکاب جرایم و شاخص‌های اجتماعی، اقتصادی مجرم و محل سکونت او، امکان شناسایی کانون‌های جرم‌خیز،^۱ پیش‌بینی محل‌های احتمالی وقوع ناهنجاری در محدوده شهر، فراهم می‌شود. در نهایت این اطلاعات به شکل مؤثری می‌تواند به کاهش میزان جرایم در سطح شهر و پیشگیری از بزهکاری و افزایش ایمنی کمک نماید. افزون بر این نتایج تحلیل‌های فضایی و زمانی بزهکاری به بخش مدیریت انتظامی و فرماندهان پلیس کمک می‌کند تا با تعیین یک راهبرد مناسب جهت پیشگیری از جرم و مقابله با بزهکاری اقدام نمایند (راتکلیف، ۲۰۰۴، ص ۱).^۲

استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در بررسی فضایی جرم از دهه ۱۹۷۰ آغاز شده است. با کمک امکانات و تکنیک‌های این سامانه، امکان تهیه پایگاه داده مکانی،^۳ مرتب‌سازی، نمایش فضایی اطلاعات مجرمانه، تلفیق اطلاعات و تحلیل فضایی آن فراهم شده است. تهیه نقشه‌های رایانه‌ای بزهکاری ابتدا به کمک نرم‌افزار CAD آغاز شد و سپس نرم‌افزارهای GIS جایگزین آن شد. هرچند تا اواسط دهه ۱۹۹۰ به کارگیری این نرم‌افزار حتی در کشورهای پیشرفته جهان چندان متداول نشده بود، اما از سال ۱۹۹۵ استفاده از این سامانه‌ها در بررسی‌های جغرافیایی جرم رشد فزاینده‌ای داشته است (کلانتری، ۱۳۸۰، ص ۶۹).

امروزه تحلیل‌های عددی و رقومی در مجموعه علوم و فنون انتظامی به نحو مؤثری بکار گرفته می‌شود. از آنجا که رفتار انسانی به دلیل پیچیدگی و یا ابهام موجود در آن، همواره در معرض حدس و گمان است، دانش بشری در طول رشد و توسعه خود توانسته

1. Hot spots
2. Ratcliff, 2004, p.1
3. Geodatabase

است روش‌های بسیار مؤثری را برای غلبه بر نادانسته‌های مخفی خود در این ارتباط ارائه دهد. از جمله مؤثرترین و کاربردی‌ترین روش‌ها برای پیش‌بینی رفتار انسانی، استفاده از تکنیک‌های مدل‌سازی است. از طریق فنون در مدل‌سازی، رفتار پیچیده، با اعمال فرضیات و کران‌های محاسباتی، نمایش مختصر و ساده‌ای از این رفتار حاصل می‌شود و بدین ترتیب ضمن تعیین خصیصه مکانی و زمانی رفتار و نوع آن در آینده امکان آغاز تدابیر مناسب جهت مقابله با رفتارهای منفی و ناهنجاری‌ها فراهم می‌شود. از سوی دیگر، یکی از روش‌های دستیابی به توزیع مکانی بزهکاری و تحلیل فضایی آن، استفاده از این روش‌ها است. روش تخمین و برآورد میزان متغیر پیوسته در مناطق نمونه‌گیری نشده در داخل ناحیه‌ای که مشاهدات نقطه‌ای در آن پراکنده شده‌اند را درون‌یابی می‌گویند (قهرودی‌تالی، ۱۳۸۴).

تکنیک‌های درون‌یابی به دو شیوه کلی انجام می‌شود. روش اول قطعی یا جبری^۱ است که در این شیوه بر اساس تعیین سطح نقاط نمونه‌گیری شده و بر پایه شباهت‌هایی مانند روش وزن‌دهی عکس فاصله^۲ یا درجه هموارسازی (توابع پایه شعاعی)^۳ درون‌یابی صورت می‌گیرد. در روش دوم، درون‌یابی زمین‌آماري است که براساس ویژگی‌های آماری نقاط نمونه‌گیری شده انجام می‌گردد. تکنیک‌های درون‌یابی زمین‌آماري کمیت همبستگی مکانی نقاط نمونه‌برداری شده را مدنظر قرار می‌دهند و تخمین را بر اساس موقعیت قرارگیری مکان نمونه‌های اندازه‌گیری نشده انجام می‌دهند (تازه و خسروی، ۱۳۸۷). از جمله خطاهایی که بر روی داده‌های نقطه‌ای بار می‌شود، خطای مربوط به نحوه درون‌یابی آنها جهت تهیه یک نقشه رستری برای ورود به محیط سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی GIS است (عبداللهی، ۱۳۸۶). عمده این نوع خطا مربوط به نامناسب بودن روش انتخابی جهت درون‌یابی می‌باشد.

بنابر این، در پژوهش حاضر تلاش شده است تا به این پرسش اساسی پاسخ داده شود که کدام یک از روش‌های زمین‌آماري موجود در نرم‌افزار ArcGIS، به منظور تعیین بهترین برازش مکانی (برآورد منطقه‌ای) محدوده‌های جرم‌خیز در بخش مرکزی شهر تهران برای مدیریت بهینه انتظامی این بخش از شهر تهران مناسب است؟

1. Deterministic
2. Inverse Distance Weighting (IDW)
3. Radial Basis Functions (RBF)

تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی، مطالعه کمی پدیده‌ها و فرآیندهایی است که در فضای چندبعدی^۱ به وقوع می‌پیوندند. روش‌های تجزیه و تحلیل مکانی در قلمروی آمار مکانی واقع می‌گردند. این روش‌ها، مجموعه‌ای بسیار وسیع و متنوع از ابزارهای پردازشی را تشکیل می‌دهند. پردازش هر کدام از محدوده‌های جغرافیایی، نیازمند به‌کارگیری روش‌های آماری خاص است. در حال حاضر بهترین نظریه آماری که بر پایه مفهوم میدانی مکان، ارائه گردیده است، نظریه متغیر ناحیه‌ای است. منظور از متغیر ناحیه‌ای،^۲ هر خصوصیت محیطی است که مقادیر عددی آن در فضای یک، دو و یا سه بعدی نمونه‌بردا، توزیع شده است. تغییرات مکانی یک متغیر ناحیه‌ای، دارای دو مولفه ساختاری^۳ و تصادفی^۴ است. یکی از اهداف اصلی آمار مکانی، ارائه مدلی مناسب جهت توصیف متغیر ناحیه‌ای، با در نظر گرفتن مولفه‌های تغییرپذیری ساختاری و تصادفی است که بدان (زمین آمار یا «ژئواستاتستیک»)^۵ گفته می‌شود.

تکنیک‌های درون‌یابی: تکنیک‌های درون‌یابی مورد استفاده به اختصار معرفی شده‌اند:
الف) روش کریجینگ: روش‌های مختلفی برای تخمین یک متغیر در مقیاس زمانی یا مکانی وجود دارد که در یک تقسیم‌بندی کلی به روش‌های زمین‌آمار و روش‌های کلاسیک تقسیم می‌گردند. روش‌های کلاسیک روش‌های هستند که از آمار کلاسیک برای تخمین استفاده می‌نمایند، در صورتی که در روش‌های زمین‌آمار تخمین بر اساس ساختار مکانی موجود در محیط صورت می‌گیرد. تخمین زمین‌آمار، فرآیندی است که طی آن، مقدار یک کمیت مجهول در نقاطی با مختصات معلوم با استفاده از مقدار معلوم همان کمیت در نقاط دیگری با مختصات مشخص به دست می‌آید.

یکی از روش‌های بسیار مناسب و پیشرفته درون‌یابی جهت تحلیل فضایی و نحوه توزیع منطقه‌ای داده‌های مکانی، روش «کریجینگ» می‌باشد. در این تکنیک، از یک روش میانگین وزنی برای توزیع متغیرها استفاده می‌شود، بدین صورت که هر چه متغیر به مبدأ نزدیک‌تر باشد، وزن آن بیشتر و هر چه فاصله نقاط دورتر باشد، وزن کمتر خواهد بود. مطلق بودن تخمین در درون‌یابی از ویژگی‌های عمده روش کریجینگ است. بدین مفهوم

1. Multi-Dimensional Space
 2. Regionalized Variables
 3. Structural Components
 4. Random
 5. Geostatistics

که مقدار تخمین کمیت در نقاط نمونه برداری با مقدار اندازه گیری شده برابر می باشد و واریانس تخمین صفر می گردد. این ویژگی سبب می شود که تخمین گر کریجینگ در رسم خطوط هم ارزش از حداکثر نقاط نمونه برداری عبور نموده و تمایلی به بسته شدن و دور زدن نداشته باشد و از مرز محدوده مورد مطالعه فراتر رود (امیدوار و خسروی، ۱۳۸۸). کریجینگ یک برآوردگر خطی به شکل زیر است:

که در آن Z^* مقدار متغیر مکانی برآورد شده، $Z(x_i)$ مقدار متغیر مکانی مشاهده شده در نقطه W_i ، X_i وزن آماری که به نمونه X_i نسبت داده می شود و بیانگر اهمیت نقطه i ام در برآورد است.

$$Z^* = \sum_{i=1}^n w_i Z(x_i) \quad \text{رابطه شماره (۱):}$$

ب. روش تابع پایه شعاعی (RBF): روش تابع پایه شعاعی از جمله روش های درون یابی می باشد که در آنها سطح تخمین از مقادیر مشاهده ای عبور می کند. این روش حالتی از شبکه عصبی مصنوعی است. از دیگر خصوصیات این روش این است که مقادیر بیش از ماکزیمم مقادیر مشاهده ای و یا کمتر از مینیمم مقادیر مشاهده ای در سطح تخمین وجود دارند (توازی، لابورد، و بیر، ۲۰۰۴).

ج. روش عکس مجذور فاصله (IDW): در این روش نیز به نقاط وزن داده می شود که این وزن بر اساس فاصله بین نقاط می باشد. این اوزان توسط توان وزن دهی کنترل می شوند، به طوری که توان های بزرگ تر اثر نقاط دورتر از نقطه مورد تخمین را کاهش می دهند و توان های کوچکتر، وزن ها را به طور یکنواخت تری بین نقاط همسایه توزیع کنند. در روش عکس فاصله، مقدار فاکتور وزنی (λ_i) با استفاده از روش زیر محاسبه می شود (حسینی پاک، ۱۳۸۰):

$$\lambda_i = \frac{D_i^{-\alpha}}{\sum_{i=1}^n D_i^{-\alpha}} \quad \text{رابطه شماره (۲):}$$

D_i : فاصله بین نقطه برآورد شده و مقدار مشاهده شده در نقطه i ، α : توان معادله و n : تعداد نقاط مشاهده شده؛

روش و معیار ارزیابی: روش‌های مختلف درون‌یابی بر اساس روش ارزیابی متقابل^۱ مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. در این روش یک نقطه به صورت موقتی حذف می‌شود و با اعمال میان‌یابی مورد نظر برای آن، نقطه مقداری برآورد می‌گردد. سپس مقدار حذف شده بجای خود برگردانده شده و برای بقیه نقاط به صورت مجزا این برآورد صورت می‌گیرد. به طوری که در پایان یک جدول با دو ستون که نشان‌دهنده مقادیر واقعی و برآورد شده می‌باشند، حاصل می‌گردد. با داشتن این دو مقدار می‌توان دقت (MAE)^۲ و میانگین خطای انحراف (MBE)^۳ مدل را برآورد نمود. هر چه دو مقدار فوق‌الذکر به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده بالا بودن دقت مدل است. از روش دیگر جهت ارزیابی کارایی روش‌های درون‌یابی می‌توان به روش ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE)^۴ اشاره کرد که هر چه مقدار آن کمتر باشد، مدل اعمال شده دارای دقت آماری بالاتری خواهد بود. معادلات محاسبه آنها به قرار زیر است:

رابطه شماره (۳):

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Z^*(x_i) - Z(x_i)|$$

رابطه شماره (۴):

$$MBE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z^*(x_i) - z(x_i))$$

رابطه شماره (۵):

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z^*(x_i) - z(x_i))^2}$$

رابطه شماره (۶):

$$RMSS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(z^*(x_i) - z(x_i))^2}{S^2}} = \frac{RMS}{S}$$

که در آن:

$Z^*(x_i)$: مقدار برآورد شده متغیر مورد نظر،

$Z(x_i)$: مقدار اندازه‌گیری شده متغیر مورد نظر،

N: تعداد داده‌ها،

S: واریانس خطا،

-
1. Cross-Validation
 2. Mean Absolute Error (MAE)
 3. Mean Bias Error (MBE)
 4. Root Mean Squared Error

MAE: میانگین مطلق خطا،

MBE: میانگین خطای انحراف، می‌باشد.

سامانه اطلاعات جغرافیایی و پیشینه استفاده از آن در تحلیل بزهکاری: بشر از دیرباز برای نمایش مکان و موقعیت پدیده‌ها از نقشه استفاده می‌نموده است. استفاده از نقشه در تحلیل بزهکاری در امور پلیسی نیز حداقل به سال ۱۹۰۰ باز می‌گردد. یک نقشه سنتی بزهکاری صفحه بزرگی را در بر می‌گرفت که محل جرایم با پونزهایی بر روی آن مشخص شده بود (هریس، ۱۳۸۶، ص ۱).

با ورود رایانه به عرصه علم کارتوگرافی و ظهور سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و پیشرفت‌های آن از دهه ۱۹۶۰ به بعد، به تدریج استفاده از این فناوری در امور پلیسی و نهادهای مجری قانون و جهت کنترل و پیشگیری از بزهکاری در کشورهای توسعه یافته‌ای چون ایالات متحده آمریکا، کانادا، استرالیا، انگلیس، آلمان و... متداول شد. سامانه اطلاعات جغرافیایی به مجموعه سازمان یافته‌ای از سخت‌افزار، نرم‌افزار، اطلاعات و نیروی انسانی متخصص گفته می‌شود که به منظور کسب، ذخیره، به‌هنگام‌سازی، پردازش، تحلیل و ارائه کلیه اطلاعات جغرافیایی طراحی و ایجاد شده است (حبیبی و پوراحمد، ۱۳۸۴، ص ۱۶). «سامانه»، «داده» و «تحلیل» مهم‌ترین مفاهیم در سامانه اطلاعات جغرافیایی است. این سامانه از اجزاء منسجمی تشکیل یافته است که هر یک برای تأمین هدف خاصی طراحی شده‌اند. از سویی این فناوری نیاز به داده‌هایی دارد که فضایی و غیرفضایی است و می‌توانند در محیط این سامانه نگهداری و بازیابی شوند. همچنین این سامانه با قدرت تجزیه و تحلیل خود، امکان برقراری ارتباط منطقی بین داده‌های فضایی و غیرفضایی را دارد و این مهمترین ویژگی سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی است که آن را از سایر سامانه‌های اطلاعاتی متمایز می‌سازد (فرهادی، ۱۳۷۸، ص ۸۹).

هر سامانه اطلاعات جغرافیایی از ۳ جزء اصلی و ۲ جزء فرعی تشکیل شده است: سخت‌افزار و نرم‌افزار و اطلاعات سازمان یافته، اجزاء اصلی سامانه است. افراد متخصص و روش کار اجزاء فرعی آن است (پرهیزکار، ۱۳۷۶، ص ۶).

سامانه اطلاعات جغرافیایی طی سی سال گذشته بسیار توسعه یافته است و به سبب قابلیت‌های متعدد و متنوعی که دارد در زمینه‌های مختلفی به کار گرفته شده است. از جمله این زمینه‌ها می‌توان به مواردی چون توسعه کشاورزی، جنگل‌داری، مدیریت حیات‌وحش، حفاظت از منابع طبیعی و مطالعه حوزه‌های آبریز و آبخیزداری، خطرات و

بلایای طبیعی، زمین‌لرزه، سیل، طوفان، هواشناسی، حمل و نقل، برنامه‌ریزی منطقه‌ای، شهری، روستایی و کاربری اراضی و تحلیل‌های بزهکاری اشاره نمود (کلانتری و صفری، ۱۳۸۶).

تلاش‌های اولیه برای استفاده از این فناوری به دلیل سرعت پایین رایانه‌ها و حافظه محدود آنها در دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ با محدودیت‌های جدی مواجه بود و این امر موجب شد تا مجموعه داده‌های مورد تحلیل بسیار محدود باشد و انجام تحلیل‌های همزمان و پیچیده با اشکالاتی روبه‌رو گردد.

هزینه‌های بالای تجهیز سازمان‌های پلیسی و انتظامی به مجموعه سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای تحلیل سامانه اطلاعات جغرافیایی و مخارج بالای استخدام نیروی انسانی متخصص و تهیه پایگاه داده‌های این تحلیل‌ها از موانع بازدارنده برای استفاده از سامانه در تحلیل بزهکاری در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ در کشورهای مختلف جهان بوده است. در اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ یعنی زمانی که محاسبات با رایانه ارزان‌تر شد و برنامه‌های رایانه‌ای بیشتری در دسترس قرارگرفت و استفاده از آن آسان‌تر شد، به‌کارگیری فناوری سامانه اطلاعات جغرافیایی با سرعتی چشمگیر افزایش یافت (هریس، ۱۳۸۶، ص ۱۳۶).

فورزمن پنج دوره زیر را برای توسعه فناوری سامانه اطلاعات جغرافیایی مشخص کرده است: نخست دوره پیشگامان که در اواسط دهه ۱۹۵۰ شروع شد و تا اوایل دهه ۱۹۷۰ به طول انجامید و استفاده از نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای ابتدایی ویژگی‌های این دوره است. دوره تحقیق و توسعه تا دهه ۱۹۸۰ ادامه یافت و همزمان دوره اجرا و فروش آغاز و تا دهه ۱۹۹۰ به درازا کشید، یعنی زمانی که دوره بعدی یعنی دوره کاربران آغاز گردید. به دنبال آن دوره شبکه جهانی و محلی شروع شد (پرهیزکار، ۱۳۷۶، ص ۶).

به‌نظر می‌رسد طی ده سال گذشته استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تحلیل بزهکاری نسبت به سال‌های قبل از آن به‌طور فزاینده‌ای پیچیده‌تر و کامل‌تر شده است. ویژگی دیگر این دوره عمومیت یافتن این سامانه‌ها در اکثر ادارات پلیس، مراکز علمی و دانشگاهی است. به نظر می‌رسد اکثر مراکز، ادارات و سازمان‌ها و حتی افراد بخش خصوصی که به نحوی با موضوع بزهکاری و ناهنجاری‌های اجتماعی سروکار دارند، کوشیده‌اند تا هر چه بیشتر از این ابزار در مطالعات خود استفاده نمایند. گفتنی است در مقام مقایسه، کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته پیشرو در این

عرصه، با تأخیر زمانی چندساله‌ای در حال گذر و نیل به این تجربه هستند. تجربه‌ای که در کشورهای اروپایی و ایالات متحده آمریکا حداقل از حدود ۱۵ سال قبل آغاز شده است. هزینه‌های بالای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و نبود امکانات و تجهیزات و نیروی انسانی متخصص و از طرفی نبود درک کافی نسبت به توانمندی‌های ارزشمند سامانه اطلاعات جغرافیایی در تحلیل بزهکاری و در برنامه‌ریزی پیشگیری از جرم در بین مسئولان و دست‌اندرکاران از جمله موانع مهم استفاده از سامانه در نظام دادگستری و قضایی کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران محسوب می‌شوند (کلانتری و صفری، ۱۳۸۶).

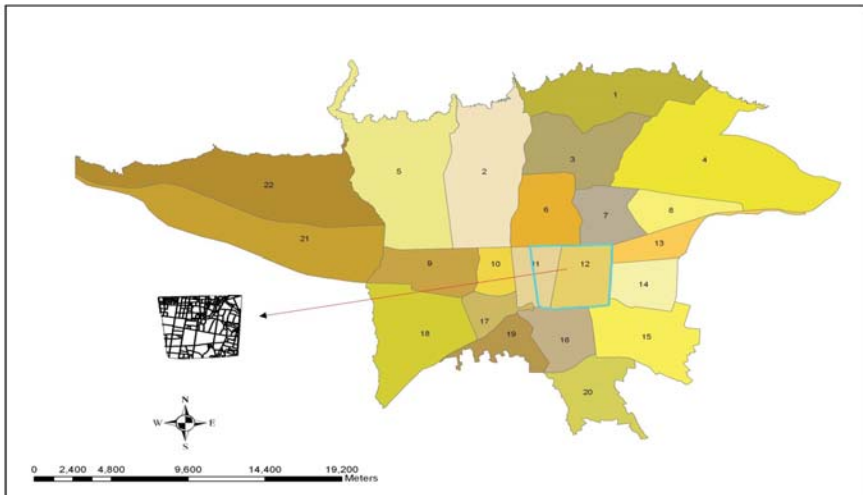
مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه: بخش مرکزی شهر تهران از نظر تقسیمات شهری ارائه شده در طرح تفصیلی، شامل مناطق ۱۱ و ۱۲ و همچنین بخشی از منطقه ۱۳ شهر تهران می‌باشد. منطقه ۱۲ دارای بافتی قدیمی‌تر از دو منطقه دیگر بوده و هسته اولیه تشکیل شهر تهران از این منطقه آغاز و به پیرامون گسترش یافته است. بعد از این منطقه قدیمی‌ترین منطقه شهر از لحاظ فضای-کالبدی و بافت‌های تاریخی شهر مربوط به منطقه ۱۱ می‌باشد (روحی، ۱۳۸۱، ص ۸۷-۸۸).

در این پژوهش منطقه ۱۲ و بخشی از منطقه ۱۱ (حد فاصل خیابان حافظ تا خیابان کارگر) با توجه به ملاک‌هایی زیر در این بخش مورد مطالعه قرار می‌گیرد:

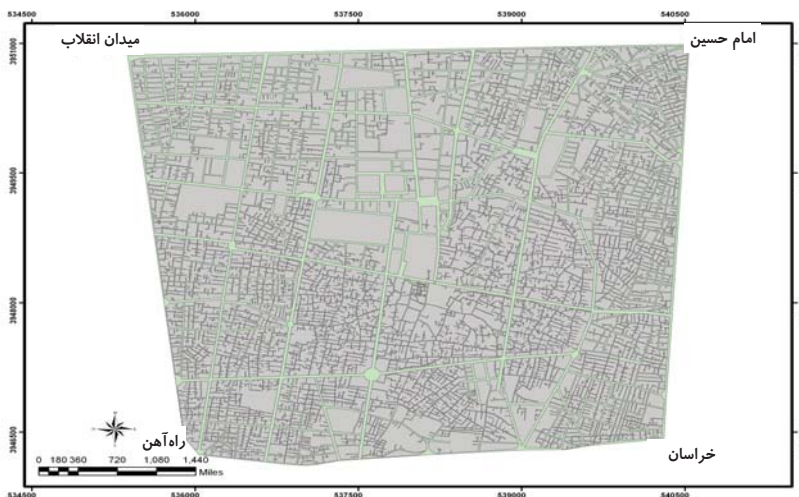
- قرار گرفتن هسته و بافت قدیمی شهر تهران در این بخش و به عنوان کانون شهر؛
- وجود بناها و عناصر تاریخی و مذهبی؛
- تراکم انواع فعالیت‌های تجاری، خدماتی، سیاسی شهر در این بخش؛
- تمرکز مراکز اداری، بانکی، فرهنگی و پذیرایی.

شکل ۱. موقعیت محدوده بخش مرکزی در شهر تهران



محدوده بخش مرکزی به چهار میدان اصلی انقلاب اسلامی، امام حسین (ع)، خراسان و راه آهن منتهی می‌شود. این بخش از شهر وسعتی در حدود ۲۲۳۲ هکتار معادل ۴/۶ درصد مساحت کل شهر تهران را دارا می‌باشد. بررسی میزان تراکم نسبی جمعیت بخش مرکزی نشان می‌دهد که در این محدوده تعداد ۹۶ نفر در هر هکتار سکونت دارند (نقشه ۲).

شکل ۲. موقعیت محدوده مورد مطالعه



به نقل از: جباری، ۱۳۸۸

بخش مرکزی تهران دارای مرکز تجاری قدیمی و فعالی است که هنوز هم دارای جاذبه برای هر تهرانی، شهرستانی و جهانگردی است. هسته مرکزی تهران در کنار توسعه تجاری بازار، توسعه‌ای در خیابان‌های امام خمینی (ره) (سپه سابق)، فردوسی، جمهوری، ولی‌عصر و انقلاب اسلامی داشته و به شکل چندهسته‌ای گسترش یافته است. بازار تهران دارای راسته‌هایی از فرش فروشی، طلا فروشی و پارچه فروشی و غیره بوده و در خارج از خود نیز شکل مشابه‌ای ساخته است. به طوری که خیابان فردوسی راسته فرش فروشی، عتیقه‌فروشی و صرافی‌ها است. فروشگاه‌های لوازم صوتی و الکترونیکی در حد فاصل چهار راه استانبول تا سه راه جمهوری شکل گرفته اند. خیابان منوچهری راسته کیف و چمدان فروشی‌ها، خیابان گرگان و پل چوبی راسته چوب فروشی‌ها و نجارها، خیابان امیر کبیر (چراغ برق سابق) راسته لوازم یدکی و قطعات اتومبیل، خیابان امام خمینی (ره) راسته یراق آلات و خیابان حافظ حوالی شمال میدان حسن آباد راسته لوازم اداری فروشی بوده و همین جریان در دیگر نقاط حوزه مرکزی با تخصص‌های دیگر تکرار می‌شوند (ذواشتیاق، ۱۳۷۷، ص ۲۹-۳۰).

سابقه شکل‌گیری بافت‌های مسکونی در بخش مرکزی شهر تهران به اولین تجدید حیات در دهه ۱۲۸۰ هجری قمری باز می‌گردد و جزء پیکره سنتی این شهر محسوب می‌شود. بدون شک رونق، توسعه و شکل‌گیری ساختارهای اصلی بخش مرکزی مربوط به دوران پهلوی اول است؛ یعنی بین سال‌های ۱۳۰۴ تا ۱۳۲۰ که به تدریج مظاهر زندگی مدرن در مناسبات حیات شهری پدیدار می‌شود به طوری که تا سال ۱۳۴۲ بخش‌های اصلی و مهم بخش مرکزی از مناطق مرفه‌نشین و پررونق تهران محسوب می‌شد. از آن زمان به بعد با اوج‌گیری پدیده جامعه‌شناختی جنوب و شمال در تهران به تدریج از رونق بافت‌های مسکونی تهران کاسته می‌شود، اما همزمان به لحاظ موقعیت مرکزی، فعالیت‌های کارگاهی و بازارهای تخصصی در این بخش از شهر رونق می‌یابند (روحی، ۱۳۸۱، ص ۹۰-۸۹).

معرفی جامعه آماری: اطلاعات مربوط به جرایم ارتكابی در محدوده بخش مرکزی شهر تهران که در پژوهش حاضر از آن استفاده شده است، بر پایه اطلاعات اخذ شده از سامانه ۱۱۰ نیروی انتظامی است. بر این اساس، افرادی که از تاریخ ۱۳۸۷/۱/۱ تا ۱۳۸۷/۱۱/۳۰ در محدوده مورد مطالعه مرتکب جرایم مورد بررسی در این پژوهش شده اند و در کلانتری‌های مربوطه و واحدهای اجرایی (پلیس آگاهی و پلیس مبارزه با مواد مخدر) برای آنها پرونده تشکیل

شده است، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. از میان ۶۹۱ فقره جرم ارتكابی در بخش مرکزی شهر تهران طی دوره مورد مطالعه جرم سرقت به عنف با تعداد ۴۷۲ فقره (۶۸/۳٪) بیشترین فراوانی را در بین جرایم داراست. جرایم مربوط به مواد مخدر با تعداد ۱۱۵ فقره (۱۶/۶٪) و جرایم مربوط به شرارت و باج‌گیری با تعداد ۱۰۴ فقره (۱۵/۰۵٪) در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. در جدول ۱ مشخصات جرایم مورد بررسی آورده شده است.

جدول ۱. بررسی تطبیقی نوع و میزان جرایم ارتكابی در شهر و محدوده بخش مرکزی تهران
* (۱۳۸۷/۱۱/۳۰ تا ۱۳۸۷/۱/۱)

کد جرم	نوع جرم	فراوانی در تهران بزرگ	درصد فراوانی در تهران بزرگ	فراوانی در بخش مرکزی	درصد فراوانی در بخش مرکزی	کدبندی جرایم
۱	کیف‌قاپی توسط موتورسوار	۲۴۷۰	۴۱/۱۲	۳۶۲	۵۲/۳	۱۵
۲	کیف‌قاپی توسط افراد پیاده	۲۷۶	۴/۵۹	۳۴	۴/۹	۱۷
۳	کیف‌قاپی توسط اتومبیل سوار	۹۴	۱/۵۶	۲	۰/۲۸	۱۶
۴	سرقت به عنف (سرقت اتومبیل، قطعات و لوازم خودرو، موتورسیکلت)	۴۶	۰/۷۶	۱	۰/۱۴	۱۴
۵	سرقت به عنف (سرقت مغازه، شرکت، کارخانه، کارگاه و امانیه منزل)	۲۶	۰/۴۳	۲	۰/۲۸	۱۳
۶	سرقت به عنف (سرقت تلفن همراه، اقلام خرد، طلا و جواهر، احشام و سایر)	۹۴	۱/۵۶	۹	۱/۳	۱۲
۷	سرقت به عنف (مسلحانه از اماکن تجاری، اتومبیل، طلا و جواهر فروشی، احشام و سایر)	۷	۰/۱۱	۱	۰/۱۴	۱۱
۸	سرقت به عنف (جیب بری، دخل زنی، کش و روزنی، کف‌زنی، کیف زنی)	۳۰۴	۵/۰۶	۶۱	۸/۸	۱۰
۹	شرارت و باج‌گیری (در پوشش مسافر)	۹۲	۱/۵۳	۱	۰/۱۴	۹
۱۰	شرارت و باج‌گیری (با توقف ماشین)	۴۲	۰/۶۹	۳	۰/۴۳	۸
۱۱	شرارت و باج‌گیری (در پوشش مأمور)	۲۶	۰/۴۳	۱	۰/۱۴	۷
۱۲	شرارت و باج‌گیری (سایر موارد)	۱۱۷۸	۱۹/۶۱	۹۹	۱۴/۳	۶
۱۳	خرید و فروش تریاک	۴۰۳	۶/۷	۴۸	۶/۹	۵
۱۴	خرید و فروش حشیش	۱۰۰	۱/۶۶	۹	۱/۳	۴
۱۵	خرید و فروش مواد مخدر صنعتی	۱۸۶	۳/۰۹	۲۲	۳/۱	۲
۱۶	خرید و فروش هرویین	۴۴	۰/۷۳	۱۱	۱/۵	۱
۱۷	خرید و فروش سایر مواد	۴۴۳	۷/۳۷	۱۶	۲/۳	۱۸
۱۸	سوء مصرف	۶۹	۱/۱۴	۹	۱/۳	۳
-	مجموع	۶۰۰۶	۱۰۰	۶۹۱	۱۰۰	-

* اقتباس از: نیروی انتظامی تهران بزرگ، ۱۳۸۷

یافته‌ها

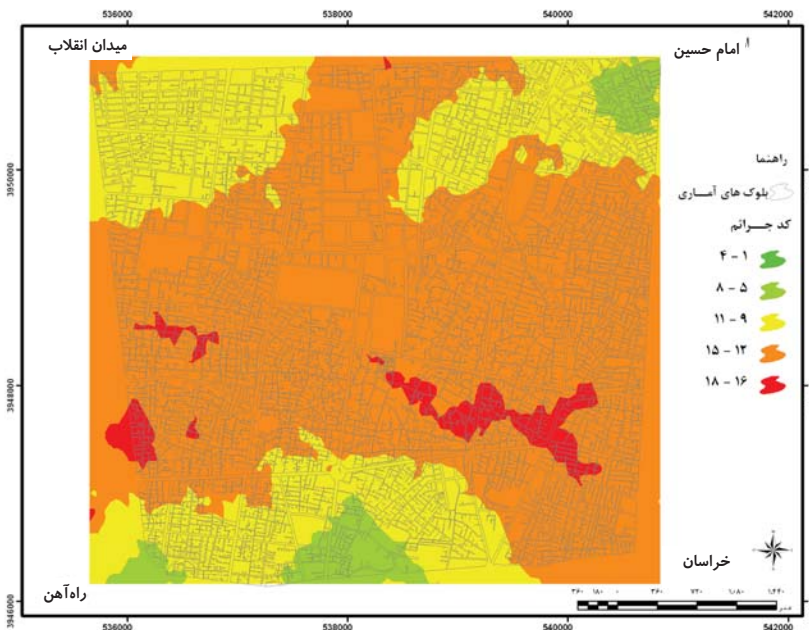
تعیین مقادیر عددی بسیاری از شاخص‌ها در نقاطی که فاقد اطلاعات می‌باشد، برای ایجاد و توسعه مدل‌هایی که در مقیاس وسیع اقدام به پیش‌بینی یک مشخصه می‌نماید، حائز اهمیت است. گفتنی است که مدل‌های انتخابی، فقط برای همان منطقه مورد اعتماد هستند. اما چنانچه مدلی خاص برای چندین مکان مناسب تشخیص داده شود، می‌توان از آن برای مکان‌های دارای شرایط مشابه نیز استفاده نمود.

الف) تحلیل مدل‌های زمین‌آماری در درون‌یابی مکان‌های بزهکاری: در پژوهش حاضر برای تحلیل مکانی داده‌ها از نیم‌تغییرنگار^۱ مدل‌های مذکور استفاده گردید که با استفاده از نرم‌افزار GIS محاسبه شد. مهم‌ترین گام در درون‌یابی، ارائه مدلی مناسب بر نیم‌تغییرنگار است تا به وسیله آن بتوان بهترین درون‌یابی را انجام داد (عساکره، ۱۳۸۷). مدل‌های مورد استفاده جهت برازش شامل: مدل کروی^۲، مدل دایره‌ای^۳، مدل نمایی^۴ و مدل گوسی^۵ می‌باشد که با دو تکنیک کریجینگ ساده، کریجینگ معمولی، مدل‌های اسپیلاین کاملاً منظم^۶، مولتی کوادریک معکوس^۷، مولتی کوادریک^۸، اسپیلاین با کشش^۹ و اسپیلاین صفحه نازک^{۱۰} با استفاده از تکنیک توابع پایه شعاعی و روش عکس مجذور فاصله صورت گرفته است. با اعمال هر کدام از این مدل‌ها بر روی داده‌های بزهکاری ارتكابی در بخش مرکزی شهر تهران، نقشه‌هایی به دست آمد که جهت ارزیابی و تعیین بهترین مدل، صحت و دقت هر یک از نقشه‌های تولید شده محاسبه شد. بدین منظور مقادیر ارزیابی متوالی^{۱۱} از روی نقشه‌ها استخراج و با مقادیر اولیه‌ای که در ساخت این نقشه‌ها بکار برده شدند بر روی نمودار قرار گرفتند. با برازش خط مستقیم بر آنها و محاسبه ضریب تبیین (R^2)، میزان دقت هر کدام از نقشه‌ها و یا مدل‌های اعمال شده تعیین شد. همچنین جهت مقایسه آماری مدل‌ها از مقادیر ریشه متوسط مربع خطاها (RMSE)، میانگین مطلق خطا (MAE)

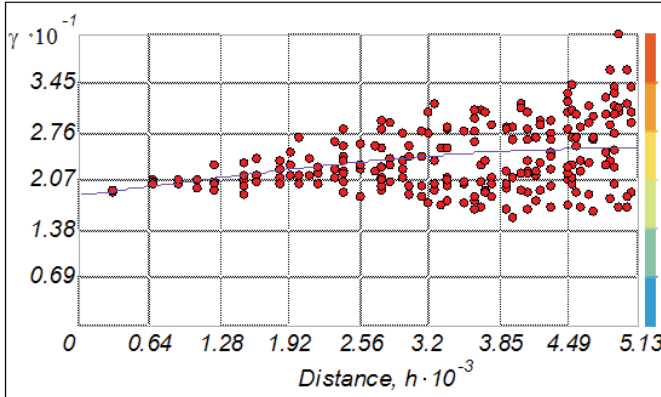
-
1. Semivariogram
 2. Spherical model
 3. Circular Model
 4. Exponential model
 5. Gaussian Model
 6. Completely Regularized Spline
 7. Inverse Multiquadric
 8. Multiquadric
 9. Spline with Tension
 10. Thin Plate Spline
 11. Cross Validation

و میانگین خطای انحراف (MBE) استفاده گردیده است. برای تعیین مدل بهینه جهت تخمین توزیع جرم، با اعمال هر کدام از مدل‌های مذکور بر روی داده‌های جرم، نقشه‌هایی به دست آمد که در شکل‌های ۳ تا ۶ و به عنوان نمونه نقشه‌های مربوط به روش کریجینگ معمولی به همراه نیم‌تغییرنا آورده شده است. نیم‌تغییرنا اساسی‌ترین ابزار در زمین‌آمار است که برای تشریح ارتباط مکانی یک متغیر بکار می‌رود. نیم‌تغییرنا، کمیتی برداری است که درجه همبستگی مکانی و شباهت بین نقاط اندازه‌گیری شده را بر حسب مربع تفاضل مقدار دو نقطه و با توجه به جهت و فاصله آنها نشان می‌دهد. جهت ارزیابی و تعیین بهترین مدل نیز، صحت و دقت هر یک از نقشه‌های تولید شده محاسبه شد (جدول ۲). با توجه به این جدول مشخص شد که بهترین مدلی که قادر به توجیه مکانی توزیع جرم می‌باشد، مدل عکس مجذور فاصله با توان ۱ می‌باشد. با توجه به این یافته نقشه پهنه‌بندی جرم ترسیم شد (نقشه ۴).

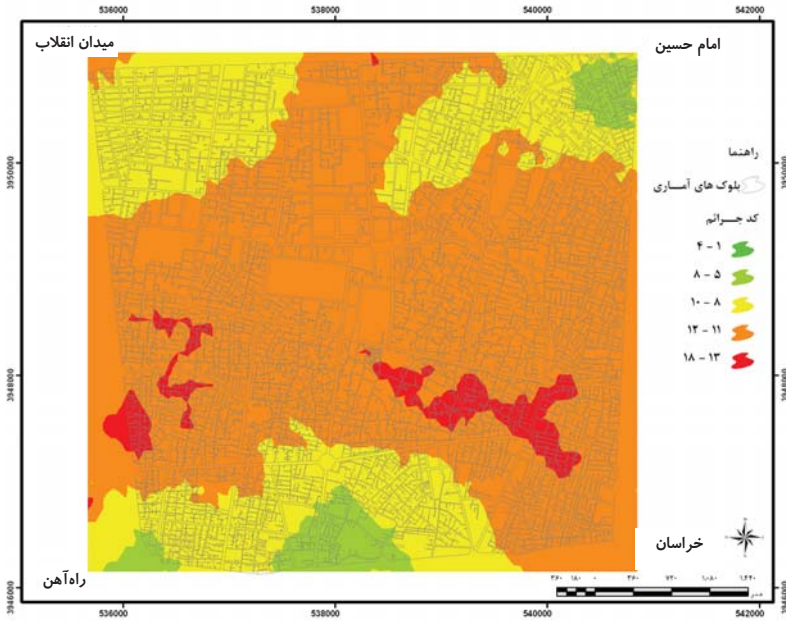
شکل ۳ الف: نقشه تخمین توزیع بزهکاری با استفاده از تکنیک مدل کروری از تکنیک کریجینگ معمولی



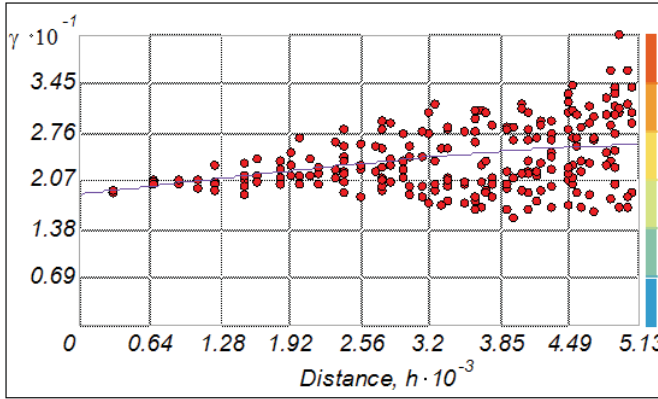
شکل ۳ ب. نیم تغییرنا مدل کروی از تکنیک کریجینگ معمولی



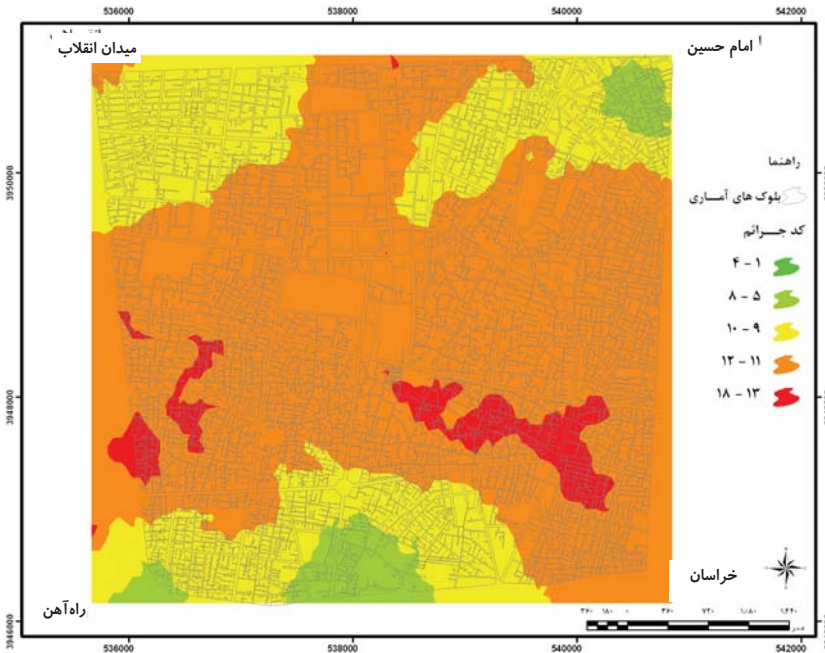
شکل ۳ ج. نقشه تخمین توزیع بزهکاری با استفاده از تکنیک مدل دایره‌ای از تکنیک کریجینگ معمولی



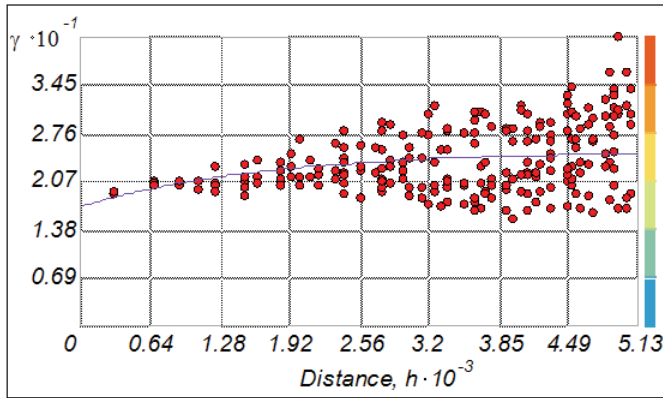
شکل ۳ د: نیم‌تغییرنا مدل دایره‌ای از تکنیک کریجینگ معمولی



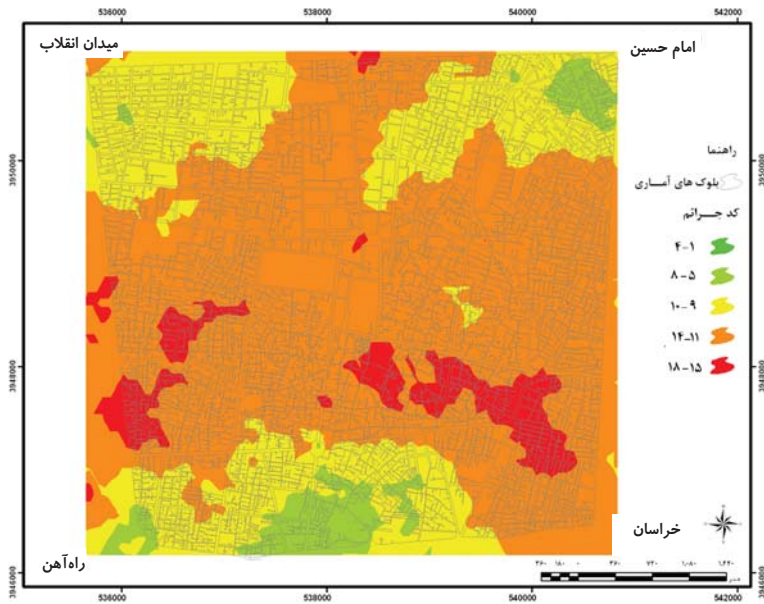
شکل ۳ ه: نقشه تخمین توزیع بزهکاری با استفاده از تکنیک مدل نمایی از تکنیک کریجینگ معمولی



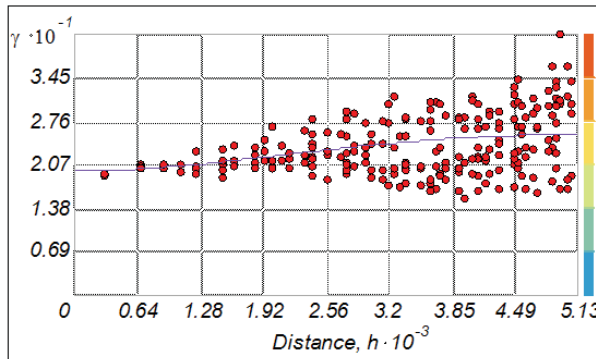
شکل ۳ و : نیم‌تغییرنا مدل نمایی از تکنیک کریجینگ معمولی



شکل ۳ ح : نقشه تخمین توزیع بزهکاری با استفاده از تکنیک مدل گوسین از تکنیک کریجینگ معمولی



شکل ۳ ط : نیم‌تغییرنا مدل گوسی از تکنیک کریجینگ معمولی

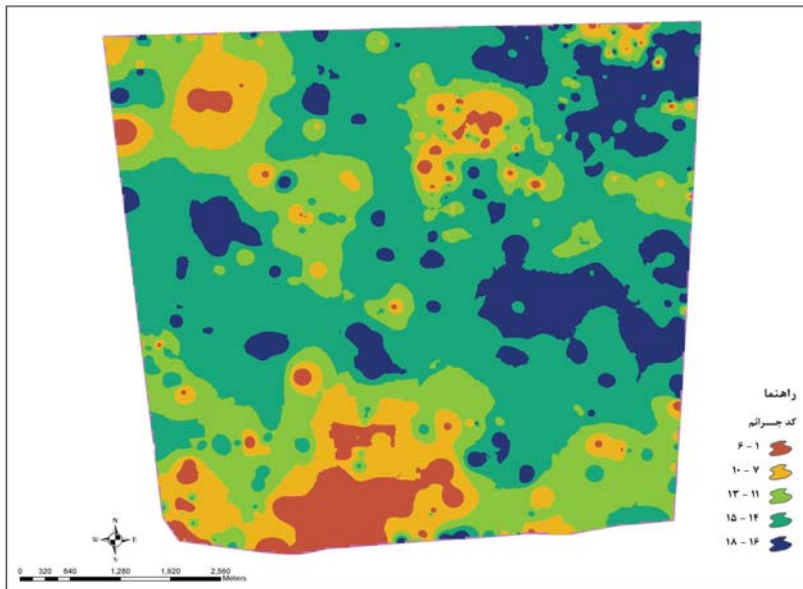


شکل ۳: نقشه تخمین توزیع بزهکاری با استفاده از تکنیک کریجینگ معمولی (۳ الف، ج، ۳، ه، ز) به همراه نیم‌تغییرنا آنها (۳ ب، د، ۳، و، ۳ ح) در منطقه مورد مطالعه

جدول ۳. نتایج ارزیابی روش‌های درونیابی جهت تحلیل فضایی بزهکاری در بخش مرکزی شهر تهران

خطای روش ارزیابی متقابل				مدل- تابع	روش
R ²	RMSE	MAE	MBE		
-۰/۷۵	۴/۳۰۹	۴۱/۱۲۴	-۱/۴۴	کروی	OK
-۰/۷۳	۴/۳۰۰	۴۱/۰۱۴	-۱/۳۵	دایره‌ای	
-۰/۱۷	۴/۳۱۲	۴۲/۸۹۴	-۳/۴۴	نمایی	
-۰/۷۹	۴/۳۰۹	۴۵/۶۵۴	-۳/۸۶	گوسین	
-۰/۷۶	۴/۳۲۹	۴۵/۵۴۴	-۳/۹۷	کروی	SK
-۰/۷۵	۴/۳۲۶	۴۵/۷۰۴	-۴/۴۴	دایره‌ای	
-۰/۷۷	۴/۳۱۴	۴۴/۹۹۴	-۳/۳۰	نمایی	
-۰/۶۵	۴/۳۳۲	۴۸/۸۰۴	-۴/۴۶	گوسین	
-۰/۸۱	۴/۳۱۱	۴۱/۰۰۲	-۱/۱۴	توان ۱	IDW
-۰/۸	۴/۷۵۴	۴۸/۸۴۴	-۴/۵۳	توان ۲	
-۰/۷۷	۴/۹۸۵	۵۲/۸۸۴	-۵/۱۹	توان ۳	
-۰/۷۹	۴/۴۷۹	۴۹/۰۱۴	-۴/۷۵	اسپیلاین کاملاً منظم	RBF
-۰/۷۸	۴/۷۷۳	۴۲/۳۴۴	-۱/۴۶	مولتی‌کوآدریک معکوس	
-۰/۸	۵/۰۴۱	۴۳/۵۳۴	-۳/۳	مولتی‌کوآدریک	
-۰/۸۱	۴/۴۵۸	۴۲/۰۹۴	-۱/۶۱	اسپیلاین با کشش	
-۰/۷۶	۷/۱۲۵	۴۲/۲۶۴	-۱/۷۶	اسپیلاین صفحه نازک	

شکل ۴: نقشه بهینه تخمین توزیع بزهکاری با استفاده از تکنیک عکس مجذور فاصله در بخش مرکزی شهر تهران



با توجه به نقشه نهایی (شکل ۴) و طبق جدول شماره ۱ جرایم مربوط به مواد مخدر در محدوده‌های جنوبی، جنوب غربی و شمالی بخش مرکزی شهر تهران به وقوع پیوسته است. این محدوده‌ها شامل میدان‌های محمدیه (اعدام)، مولوی، استقلال، راه‌آهن، و خیابان‌های منتهی به آنها می‌باشند. این محدوده‌ها از نظر مجرمین مکان‌های مناسبی برای کجروی‌های اجتماعی تشخیص داده شده‌اند، به نظر می‌رسد در محدوده و پیرامون این گره‌های شهری، هسته‌های جرم‌خیزی شکل گرفته است. از مشخصه اصلی میادین یاد شده و خیابان‌های اصلی محل تلاقی آنها، شلوغی، رفت آمد زیاد، تعداد قابل توجه دستفروشان و افراد بیکار و ولگرد، محل پیاده و سوار شدن مسافری درون شهری و برون شهری، وجود ایستگاه‌های مترو در بعضی از میادین، عدم تجانس عابرین اعم از زن و مرد، پیر و جوان، بومی و غیربومی و تماس بیشتر شهروندان در این محدوده‌ها اشاره نمود که ساختار فضایی پیچیده، نامتجانس و ناهمگونی را به وجود آورده و موجب شده امکان کنترل رسمی و غیررسمی فعالیت‌های غیرقانونی افراد در این محدوده به حداقل برسد. کانون‌های جرایم شرارت و باج‌گیری در پوشش مسافر و مأمور، با توقف ماشین و

جرایم جیب‌بری، دخل‌زنی، کش و روزنی، کف‌زنی، کیف‌زنی در محدوده‌های جنوبی، جنوب غربی، میانی و شمال غربی بخش مرکزی شکل گرفته اند. این محدوده‌ها شامل چهار راه استانبول، سه راه امین حضور، خیابان‌های لاله زار نو، سعدی، امیر کبیر، انقلاب اسلامی، کارگر جنوبی و مولوی می‌باشند. تراکم فعالیت‌های تجاری و اداری و تردد حجم وسیعی از شهروندان به این بخش و وجود فرصت‌های مناسب کجروی در این محدوده‌ها باعث شده است تا افراد کج‌رو این معابر و تقاطع‌ها را برای عمل غیرقانونی خود برگزینند. کانون‌های جرایم سرقت مغازه، شرکت، کارخانه، کارگاه و ائاثیه منزل، سرقت تلفن همراه، اقلام خرد، طلا و جواهر، احشام و سایر، سرقت مسلحانه از اماکن تجاری، اتومبیل، طلا و جواهر فروشی، احشام و سایر در محدوده‌های جنوب غربی، جنوب شرقی، شمال شرقی و شمالی بخش مرکزی شهر تهران شکل گرفته است.

کانون‌های جرایم کیف‌قاپی توسط موتورسوار و سرقت اتومبیل، قطعات و لوازم خودرو، موتورسیکلت بخش وسیعی از محدوده بخش مرکزی را در بر گرفته است. شکل‌گیری کانون اصلی این جرایم در میدان امام خمینی، خیابان فردوسی از تقاطع منوچهری تا انتهای خیابان باب همایون، خیابان اکباتان، خیابان امیرکبیر از میدان امام تا نرسیده به چهارراه استانبول تا میدان استقلال، خیابان سعدی از میدان استقلال تا میدان امام و خیابان ملت خبر می‌دهد. محدوده‌هایی که دارای بیشترین کاربری تجاری و اداری و مراجعه تعداد کثیری از مردم به این محدوده‌ها در ساعات فعالیت می‌باشند، وجود خیابان‌های عریض و قرارگرفتن کاربری‌های تجاری و اداری در این معابر، نبود کنترل بر موتورسوارانی که وارد این محدوده‌ها می‌شوند از جمله دلایل شکل‌گیری کانون‌های جرم‌خیز مربوط به این جرایم می‌باشند.

کانون‌های جرم‌خیز کیف‌قاپی توسط افراد پیاده، کیف‌قاپی توسط اتومبیل سوار، سایر موارد شرارت و باج‌گیری در محدوده‌های شرقی و شمال شرقی و به صورت پراکنده در محدوده‌های میانی این بخش از شهر تهران شکل گرفته اند. تمرکز نقاط جرم در سمت شمال شرقی به سوی میدان امام حسین(ع) و میدان ابن‌سینا می‌باشد. تراکم بالای جمعیت (جمعیت ساکن) در این محدوده، هجوم مهاجران بیکار برای یافتن شغل از ویژگی‌های مهم این محدوده از بخش مرکزی می‌باشد. وجود کاربری‌های تجاری، بافت فرسوده و نامنظم و کوچه‌های تنگ و باریک از ویژگی‌های مهم محدوده شرقی می‌باشند. شاید علت وقوع این جرایم در این محدوده‌ها آن است که بزهکاران به راحتی در معابر

تنگ و باریک که فاقد دید و نظارت می‌باشند قربانی خود را شناسایی و بزه خود را انجام داده و از این معابر می‌گریزند.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی حاصل از تحلیل داده‌های بزهکاری به روش درون‌یابی و ایجاد نقشه‌های مربوطه نتایج زیر به دست آمد:

۱. استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های زمین‌آمار می‌تواند به عنوان یکی از ابزارهای کاربردی و مفید در مطالعات بزهکاری، کمک زیادی به افزایش دقت و سرعت عمل در تهیه نقشه‌های بزهکاری داشته باشد. این ابزارها امکان اعمال معادلات پیچیده ریاضی را بر روی نقشه‌ها فراهم می‌آورد. از طرف دیگر با استفاده از روش‌های درون‌یابی موجود در زمین‌آمار، می‌توان تحلیل‌های آماری و فضایی را در مکان‌های مختلف براساس موقعیت مکانی و جغرافیایی پدیده‌ها تحلیل نمود.
۲. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که برای درون‌یابی داده‌های بزهکاری روش‌های عکس مجذور فاصله، کریجینگ معمولی، توابع پایه شعاعی و کریجینگ ساده به ترتیب دارای دقت‌های بالاتری را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهند.
۳. نتایج پژوهش پیرامون درون‌یابی داده‌های بزهکاری در بخش مرکزی شهر تهران، نشان می‌دهد که در مجموع، روش مناسب در تعیین مدل بهینه جهت تخمین توزیع نقاط جرم در محدوده مورد مطالعه، روش عکس مجذور فاصله با توان $(1-IDW-Power)$ می‌باشد که در مقایسه با دیگر روش‌ها از نظر میزان MAE ، MBE ، $RMSE$ و R^2 نتایج بهتری را از خود نشان داده است. بدین دلیل، این مدل می‌تواند به عنوان روش مناسبی جهت تخمین توزیع نقاط بزهکاری و تشخیص کانون‌های جرم‌خیز در محدوده مورد مطالعه به کار رود.
۴. همان‌طور که در نقشه نهایی ایجاد شده توسط روش عکس مجذور فاصله دیده می‌شود (شکل ۴)، بیشترین میزان جرایم و کانون‌های بزهکاری در محدوده‌های تجاری و اداری بخش مرکزی و محدوده‌هایی با تراکم جمعیتی کمتر مشاهده می‌شود که نیاز به کنترل و مدیریت بهینه انتظامی دارد.

کتابنامه

منابع فارسی:

- امیدوار، کمال و خسروی، یونس (۱۳۸۸). *ارزیابی روش کریجینگ در تعیین مدلی بهینه جهت پایش شاخص بارندگی استاندارد در محیط GIS (مطالعه موردی: استان یزد)*، (دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن، اصفهان). اصفهان: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- تازه، مهدی و خسروی، یونس (۱۳۸۷). *پهنه‌بندی خشکی براساس نمایه ترانسو با استفاده از زمین آمار و GIS (مطالعه موردی: بخش غربی استان اصفهان)*، (کنفرانس بین‌المللی گیاهشناسی درختی و تغییر اقلیم در اکوسیستمهای خزری). ساری: پژوهشکده اکوسیستمهای خزری ساری.
- جباری، کاظم (۱۳۸۸). *ارزیابی و تحلیل فضایی کانون‌های جرم‌خیز شهری با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد مطالعه بخش مرکزی شهر تهران*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه ریزی شهری. دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان.
- حسینی پاک، علی اصغر (۱۳۸۰). *تحلیل داده‌های اکتشافی*. تهران: دانشگاه تهران.
- دواشتیاق، صمد (۱۳۷۷). *چکیده طرح جامع تهران (طرح حفظ و ساماندهی)*. تهران: شرکت پردازش و برنامه ریزی شهر تهران.
- روحی، مهدی (۱۳۸۱). *بررسی تحولات کالبدی بخش مرکزی شهر تهران با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی: مورد منطقه یازده*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، تهران.
- عبداللهی، جلال و رحیمیان، محمدحسن (۱۳۸۶). *تابستان*. به‌کارگیری سنجش از دور در تعیین بهترین مدل زمین‌آماري جهت درون‌یابی اطلاعات میدانی. *فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۱۴ (۲)، ۱۵۶-۱۷۰. باز یافت از http://sid.ir/fa/VEWSSID/J_pdf/71113862704.pdf
- عساکره، حسین (۱۳۸۷). *پاییز و زمستان*. کاربرد روش کریجینگ در میان‌یابی بارش (مطالعه موردی: میان‌یابی بارش ۱۳۷۶/۱۲/۲۶ در ایران زمین). *جغرافیا و توسعه*، شماره ۱۲، ۲۵-۴۴. باز یافت از http://sid.ir/fa/VEWSSID/J_pdf/66913871202.pdf
- قهرودی تالی، منیژه (۱۳۸۴). *سیستم اطلاعات جغرافیایی در محیط سه بعدی*. تهران: جهاد دانشگاهی واحد تربیت معلم، شماره ۴۹.
- کلانتری، محسن (۱۳۸۰). *بررسی جغرافیایی جرم و جنایت در مناطق شهر تهران*. پایان‌نامه دکتری. دانشگاه تهران، تهران.
- کلانتری، محسن و صفری، اسماعیل (۱۳۸۷). *کاربرد فناوری‌های نوین در امور پلیسی (مورد مطالعه: نقشه نگاری بزهکاری)*. *فصلنامه مطالعات پیشگیری از جرم*، سال سوم، شماره ششم، نیروی انتظامی تهران بزرگ (۱۳۸۷). *آمار پایگاه داده‌ای ۱۱۰*، (منتشر نشده).
- حبیبی، کیومرث، و پورا احمد، احمد (۱۳۸۴). *توسعه کالبدی- فضایی شهر سنندج با استفاده از GIS*. سنندج: دانشگاه کردستان.
- هریس، کیت (۱۳۸۶). *اصول و روش‌های تهیه نقشه بزهکاری*. ترجمه محسن کلانتری و مریم شکوهی. تهران: سازمان تحقیقات و مطالعات ناجا.

فرهادی، رودابه (۱۳۸۷). تجزیه و تحلیل توزیع مکانی و مکان یابی مدارس با GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس، تهران
کلانتری، محسن (۱۳۸۶). به کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی در پیشگیری و کنترل بزهکاری، (همایش منطقه‌ای پیشگیری وضعی از بزهکاری). ابرکوه: دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابرکوه.

منابع انگلیسی:

- Biau, G., Zorita, E., Von Storch, H., & Wackernagel, H. (1999, April). Estimation of precipitation by kriging in the EOF space the sea level pressure field. *Journal of Climate*, 12 (4), 1070-85. Retrieved from http://w3k.gkss.de/staff/storch/pdf/biau_etal_1999.pdf
- Ratcliffe, J. H. (2004, March). The hot spots matrix: A framework for the spatio-temporal targeting of crime reduction. *Police Practice and Research*, 5 (1), 5-23. doi: 10.180/1561426042000191305
- Touazi, M., Laborde, J. P., & Bhiry, N. (2004). Modeling rainfall-discharge at a mean inter-yearly scale in Northern Algeria. *Journal of Hydrology*, 296 (1-4), 179-191. doi:10.1016/j.jhydrol.2004.03.030