# اشاره

# ژنرالیزاسیون نقشه‌های کاداستر براساس ترسیم تطبیقی

**مهدی مدیری**

عضو هیأت علمی دانشکده نقشه‌برداری

mmodiri@ut.ac.ir

## چکیده

نقشه‌های کاداستر قدیمی، شکل جغرافیایی اراضی تفکیک شده را ارائه و اطلاعات موضوعی مربوط به آنها را ثبت می‌نمایند. این نقشه‌ها معمولاً برروی ورقه‌های A4 یا A3 ترسیم می‌شدند و تنها اطلاعات کاداستر، مربوط به بلوک‌های شهرهای کوچک را نشان می‌دهند. در دوران اخیر، بسیاری از کشورهای جهان در اجرای طرح کاداستر، اقدام به تولید نقشه‌های کاداستر جدید نموده‌اند و متناسب با اهداف چند منظوره در مقیاس ۱:۱۰۰۰، ۱:۲۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰ را انتخاب می‌کنند. از جمله ژاپن در برنامه‌ای ایجاد کاداستر جدید را، در مقیاس ۱:۲۵۰۰ برگزیده است. (Xiaoyong C,1999)

بازسازی و ویرایش کاداستر قدیمی جهت تلفیق طرح جدید کاداستر، مستلزم عملیات ژنرالیزاسیون و طی مراحل ویرایش می‌باشد. در این جا به ارائه الگوریتمی جهت ژنرالیزه کردن اتوماتیک نقشه‌های کاداستر قدیمی براساس ترسیم تطبیقی پرداخته و با ذکر مثال کاربردی، بازدهی الگوریتم مشخص می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** کاداستر، ژنرالیزاسیون، ویرایش و بازسازی نقشه.

## مقدمه

در هر طرح توسعه و سازندگی، از هر نوع که باشد، سخن از فضای فیزیکی زمین در میان خواهد بود و از مقدماتی‌ترین اقدامات اولیه تعیین ابعاد، مساحت و جایگاه آن زمین است. از گروه‌های تخصصی ویژه سازندگی، مهندسان نقشه‌برداری در خط مقدم‌اند. هر چندکه برحسب عرف، این نقشه‌برداری‌ها، چه با روشهای صد در صد زمینی وچه با استفاده از عکسبرداری‌های هوایی و تبدیل آنها به نقشه خطی یا عکس - نقشه در قالب پلانهای توپوگرافی، انجام می‌گیرد، چه گفته شود و چه اظهار نگردد. چه بهتر که چارچوب کاداستری کاری که انجام می‌گیرد، نیز با کاداستر منطقه‌ای که زمین در آن قرار دارد، هماهنگ شود. (پورکمال، ۱۳۷۷: ۲۸)

نقشه‌های کاداستر قدیمی، شکل جغرافیایی اراضی قطعه‌بندی و اطلاعات مربوط به آنها از قبیل شماره شناسایی زمین، نام مالک و قیمت را ثبت می‌کردند. این نقشه‌ها بیشتر بلوک‌های شهرهای کوچک را ترسیم نمودند. ساخت و سازهای گسترده شهری وتفکیک اراضی و تغییر کاربری همواره با نبود نقشه کاداستر دقیق و مناسب، مشکلات فراوانی را پیش رو داشته است. (Xiaoyong, 1999) بهسازی شهرها و

همه بهسازی‌ها مستلزم تخریب‌هایی است. محلات قدیمی وکهنه و بافت فرسوده شهری نمونه آن است.کدام برهان قاطع می‌تواند بهتر از فراهم بودن نقشه‌های کاداستر، مسائل تملک و محدودیت‌های گذشته، موجود، حال و آینده را مشخص کند؟ (پورکمال، ۱۳۷۷، ۲۸)

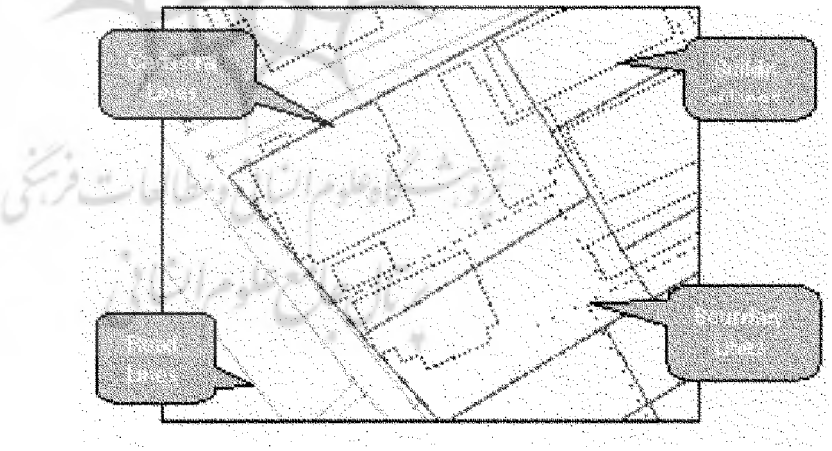
گسترش شهرنشینی و توسعه و رشد شهرها، بازسازی، بهسازی و نوسازی بافتهای فرسوده و تفکیک و تجمیع قطعات زمین شهر جهت تغییر کاربری، ایجاد مجتمع‌های زیستی، اقتصادی، صنعتی و خدماتی، همه مستلزم اسناد و مدارک گرافیکی است که علاوه بر موقعیت دقیق هندسی، دارای مشخصات مالکیت و وضعیت ثبتی باشند.

«هر کشوری که کاداستر بالنسبه جامع و دقیق شهری و غیرشهری در اختیار داشته باشد، در برنامه‌ریزی‌های خود، چه در سطح کوچک و چه در سطح کلان، موفق‌تر است. نقشه‌های کاداستر امروز با فناوری‌های جدید نقشه‌برداری، ابعاد غنی‌تری پیدا کرده‌اند». (همان، ۲۹)

چهار مشخصه اصلی نقشه، نیاز به ژنرالیزه کردن را بیان می‌دارد.

۱) اهداف تهیه نقشه؛ ۲) ساختار داده‌ها؛ ۳) نمایش داده‌ها و ۴) کاربرد نقشه.

برای نقشه کاداستر از کمترین اعمال متداول ژنرالیزاسیون، استفاده می‌شود. کاداستر که برروی آنها محدود املاک مشخص شده و در بسیاری موارد شکل سند قانونی به خود می‌گیرند، باید در تفسیر آنها از هر گونه ابهام اجتناب گردد. (مدیری، ۱۳۸۷: ۱۳۹)



**نگاره ۱: یک نمونه مثال برای نقشه‌های کاداستر**

این مقاله به ایجاد الگوریتم و سامانه‌ای برای ویرایش نقشه‌های کاداستر قدیمی می‌پردازد که در اصل حاوی خصوصیت نقطه‌ای بودن، ترکیب نقطه‌ای تطبیق، خطوط شکسته برای تشخیص و ژنرالیزه کردن خطوط شکسته شاخص است. برای مثال در نگاره (۱) چهار نوع داده مکانی وجود دارد. این داده‌ها عبارتند از: نقشه خطوط کاداستر، خطوط راه، خطوط محدوده‌های ساختمانی و خطوط مرزی. خطوط کاداستر نقشه هدف اصلی است و این نقشه با نقشه‌های مبنا هم‌پوشانی خواهد شد و به وسیله خطوط مبنای موجود (مثل خطوط معابر، ساختمانی و مرزی) سرشکن شده و مطابقت داده می‌شود.

در این رابطه دو مشکل بر سر دو راهی پژوهش دارد.

اول: تطبیق اتوماتیک نقشه‌های کاداستر قدیمی با نقشه خطوط مبنای راه و

دوم: یافتن اتوماتیک خطوطی که با هم برخورد می‌کنند(مانند خطوط کاداستر با مرزی، خطوط کاداستر با ساختمانی وخطوط کاداستر با خطوط راه‌های محلی کوچک) و سرشکن کردن اتوماتیک مربوطه (Chen, X, 1991)

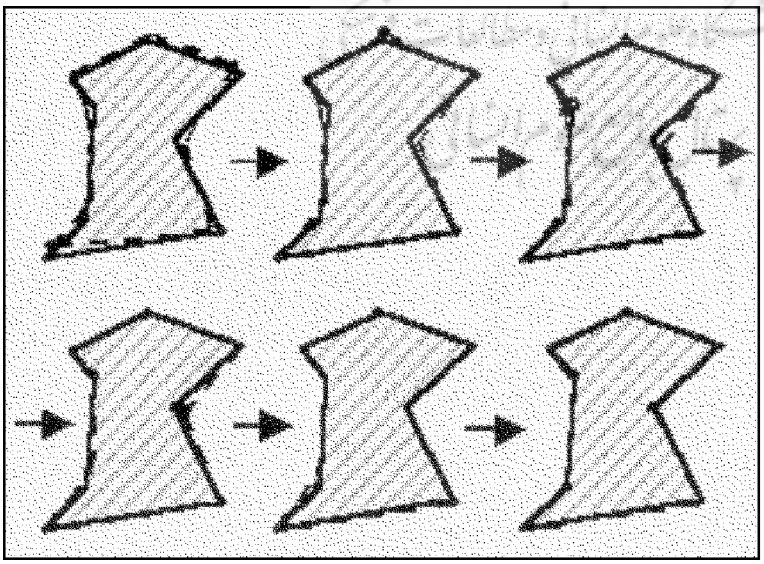
## روش تحقیق

### ۱) نقشه کاداستر Pre-matching

روش نقشه کاداستر Pre-matching با نقشه‌های راه براساس تبدیل Affine و با استفاده از چهار نقطه داده شده برروی هر نقشه می‌باشد. به دلیل عدم شناخت دقیق هر دو نقشه و یا گاهی اوقات نیاز به تطبیق قطعات مختلف شهری با هم از تبدیل Affine در این روش استفاده می‌شود. (Lawrence,R,1996) لذا تطبیق دادن مستقل نقشه‌ها با هم بسیار سخت و وقت‌گیر خواهد بود. داشتن دو نقطه برروی هر یک از نقشه‌ها تنها برای مقیاس‌گذاری وتبدیلات چرخشی است. بنابراین داشتن چهار نقشه برروی هر یک از نقشه‌ها حداقل تعداد معقول برای تبدیل پیچیده می‌باشد.

### ۲) نقشه کاداستر Sequential Auto-matching

بعد از فرآیند Pre-matching ممکن است دو برگه نقشه اختلافات جزئی با یکدیگر داشته باشند، الگوریتمی طراحی گردید که Sequential Auto-matching نامیده می‌شود که براساس تبدیلات Affine متوالی می‌باشد.



نگاره ۲: مثالی بر نقشه‌های کاداستر Sequential Auto-matching

## فرآیند الگوریتم پیشنهادی

۱- کنترل چهار نقطه‌ای که به وسیله فرآیند Pre-matching برروی هر نقشه استفاده شده‌اند. اگرمختصات روی نقشه کاداستر هنوز اختلافاتی دارد، بایستی آنها را به سوی نقاط معادل در نقشه راه انتقال داد و سپس همه این نقاط را ثابت نمود. (این عمل نشان می‌دهد که نقاط در طول تبدیلات بعدی تغییری نخواهند کرد).

۲- جستجوی اتوماتیک یک نقطه مشابه از نظر شکل برروی هر دو نقشه براساس داشتن پارامتر فاصله و نقاط متوالی است. اگر این نقطه موجود بود آنگاه سه نقطه دیگر غیر از چهار نقطه‌ای که در مرحله اول استفاده شد، در نظر گرفته می‌شود. انتخاب این سه نقطه کنترل بر این اساس استوار است که در نهایت چهار نقطه انتخاب شده بیشترین سطح ممکن را در بر گرفته باشند.

۳- تبدیل Affine نقشه کاداستر با استفاده از انتخاب چهار نقطه بررسی اختلافات مختصاتی بین دو نقشه است. اگر اختلاف مختصاتی این مرحله از الگوریتم زیاد باشد، تکنیک Pre-matching اصلاحی نخواهد داشت. در غیر این صورت Pre-result با مختصات جدید کنترل می‌شود. (Li,D & chen, 1991)

۴- اگر اختلافات مختصاتی بین نقاطی که به وسیله جستجوی اتوماتیک به دست آمده است و نقاط مربوط به آنها در نقشه راه کمتر از حد مجاز بودند، این دو نقطه را حرکت داده سپس ثابت شوند.

۵- مراحل ۲ تا ۴ را به صورت متوالی بایستی تکرار کرد تا فرآیند به پایان برسد.

این الگوریتم دارای سه نکته مثبت می‌باشد:

اول - استفاده آسان از تبدیلات Affine می‌باشد. اما انجام متوالی فرآیند ساده بالا نتیجه کامل را فراهم می‌سازد.

دوم - کنترل ساده آن می‌باشد. زیرا برای پردازش تنها یک نقطه جدید انتخاب می‌شود و

سوم - اعتبار بالای این نقاط نسبت به انتخاب آنها توسط اپراتور است و داشتن دقت بالا و توزیع مناسب می‌باشد.

## خطوط مرزی (حد عوارض) براساس سرشکنی اتوماتیک

الگوریتم برای سرشکن کردن اتوماتیک خطوط کاداستر که براساس خطوط مرزی داده شده، عمل می‌نماید که شامل سه قسمت می‌باشند.

- جستجوی خطوط کاداستر ناسازگار براساس خطوط مرزی (حد عوارض) داده شده
- انتقال خطوط کاداستر ناسازگار به سمت خطوط مرزی داده شده
- سرشکن کردن خطوط کاداستر مربوطه (Xiaoyong, 2003)

## ۱- جستجوی خطوط ناسازگار کاداستر

از سه پارامتر (فاصله بین دو خط، زاویه بین دو خط و فاصله بین نقاط انتهایی) برای جستجو کردن خطوط ناسازگار کاداستر استفاده می‌شود. این بدان معنی است که تنها در نظر است خطوط کاداستر را اصلاح کرد که تقریباً موازی یک خط مرزی هستند و دارای فاصله محدودی بین دو خط و یک نقطه پایانی است. فاصله بین دو خط می‌تواند شامل هر چیزی در این فضا قرار گیرد.

### ۲- انتقال خطوط ناسازگار کاداستر

اگر یک خط کاداستر به عنوان یک خط ناسازگار به وسیله سه پارامتر بالا کنترل شد، می‌توان آن را به سمت خطوط مرزی انتقال داد تا کمترین فاصله ممکن بین آنها حاصل شود. به صورت متوالی این کار برای همه خطوط ناسازگار تا پایان ادامه می‌یابد.

### ۳- سرشکنی خطوط کاداستر وابسته

این فرآیند شامل چهار مرحله ذیل می‌شود:

- جستجوی خطوط کاداستر وابسته براساس نقاط پایانی.
- انتقال هر یک از نقاط پایانی روی خطوط کاداستر ناسازگار به نقاط جدید
- سرشکن کردن نقاط پایانی دیگر برروی خطوط اصلاح شده‌ای که توسط تغییرات دورانی که بین خطوط جدید و قدیم کنترل شده‌اند.
- انجام متوالی فرآیند فوق تا پایان.

## خطوط ساختمانی براساس سرشکنی اتوماتیک

الگوریتم سرشکنی اتوماتیک خطوط کاداستر براساس خطوط ساختمانی داده شده دارای سه بخش می‌باشند:

- جستجوی خطوط کاداستر ناسازگار به وسیله محاسبه نقطه تلاقی آنها، انجام محاسبه تعداد نقاط تلاقی و فاصله انتقال و میزان دوران هر یک از خطوط کاداستر ناسازگار.
- انتقال خطوط کاداستر ناسازگار براساس تعداد نقاط تلاقی و فاصله انتقال.
- سرشکن کردن خطوط کاداستر مربوطه.

### ۱- جستجوی خطوط ناسازگار

برای جستجوی خطوط کاداستر ناسازگار از نقاط تلاقی بین خطوط کاداستر و خطوط ساختمانی استفاده می‌شود. برای هر یک از خطوط کاداستر، نقطه تلاقی خطوط کاداستر و خطوط ساختمانی محاسبه می‌شود. نقطه تلاقی باید محل واقعی برخورد در محدوده قطعه داده شده، و نه در بخش اضافی خطوط باشد. سپس تعداد نقاط تلاقی شمارش می‌شود و مقدار ماکزیمم فاصله و مقدار دوران هر یک از فواصل مینیمم بین نقاط تلاقی و نقاط پایانی خطوط ساختمانی محاسبه می‌گردد. (Chen, 1994)

### ۲- انتقال خطوط کاداستر ناسازگار

اگر تعداد نقاط تلاقی زیاد و یا برابر دو است و فاصله انتقال کوچکتر از حد فاصله داده شده است، این خط کاداستر به وسیله محاسبه مقدار دوران (انتقال) و فاصله به اضافه آلفا ($\alpha$) انتقال داده می‌شود. اگر تعداد نقاط تلاقی برابر یک بود (یعنی نقطه پایانی خطوط کاداستر در داخل یک ساختمان قرار دارد و یا فاصله انتقال بزرگتر از حد فاصله داده شده است) به آن معناست که حدود ساختمان با کمی اشتباه مشخص شده است.

برای مثال ممکن است به دیگر ساختمان‌های کوچک اطراف خود ادغام یا ژنرالیزه شده باشد. این خط

کاداستر را نباید حرکت داد و این مشکلات به وسیله اپراتور ویرایش کنترل و اصلاح خواهدشد.

### ۳- سرشکن کردن خطوط کاداستر مربوطه

این فرآیند شبیه فرآیند خطوط مرزی است و شامل چهار مرحل ذیل می‌باشد:

- جستجوی خطوط کاداستر مرتبط براساس نقاط پایانی
- انتقال هر یک از نقاط پایانی خطوط کاداستر ناسازگار به نقاط جدید
- سرشکن کردن هر یک از نقاط پایانی دیگر برروی خطوط اصلاح شده که به وسیله اختلاف دورانی بین خط قدیمی وجدید کنترل شده‌اند.
- انجام متوالی موارد بالا تا پایین.

### سرشکنی اتوماتیک خط راه مستقر

الگوریتم بر سرشکن کردن اتوماتیک خطوط کاداستر بر اساس خط راه داده شده شبیه خط حد (مرزی) است و شامل سه مرحله ذیل می‌باشند:

- جستجوی خطوط کاداستر ناسازگار براساس خطوط راه محلی داده شده
- انتقال خطوط کاداستر داده شده به خطوط راه محلی داده شده
- سرشکن کردن خط کاداستر وابسته

### روش‌های ویرایش

دستیابی به نتیجه کامل از فرآیند اتوماتیک بسیار مشکل است. بنابراین نیاز به مقدار ابزار ویرایش جهت اصلاح مشکلات می‌باشدکه به واسطه فرآیند اتوماتیک به وجود آمده‌اند. لذا در مرحله نخست ابزار برای انتقال نقاط کاداستر و خطوط واسطه براساس انتخاب کردن ایجاد می‌شود. بعد از این که اوراق نقشه مانند خطوط مرزی، خطوط ساختمانی و خطوط راه، خطوط بنچ مارک هستند، به هیچ وجه نیازی به اصلاح ندارند. (Lawrence, R, 1996)

(a) (b)

نگاره ۳: a) نقشه کاداستر اصلی که با دیگر نقشه‌های مبنا هم‌پوشانی کرده

b) نتیجه ویرایش نهایی (Xiaoyong, 2003)

## نتیجه

براساس الگوریتم ارائه شده، سیستمی برروی ویندوز جهت ویرایش اتوماتیک نقشه‌های کاداستر قدیمی ایجاد می‌شود. پنجره اصلی سیستم در نگاره ۳ مشاهده می‌شود. تمام فرآیند تنهابه ۴ نقطه نیاز دارد. سپس توانایی کار کردن به صورت اتوماتیک را به ترتیب زیر دارد:

- ورود نقشه کاداستر
- ورود چهار نقطه کنترل و ایجاد نقشه کاداستر Pre-matching
- تشخیص نقطه برجسته شده و تطبیق نقشه کاداستر به صورت خودکار
- تشخیص خط مرزی براساس خطوط ناسازگار و سرشکن کردن اتوماتیک آنها
- تشخیص خطوط ساختمانی براساس خطوط ناسازگار و سرشکن کردن اتوماتیک آنها
- تشخیص خط راه براساس خطوط ناسازگار و سرشکن کردن اتوماتیک آنها
- ویرایش و خروج محصول نهایی.

## منابع


۱) پورکمال، محمد (۱۳۷۷)، کاداستر در ایران، شرکت داده‌پردازی شهری، تهران.

۲) مدیری، مهدی (۱۳۸۷)، کارتوگرافی مدرن، چاپ پنجم، انتشارات سازمان جغرافیایی، تهران.

۳) مدیری، مهدی (۱۳۸۵)، کارتوگرافی و اینترنت، انتشارات سازمان جغرافیایی، تهران.

4) Chen, X, (1991) Image, Analysis and Mathematical Morphology the development of application models for computer mapping. Surveying & Mapping Press, Beijing.

5) Chen, X and K Ikeda (1994) Auto 2D - A Super Map Digitizing System Assisted by Mathematical Morphology. Asia GIS / LIS Am/FM and Spatial Analysis Conference, Hong Kong.

6) Lawrence, R.L. and et.al. (1996) An Automated Method for Digitizing color thematic Maps, PE & RS, 62 (11): 1245 - 1348.

7) Li,D. and X Chen (1991) Automatically Generating Triangulated Irregular Digital Terrain Model Networks by Mathematical Morphology, ISPRS J. 46, pp.283-295.

8) Xiaoyong CHEN and et.al. (2003) Generalization of cadastral map based on graphics matching, Asian Institute of Technology, Thialand and Asia Air Survey, Japan.