



ارتوتصویر^(۱) در برنامه‌ریزی شهری (نواحی شهری با ساختمان‌های بلند)

بخش اول - ارتوفتو و ارتوتصویر

دکتر مهدی مدیری

عضو هیأت علمی دانشکده نقشه‌برداری

mmodiri@ut.ac.ir

چکیده

ارتوتصویر دیجیتال در بردارنده‌ی خصوصیات و ویژگیهای هندسی نقشه است و بر این اساس می‌تواند:

۱) به عنوان یک منبع جغرافیای فضایی، اطلاعات توصیفی به آن افزوده گردد.

۲) پایدهای را فراهم سازد که بر مبنای آن سایر داده‌ها ثبت و تنظیم شود.

۳) نتایج استفاده از آن برای تطبیق مناظر فراهم باشد.

در بسیاری از کشورها، ارتو تصویر دیجیتالی بخش مهمی از اسناد گرافیکی و در مقیاس راهبردی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به طوری که ویژگیهای کارتوگرافیکی مناسبی را در مقیاس ملی فراهم می‌سازد. ارتوفتو^(۲) دیجیتالی، دارای پتانسیل قوی در تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) است. ارتوفتو تنها یک لایه اطلاعات است بلکه اتصال داده‌های ارتوفتو دیجیتالی چشم‌انداز جدیدی برای استخراج اتوماتیک داده‌های مکانی (نقطه‌ای، خطی و سطحی) و اطلاعات ارتفاعی را ارائه می‌نماید.

ارتوتصویر بزرگ مقیاس با جزئیات زیادی تهیه و بازنگری بسیاری از لایه‌های اطلاعات را تأمین می‌سازد و در مواردی نقش پس زمینه را داشته و برای نمایش موقعیت و ویژگیهای ارتفاعی استفاده می‌شود. بنابراین ارتوتصویر ماهواره‌ای بزرگ مقیاس در بسیاری موارد کاستی ارتوفتو را مرتفع ساخته و متناسب با مقیاس مطالعه و برنامه‌ریزی شهری از کارایی مناسبی در آشکار سازی ساختمان‌های پنهان در لایه‌های مجتمع‌ها و ساختمان‌های بلند نقش ارزشمندی را ارائه می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: ارتوتصویر، ارتوفتو، ارتوتصویر دیجیتال، ارتوتصویر شهری.

مقدمه

نیاز برنامه‌ریزان شهری به داده‌های بُرداری و راستری از فایل‌های تصویری بویژه ارتوفتوی دیجیتالی به صورت چشمگیری افزایش یافته است. بر اثر توسعه و تحول ایستگاه‌های کاری سریع، ادغام و ترکیب



تصاویر در فرآیند کارتوگرافی برای گروه وسیعی از کاربران عملی گردید. از سوی دیگر، همان گروه کاربران برای تولید تصویر با کیفیت بالا و دارای مشخصات هندسی دقیق به تسهیلات خروجی متنوعی نیاز دارند.

پردازش تصویر، از مرحله دیجیتال فتوگرامتری تا چاپ عکس در مراحل مختلف تولید کارتوگرافی ادغام و ترکیب می‌شود. مقاله سعی در ارائه نتایج، بررسی نتایج و نقش ارتو تصویر ماهواره‌های دیجیتالی در بررسی دقیق نواحی شهری با ساختمان‌های بسیار بلند دارد. (Deren, L., 1992:7)

در آغاز، دورکاوی با استفاده از انتخاب باند طیفی خاص بر جمع‌آوری اطلاعات موضوعی خاص در روی سطح زمین متمرکز بود. امروزه تکنیک‌های دورکاوی، تصاویری مناسب برای تولید ارتو تصویر در مقیاس‌های گوناگون عرضه می‌دارد. تکنیک عکسبرداری هوایی با استفاده از ابزار و تجهیزات با توان عکس برداری با قدرت تفکیک بالا، اطلاعات دقیقی در طول موجهای محدوده مرئی و مادون قرمز نزدیک ارائه می‌نماید. (Siachalou, S., 2004:12)

ارتوفتوی دیجیتالی

از سال ۱۹۷۲ میلادی، تولید ارتوفتوی آنالوگ بطور گسترده‌ای آغاز گردید. در این راستا، بخشی از مراحل عکاسی و فرآیند گرافیکی جهت تهیه نقشه ضرورت پیدا می‌کند. مشخص گردیده که سرعت تولید می‌تواند افزایش یابد و کیفیت تصویر را هم می‌توان با استفاده از تکنیکهای پردازش عکس برای ارتوفتوهای رنگی و سیاه و سفید بهبود بخشید.

از سال ۱۹۸۶ میلادی، توسعه و ادغام مراحل تولید ارتوفتوی دیجیتالی متفاوت صورت پذیرفت. هزاران ارتوفتو با وضوح و مقیاس مختلف با استفاده از سیستم‌های فتوگرامتری تولید گردیده است. (Loodts, 2000:273)

عکسبرداری هوایی

از GPS برای ناوبری هوایی و موقعیت دقیق هوایی استفاده می‌شود. دوربین‌های متریک مجهز به FMC^(۳) است تا عکسهای دقیق سیاه و سفید، رنگی و مادون قرمز رنگی (حتی در ارتفاعات پایین) بدست آید. در این رابطه، فاصله کانونی ۱۵، ۲۱ و ۳۰ سانتی متر، با توجه به شرایط پروازی، انحراف‌های دورنما و مدل ارتفاعی موجود انتخاب می‌گردد.

دستگاه FMC، امکان حذف حرکت تصویر در مسیر پروازی (کشش تصویر) را فراهم می‌کند. به علاوه، یک دهانه وسیع دوربین (f/4) امکان کاهش زمان نوردهی و در نتیجه کاهش حرکت تصویر ناشی از بقیه حرکت‌های هواپیما (حرکت‌های چرخشی، اوج‌گیری و انحراف از مسیر) را فراهم می‌آورد. مقیاس عکس هوایی بستگی به وضوح و قدرت تفکیک لازم داده‌های ارتوفتو دارد. مقیاس ارتوفتو می‌تواند بین 1:50,000 تا 1:500 که برابر با یک وضوح داده‌های راستر نهایی در سطح زمین بین ۵ سانتی‌متر تا ۵ متر تفسیر نماید. (Loodts, 2000:275)

رلهویی سازی

عکسهای هوایی با روش اسکینینگ با وضوح مناسب و تفکیک پذیری خاص به فایل‌های داده‌ای و



رقومی انتقال پیدا می‌کند. وضوح تا چند میکرون را می‌توان جهت اسکینینگ عکس انتخاب نمود. در بیشتر مواقع، وضوحی بین ۱۵ و ۴۰ میکرون جهت تولید ارتوفتو انتخاب می‌شود. برای تکثیر نسخه چاپی تولید نهایی ارتوفتو به وضوح خروجی دست کم ۱۰ پیکسل در میلی‌متر نیاز خواهد بود. (Sklar, N.L., 1992:45)

تصحیح هندسی

ارتوفتوی دیجیتالی، تصویری است که از حیث دیجیتالی تصحیح شده است تا هرگونه کژدیسی و از شکل افتادگی مربوط به انحراف و برجستگی زمین (سطح توپوگرافی) را از بین ببرد. برای تصویر مرکزی، وضعیت دوربین و زوایای انحراف با استفاده از یک مجموعه نقاط کنترلی معین شده از معادلات هم خطی (با معادلات نیوتن) محاسبه می‌گردد.

$$\begin{bmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{bmatrix} = \frac{1}{f} \times M \begin{bmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

که در این معادله:

X_0, Y_0, Z_0 = وضعیت دوربین

M = ماتریس زاویه انحراف

f = فاصله کانونی

مرکز پرسپکتیو تصویر X_0, Y_0 است.

مثلث بندی هوایی با تکنیک‌های همبستگی تقاطع عرضی زمان فرآیند را تقلیل داده و دقت را برای نمایش مناسب نقاط کنترل زمینی بهبود می‌بخشد.

یک مدل ارتفاعی دیجیتالی (DEM)^(۴) باید کژدیسی‌های تصویری را که با عوارض برجسته ناحیه بوجود می‌آید، تصحیح کند. مدل‌های ارتفاعی دیجیتالی با همبستگی اتوماتیک یا فعل و انفعالی، با ترسیم فتوگرامتری از زوج استریو یا از داده‌های مبنایی موجود ناحیه به دست می‌آید.

دقت هندسی یک ارتوفتو، بستگی به دقت DEM به کار رفته دارد. از معادلات تصویری می‌توان استنتاج نمود که کاربرد در استفاده فاصله‌های کانونی بزرگتر می‌تواند دقت مشابهی با DEM برخوردار از دقت کمتر را تضمین کند. (Loodts, 200:244-5)

بعد از مقابله دقت، وضعیت ارتوگرافی هرپیکسل محاسبه می‌گردد. اصطلاح ارتوفتو یا به اصطلاح فرآیند اصلاح نفاضلی با استفاده از روش غیرمستقیم انجام می‌پذیرد. هر شبکه قائم الزاویه‌ای در تصویر خروجی یک ذوزنقه در تصویر ورودی می‌شود. این روش برابر با ساختن یک مدل کژدیسی هندسی^(۵) است.

معادلات تصویری که برای DEM به کار رفته GDM را تولید می‌کند. در مفاهیم زیر

اهمیت پیدا می‌کند:

- ارتوفتو در برابر تعریف تصویر ارتوفتو

- اندکس انکسار



– سایر مشخصات هندسی دوربین (Jashua, G, 2001:201).

از نقطه نظر DEM, GIS و GDM می‌توانند با خطوط شکسته مصنوعی و طبیعی خصوصیات خاص ناحیه‌ای و غیره قطع شوند. داده‌های اسکن شده در نهایت با استفاده از انترپولاسیون (میان‌یابی) حلقه‌ای دو کمپی نسبت به یک تصویر در ارتوفتوهای دیجیتالی تصحیح می‌شود. بررسی‌های مختلف که بر روی ارتوفتوهای دیجیتالی در مقیاسهای گوناگون انجام گرفته، نشان می‌دهد که بعد از تصحیح تفاضلی یک خط RMS به اندازه یک پیکسل حاصل می‌شود.

تصحیح رادیومتری

یکی از انتقادات اصلی نسبت به تولیدات ارتوفتوی آنالوگ، فقدان تجانس است که باعث بروز مسائل تبدیل و گویا کردن می‌شود. با تصاویر دیجیتالی، فرآیند رادیو متریک آسان‌تر و قابل کنترل شده است. مرحله تصحیح رادیومتری دو هدف را دربردارد:

- (۱) جلوگیری از تفاوت‌های رنگی ارتوفتوهای مجاور
 - (۲) ایجاد یکپارچگی و رنگ متجانس منطقه بزرگ جغرافیایی که با موزائیک تصاویر فراهم می‌شود.
- در عکسبرداری هوایی، پنج پارامتر فیزیکی به تغییرات رنگ کمک می‌کند:

- (۱) محل مورد نظر
- (۲) مسیر نور
- (۳) فاصله کانونی
- (۴) شرایط جوئی

(۵) بازتاب نور عوارض مختلف توپوگرافی

براین اساس، دستیابی به یک مدل اصلاحی هندسی فیزیکی عملی نیست. در تبدیل به یک فرمات داده‌های دیجیتالی، زمینه‌های اسکن کردن بر کیفیت تصویر اثر می‌گذارد. اسکنرهای پر قدرت طیف گسترده‌ای از تصحیحات رنگ انتخابی ارائه می‌کنند. (Lodts, 2000:276)

تیمه موزائیک

هر ارتوفتو با درجه معینی از همپوشی با ارتوفتوهای مجاور تولید می‌گردد. در مرحله مقدم تصحیح رادیومتری اختلاف موازنه رنگ از بین می‌رود و سایر اختلافات ذیل ظاهر می‌شود:

- اختلاف در تعیین موقعیت سایه (یعنی برای درختان، ساختمانها)
- اختلاف پدیده‌شناسی، در صورتی که عکسها در فصول یا سالهای مختلف گرفته شود.
- بریدگیهای کوچک هندسی برای پل‌ها و ساختمانها که به اثرات پارالاکس مربوط می‌شوند.
- اختلاف انکسار در آب و غیره (Zhou, G, 2005:2140).

رنگی ارتوفتوی دیجیتالی

– ارتوفتوی دیجیتالی دارای کد زمینی است و همان دقت نقشه توپوگرافی را ارائه می‌کند. هر پیکسل دارای یک وضعیت تعیین شده در یک شبکه مرجع است.

– ارتوفتوی دیجیتالی از حیث رنگ کالیبره شده است.



- ارتوفتوهای دیجیتالی چند زمانه هستند.
 - ارتوفتوی دیجیتالی چند مقیاسه می باشد.
 - ارتوفتوهای دیجیتالی چند طیفی هستند.
- همان طور که ارتوفتوهای دیجیتالی تصاویر راستری هستند، امکان بکارگیری تکنیک های طبقه بندی جهت تصاویر رنگی و مادون قرمز وجود دارد. خواص چند زمانه، چند مقیاس و چند طیفی منحصر به ارتوفتوهای دیجیتالی است و این ویژگی برای اسناد آنالوگ وجود ندارد.
- ارتوفتوهای دیجیتالی با دورکاوی همساز هستند.
- ارتوفتو دیجیتالی با ویژگیهای چند مقیاسی و چند طیفی را می توان با ارتو تصویر ماهواره ای مقایسه نمود تا فرآیند تفسیر و گویاسازی را با سایر کانالهای چند طیفی کامل نمود. داده های دورکاوی را می توان به عنوان مرجعی جهت به روزرسانی و یا تکمیل داده های GIS به کار برد.
- ارتوفتو دیجیتالی قابل رویهم چاپ کردن است
- ترکیب نقشه های خطی یا موضوعی با ارتوفتوی دیجیتالی جزئیات دقیق اسناد را ارائه می کند که در نتیجه می توان به دید روشنی از وضعیت دست یافت.
- ارتوفتو دیجیتالی امکان محاسبات کمی را فراهم می آورد.
 - ارتوفتوی دیجیتالی برای ایجاد مدل های سه بعدی مناسب و سازگار است.
 - ارتوفتو دیجیتالی چند رشته ای است.
- ارتوفتو منبع اصلی و پایه داده ها هستند و به طیف گسترده ای از کاربران امکان می دهد تا اطلاعات مورد نیاز را استخراج نمایند (Loodts, 2000: 276-7).

تولید ارتو تصویر برای نواحی شهری با ساختمان های بسیار بلند

مراحل و الگوریتم های مورد استفاده در دهه ۹۰ زمان تولید تصاویر ارتو شهری برای اصلاح ارتو^(۶) شهری در مقیاس وسیع مناسب نمی باشد. استفاده از الگوریتم ها و روش های موجود در نرم افزارهای متعارف تجاری مشکلاتی مانند: اصلاح ارتو ناقص، تصویر مات (مبهم)، ایجاد سایه روی تصویر را بوجود می آورند (Zhou, G, 2004: 5161).

ژو^(۷) و دیگران (2005) پیرامون این مشکلات مباحث جامعی ارائه داده اند. وجود این مسائل نشان می دهد که روش های مرسوم اصلاح ارتو (روندها و الگوریتم) دهه ۹۰ نمی تواند پدیده ها را در موقعیت مناسب و درست اصلاح نمایند و تفاوت های انعکاس مناسبی برای تصاویر شهری در بزرگ مقیاس را از بین ببرند. در نتیجه سودمندی و کاربرد تصاویر ارتوی دیجیتال در فعالیتهای مختلف کاهش می یابد.

آمار و دیگران^(۸) شیکلر و ثورپ^(۹) (۱۹۹۸) تأثیرات پنهان تغییرات ناگهانی ارتفاع سطح را مورد توجه قرار داده اند (ساختمانها و پل ها) و می ر^(۱۰) (۲۰۰۲) موزائیکی کردن بی خط نواحی مختلف را برای کاهش فواصل اتصالات در نظر گرفتند.

رائو و دیگران^(۱۱) (۲۰۰۲) به بهبود پرتوسنجی تصویر پرداختند که نشان دهنده تکنیک مناسب بهبود برای ذخیره مجدد اطلاعات در نواحی سایه ساختمان است.

جارگویی و دیگران^(۱۲) (۲۰۰۲) از تصاویر ایکونوس جهت تولید تصاویر ارتو برای نمایش رخداد های آتشفشانی در جزیره نیسی روی^(۱۳) در یونان استفاده کردند و گریک و سیچالو^(۱۴) (۲۰۰۴) از



تصاویر ایکونوس برای تولید تصاویر ارتوی شهری استفاده نمودند. کامرون و دیگران^(۱۵) (۲۰۰۰) تصاویر اصلاح شدهی ارتو را برای برآورد و ارزیابی تغییرات جنگل کاج محلی اسکاتلند مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و پاسینی و جاکوبسون^(۱۶) (۲۰۰۴) صحت تصاویر ارتو را با تفکیک بالای تصویر مورد تجزیه و تحلیل قرار دارند. بیاسون و دیگران^(۱۷) (۲۰۰۴) تولید اتوماتیک تصاویر ارتوی واقعی را بررسی کردند (Guoqing,Z,2007:4-5).

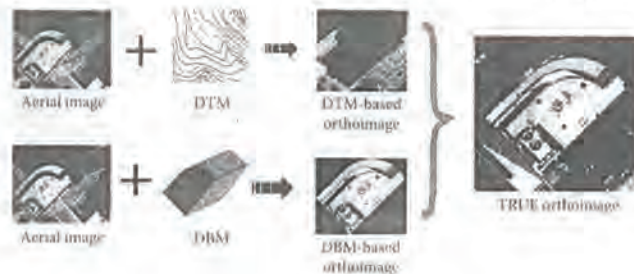
علیرغم این تلاشها، موضوع اصلاح ارتوی واقعی در نواحی شهری بطور کامل مورد بحث و بررسی واقع نشده‌اند. این بخش به بیان بررسی تولید تصویر ارتوی شهری از نظر الگوریتم و روند پردازش داده‌ها می‌پردازد.

تولید تصویر ارتوی شهری واقعی

همانطور که اشاره شد روش اصلاح ارتو تصاویر شهری در مقیاس وسیع که براساس مدل سطح دیجیتال (DSM)^(۱۸) قرار دارد، نمی‌تواند ویژگیهای ارتفاعی در تصویر اصلاح شدهی ارتو را در محل مناسب و صحیح نمایش دهد. (Zhou,G,2005:2138)

بنابراین روشهای تولید تصویر ارتوی واقعی معمولاً اصلاح ارتو را به سه مرحله اصلی تقسیم می‌نماید:

- ۱- تولید تصویر ارتو که براساس مدل رقومی زمین واقع است (DTM)^(۱۹)؛
- ۲- تولید تصویر ارتو که براساس مدل دیجیتال ساختمان قرار دارد.
- ۳- ادغام آنها (نگاره ۱)



نگاره ۱

DTM یک مدل فزاینده است که مسطح بودن ساختمان و پوشش گیاهی را توصیف می‌کند؛ DBM^(۲۰) توصیف کننده سطح جزئیات پدیده‌های انسان ساخت است و DSM نمود سطح کامل ناحیه مشاهده شده است. بنابراین DSM ترکیبی از DTM و یک یا چند DBM را دربردارد.

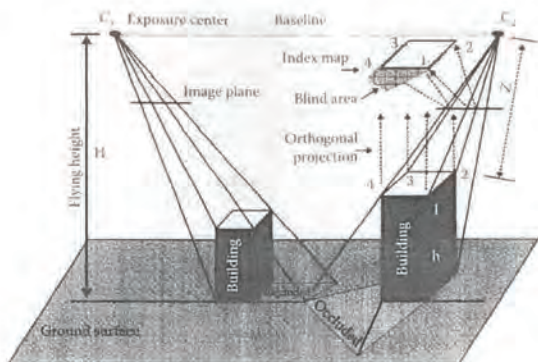
تولید ارتو تصویر بر مبنای DTM

تولید ارتو تصویر بر مبنای DTM برای اصلاح، تغییر مکان ارتفاعات انجام می‌گیرد (Zhou,2002) مدل اصلی ریاضی این الگوریتم، به طریقه فتوگرامتری شکل می‌گیرد و نیازمند DTM و توجیه داخلی و

خارجی تصویر است. معادلات هم خطی برای محاسبه ارتباط ویژگیهای تصویر با موقعیت مربوطه آنها بر زمین است.

تولید ارتو تصویر بر مبنای DBM و آشکارسازی زوایای پنهان ساختمانها

تولید ارتو تصویر بر مبنای DBM تنها می تواند تغییر مکان و جابه جایی ایجاد شده ساختمانها را اصلاح کند. در این فرآیند، تغییر مکان ایجاد شده ناهمواریهای زمین نادیده گرفته می شود، باید ساختمانهای پنهان را شناسایی کرد و آشکار ساخت. در حال حاضر روش مؤثر و معمول آشکارسازی، استفاده از DBM است.



نگاره ۲

تولید ارتو تصویر نسبتاً واقعی

یک ارتو تصویر واقعی با ادغام ارتو تصویر بر مبنای DTM و ارتو تصویر بر مبنای DBM ایجاد می شود.

منابع و مآخذ

- 1- Deren, I. (1992) From Photogrammetry to iconic informatics-on the historical development of Photogrammetry and remote sensing, photogrammetric Week Stuttgart, 1992, 7P.
- 2- Loodts, J. (2000) Digital orthophotos and GIS: the Perfect Couple, photogrammetric Week Stuttgart, 2000, 273-284p.
- 3- Guoqing, Z. and J.A. Kelmelis (2007) True Orthoimage Generation for Urban Areas With Very High Buildings, Sec 1, Urban remote Sensing.
- 4- Joshua, G. (2001) Evaluating the accuracy of digital orthophotos Quadrangles (DOQ) in the Context of Parcel - based GIS, Photogrammetric Eng. Remote Sensing, 67(2) 199-205.
- 5- Sklar, N.L. (1992) Digital Orthophoimagery-the map of the Future, 1992 URISA Proceedings Washington D.C. Vol 2, PP. 45-55.
- 6- Siachalouis (2004) Urban orthoimage analysis generated from IKONOS



data.Int.Arch.Photogrammetry, remote Sensing Spatial inf.Sci,Orthan Altan,Ed.Vol.XXXV,july 12-23, 2004 (DVD).

7- Zhou,G.,W.Chen and J.Kelmelis(2005) A Comprehensive Study on Urban Aerial image orthorectification for national mapping Program IEEE Geosci. Remote Sensing,43(9),2138-2147.

8- Zhou,G.and W.Schickler(2004) Tru orthoimage generation in extremely tall building urban areas,Int.,J.Remote Sensing, January 2004,25(22),5161-5178.

پی نوشت

1- Orthoimage

2- Orthophoto

3- Forward Motion Compensation(FMC) جبران حرکت به جلو

4- Digital Elevation Model (DEM)

5- Geometric Deformation Model (GDM)

6- Orthorectification

7- Zhou et al (2005)

8- Ambar et al(1998)

9- Schickler and Thorpe(1998)

10- Mayr(2002)

11- Rau et al(2002)

12- Jauregui et al(2002)

13- Nisyros Island

14- Greece and Siachalou(2004)

15- Cameron et al(2000)

16-Passini and Jacobsen(2004)

17- Biazon et al(2004)

18- Digital Surface model(DSM)

19- Digital Terrain Model(DTM)

20- Digital Building Model(DBM)