مـقالـه

ساخت مدل سه بعدی شهر با استفاده از تصاویر ماهواره ای با تفکیک مکانی بالا

فرانک فرازدل :
کارشناس سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران

مقدمه

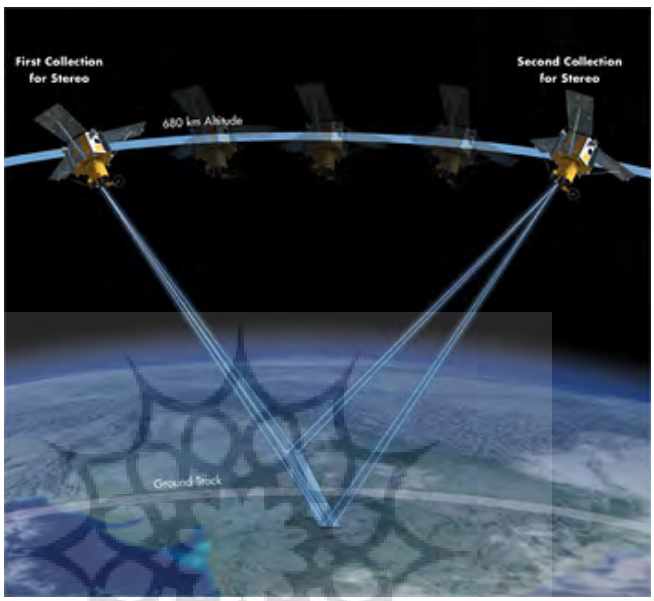
امروزه تصاویر ماهواره ای جایگاه ویژه ای در علوم مختلف دارد. در شهر سازی و بررسی عوارض شهری به طور عمده از تصاویر ماهواره ای با تفکیک مکانی بالا یا عکسهای هوایی استفاده می شود. تصویر ماهواره ای با تفکیک مکانی بالا، تصویری است که قدرت تفکیک مکانی آن زیر ۲/۵ متر باشد. در جدول ۱ چند نمونه از این تصاویر با ذکر برخی از مشخصات آورده شده است. این مشخصات شامل توان تفکیک مکانی، دقت مکانی، ارتفاع ماهواره، عرض نوار برداشت و قابلیت دید استریو است. ماهواره های ذکر شده در جدول ۱ بجز Cartosat ۱ و WorldView ۱ دارای دو سنجنده PAN و Multispectral هستند. Cartosat ۱و WorldView ۱ تنها دارای سنجنده PAN هستند. داده های برداشت شده توسط سنجنده PAN ، قابلیت تولید تصاویر تک باندی با توان تفکیک مکانی بالا را دارند. داده های برداشت شده توسط سنجنده Multispectral قابلیت تولید تصاویر چند باندی را دارند. از تلفیق تصاویر PAN و Multispectral تصویری چند باندی با توان تفکیک مکانی بالا (تقریباً به اندازه قدرت تفکیک مکانی تصویر PAN) حاصل می شود. برای مثال ماهواره GeoEye دو نوع سنجنده PAN و Multispectral دارد. تصویر PAN و Multispectral این ماهواره به ترتیب دارای توان تفکیک مکانی ۰/۴۱ و ۱/۶۵ متر هستند. از تلفیق این دو تصویر، تصویری رنگی با قدرت تفکیک مکانی ۰/۵ متر حاصل می شود. بدین معنا که دو شی با فاصله بالای ۰/۵ متر در اینگونه تصاویر از یکدیگر قابل تمایز خواهد بود، به عبارت دیگر اندازه هر پیکسل در اینگونه تصاویر ۰/۵ در ۰/۵ متر است. ارتفاع مدار ماهواره GeoEye۱ ۶۸۴ کیلومتر و عرض نوار برداشت آن ۱۵/۲ کیلومتر است.
(http://www.geoeye.com/CorpSite)

Satellites	Resolution	Positional Accuracy (CE90)	Orbital Altitude	Swath Width	Stereo Availability
GeoEye 1	0.41 m PAN 1.65 m Multispectral	2.5 m	681 kilometers	15.2 Km at Nadir	Yes
IKONOS	0.8 m PAN 3.2 m Multispectral	15 m	681 kilometers	11.3 Km at Nadir	Yes
Quick Bird	0.6 m PAN 2.4 m Multispectral	23 m	450 kilometers	16.4 Km at Nadir	Yes
WorldView1	0.5 m PAN	6.5 m	496 kilometers	17.6 Km at Nadir	Yes
WorldView2	0.5 m PAN 2.0 m in Multispectral (8 band)	4.6 m to 10.7 predicted	770 kilometers	16.4 Km at Nadir	Yes
Cartosat 1	2.5 m PAN		618 kilometers	26.8 Km at Nadir	Yes

جدول ۱ : مشخصات تصاویر ماهواره ای با توان تفکیک مکانی بالا (Menon،۲۰۱۰)

تصاویر استریو

ماهواره های ذکر شده در جدول ۱ قابلیت تولید تصاویر را به صورت مونو و استریو دارند. تصاویر استریو شامل یک زوج تصویر است که از یک مدار ماهواره، با دو دید متفاوت، از یک محل، در فاصله زمانی کوتاه برداشت می شود. (شکل ۱) نمونه ای از یک زوج تصویر استریو در شکل۲ نشان داده شده است. این تصاویر امکان دید سه بعدی را فراهم کرده و با استفاده از اینگونه تصاویر می توان DSMتهیه کرد. عوارض شهری مانند ساختمانها، پلها، خیابانها و... را می توان به صورت سه بعدی از DSM استخراج کرد.

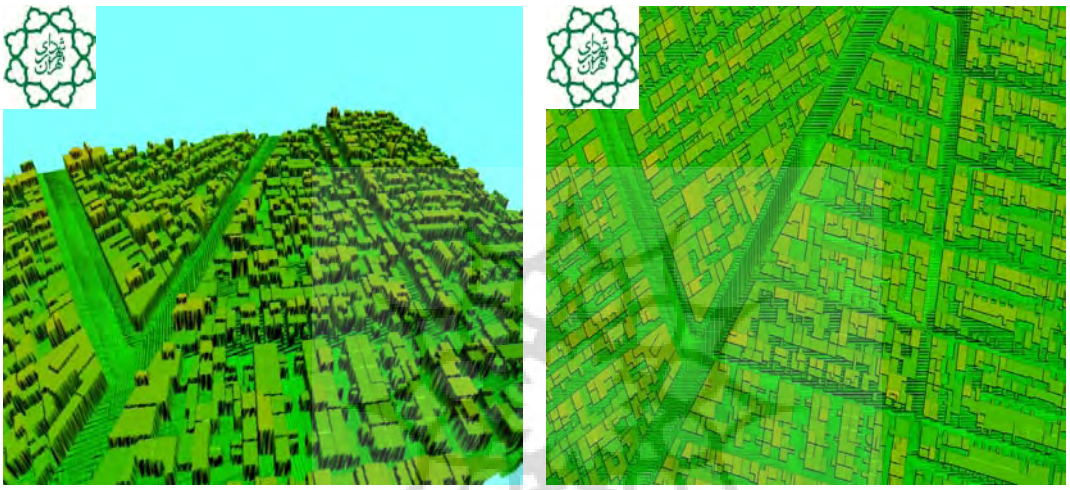


شکل۱ : برداشت داده های تصاویر استریو توسط ماهواره www.satimaging .corp.com

شکل ۲ : نمونه ای از یک زوج تصویر ماهواره ای استریو(منطقه۲۲تهران)

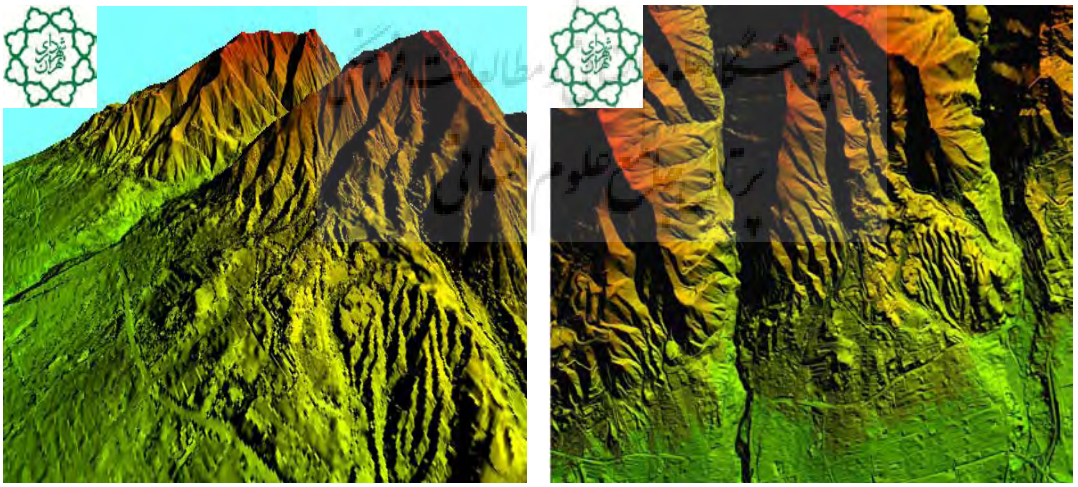
مـدل سطـحی رقـومـی

DSM (مدل سطحی رقومی) یک نوع داده تصویری است که هر سلول آن بازگو کننده ارتفاع آن قسمت است (شکل ۳). در صورتی که DSM از تصاویر استریو استخراج گردد، در آن ساختمان، جاده، پل، درخت، رودخانه و سایر عوارض ارتفاعی مشخص خواهد بود(Moeller,2006; Baltsavias& Zhang& Eisenbeiss, 2005).
DSM را می‌توان از ترکیب DEM (مدل ارتفاعی رقومی) و سایر لایه های ارتفاعی، مانند لایه های سه بعدی ساختمانها، پلها و ... نیز بدست آورد. DEM نیز یک نوع لایه تصویری است که هر سلول آن ارتفاع سطح زمین در آن قسمت را نشان می دهد (شکل ۴). تفاوت DEMبا DSM نبود عوارض سطحی مانند ساختمانها، پلها و ... در آن است. DEM و DSM به دلیل ساختار ارتفاعی دارای قابلیت دید سه بعدی در نرم افزارهای مرتبط با علوم GIS و سنجش از دور هستند.



الف (دو بعدی) ب (سه بعدی)

شکل۳: مدل رقومی سطحی قسمتی از منطقه ۱۷ تهران (منبع: نگارنده)



الف (دو بعدی) ب (سه بعدی)

شکل۴: مدل رقومی سطحی قسمتی از ارتفاعات شمال تهران (منبع: نگارنده)

ساخت مدل سه بعدی شهر

با تلفیقDEM، تصویر ماهواره ای و عوارض سطحی مانند ساختمان، سکو، نورگیر، دیوار، استخر، مانداب، فضای سبز، پارک، دکل فشار قوی، تیر برق، پل، کانال، جدول، پرچین و ... می توان یک مدل سه بعدی ایجاد کرد. چنین مدلی را می توان در نرم افزارهایی مانند Arc GIS, ERDAS, PCI Geomatica, ENVI و... ساخت. در مدل شبیه سازی شده، ارتفاع واقعی زمین نشان داده شده و همه عوارض شهری در محل واقعی خود قرار می گیرند و ارتفاع درست خود را از سطح زمین نشان می دهند.

از مزایای یک مدل سه بعدی می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

۱- دید واقعی از منطقه با امکان پرواز بر روی ارتفاعات از مکانهای دلخواه

۲- درک راحت تر و سریعتر بیننده از توزیع عوارض طبیعی و مصنوعی . برای مثال یک بیننده به راحتی نمی تواند نوع پوشش گیاهی را در تصویر ماهواره ای تشخیص داده و انواع آنرا تفکیک کند ولی با قرار دادن سمبلهای سه بعدی در محل مورد نظر، درک بیننده از نوع پوشش گیاهی افزایش می یابد (Seixas& Savelli،2006)

۳- پیش بینی و شبیه سازی حوادث طبیعی مانند زلزله، زمین لغزش (Nichol&Shaker&Wong,2006) سیل و ... و نمایش میزان تخریب با توجه به پارامترهای مؤثر در ایجاد حادثه

۴- یک روش ارزان و مناسب برای افزایش کیفیت، در تصاویری که کیفیت بالایی ندارند (Paul& Subramanian& Bharadwaj,2006)

۵- شبیه سازی پوشش آنتن های مخابراتی و تعیین بهترین محل جهت نصب آنتن ها (Paul&Subramanian& Bharadwaj,2006)

۶- شبیه سازی جهت ساخت راهها

۷- شبیه سازی جهت مسیریابی خطوط انتقال (خط لوله گاز، نفت، آب وخط انتقال برق و ...)

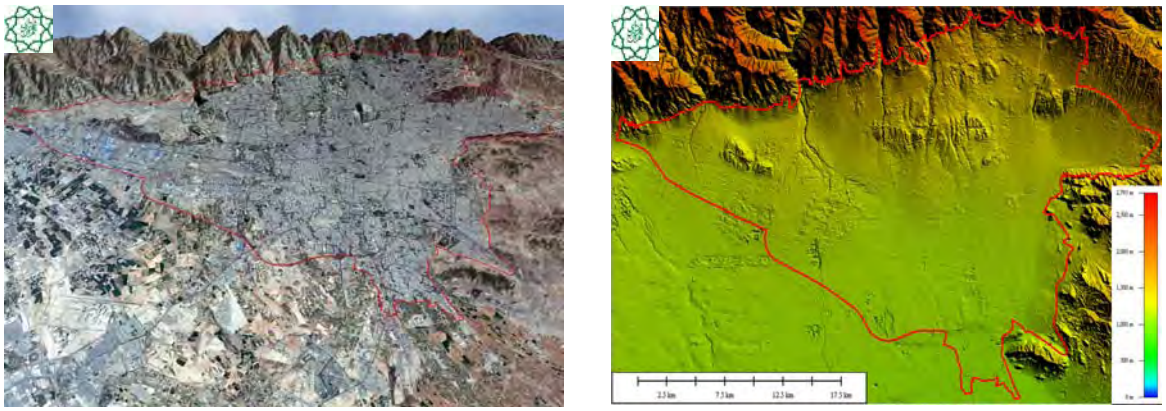
۸- مکان یابی مراکز امداد رسانی

۹- دید واقعی از بالا آمدگی آب، در مناطقی که مستعد آبگرفتگی هستند

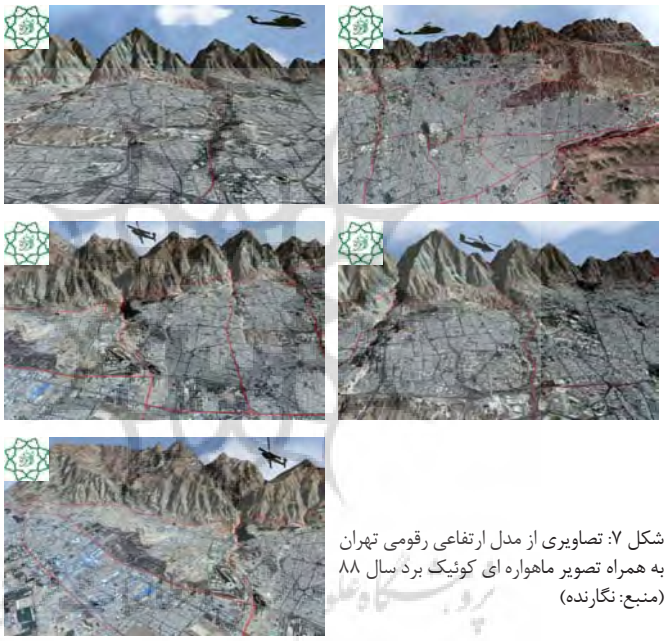
۱۰- شبیه سازی حرکت رباط در سیارات

درشکل ۵ قسمتهایی از مدل سه بعدی منطقه ۶ و منطقه ۲ تهران نشان داده شده است. این مدل در سازمان فناوری شهرداری تهران، معاونت اطلاعات مکانی، تهیه شده است. مدل سه بعدی مذکور با استفاده از DEM تهران (شکل ۶) با توان تفکیک ارتفاعی ۱/۵ متر، تصویر ماهواره ای کوییک برد ۸۸ با توان تفکیک مکانی ۰/۶ متر و لایه های سه بعدی عوارض سطحی زمین مانند ساختمان، نور گیر، دیوار، استخر، سکو، تک درخت، دکل فشار قوی، تیر برق و ... ساخته شده است. برای تهیه این مدل ابتدا تصویر ماهواره ای بر روی DEM تهران (شکل ۷) قرار گرفت و سپس سایر لایه ها به آن اضافه شد. قابلیت پرواز بر روی این مدل شبیه سازی شده، از مکانهای دلخواه وجود دارد. در این مدل ساختمانها ارتفاع واقعی داشته و سایر عوارض از جمله دیوار، تک درخت، سکو، استخر، دکل فشار قوی، تیر برق و ... از اطلاعات نقشه های ۱:۲۰۰۰ برداشت شده و در جایگاه واقعی خود قرار گرفته اند. در صورتیکه عکسهایی از سقف و پنجره ساختمانها موجود باشد می توان برای هر ساختمان شکل واقعی آنرا شبیه سازی کرده و مدل را به نمایی واقعی از شهر، نزدیکتر کرد.

شکل ۵: تصاویری از مدل سه بعدی منطقه ۶ و منطقه ۲ تهران (منبع: نگارنده)



شکل ۶: مدل ارتفاعی رقومی تهران (منبع: نگارنده)



شکل ۷: تصاویری از مدل ارتفاعی رقومی تهران به همراه تصویر ماهواره ای کوئیک برد سال ۸۸ (منبع: نگارنده)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

1-Baltsavias, E., Zhang, L.,Eisenbeiss, H., 2005. DSM Generation and Interior Orientation Determination of IKONOS Images Using a Testfield in Switzerland, ISPRS Hannover Workshop2005 on “High-Resolution Earth Imaging for Geospatial Information”, May, Hannover, Germany.

2- Paul, R., Subramanian, S., Bharadwaj, S., 2006. Creation of Digital City Model using Single High Resolution Satellite Image, PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING & REMOTE SENS ING, April 2006.

3-Savelli, R M., Seixas, R B., 2006. Semi-Automatic Detec tion of Vegetations in Digital Satellite Images for Building 3D Terrains, Proceeding of the Sixth IASTED International Conference Visualization, Imaging, and Image Processing, August 28-30,2006.

منابع اینترنتی

1-http://www.geoeye.com/CorpSite
2-http://www.satimagingcorp.com
3-http://mapindia.org/2010/proceed ing/VinodMenon.pps
4-www.asprs.org/publications/proceedings/fall2006/0034.pdf
5-www.asprs.org/publications/pers/2006journal/april/feature2.pdf
6-www.lsgi.polyu.edu.hk/rsrg/resources/people/…/stereo_landslide_geomor.pdf