تست دقت هندسي تصاويرماهواره اي با آرايش خطي

جهت استخراج اطلاعات هندسي دوبعدي وسه بعدي

محمد نجف طرفي[1]، مهدي ساعتي[2] و سعيد صادقيان[3]

[1] دانشكده نقشه برداري دانشگاه خواجه نصيرالدين طوسي، m_najafi1350@yahoo.com

[2] گروه مهندسي نقشه برداري دانشكده فني دانشگاه تهران، msaati@gmail.com

[3] مركز تحقيقات نقشه برداری سازمان نقشه برداري كشور، sadeghian@ncc.neda.net.ir

چكيده

جهت تصحيح هندسي تصاوير با سيستم تصويربرداري خطي نياز به مدلهايي مي باشد كه بتوان ديناميک بودن هندسه تصوير برداري را مدل نمود. در مورد تصاوير سنجنده هاي با قدرت تفكيک بالا بنا به دلايل متعددي مانند دلايل امنيتي، اطلاعات مربوط به موقعيت ووضعيت ماهواره از سوي موسسه عرضه كننده ارائه نمي گردد. لذا استفاده از مدلهاي هندسي مستقل از اطلاعات فوق ضروري مي باشد(توابع گويا). در اين مقاله دقت هندسي تصاوير سه سنجنده SPOT, MOMS-O2 وIKONOS جهت استخراج اطلاعات هندسي دوبعدي وسه بعدي توسط مدلهاي هندسي مختلف تست گرديده اند. نتايج بدست آمده نشان مي دهد كه تصاوير SPOT از لحاظ هندسي جهت توليد نقشه هاي توپوگرافي با مقياس كوچكتر از ۱:۵۰۰۰۰ ,تصاوير MOMS جهت توليد نقشه هاي مسطحاتي با مقياس ۱:۵۰۰۰۰و تصاوير IKONOS از لحاظ هندسي جهت توليد تصاوير اورتو با مقياس ۱:۵۰۰۰مناسب مي باشند.

واژگان كليدي: آرايش خطي، تست دقت هندسي، تصاوير ماهواره اي، مدلهاي هندسي

۱- مقدمه

تصاویر ماهواره ای تجاری یا بطور کلی داده های سنجش از دور به عنوان یکی از منابع مهم اطلاعات مکانی از دهه ۷۰ پا به عرصه حضور گذاشتند و تا به امروز در کاربردهایی زیادی از این اطلاعات که عمدتاً دارای پوشش مناسبی هستند استفاده شده است. در این مقاله تعدادی از مدلهای ریاضی جهت تصحیح هندسی تصاویر ماهواره ای با آرایش خطی در حالت دو بعدی و سه بعدی با تعداد نقاط کنترل مختلف به همراه مقایسه ای بین نتایج حاصل از اعمال این مدلها بر تصاویر ماهواره ای ارائه شده است.

تاکنون مدلهای ریاضی مختلفی توسط محققان در زمینه تست دقت هندسی تصاویر ماهواره ای در حالت دو بعدی و سه بعدی ارائه شده است. در حالت سه بعدی اساس اغلب مدلها بر مبنای شرط هم خطی قرار دارد.

مدل پارامتر مداری توسط گوگان در سال ۱۹۸۶ برای تصحیح هندسی تصاویر ماهواره ای ارائه شد. این مدل توسط ولدان زوج و پتری در سال ۱۹۹۷توسعه یافت و بر روی تصاویر سطح 1A و 1B سنجنده SPOT، MOMS_O2 وIRS-1C (Valadan Zoej M. J., 1997) اعمال شد. این مدل بر مفهوم حرکت ماهواره قرار دارد.

در سال ۱۹۹۶، منادیلی و کورت نُواک مدل DLT را جهت تست دقت هندسی تصاویر سنجنده SPOT با استفاده از داده های شبیه سازی شده بکار بردند (El-manadili &Kurtnovak1996). مدل DLT نیازی به افمریز ماهواره ندارد و بنابراین در مورد سنجنده هایی با توان تفکیک بالا که افمریز آنها در دسترس نمی باشد مدل مفیدی می باشد. مدل DLT همچنین برای تصاویر سنجنده IRS 1C استفاده شده است و وانگ مدل DLT را توسعه داد و تصحیحاتی به آن اضافه نمود (Wang, 2000).

اُکاماتو و همکارانش در سال ۱۹۹۸، انتقال افاین را برای سنجنده هایی با زاویه دید (field of view) باریک بکار بردند(Okamoto A. 1998). در این روش نیاز به انتقال از تصویر برداری پرسپکتیو به تصویر برداری افاین می باشد. این روش در مورد یک جفت تصویر ماهواره SPOT بکار گرفته شد.

محققان دیگری از مدل توابع کسری برای تست دقت هندسی تصویر IKONOS استفاده نمودند (Fraser et.al, 2001 ; Baltsavias et.al, 2001;Tao & Hu, 2001 ;Hannover, 2001).

در حالت دو بعدی چند جمله ایهای عمومی آسان ترین روش جهت تست دقت دو بعدی تصاویر می باشد. دو روش Pointwise وPiecewise به دلیل این که یک چند جمله ای با توجه به مورفولوژی زمین در کل تصویر (به دلیل متفاوت بودن نوع عوامل تولید کننده خطا بر روی تصویر) نمی تواند دقت هندسی مناسبی را ارائه دهد، جهت تست دقت دو بعدی بر روی تصاویر بکار می روند.

روش مولتی کوادریک اولین بار توسط هاردی در سال ۱۹۶۸ بکار گرفته شد. در این روش بر اساس فاصله از نقاط کنترل، تصحیحی به هر نقطه اعمال می شود. روش مولتی کوادریک در حالتی که نقاط کنترل توزیع مناسبی داشته باشند، می تواند بصورت موثری عمل نماید(محمد نجف طرقی ،۱۳۸۱).

در سال ۱۳۸۴ تست دقت هندسی بر روی تصویر آیکونوس چند طیفی به منظور تهیه اورتو با استفاده از توابع کسری سه بعدی و مدل های تجربی مبتنی بر شبکه های عصبی (مدل پرسپترون چند لایه) توسط ساعتی انجام شد که قابلیت تهیه نقشه با مقیاس ۱:۱۱۰۰۰ به کمک توابع کسری و مقیاس ۱:۱۷۰۰۰ با شبکه های عصبی بدست آمد(ساعتی، ۱۳۸۴).

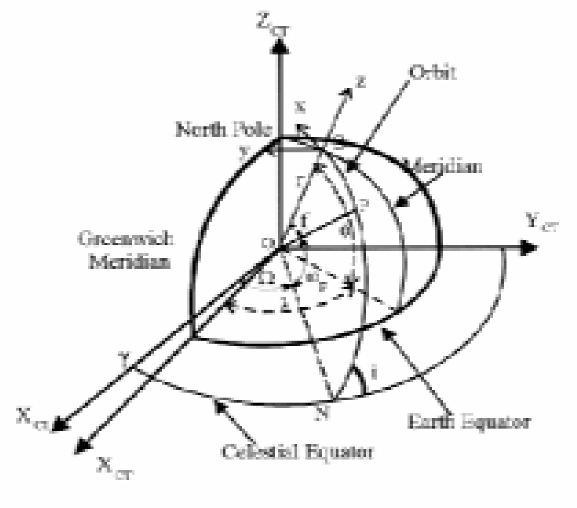
هم اکنون نیز روشهای مختلفی مانند توابع کسری ،الگوریتم ژنتیکی ابداع و بکار گرفته شده اند. در بخش بعدی به تشریح مدل های مذکور پرداخته شده است.

۲- مدلهای ریاضی تصحیح هندسی تصاویر با آرایش خطی

۲-۱- مدلهای ریاضی تصحیح هندسی تصاویر با آرایش خطی در حالت سه بعدی

۲-۱-۱- مدل پارامتر مداری

در این مدل از المانهای کپلری در مدل کردن نحوه تصویر برداری ماهواره استفاده می شود. جهت ارتباط بین سیستم مختصات تصویری و سیستم مختصات CT یک سیستم مختصات میانی را تعریف می کنیم به نام CI. درسیستم مختصات CT مبدا در مرکز زمین قرار دارد. محورZ به سمت محل متوسط قطب شمال بین سالهای (۱۹۰۰-۱۹۰۵م) و صفحه ZX شامل نصف النهار متوسط گرینویچ می باشد. محور Y طوری تعیین می شود که سیستم دست راستی گردد. سیستم مختصات CI سیستم مختصات مداری می باشدکه با یک سرعت یکنواخت حرکت می کند. تئوری حرکت ماهواره توسط این سیستم مختصات بررسی می شوند. مرکز سیستم مختصات CI بر مرکز زمین قرار دارد و محور Z آن بسمت قطب شمال و محور X آن به سمت نقطه اعتدال بهاری(γ) می باشد. محور Y به نحوی تعیین می شود که سیستم دست راستی گردد(Valadan Zoej M. J., 1997).



تصویر۱: سیستم مختصات زمین مرکز(Valadan Zoej and Petrie, 1998)

روابط بین پارامترهای این سیستم به صورت زیر می باشد.

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1+e\cos(f)}$$

$$\begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} = R_3(-\Omega)R_1(-i)R_3(-w_p - f)\begin{bmatrix} r \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

r: فاصله مرکز پرسپکیو تا مرکز بیضوی

Ω: بعد نقطه گرهی صعودی

w_p: آرگومان پریجی

f: آنامولی حقیقی

i: زاویه میل مدار ماهواره

در این حالت معادلات شرط هم خطی را می توان بصورت زیر نوشت:

$$\begin{bmatrix} x_i - x_0 \\ y_i - y_0 \\ -c \end{bmatrix} = S.R.\begin{bmatrix} X_i^g - X_0 \\ Y_i^g - Y_0 \\ Z_i^g - Z_0 \end{bmatrix}$$

که در آن:

S: ضریب مقیاس

β: زاویه دید

(x_i, y_i): مختصات تصویری نقطهi

$(X_0, Y_0, Z_0, w, \varphi, k)$:پارامتر های توجیه خارجی

$$R = R_1(\beta)R_3(k)R_2(\varphi)R_1(w)R_2(f + w_p - \frac{\pi}{2})R_1(\frac{\pi}{2} - i)R_3(\Omega - \pi)$$

به علت دینامیک بودن هندسه تصویر برداری پارامترهای موقعیت و دوران به صورت توابعی از زمان در نظر گرفته می شوند. با توجه به محدود بودن زمان تصویر برداری می توان تغییرات آنها را بصورت چندجمله ای درجه یک یا دو نسبت به زمان در نظر گرفت که با جاجایی اسکنر در جهت حرکت ماهواره (along track) در مدت زمان اسکن می توان از مختصات تصویری نقاط در این چندجمله ایها استفاده کرد. f وابسته به حرکت ماهواره وΩ وابسته به دوران زمین می باشد. از آنجائیکه f و w_p با هم در ارتباط مستقیم هستند، w_p ثابت فرض می شود. بنابر این می توان نوشت:

$$w = w_0 + w_1x + w_2x^2, \qquad \varphi = \varphi_0 + \varphi_1x + \varphi_2x^2, \qquad k = k_0 + k_1x + k_2x^2$$

$$a \qquad ,i \qquad ,f = f_0 + f_1x \qquad ,\Omega = \Omega_0 + \Omega_1x$$

در این حالت تعداد مجهولات به ۱۵ عدد افزایش می یابدکه با داشتن حداقل ۸ نقطه کنترل زمینی می توان مجهولات را محاسبه نمود(Valadan Zoej and Petrie, 1998).

۲-۱-۲- مدل توابع گویا

در حالتی که هیچ کدام از المانهای توجیه داخلی وخارجی در دسترس نمی باشد این مدل می تواند جهت استخراج اطلاعات سه بعدی بکار رود. اساس این مدل بر پایه چند جمله ایها است و بصورت یک نسبت از چند جمله ایها که شامل ضرایبی هستند که مستقیماً محاسبه می شوند، می باشد. این مدل شبیه به معادلات شرط هم خطی ارتباط بین فضای شئ و تصویر را بر قرار می نماید. یک مدل عمومی از توابع منطقی که برای انتقال از فضای دو بعدی تصویر به فضای سه بعدی مناسب می باشد، در زیر ارائه گردیده است.

$$x = \frac{a_1 + a_2Y + a_3X + a_4Z + a_5XY}{1 + b_1Y + b_2X + b_3Z + b_4XY} \quad , \quad y = \frac{c_1 + c_2Y + c_3X + c_4Z + c_5XY}{1 + b_1Y + b_2X + b_3Z + b_4XY}$$

که در آن:

(x,y) مختصات تصویری نقطه و (X,Y,Z) مختصات زمینی متناظر آن می باشد.

۲-۲- مدلهای ریاضی تصحیح هندسی تصاویر با آرایش خطی در حالت دو بعدی

۲-۲-۱- مدل توابع گویای دو بعدی

فرم کلی معادلات پروجکتیو دو بعدی به صورت زیر می باشد. این معادلات می توانند خطای ناشی از تیلت را حذف نمایند در حالیکه خطای ناشی از اختلاف ارتفاع حذف نمی گردد.

$$X = \frac{a_1 + a_2x + a_3y}{a_7x + a_8y + 1} \qquad Y = \frac{a_4 + a_5x + a_6y}{a_7x + a_8y + 1}$$

جهت استفاده از این معادلات در تصحیح هندسی تصاویر ماهواره ای نیاز به اعمال پارامترهای اضافی به صورت زیر می باشد.

$$X = \frac{a_1 + a_2x + a_3y + a_4xy + a_5x^2 + a_6y^2 + a_7y^3}{1 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 + b_5y^2 + b_6y^3} \quad و \quad Y = \frac{c_1 + c_2x + c_3y + c_4xy + c_5x^2 + c_6y^2 + c_7y^3}{1 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 + b_5y^2 + b_6y^3}$$

۲-۲-۲- مدل ترکیبی از روش چند جمله ای ها و مدل توابع گویای دو بعدی

در این روش ابتدا بهترین چند جمله ای را بر تصویر اعمال می نمائیم. از چند جمله ایها به علت عدم استفاده از هندسه تصویربرداری می توان به آسانی به مختصات زمینی دسترسی یافت. فرم کلی این معادلات را می توان بصورت زیر بیان نمود :

$$\mathrm{X} = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + \ldots \qquad \mathrm{Y} = b_0 + b_1x + b_2y + b_3x^2 + b_4xy + \ldots$$

با اعمال چند جمله ای به تصویر ، تصویر دوران می یابد ، تغییر مقیاس می دهد ، فشرده می شود و شیفت پیدا می کند تا بهترین حالت انطباق با زمین را پیدا کند. این روش در مورد تصاویر ماهواره ای که اغلب مدوله کردن

هندسه تصویربرداری و اعوجاجات مشکل است، مناسب می باشد. درجه های مختلفی از چند جمله ایها را می توان در نظر گرفت و در محاسبات بکار برد. خطاهای موجود در تصویر به علت نحوه تاثیر شان در هندسه تصویر ، توسط ترم مشخصی از چند جمله ایها حذف می گردند و به عبارتی هر یک از جملات چند جمله ایی برای حذف نوع خاصی از خطا موثر می باشد. با اضافه نمودن ترمهای اضافی به معادلات می توانیم تاثیر عوامل ایجاد کننده خطا را به هر گونه که باشند حذف نمائیم. بنابراین با افزایش درجه چند جمله ای، خطاهایی با درجه بالاتر حذف می گردند. همچنین با اضافه نمودن ترمهای جدید به چند جمله ای نوسان چند جمله ایی بین نقاط کنترل افزایش می یابد، و اعمال این نوسانات برروی نقاط چک می تواند خطا را افزایش دهد. بنابراین باید چند جمله ایی را انتخاب کنیم که بهترین نتیجه را ایجاد نماید.

بعد از انتخاب بهترین چند جمله ای معادلات اصلاحی پروجکشن دوبعدی را بکار می بریم. تا خطاهای موثر بر هندسه تصویر که با مدل چند جمله ایها از بین نرفته اند از روی تصویر از بین رود. این مدل یک مدل ترکیبی بوده و از دو نوع مدل ریاضی درآن استفاده می شود.

۳- مناطق مورد استفاده

۳-۱- منطقه مورد استفاده با سنجنده SPOT

در مورد سنجنده SPOT منطقه ای در اردن مورد بررسی قرار گرفت. جفت تصاویر مورد استفاده در این منطقه از نوع پانکروماتیک و از سطح 1A بوده و نسبت باز به ارتفاع برای این زوج تصاویر ۰/۹۸ می باشد. تصاویر از نقطه نظر رادیومتریکی دارای کیفیت مناسب بودند. مختصات نقاط کنترل با استفاده از روش تفاضلی بدست آمده و دقت مسطحاتی آنها زیر یک متر و تعداد آنها ۳۸ نقطه می باشد.

۳-۲- منطقه مورد استفاده با سنجنده MOMS

درمورد سنجنده MOMS جفت تصاویر مورد استفاده مربوط به یک منطقه در قسمت جنوب شرقیNorthern Territory کشور استرالیا می باشد. این تصاویر ابتدا توسط دکتر Fraser از دانشگاه ملبورن تست شده است. منطقه نیمه خشک بوده و ناهمواری کمی دارد. در این بخش از ۵۱ نقطه زمینی استفاده گردیده تعدادی از این نقاط به عنوان نقاط کنترل و تعدادی به عنوان نقاط چک انتخاب شدند. مختصاتهای نقاط زمینی توسط تکنیک DGPS بدست آمدند.

۳-۳- منطقه مورد استفاده با سنجنده IKONOS

تصویر مورد استفاده از سنجنده IKONOS در حالت پانکروماتیک و مربوط به شهر همدان بوده و مختصاتهای۳۰ نقطه کنترل آن از نقشه های ۱:۱۰۰۰ (تهیه شده توسط سازمان نقشه برداری) استخراج شده اند.

۴- تست دقت هندسی تصاویر SPOT، MOMS وIKONOS

۴-۱- تست دقت هندسی تصاویر SPOT در حالت سه بعدی

در مورد تست دقت هندسی تصاویر SPOT ازجفت تصاویر مربوط به منطقه ای در شمال شرقی کشور اردن استفاده شده است، که در آگوست ۱۹۸۷ تهیه شده اند زاویه انحراف از قائم برای تصویر اول ۲۴/۷ درجه وبرای تصویر دوم ۲۰/۸۲ درجه می باشد. نقاط کنترل زمینی توسط سازمان نقشه برداری سلطنتی اردن با استفاده از روش GPS با دقت حدود یک متر اندازه گیری شده است. نسبت باز به ارتفاع در این جفت تصاویر برابر۰/۸۴ می باشد. در جدول ۴-۱ نتایج حاصل از اعمال دو مدل ریاضی پارامتر مداری و مدل توابع گویا که بر روی این زوج تصاویر اعمال شده اند ارائه شده است.

جدول۴-۱- نتایج حاصل از اعمال مدل پارامتر مداری و توابع گویا بر تصویر SPOT در سیستم مختصات CT (واحد متر)

مدل مداری						مدل توابع گویا						تعداد نقاط	
تست			کنترل			تست			کنترل				
ΔZ	ΔY	ΔX	ΔZ	ΔY	ΔX	ΔZ	ΔY	ΔX	ΔZ	ΔY	ΔX	تست	کنترل
۸/۴۰	۸/۹۱	۸/۷۰	۹/۵۰	۶/۸۴	۸/۴۰	۷/۹۶	۹/۸۲	۸/۵۹	۶/۶۱	۵/۱۸	۶/۹۷	۲۳	۱۵
۸/۸۴	۸/۱۰	۸/۹۴	۹/۱۴	۶/۶۲	۸/۰۸	۶/۵۸	۸/۹۱	۸/۸۱	۷/۳۷	۵/۳۶	۶/۹۸	۲۱	۱۷
۸/۰۱	۸/۷۵	۹/۲۲	۸/۵۱	۶/۵۹	۷/۶۵	۴/۴۹	۸/۸۴	۹/۹۹	۷/۳۲	۵/۷۴	۶/۸۸	۱۳	۲۵

۴-۲- تست دقت هندسی تصاویر MOMS-O2 در حالت دو بعدی

در این بخش از ۵۱ نقطه زمینی استفاده گردیده تعدادی از این نقاط به عنوان نقاط کنترل وتعدادی به عنوان نقاط چک انتخاب شدند. مختصاتهای نقاط زمینی توسط تکنیک DGPS بدست آمده اندودقت آنها زیر یک متر می باشد. اندازه پیکسل این سنجنده بر روی زمین ۱۳،۵ متر می باشد. در جدول ۴-۲ نتایج حاصل از اعمال دو مدل ترکیبی و مدل توابع گویا بر تصاویر MOMS ارایه شده است.

جدول۴-۲- نتایج حاصل از اعمال روش ترکیبی و مدل توابع گویا بر تصویر MOMS (واحد متر)

تعداد نقاط		مدل توابع گویا				مدل ترکیبی			
		کنترل		تست		کنترل		تست	
کنترل	تست	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY
۱۵	۳۶	۴/۴۳	۱۲/۱۵	۱۰/۹۸	۱۱/۷۰	۰/۸۸	۱/۰۸	۸/۷۳	۷/۵۲
۲۰	۳۱	۱۱/۶۰	۱۶/۴۳	۹/۱۵	۱۰/۳۰	۸/۶۰	۷/۶۵	۷/۲۶	۶/۸۰
۲۵	۲۶	۱۰/۰۵	۱۴/۲۶	۹/۴۸	۸/۹۷	۵/۴۰	۶/۰۶	۷/۶۰	۵/۶۴
۳۰	۲۱	۱۱/۶۱	۱۰/۶۸	۶/۸۵	۱۰/۶۸	۸/۳۰	۶/۶۵	۴/۰۶	۵/۸۸

۴-۳- تست دقت هندسی تصاویر IKONOS جهت تولید تصویر اورتو

تصویر تست شده سنجنده IKONOS مربوط به شهر همدان از نوع پنکروماتیک با ابعاد ۸ km × ۷ و دقت نقاط کنترل که از نقشه های ۱:۱۰۰۰ شهری استخراج شده اند زیر یک متر می باشد. تعداد نقاط زمینی بکار رفته در این تست ۳۰ وبه نحوی انتخاب شدند که کل تصویر راپوشش دهند. در جدول ۴-۳ نتایج حاصل از اعمال دو مدل DLT و مدل توابع گویا بر روی تصویر IKONOS ارایه شده است.

جدول۴-۳- نتایج حاصل از اعمال روش ترکیبی و مدل توابع گویا بر تصویر IKONOS (واحد متر)

تعداد نقاط		مدل توابع گویا				مدل DLT			
		کنترل		تست		کنترل		تست	
کنترل	تست	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY
۱۰	۲۰	۰/۱۲	۰/۰	۳/۴۶	۳/۱۱	۰/۳۲	۰/۱۵	۱/۹	۲/۶۳
۱۵	۱۵	۱/۳۸	۱/۰۳	۱/۵	۱/۵۴	۱/۹۰	۲/۵۵	۱/۲۴	۱/۶
۲۰	۱۰	۱/۶	۱/۰۶	۱/۱۲	۱/۰۰	۱/۹۶	۲/۵۲	۰/۶۵	۱/۵۹
۳۰	۰	۱/۳۴	۰/۹۸	۰	۰	۱/۷۵	۲/۳۴	۰	۰

همانگونه که در جداول فوق دیده می شود می توان گفت:

- با افزایش تعداد نقاط کنترل خطای هندسی تصاویر کاهش می یابد.
- در حالت دو بعدی می توان گفت روش ترکیبی با توجه به دقت اسمی سنجنده MOMS (۱۳/۵متر) روشی مناسب جهت تصحیح دو بعدی می باشد.
- در حالت سه بعدی با توجه به مستقل بودن مدل توابع گویا از مشخصات سنجنده و نتیجه قابل قبول حاصل از اعمال این مدل برجفت تصاویر SPOT می توان از این مدل جهت تست دقت هندسی تصاویر ماهواره ای در حالت سه بعدی استفاده نمود.

۵- نتیجه گیری

معمولا دقت مسطحاتی را برابر ۰/۳ عدد مقیاس در واحد میلی متر (دکتر ولدان زوج) و دقت ارتفاعی ۰/۳ فاصله منحنی میزانها در نظر گرفته می شوند. رابطه بین مقیاس نقشه و دقت مسطحاتی و ارتفاعی در جدول ۵-۱ ارائه شده است.

جدول۵-۱- ارتباط مقیاس نقشه با دقت ارتفاعی و مسطحاتی

مقیاس نقشه	فاصله منحنی	دقت مسطحاتی	دقت ارتفاعی
۱:۵۰۰۰	۵	۱/۵	۱/۵
۱:۵۰۰۰۰	۲۰	۱۵	۶
۱:۲۵۰۰۰۰	۱۰۰	۷۵	۳۰

نتایج ارائه شده در قسمت قبل در سیستم مختصات CT بود. جهت تست قابلیت تصاویر فوق در تولید نقشه، دقت هندسی تصاویر را به سیستم تصویر UTM (مبنای ارتفاعی از سطح بیضوی WGS84 می باشد) منتقل کرده که نتایج حاصل در جدول ۵-۲ آمده است.

جدول ۵-۲- دقت هندسی تصاویر ماهواره ای MOMS،SPOT و IKONOS در سیستم تصویر UTM

تعداد نقاط	نوع سنجنده	منطقه تست شده	مدل مورد استفاده	دقت مسطحاتی	دقت ارتفاعی
۱۷	SPOT	اردن	توابع گویا	۱۲/۹۹	۶/۹۳
۲۵	MOMS	استرالیا	مدل ترکیبی	۱۲/۴۷	-
۱۵	IKONOS	همدان	مدل ترکیبی	۱/۵۴	-

با توجه به جدول ۵-۲ می توان گفت که:

- جفت تصویر SPOT اردن می تواند جهت تولید نقشه های توپوگرافی با مقیاس کوچکتر از ۱:۵۰۰۰۰ بکار رود.
- تصویر MOMS مربوط به استرالیا می تواند جهت تولید نقشه های مسطحاتی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰بکار رود.
- تصویر IKONOS مربوط به همدان جهت تولید تصویر ارتو با مقیاس ۱:۵۰۰۰ مناسب می باشد.

۶- پیشنهادات آینده

- بررسی بر روی مدلهای تصحیح هندسی در حالت سه بعدی و ارائه مدلهای کاملتر.
- بررسی چگونگی تشخیص عوارض بر روی تصاویر تست شده جهت تعیین کارایی تصاویر.
- استفاده از مدلهای تصحیح هندسی بر روی تصاویر روسی و تعیین قابلیت آنها.

فهرست منابع

۱. ساعتی مهدی، ۱۳۸۴، تهیه نقشه تصویری با استفاده از تصویر آیکونوس و مدل رقومی زمین، گروه مهندسی نقشه برداری دانشکده فنی دانشگاه تهران

۲. نجف طرقی محمد ،۱۳۸۱،تهیه نقشه های بزرگ مقیاس با استفاده از تصاویر با حد تشخیص بالا، دانشکده مهندسی نقشه برداری دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

3. Baltsavias E., Pateraki M., Li Zhang, 2001, RADIOMETRIC AND GEOMETRIC EVALUATION OF IKONOS GEO IMAGES AND THEIR USE FOR 3D BUILDING MODELLING, Zurich, Switzerland

4. El-manadili Y. and Kurtnovak, 1996, PRECISION RECTIFICATION OF IMAGERY USING THE DIRECT LINEAR TRANSFORMATION MODEL, ISPRS

5. Fraser C. S., Hanley H. B. and Yamakawa T., 2001, SUB-METRE GEOPOSITIONING WITH IKONOS GEO IMAGERY, University of Melbourne

6. Hannover, 2001, HIGH RESOLUTION MAPPING FROM SPACE ,ISPRS,Germany

7. Okamoto A., Fraser ,C.S., Hattori,S., Hasegawa,H. and T.Ono,1998, AN ALTERNATIVE APPROACH TO THE TRIANGULATION OF SPOT IMAGERY. International Archives of Photoigrammetry &Remot Sensing ,32(4):457-462,Stuttgart

8. Okamoto A., Fraser C., Hattori S., Hasegawa H. and Ono T., 2001, AN ALTERNATIVE APPROACH TO THE TRIANGULATION OF SPOT IMAGERY, Japan

9. Tao C.and & Hu Y. 2001, RATIONAL FUNCTION MODEL FOR IMAGE RECTIFICATION AND 3D MAPPING, USA

10.Valadan Zoej, J. J., G. Pertrie, 1998, MATHEMATICAL MODELING AND ACCURACY TESTING OF SPOT LEVEL 1B STEREO PAIRS, Photogrammetric Record

11.Valadan Zoej M. J., 1997, THREE DIMENSIONAL MATHEMATICAL MODELLING OF LINEAR ARRAY STEREO IMAGE(CROSS-TRACK CASE), Glasgow

12.Wang Y., 2000, AUTOMATED TRIANGULATION OF LINEAR SCANNER IMAGERY