The 2nd National Conference on Geospatial Information Technology (NCGIT)

K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering

18 January 2017

دومین کنفرانس ملی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ دی ماه ۱۳۹۵

تهیه پارامترهای اتمسفری از طریق isac در تصاویر فراطیفی حرارتی

فائزه سلیمانی وسطی کلایی [۱*]، مهدی آخوندزاده هنزائی [۲]

۱- کارشناس ارشد سنجش از دور- دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی- پردیس دانشکده‌های فنی- دانشگاه تهران
۲- استادیار دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی - پردیس دانشکده‌های فنی- دانشگاه تهران

چکیده :

تاثیرات مخرب اتمسفر بر روی انواع داده‌ها از قبیل ماهواره‌ایی و غیره شامل: تاثیر بر روی امواج ارسالی از ماهواره‌ها، در تعیین موقعیت از طریق تاثیر بر روی سیگنال ارسالی از ماهواره های GPS، خوردگی در نواحی مختلف از یک سازه دریایی، در تعیین دمای سطح زمین و غیره، متخصصین این علوم را ملزم به تعیین پارامترهای اتمسفری شامل گذردهی اتمسفری و رادیانس رو به پایین اتمسفری کرده است. در این تحقیق روش تصحیح اتمسفری در صحنه (ISAC) مورد بررسی قرار گرفته است. این روش از ۴مرحله اصلی تشکیل شده است که در طول این روش‌ها پارامترهای گذردهی اتمسفری و رادیانس رو به بالای اتمسفری برای سنجنده حرارتی فراطفی هایتس تخمین زده شدند. در پایان جهت ارزیابی روش پیشنهادی از محصولات داده ماهواره‌ی مورد نظر که توسط ناسا عرضه می گردد، استفاده شد. نتایج ارزیابی نشان می‌دهد که در باندهای ۱، ۵۰، ۱۰۰،۱۵۰ و ۲۰۰ RMSE گذردهی اتمسفری در به ترتیب ۰/۲۵۹۷، ۰/۳۱۶۵، ۰/۲۶۲۴، ۰/۲۶۸۸ و ۰/۳۷۸۴ و RMSE رادیانس رو به بالای اتمسفری نیزدر این باندها به ترتیب ۰/۳۰۵۷، ۰/۰۹۲۲، ۰/۱۹۵۵، ۰/۱۶۳۸ و ۰/۰۰۴۳ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی : پارامترهای اتمسفری، ISAC، گذردهی اتمسفری، رادیانس رو به بالای اتمسفری.

نویسنده مکاتبه کننده : فائزه سلیمانی وسطی کلایی
آدرس پستی : تهران، خیابان کارگرشمالی، بالاتر از جلال آل احمد، پردیس دانشکده‌های فنی، ساختمان مرکزی، طبقه ۱
تلفن : ۰۹۱۲۶۴۸۵۳۷۲
آدرس پست الکترونیک : faeze.soleimani@ut.ac.ir

۱- مقدمه

بهره‌گیری از فناوری سنجش‌ازدور و انواع تصاویر ماهواره‌ای در طی سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع جمع‌آوری اطلاعات به‌منظور مطالعه و پایش منابع زمینی و محیطی، توجه بسیاری از کارشناسان و متخصصان علوم مختلف از جمله محیط زیست، هواشناسی، هیدرولوژی و غیره را به خود جلب نموده است. در دهه‌های اخیر با پیدایش سیستم‌های تصویر برداری فراطیفی، این نوع از تصاویر به یکی از موضوعات مهم تحقیقاتی در دهه گذشته است [۱].

به‌دلیل تاثیرات منفی اتمسفر بر روی داده‌های ماهواره‌ایی و غیر ماهواره‌ایی ازقبیل: خوردگی در نواحی مختلف از یک سازه دریایی [۲]، در تعیین موقعیت از طریق تاثیر بر روی سیگنال ارسالی از ماهواره های GPS، در تعیین دمای سطح زمین و هم‌چنین تاثیراتی که بر روی امواج ارسالی از ماهواره‌ها دارد، علاوه‌برآن از آن جهت که یکی از پیش‌پردازش‌های مورد نیاز در حین کار با تصاویر ماهواره‌ایی، تصحیحات رادیومتریک ازقبیل تصحیح اتمسفری است. لذا تعیین پارامترهای اتمسفری شامل گذردهی اتمسفری[۱] و رادیانس رو به پایین اتمسفری[۲] همواره نقش بسیار مهمی را جهت بهبود دقت داده‌های ماهواره‌ایی و غیره ایفا می‌کند. با استفاده از تصحیح اتمسفری مقادیرمنعکس شده‌ی اجسام[۳] قبل از عبور از اتمسفر به‌دست می‌آید. با توجه به اهمیت این موضوع تاکنون روش‌های متعددی برای تعیین پارامترهای اتمسفری ارائه شده است.

Sathe و هم‌کاران در سال ۱۹۹۸ روشی را برای تخمین پارامترهای اتمسفری داده‌های ماهواره‌ایی مادون قرمز ارائه کردند. . در این روش با استفاده از فورترن۷۷[۴] سپس میانگین‌گیری از پارامترها در طول یک هفته و سپس نگاشت آن‌ها در یک شبکه‌ی $1^\circ \times 1^\circ$ و نمایش آن‌ها به‌عنوان تصویر رنگی کد شده، این پارامترها را تعیین کردند[۳].

هانگ و هم‌کاران نیز در سال ۲۰۰۶، با استفاده از روش ادغام تغییرات داده[۵] و تلفیق آن با تکنیک‌های تعدیل‌مندی[۶]، پارامتهای اتمسفری را به‌دست آوردند [۴].

کیرولا[۷] و هم‌کاران در سال ۲۰۱۰، روشی را جهت تخمین پارامترهای اتمسفری با استفاده از داده‌ی گوموس[۸] براساس قوانین سیگنال به نویز[۹] و اثرات شکست نور با توجه به منبع ستاره‌ها ارائه کرده اند. این روش شامل دو بخش اصلی است: در اولین مرحله اعوجاجات و خطاهای ابزاری فتومتر و طیف سنج تصحیح می‌شوند. و در گام بعدی پروفیل‌های عمودی از ترکیبات گازی اتمسفر، ذرات معلق در هوا و درجه حرارت با وضوح بالا نعیین می‌شود [۵].

یکی از روش‌های پرکاربرد در تعیین پارامترهای اتمسفری استفاده از روش تصحیح اتمسفری در صحنه (آیزاک)[۱۰] است [۶]. در این مطالعه این روش بر روی تصاویر فراطیفی حرارتی هایتس[۱۱] اعمال شد. با توجه به حجم بالای تصویر فراطیفی هایتس و محاسبات، در این تحقیق تنها ار بخشی از تصویر فراطیفی حرارتی استفاده شده است. در ادامه جزییات این روش آورده شده است.

---

[1] Transmittance
[2] Up-welling-Radiance
[3] Reflectance
[4] FORTRAN77
[5] Variational Data Assimilation
[6] Regularization
[7] Kyrölä
[8] GOMOS-Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars
[9] Signal To Noise Ratio
[10] ISAC
[11] HyTES

۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق از تصویر سنجنده فراطیفی هایتس استفاده شده است. این تصویر در تاریخ ۲۷ ژانویه سال ۲۰۱۶ از منطقه Aliso Canyon واقع در ایالت اورنج کانتی در کالیفرنیا اخذ شده است. این سنجنده دارای ۲۵۶ باند طیفی حرارتی واقع در محدوده طیفی ۱۲-۷/۵ میکرومتر است.

قبل از شروع الگوریتم آیزاک در ابتدا باندهای نویزی و جذبی بخار آب با توجه به فایل سربرگ تصویر مورد نظر و نمودار نویز معادل دلتای دما[1] آن، حذف می‌شوند که در مجموع ۲۰۲ باند بهینه در محدوده‌ی ۸-۱۱/۵ انتخاب گشتند. با توجه به تعداد بالای باندهای طیفی در این مطالعه، پارامترهای اتمسفری مورد نظر تنها در باندهایی با فاصله ۵۰ تایی از هم محاسبه شدند.در ادامه روش آیزاک به طور کامل توضیح داده شده است.

۲-۱- الگوریتم آیزاک

روش تصحیح اتمسفری ISAC در سال ۱۹۹۸ توسط جانسون طراحی [۶] و در سالهای بعد توسط یانگ و هم‌کاران توسعه یافت.

به طور کلی سطح زمین از مناطق و سطوح بسیار با گسیل‌مندی و دماهای متفاوت تشکیل شده است. اساس استفاده از الگوریتم آیزاک فرض وجود داشتن جسم سیاه در تصویر است. در محدوده حرارتی، پوشش‌های مختلفی از قبیل پوشش‌های آبی، خاک و انواع سطوح ناهموار وجود دارند که دارای طیف نشر بالایی هستند در نتیجه می‌توانند به‌عنوان یک جسم سیاه عمل کنند [۸ و ۷].

روش آیزاک به مراحل زیر تقسیم می‌شود:

در گام اول طول موجی ($\boldsymbol{\lambda_0}$) که در آن گذردهی اتمسفری بیشینه تاثیر را دارد و یا رادیانس مسیر کم‌ترین مقدار است، انتخاب می‌شود.

پس از آن با فرض ثابت بودن ضریب گسیل و وجود جسم سیاه در تصویر، $\varepsilon(\lambda) = \varepsilon_0$ (به طور مثال $\varepsilon_0 =$ ۰/۹۵) انتخاب شد و دمای درخشندگی ظاهری طبق فرمول زیر که معکوس قانون پلانک پلانک است محاسبه گشت. (۱)

$$T_B(i,j) = BB^{-1}(\lambda_0, L_M(\lambda_0, i, j))/\varepsilon_0$$ رابطه (۱)

که در آن L_M رادیانس اندازه‌گیری شده در سنجنده و i و j به ترتیب آدرس سطر و ستون در تصویر می‌باشند.

حال برای محدوده طیفی دیگری که اتمسفر به صورت شفاف نیست، با استفاده از دمای درخشندگی به‌دست آمده رادیانس به صورت زیر محاسبه شد.

$$L_M(\lambda, i, j) = B\big(\lambda, T_B(i,j)\big)\tau + L_P$$ رابطه (۲)

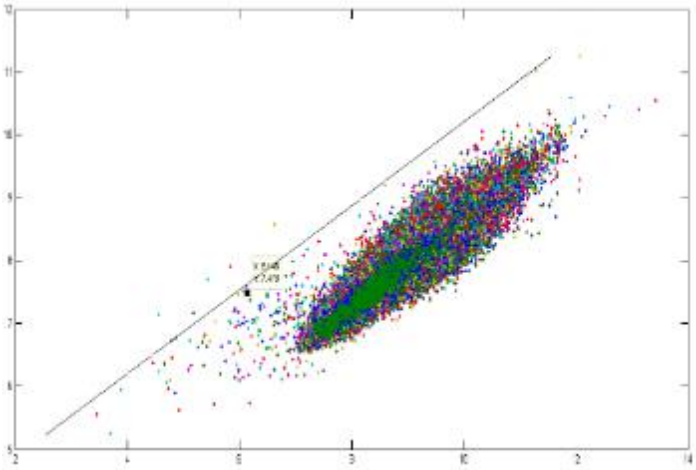
که در آن $\boldsymbol{\tau}$ انتقال اتمسفری، L_M رادیانس اندازه‌گیری شده در سنجنده و $\boldsymbol{L_P}$ رادیانس مسیر یا همان رادیانس رو به بالای اتمسفری است.

[1] NEDT

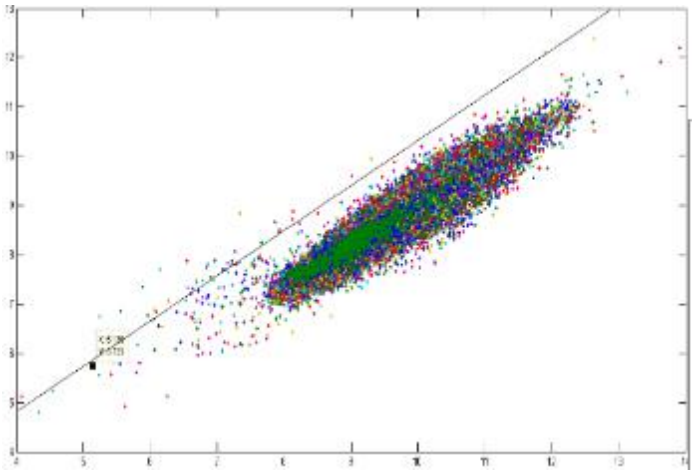
مرحله آخر رادیانس محاسبه شده $B(\lambda, T_B(i,j))$ روی محور x ها و رادیانس اندازه‌گیری شده در سنجنده روی محور y ها پلات شده و یک خط به بالاترین محدوده این پلات برازش داده می‌شود و عرض از مبدا و شیب این خط به ترتیب رادیانس مسیر و انتقال اتمسفری می‌باشد.

۳- نتایج و بحث

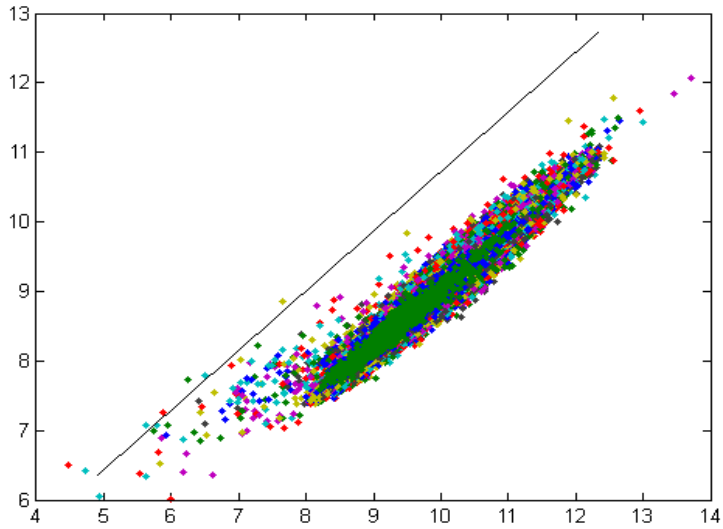
پس از انتخاب ضریب گسیل اولیه (ε_0) برابر با ۰/۹۹ و طول موج اولیه (λ_0) برابر با ۱۱/۵۰۷۹ میکرومتر، دمای درخشندگی ظاهری طبق فرمول ۱ محاسبه شد. سپس رادیانس $B(\lambda, T_B)$ برای باندهای ۱، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ محاسبه شد. در مرحله آخر این رادیانس‌ها و رادیانس‌های اندازه‌گیری شده به ترتیب روی محور x ها و y ها پلات شدند. شیب و عرض از مبدا در هر پلات به ترتیب گذردهی اتمسفری و و رادیانس رو به بالای اتمسفری است. در شکل (۱، ۲، ۳، ۴ و ۵) پلات‌ها آورده شده‌اند.



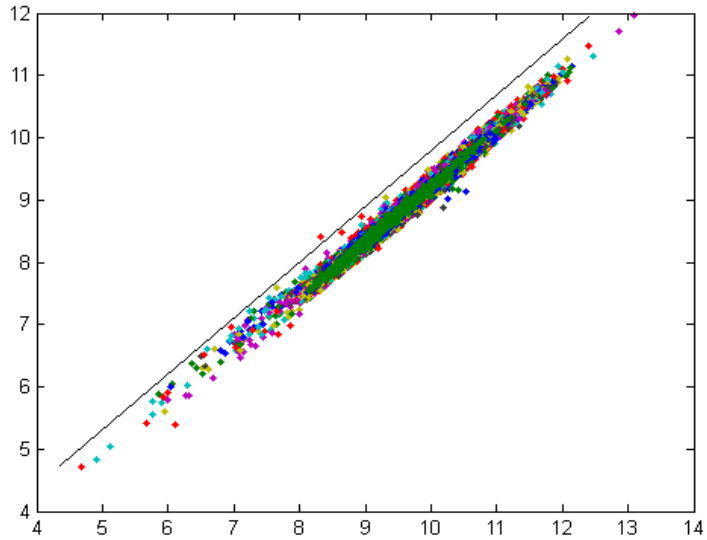
شکل۱: پلات رادیانس‌های اندازه‌گیری شده و محاسبه شد از باند۱



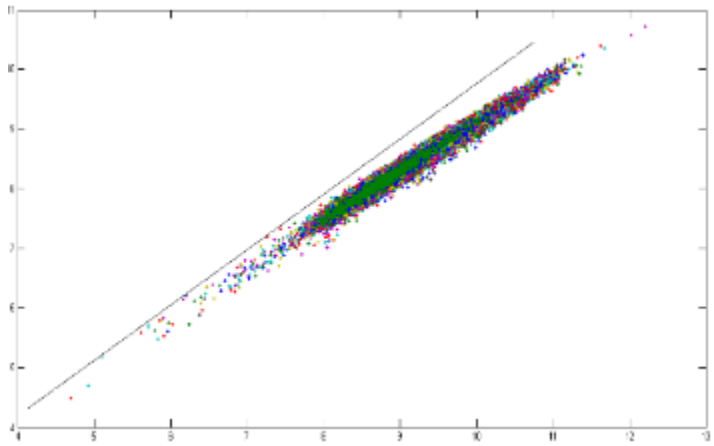
شکل۲: پلات رادیانس‌های اندازه‌گیری شده و محاسبه شد از باند۵۰



شکل۳: پلات رادیانس‌های اندازه‌گیری شده و محاسبه شد از باند۱۰۰



شکل۴: پلات رادیانس‌های اندازه‌گیری شده و محاسبه شد از باند۱۵۰



شکل۵: پلات رادیانس‌های اندازه‌گیری شده و محاسبه شد از باند۲۰۰

۴- نتایج

اساس الگوریتم آیزاک فرض وجود جسم سیاه در تصویر است. پوشش‌های آبی، خاکی و انواع سطوح ناهموار به‌دلیل داشتن طیف نشر بالا می‌توانند به عنوان یک جسم سیاه عمل کنند و در نتیجه این الگوریتم برروی بسیاری از تصاویر ماهواره‌ایی قابل اجراست. در این الگوریتم ابتدا طول موجی که در آن تاثیرات اتمسفری کمترین مقدار را دارد انتخاب و سپس دمای درخشندگی ظاهری تخمین زده شد. پس از آن با استفاده از دمای درخشندگی ظاهری رادیانس برای باندهای ۱، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ محاسبه شد. با پلات کردن رادیانس اندازه‌گیری شده در سنجنده و رادیانس محاسبه شده در دو محور مختصات و تخمین شیب و ضریب گسیل این پلات‌ها به ترتیب گذردهی اتمسفری و رادیانس رو به بالای اتمسفری در ۵ باند نمونه محاسبه شدند. بخش مهمی از آنالیزهای سنجش از دوری مربوط به داده‌های حقیقی است که در این پژوهش از محصولات ماهواره‌ای سنجنده فراطیفی هایتس برای این منظور استفاده شده است. در این مرحله به‌منظور ارزیابی دقت، پارامترهای اتمسفری بدست آمده از آیزاک، با محصولات پارامترهای اتمسفری سنجنده‌ی هایتس مقایسه شدند .نتایج ارزیابی نشان می‌دهد که RMSE گذردهی اتمسفری برای باندهای ۱، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ به ترتیب برابر ۰/۲۵۹۷، ۰/۳۱۶۵، ۰/۲۶۲۴، ۰/۲۶۸۸ و ۰/۳۷۸۴ و RMSE رادیانس رو به بالای اتمسفری نیز برای این باندها به ترتیب برابر ۰/۳۰۵۷، ۰/۰۹۲۲، ۰/۱۹۵۵، ۰/۱۶۳۸ و ۰/۰۰۴۳ است. با توجه به اینکه در این مطالعه به دلیل بالابودن حجم محاسبات و تصویر تنها از بخشی از تصویر فراطیفی حرارتی هایتس استفاده شد است لذا می‌توان دلیل بخشی از اختلافات را این امر دانست. در جدول ۱ نتایج ارزیابی پارامترهای اتمسفری محاسبه شده آورده شده است. در جدول ۲ نیز مقادیر محاسبه شده‌ی این پارامترها فراهم آورده شده است.

جدول۱: نتایج ارزیابی پارامترهای اتمسفری

RMSE گذردهی اتمسفری				
باند ۲۰۰	باند ۱۵۰	باند ۱۰۰	باند ۵۰	باند ۱
RMSE رادیانس رو به بالای اتمسفری				
باند ۲۰۰	باند ۱۵۰	باند ۱۰۰	باند ۵۰	باند ۱

جدول۲: پارامترهای اتمسفری به‌دست آمده از آیزاک

پارامتر	باند ۲۰۰	باند ۱۵۰	باند ۱۰۰	باند ۵۰	باند ۱
رادیانس رو به بالای	۰/۰۷۱۳	۰/۰۵۱۰	۰/۰۵۴۰	۰/۱۰۲۳	۰/۰۳۶۷
گذردهی اتمسفری	۰/۶۴۰۳	۰/۶۹۳۹	۰/۶۹۳۳	۰/۶۴۵۶	۰/۶۷۸۶

مراجع

[1] A. Esfandyari, M. Fatahimoghadam, and K. Rangraz, “Atmospheric Correction of Hyperspectral Images Using Spectrometer and with Empirical Line Calibration Line Calibration Method” presented at the National Conference of Geomatics, Tehran, Iran, 2013.

[2] A. Vaziri, H. Norozi and S. Yazdani, “The effect of atmospheric parameters on the occurrence of corrosion in different regions of a marine structure- case study, Pars Petrochemical Port” presented at National Congress of Civil Engineering, Babol, Iran, 2014.

[3] Sathe, P. V., and P. M. Muraleedharan. “Retrieval and processing of atmospheric parameters from satellite data.” Computers & Geosciences24.8 (1998): 797-803.

[4] Huang, Sixun, et al. “Retrieval of atmospheric and oceanic parameters and the relevant numerical calculation.” Advances in Atmospheric Sciences 23 (2006): 106-117.

[5] Kyrölä, E., et al. "Retrieval of atmospheric parameters from GOMOS data." Atmospheric Chemistry and Physics 10.23 (2010): 11881-11903.

[6] Young, Stephen J., B. Robert Johnson, and John A. Hackwell. "An in-scene method for atmospheric compensation of thermal hyperspectral data." Journal of Geophysical Research: Atmospheres 107.D24 (2002).

[7] Borel, Christoph C. "Artemiss-an algorithm to retrieve temperature and emissivity from hyper-spectral thermal image data." 28th Annual GOMACTTech Conference, Mar. 2003.

[8] Borel, Christoph C. "Surface emissivity and temperature retrieval for a hyperspectral sensor." Geoscience and Remote Sensing Symposium Proceedings, 1998. IGARSS'98. 1998 IEEE International. Vol. 1. IEEE, 1998.