نشربه علمی بژو، شی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال هفتم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۸ Vol.7, No.2, Summer 2019 ۲۱–٤۱ مقاله پژوهشی

دانتر طوسمی دانشگاه مسیر دانشگاه مسیر بردارس دانشگاه مند بردارس

ارزیابی مدلهای تصحیح توپوگرافی بااستفاده از آنالیز دقت برآورد سرب، پارامترهای تصویری و دادههای طیفسنجی میدانی

روحالله گودرزی'، مهدی مختارزاده'، محمدجواد ولدان زوج'*

۱- کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشکده مهندسی ژئودزی وژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۲- دانشیارگروه فتوگرامتری و سنجش ازدور، دانشکده مهندسی ژئودزی وژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۲۰

چکیدہ

تأثیر خطای ناشی از ارتفاع و ناهمواری سطح زمین بر مقدار رادیانس ثبت شدهٔ تصاویر ماهوارهای، احتمال کاهش دقت نتایج خروجی الگوریتمهای اعمال شده بر روی تصاویر را افزایش خواهد داد. بدین منظور برای کاهش اثر توپوگرافی روی تصاویر، مدلهای تصحیح مختلفی براساس نوع برهم کنش نور و سطح زمین تعریف شدهاند. با توجه به یکسان نبودن تاثیر انواع تصحیحات، در این پژوهش، تصحیحات توپوگرافی از جمله مدل لامبرتین(مدل کسینوسها) و مدلهای غیر لامبرتین (مدلهای مینهآرت و تصحیح *C*) بر روی تصاویر لندست از محدودهٔ ایرانکوه اصفهان اعمال شدند. به منظور ارزیابی این مدلها، پارامترهای آماری (اختلاف میانگین و انحراف معیار هر باند) تصاویر قبل و بعد از تصحیح، پارامترهای مبنی بر دادههای طیف سنجی (زاویهٔ شباهت و فاصلهٔ اقلیدسی) و تأثیر تصحیحات بر دقت برآورد سرب از تصاویر با مدل رگرسین خطی مورد استفاده قرار گرفت. باتوجه به نتایج حاصل از ارزیابی به سه روش ذکر شده، مدل کسینوسها نسبت به مدلهای غیر لامبرتین عملکرد ضعیفی جهت رفع اثر توپوگرافی از خود نشان داد. دقت کلی زاویه شباهت بالاتر از معدیار ۲۸۰ بین طیف تصویر و دادهٔ طیف سنجی برای مدل مینه آرت و کسینوسها به ترتیب برابر با ۲۷۴٬۰ و ۲۸۰۰ حاصل شده مدل مقدار ۲۸۰ بین طیف تصویر و دادهٔ طیف سنجی برای مدل مینه آرت و کسینوسها به ترتیب برابر با ۲۷۴٬۰ و ۲۸۰۰ حاصل شد و محینی شده مدل مقدار ۲۸۰ خطای جذر میانگین مربعات (*RMSE*) و ۲۰۵۰ صینوسها به ترتیب برابر با ۲۷۴٬۰ و ۲۸۰۰ حاصل شده به با

کلید واژهها: تصحیح توپوگرافی، سرب خاک، مدل رگرسیون خطی و طیفسنج SVC .

* نویسنده مکاتبه کننده: تهران ، خیابان ولیعصر، تقاطع میرداماد، دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی، دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک. تلفن: ۸۸۸۷۷۰۷۱-۰۲۱

Email : valadanzouj@kntu.ac.ir

۱– مقدمه

فناوری سنجش از دور ۱ به عنوان یکی از تکنولوژیهای نوین، امروزه مورد توجه بسیاری از محققان علوم کشاورزی، زمین شناسی و محیط زیست است [۱، ۲ و۳]. اصل مفهومی این فناوری، منحصر به فرد بودن طیف بازتابي امواج الكترومغناطيس اجسام خواهد بود. دليل این امر تأثیریدیری امواج الکترومغناطیس از خواص فیزیکی و شیمیایی مواد هنگام تعامل با اجسام است [۴و ۵]. با توجه به ایدهال نبودن شرایط محیطی، مقادیر ثبت شده رادیانس در تصاویر ماهوارهای همراه با خطا خواهند بود. محققان علوم مختلف هنگام استفاده از تصاویر ماهوارهای، جهت افزایش دقت نتایج، ملزم به حذف و یا کاهش خطاهای محیطی از جمله اثر توپوگرافی هستند [۹٫۸٬۷٬۶٬۵]. به عبارت دیگر اثر توپوگرافی، بر روی سیگنال ثبت شده در تصاویر اپتیک برای محدودههای ناهموار زمین مشهودتر بوده به گونهای که مناطق پشت به آفتاب تاریک تر دیده می شوند. بنابراین وضعیت پستی و بلندی یک منطقه باعث ایجاد اثراتی چون سایه زمین٬ اثر شایب، اثر بیشترین شیب"، واریانس ناشی از همسایگی، اختلاف در زاویه تابش و در نهایت باعث افزایش اختلاف بین مقادیر بازتابی گونههای مختلف از عوارض می شود [۱۱و۱۱]. به منظور برطرف نمودن خطاهای ناشی از عامل توپوگرافی، مدل های تصحیح توپوگرافی لامبرتین و غیرلامبرتین براساس نوع تعامل نور و سطح اجسام تعریف می شود که در ادامه این مدل ها به تفصیل تشريح خواهند شد [۱۴،۱۳،۱۲و۱۵].

نسبت باندی یکی از روشهای تصحیح توپوگرافی، به دلیل عدم نیاز به داده کمکی و فرض عدم وابستگی مقدار تصحیح آن به طول موج باندهای تصویر، به عنوان سادهترین روش تصحیح شناخته می شود [۱۶، ۱۷و۱۸]. مدل های فیزیکی، تجربی آماری و نیمه تجربی مبتنی بر

معادله تابشی نور جزء دسته دوم مدلهای تصحیح توپوگرافی خواهند بود. بر خلاف مدل نسبتباندی، پارامترهای مربوط به زمین از جمله زاویه بزرگترین شیب، زاویه آزیموت و زاویه برخورد محلی و پارامترهای موقعیت خورشید، دادههای مورد نیاز برای پیادهسازی مدلهای دسته دوم میباشند [۱۷]. دستهبندی دیگر برای مدلهای تصحیح توپوگرافی براساس مشخصات انعکاسی سطح میباشد که در دو دسته لامبرتین ⁴ و غیرلامبرتین دستهبندی میشوند که به عنوان نمونه مدل تصحیح کسینوسها از نوع مدل لامبرتین و مدل های تصحیح مینه آرت و *c* از نوع مدلهای غیرلامبرتین در نظر گرفته میشوند [۱۶]. شکل (۱) دستهبندی مربوط به تصحیحات توپوگرافی را نشان میدهد.

فرض اساسی روش لامبرتین، انعکاس یکسان نور در تمام جهات و در نتیجه ثابت بودن مقدار ضریب تصحیح برای تمام باندها و عدم وابستگی به طول موج میباشد [۶, ۱۰, ۳۱و۲۶]. در روش های غیرلامبرتین برخلاف روش لامبرتین، ثابت نبودن انعکاس در جهات مختلف و وابستگی مقدار ضریب تصحیح به طول موج نور بازتابی فرض اساسی در نظر گرفته می شود که به منظور می کنند [۱۶]. لازم به ذکر است وابستگی مقدار ضریب تصحیح به نوع عارضه، وابستگی به طول موج، آگاهی از میدسه عکس برداری، دسترسی به اطلاعات جانبی از جمله مدل رقومی زمین، موجب پیچیدگی پیادهسازی این مدل ها خواهند شد [۱۳].

اما علاوه بر موارد ذکر شـــده دو معضــل عمـده در پیادهسازی و ارزیابی تصـحیحات توپوگرافی وجود دارد که عبارتند از:

اســـتراتژیهای گوناگون جهـت انتخاب نمونـه
 آموزشی به منظور برآورد ضرایب تصحیح؛

¹ Remote sensing

² Traian shadow

³ Aspect effect

⁴ Lambertin method

⁵ Bidirectional reflectance distribution function

روحالله گودرزی و همکار ان



شکل ۱: دستهبندی مدلهای تصحیح توپوگرافی

با توجه به دو مشکل مذکور در این تحقیق از تمام پیکسلها به منظور برآورد ضرایب تصحیح استفاده شد و علاوه بر پارامترهای آماری تصویر مبنا، از دو دسته معیار دیگر نیز استفاده شده است که عبارتند از: پارامترهای مستخرج دادههای طیف سنجی (زاویه شباهت و فاصله اقلیدسی) و ارزیابی دقت برآورد سرب خاک از تصاویر با اعمال تصحیحات توپوگرافی. به عبارت دیگر هدف از این پژوهش ارزیابی اعمال مدلهای تصحیح توپوگرافی لامبرتین (کسینوسها) و غیرلامبرتین (مینهآرت و تصحیح C) بر روی سری تصاویر لندست با استفاده از سه دسته معیار مذکور میباشد. در ادامه مروری بر تحقیقات و مطالعات پیشین شده است.

ریچر^۱ و همکاران مدلهای مختلف تصحیح توپوگرافی غیرلامبرتین را بر روی تصاویر لندست ۵، لندست ۷ اسپات مورد ارزیابی قراردادند که در آن از کمیت ۲۷^۲ و تفسیر بصری ناشی از اطلاعات تصویر قبل و بعد از تصحیح به عنوان معیارهای ارزیابی مدلهای تصحیح توپوگرافی استفاده شده است. با توجه به معضلات بیان شده، توصیه می شود از منابع دقیق تر جهت ارزیابی اعمال مدل تصحیح توپوگرافی استفاده شود که البته در این تحقیق در نظر گرفته نشده است [۱۳]. همان طور که گفته شد؛ وجود استراتژیهای مختلف

انتخاب نمونه آموزشی جهت تعیین ضرایب تصحیح به عنوان یک مسئله در اعمال تصحیحات مطرح میباشد. بنابراین لوو^۳ و همکاران ضمن استفاده از مدل مینهآرت، به منظور محاسبه ضریب تصحیح از استراتژی خاصی برای نمونه گیری استفاده کردند که در آن پیکسلهای با زاویه برخورد محلی کمتر از ۱ درجه حذف شدند. ابتکار به کار گرفته شده در این تحقیق استفاده از اطلاعات بافت و کمیت هموژنیته برای ارزیابی مدلها است که در نهایت از اطلاعات تصویر استخراج شده و برای ارزیابی صحت مناسب نمیباشدند. ضمن اینکه مقدار این کمیت وابسته به ابعاد پنجره جستجو میباشد[۱۹].

همچنین در راستای انتخاب نمونههای آموزشی برای برآورد ضرایب تصحیح، رسه^۴ و همکاران با اعمال سه استراتژی مختلف نمونه گیری به ارزیابی دقت و صحت ضرایب تصحیح مدلهای توپوگرافی پرداختند. در این تحقیق مشخص شد؛ دقت محاسبه این ضریب وابسته به زاویه برخورد محلی میباشد. البته شایان ذکر است که راه حل ثابتی برای انتخاب نمونهها وجود ندارد. بنابراین با توجه به اثر نمودن مقادیر تمام پیکسلهای تصویر در تعیین ضریب تصحیح، انتخاب تمامی پیکسلهای تصویر، احتمال افزایش دقت را به همراه دارد که در این تحقیق برای محاسبه ضریب تصحیح از

¹ Richter

² Coefficient of variation

³ Lu

⁴ Reese

نشریه علمی پژوهشی – مهندسی فناوری اطلاعات مکانی —

سال هفتم ● شماره دوم ● تابستان ۱۳۹۸

تمام پیکسلهای تصویر استفاده نشده است [۲۰]. ازآنجا که تصـحیح توپوگرافی وابسـتگی زیادی به مدل رقومی زمین دارد؛ لـذا یکی دیگر از مشـکلات اعمـال تصـحیحات توپوگرافی بر روی تصـاویر مختلف، عدم وجود مدل رقومی با دقت هندسـی بالاسـت. بنابراین ژنـگ^۱ و همکارانش جهت بالا بردن دقت پیادهسـازی مدلهای غیرلامبرتین بر روی تصویر لندست ۷ ابتدا با اسـتفاده از تصـویر اسـتریو اسـتر مدل رقومی با قدرت تفکیک ۱۵ متر منطقه را تهیه نمودند [۱۰].

استفاده از اطلاعات مبتنی بر تصویر، به عنوان معیار بررسی و ارزیابی تصحیح توپوگرافی نمی تواند بیانگر صحت نتايج باشد بنابراين ارزيابي دقت الكوريتمهاي طبقهبندی تصاویر در کلاسهای مختلف قبل و بعد از تصحیحات روش مناسبی برای ارزیابی صحت و دقت مدلهای توپوگرافی است. مهمترین ویژگی این روش استقلال ارزیابی از اطلاعات تصویر بوده و مبتنی بر دانش میدانی است. مهمترین ایراد این روش وابستگی نتايج به عواملي چون تعداد نمونه تست، تعداد كلاس، الگوریتم طبقهبندی و اسـت. بنابراین باتوجه به تأثیر خطای توپوگرافی بر نتایج طبقهبندی، فوردر و همکارانش مدلهای مختلف تصـحیح تویوگرافی را بر روی تصاویر *TM* اعمال نمودند و دقت کلاس بندی تصویر قبل و بعد از تصحیح توپوگرافی را به عنوان معیار ارزيابي اعمال مدلها در نظر گرفتند [18]. همچنين فانوچن^۲ به همراه همکارانش تأثیر تصحیحات توپوگرافی را بر روی دقت طبقهبندی نوع پوشش اراضی بررسیی نمودند که در تحقیق مذکور به منظور ارزیابی دقت تصحیحات از ضریب کاپا استفاده شده است که بالا , فتن دقت طبقهبندی بعد از اعمال مدلهای توپوگرافی بیانگر تأثیر این تصحیحات در کاهش خطای ناشی از ناهمواری زمین میباشد [۱۷]. همچنین وی و همکارانش در تحقیق دیگری تاثیر اثر توپوگرافی و

اتمسفری را بر طبقهبندی درختان به روش ترکیب تصاویر^۳ نیز مورد بررسی قرار دادند [۱۸]. از دیگر تحقیقات در این زمینه میتوان به پژوهش اسکات اشاره نمود که در آن اثر توپوگرافی بر روی مناطق جنگلی با زاویه شیب بالا را مورد ارزیابی قرار داده است [۲۱]. موریرا[†] و همکارانش به منظور بهبود عملکرد تصاویر ماهوارهای جهت طبقهبندی شیءگرا از مدلهای ماهوارهای جهت طبقهبندی شیءگرا از محلهای دقت طبقهبندی از ۸۱، به ۹۱/۱ قبل و بعد از تصحیح، مدلهای غیرلامبرتین عملکرد بهتری از خود نشان دادند [۲۲].

استفاده از نتایج و دقت آشکارسازی تغییرات نیز می تواند معیار مناسبی برای ارزیابی اعمال تصحیحات رادیومتریک از جمله توپوگرافی در نظر گرفته شود. از این رو ویسینی^۵ و همکارانش با ارائهی مدل تجربی توپوگرافی بر روی تصاویر چند زمانه *TM* مقدار خطای ناشی از این عامل را در آشکارسازی تغییرات کاهش دادند. در این روش اساس تصحیح، رابطه خطی بین رادیانس و مقدار زاویه برخورد *i* میباشد. لازم به ذکر است که دقت ناشی از پیادهسازی الگوریتم آشکارساز تغییرات به عنوان معیار ارزیابی در نظر گرفته شده است [۹].

برای مناطق با ناهمواری فراوان اعمال تصحیحات توپوگرافی در برآورد دقیق بیومس مبتنی بر شاخصهای گیاهی از اهمیت بالایی برخوردار است. گائو^۶ به همراه همکارانش پنج مدل لامبرتین و غیرلامبرتین توپوگرافی را بر روی تصویر *zv3* اعمال کرده و اثر این تصحیحات را بر بیومس درختچههای منطقه مورد ارزیابی قرار دادند، در این تحقیق برخی از پارامترها به صورت میدانی اندازه گیری شدند؛ بنابراین ضریب همبستگی رگرسیون بیومس به عنوان معیار مناسبی در ارزیابی تصاویر تصحیح شده مورد استفاده قرار گرفت [۲۳].

¹ Zhang

² Vanonckelen

³ Pixel based image composite

⁴ Moreira

⁵ Vincini

⁶ Gao

با بررسی و مروری بر تحقیقات انجام شده، غالباً برای ارزیابی تصاویر تصحیح شده، از معیارها و پارامترهای مبتنی بر اطلاعات تصویری استفاده شده است. در برخی موارد کاربردی، از دقت طبقهبندی تصاویر به عنوان معیار دیگر بهره گرفته شد. در این تحقیق جهت بررسی صحت و دقت مدلها از منابع معتبری مبتنی بر دادههای طیفسنجی و آنالیز دقت برآورد سرب خاک با هدف مقایسه مدلهای لامبرتین و غیرلامبرتین استفاده شده است. این تحقیق در چهار بخش مجزا ارائه شده است، بخش اول در برگیرنده مروری بر تحقیقات انجام شده و اهداف تحقیق می باشد. بخش دوم، اطلاعاتی درباره منطقه مورد مطالعه، دادههای مورد استفاده در تحقیق، مدل رگرسیون خطی به منظور برآورد سرب خاک، مدل های تصحیح توپوگرافی و معیارهای ارزیابی را به تفکیک دربر می گیرد. در بخش سوم، نتایج حاصل از پیادہسازی مدل ہای توہوگرافی ہر تصاویر مختلف به صورت کامل تشریح شده است. بخش چهارم نیز به صورت مختصر شامل نتیجه گیری وجمع بندی است.

۲- مواد و روشها

در این بخش منطقه مورد مطالعه، دادههای مورد استفاده، مدل رگرسیون خطی چندگانه ⁽ جهت برآورد سرب خاک، مدلهای تصحیح توپوگرافی مورد استفاده در تحقیق به همراه معیارهای ارزیابی به صورت مختصر توضیح داده شدهاند.

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقهای به وسعت ۳۰۰۰ هزار هکتار با موقعیت جغرافیایی "۴۵ °۳۲ و "۴۵ °۵۱ واقع در ۱۹ کیلومتری جنوب اصفهان و دامنههای شمالی ایرانکوه به عنوان منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شده است (شکل (۲)). مرتفعترین نقطه ایرانکوه کوهی با ارتفاع (۳۰۰۰ متر از سطح دریا است، در حالی که ارتفاع متوسط منطقه از سطح آبهای آزاد ۴۸۰متر می باشد.

روحالله گودرزی و همکار ان

باتوجه به شیب مخالف دامنه شمالی کوه، نسبت به نور خورشید، مقدار بازتابندگی ثبت شده در تصویر برای این دامنه کم میباشید. در حالی که روشینایی بالای دامنه جنوبی ایرانکوه ناشیی از موافق بودن شیب با موقعیت خورشید میباشد.

۲-۲- دادههای مورد استفاده

در این پژوهش به منظور ارزیابی مدلهای تصحیح توپوگرافی از مجموعه دادهها به شرح ذیل استفاده شده است:

- تصاویر لندست ۵، ۷ و ۸
 - مدل رقومی زمین
- دادههای طیفسنج SVC
- آنالیز سرب خاک با استفاده از دستگاه ICP

در ادامه هریک از دادههای مورد استفاده در تحقیق به تفکیک تشریح شده است.

۲–۲–۱– تصاویر لندست و مدل رقومی زمین لندست ۸ با دو سنجنده ۲*IIR* و *TIRS* در تاریخ هشتم فوریه ۲۰۱۳ به فضا پرتاب شد. این سنجنده شامل ۱۱ باند بوده که ۹ باند دارای رزلوشن ۳۰ متر، ۱ باند دارای رزلوشن ۱۵متر و ۲ باند محدوده حرارتی آن با رزلوشن ۱۰۰ میباشد. تفاوت عمده تصاویر لندست ۸ با لندست ۷ در باند ۱ (Ultra blue) و باند ۹ این سنجنده میباشد. محدوده برداشت سنجنده ۱۷۰ کیلومتر شمالی جنوبی و ۱۸۳ کیلومتر شرقی غربی میباشد [۲۴]. در جدول (۱)، مشخصات تصاویر لندست ۵، ۷ و ۸ قابل مشاهده میباشد.

همچنین در این پژوهش جهت اعمال تصحیحات از مدل رقومی ^۴ASTERGDEM2 استفاده شدهاست. سنجنده استر با توجه به قابلیت برداشت داده در حالت استریو، برای تولید مدل رقومی زمین مورد استفاده قرار می گیرد. از سال ۲۰۰۱ از جفت تصویر استریو برای تولید مدل رقومی ۶۰ کیلومتری با رزلوشن ۱۰ تا ۳۰

¹ Linear Regression Model

² Operational Land Imager

³ Thermal Infrared Sensor

⁴ Advanced Space borne Thermal Emission and

Reflection Radiometer and Global Digital Elevation Model

نشریہ علمی پژوہشی – مھندسی فناوری اطلاعات مکانی ______

سال هفتم ● شماره دوم ● تابستان ۱۳۹۸

متر استفاده شد [۲۵]. فرمت مورد استفاده برای این تصاویر 'GEOTIFF بوده و درسیستم مختصات جغرافیایی^۲ ارائه شدهاست دقت مکانی آن ۱ ثانیه کمانی(۳۰ متر) بوده، همچنین ژئویید مورد استفاده برای این مدل *EGM96* در دیتم WGS84می باشد [۲۵].

۲-۲-۲- دادههای طیفسنج

به منظور ارزیابی و بررسی صحت نتایج حاصل از اعمال مدلهای تصحیح توپوگرافی، یکی از معیارها، مقایسه بین طیف پیکسلهای تصویر و طیف متناظر حاصل از طیفسنجی زمینی همان پیکسلهاست. از آنجا که طیفسنجی به صورت نقطهای صورت میگیرد؛ بنابراین در مرکز هر پیکسل یک مثلث متساویالاضلاع با طول رئوس و مرکز مثلت مذکور انجام پذیرفت. در نتیجه به ازای هر پیکسل چهار طیف نماینده برداشت شده و ییکسل مورد نظر درنظر گرفته شد. شایان ذکر است مطابق با شکل (۲)، ۳۸ پیکسل با توزیع مکانی مناسب از سطح منطقه به عنوان پیکسلهای نمونه برداشت شد

(نقـاط ســبزرنـگ بیانگر موقعیت پیکســلهای نمونه میباشد).

در این تحقیق جهت طیفسنجی از دستگاه SVC با یک دیوید سیلیکونی و دو دیوید ایندیم آرسنیک گالیم در محدوده طیفی ۳۵۰ تا ۲۵۰۰ نانومتر و با ۱۰۲۴باند طیفی استفاده شد[۲۶]. باتوجه به اختلاف تعداد باند تصاویر لندست و دادههای طیفسنج، برای نمونهبرداری طیفی[†] (همسانسازی طیف نمونهها با طیف تصاویر لندست) از تابع پاسخ^۵ سنجنده استفاده شد(شکل(۳))

۲-۲-۳- آنالیز سرب نمونهها

سومین روش به منظور ارزیابی مدلهای تصحیح توپوگرافی، بررسیی دقت برآورد سرب خاک با روش رگرسیون خطی بعد از اعمال تصحیح توپوگرافی است. بنابراین نمونههای برداشت شده که در قسمت قبل نحوه برداشت آنان تشریح شد؛ به آزمایشگاه خاک انتقال یافته و با استفاده از دستگاه ⁹ ICP (پلاسمای جفت شده القایی) مقدار سربشان اندازه گیری شد. پارامترهای آماری مربوط به اندازه گیری سرب نمونههای خاک در جدول (۲) قابل مشاهده است.

زمان اخذ داده	ارتفاع	پريود(دقيقه)	تعداد باند	حد تفکیک زمانی	حد تفکیک مکانی	تاريخ پرتاب	
مارس ۲۰۱۳	۷۰۵	٩٨,٧	γ	۱۸ روز	۳۰ تا ۱۲۰ متر	مارس ۱۹۸۴	لندست ۵
							(TM^7)
می ۲۰۱۳	۷۰۵	۹۸٫۸	٨	۱۶ روز	۱۵ تا ۶۰ متر	آوريل ۱۹۹۹	لندست ۷
							$(ETM + ^{8})$
نوامبر ۲۰۱۳	۷۰۵	۹۸٫۸	11	۱۶ روز	۱۵ تا ۱۰۰ متر	فوريه ۲۰۱۳	لندست ۸
							(OLI/TIRS)

٨	۷ و	۵،	لندست	تصاوير	مشخصات	:1	جدول
---	-----	----	-------	--------	--------	----	------

⁵ Response Function

⁶ Inductively Coupled Plasma

⁷ Thematic Mapper

⁸ Enhanced Thematic Mapper Plus

¹ Georefrenced Tagged Image File Format

² Geography System

² Earth Gravitational Model

⁴ Spectral Resampling



شكل ٢: منطقه مورد مطالعه و موقعيت نمونهها جهت انجام طيفسنجي



شکل ۳: (الف)، منحنی طیفی حاصل از طیفسنجی.(ب) منحنی طیفی نمونهبرداریشده

جدول ۱: پارامىر امارى مقادىر علطت سرب خات							
انحراف معيار	مينيمم	ماكزيمم	میانگین				
۲۱۱۸,•۸۴	8.,88	٩٧٩٧	1845/114	مقدار سرب (<i>ppm</i>)			
١,۴٢٨٧	۴,۱۰۰۳	٩,١٨٩٨	۶,•۶•٩	لگاریتم مقدار سرب			

جدول ۲: پارامتر آماری مقادیر غلظت سرب خاک

۲–۳–۱– مدل تصحیح توپوگرافی کسینوسها مدل کسینوسها از دسته مدلهای لامبرتین تصحیح توپوگرافی بوده که با توجه به ثابت بودن ضریب تصحیح این مدل برای تمام باندها و عدم وابستگی خطا نسبت به طول موج، یکی از سادهترین روشهای تصحیح

۲-۳- مدلهای تصحیح توپوگرافی

در این بخش به صورت مختصر تئوری مدلهای تصحیح توپوگرافی مورد استفاده در تحقیق تشریح شدهاند. مدل کسینوسها، مدل مینهآرت و مدل تصحیح C به منظور پیادهسازی تصحیحات توپوگرافی در نظر گرفته شدهاند.

نشریه علمی پژوهشی – مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال هفتم • شماره دوم • تابستان ۱۳۹۸

برای یک پیکسل، پارامتر L_T بیانگر بازتابندگی اولیهی قبل از تصحيح و Z زاويه زنيت خورشيد قابل استخراج Local از فایل همراه تصویر و i زاویه برخورد محلی (incidence angle) سے برای هر پیکسے بودہ که از رابطه مثلثات کروی (رابطه (۲)) تعیین می گردد [۵, .[7., 17, 17].

$$L_{H} = L_{T}\left(\frac{\cos(z)}{\cos(i)}\right)$$
(1)

$$\cos(i) = \cos(z)\cos(s) + \sin(z)\sin(s)\cos(a - a')$$
(1)

$$(1)$$

cos(i) = cos(z) cos(s) + sin(z) sin(s) cos(a - a')

و زاویه بزرگترین شیب^۳ وابسته است. محاسبهی زاویه بزرگترین شیب و زاویه شیب زمین، به مدل رقومی زمین از منطقه وابسته می باشد [۷]. زاویای آزیموت خورشید و زاویه زنیت خورشید نیز از فایل همراه تصویر قابل استخراج خواهند بود [۲۰]. شکل(۴) نمای کلی از پارامترهای معرفی شده در رابطه(۲) را نشان میدهد.

در رابطه(۲) i زاویه برخورد محلی، z زاویه زنیت خورش_ید^۱ ، s زاویه ش_یب زمین^۲ ، a زاویه آزیموت خورشید و ['] a زاویه زاویه بزرگترین شیب زمین میباشیند [۶, ۱۶]. مقدار زاویه *i* به ازای هر پیکسل تصویر، خروجی رابطه (۲) خواهد بود که به دو پارامتر مرتبط با شرايط محيطي زمين يعنى زاويه شيب زمين



شکل ۴: پارامترهای لازم برای تصحیح تو یوگرافی [۲۰]

ضریب C به صورت و مخرج کسر رابطه (۱) مدل اصلاح C شدهی کسینوسها محسوب می شود. محاسبه پارامتر با ایجاد رگرسیون خطی بین مقدار بازتابندگی پیکسل و کسینوس زاویه برخورد محلی متناسب با همان پیکسل، موجب وابستگی این مدل به طول موج خواهد شد. در رابطه(۳) مقدار بازتابندگی پیکسل های یک باند

C – ۲ – ۲ – مدل تصحیح توپوگرافی

با توجه به ثابت بودن ضريب تصحيح كسينوسها براى تمام باندها و همچنین وجود خطای تصـحیح بیش ازحد^۴، تعریف مدلهای غیرلامبرتین راه حل مناسبی برای رفع معایب مدل کسینوسها است[۱۶]. مدل *C* سادهترین مدل غیر لامبرتین بوده که با اضافه شدن

³ Aspect

⁴ Overcorrection

¹ Zenith solar angle

² Terrain slope

به عنوان متغیّر وابسته و مقدار کسینوس زاویه برخورد محلی به عنوان متغیّر مستقل در نظر گرفته میشوند. با حل معادله رگرسیون خطی تکمتغیره با روش کمترین مربعات دو پارامتر مجهول *m* و *d* محاسبه شده و نسبت این ۲ پارامتر بیانگر مقدار ضریب تصحیح برای آن باند در نظر گرفته خواهد شد[۴, ۱۳و۲۰].

 $L_{T} = b + m.(cos(i))$, $c_{k} = \frac{b}{m}$ (۲) رابطه(۲) i رابطه(۳), $c_{k} = \frac{b}{m}$ (۲) مربان هر باند، L_{T} بازتابندگی تصویر قبل از تصحیح برای هر باند، i (ویه برخورد محلی به ازای هر پیکسل، $d \in m$ ضرایب n مجهول رگرسیون در رابطه (۳) میباشیند (۴, ۳۱, 10 (۴) میباشیند (۳) به 10 (۳) میباشیند (۴) میباشیند (۳) به 10 (۳) به 10 (۳) را نمان میده (۳) معادله 10 (۳) معادله (۳) معادله (۳) معادله 10 (۳) معادله قرار گرفته اند. رابطه (۴) معادله 10 (۳) (۳) (7) (1 نشان میدهد. 10 (7) (1 نشان میده.

$$L_{H} = L_{T}\left(\frac{\cos(z) + c_{k}}{\cos(i) + c_{k}}\right)$$
(۴)

رابطه(۶)

در رابطه (۶) *k* مجهول معادله و به ازای هر پیکسل در هر باند معادله بالا صادق خواهد بود. برای محاسبه مقدار مجهول از روش کمترین مربعات با هدف مینیمم کردن بردار خطاها استفاده خواهد شد [۱۳]. ۲-۴-مدل رگرسیون خطی چندگانه میاده ترین مدل خطی مدل رگرسیون خطی چندگانه ساده ترین مدل خطی پرای ایجاد ارتباط بین دودسته داده است [۲۸]. در این پژوهش مدل رگرسیون خطی چندمتغیره برای ایجاد

ار تباط بین باندهای تصویر و مقدار سرب اندازه گیری شده در آزمایشگاه استفاده شده است. این مدل یک ترکیب خطی از متغیرهای مستقل (باندهای تصویر) و

ارزیابی مدلهای تصحیح توپوگرافی با استفاده از ...

روحاللّه گودرزی و همکار ان

در رابطه (۴) پارامتر
$$C$$
 ضریب تصحیح باند k ، z زاویه
زنیت خورشیدی، L_T بازتابندگی تصویر قبل از تصحیح،
زنیت خورشیدی، L_T بازتابندگی تصویر قبل از تصحیح،
 L_H بازتابندگی تصحیح شده میباشد.
یکی از مدل های غیرلامبرتین^۲ با وابستگی شدید
نسبت به طول موج، مدل مینهآرت است. محاسبه
بازتابندگی تصحیح شده تصویر با استفاده از مدل
مینهآرت براساس رابطهی (۵) صورت می گیرد [۴۲,
 R_T (۵) L_T (۵)
 $L_H = \frac{L_T \cos(s)}{(\cos(s)\cos(s))}$
 $L_H = L_T iprice (2)$
 $L_H + 1$ بازتابندگی تصحیح شده، L_T بازتابندگی تصویر
رابطه (۵) تعیین مقدار k بوده لذا مقدار
زمین، مولفه k ضریب تصحیح باند k م میباشد. مشکل
اصلی معادله رابطه (۵) تعیین مقدار k بوده لذا مقدار
میریب تصحیح k برای هر باند ازمعادله رگرسیون
مصریب تصحیح k برای هر باند ازمعادله رگرسیون
رابطه (۶) محاسبه خواهد شد [۴۲, ۲۹, ۲۹, ۲۲و ۲۳].

 $log(L_r cos(s)) = log(L_H) + klog(cos(s) cos(i))$

متغیرهای وابسته (مقدار سرب) ایجادمی کند [۲۹] ۲۹،۲۹،۲۸] ۲۹] رابطه (۷) شکل کلی برای رگرسیون چند متغیره را نشان می دهد. (۱) ماد (۷) $y = a + a_1x_1 + \dots + a_nx_n + \varepsilon$ در رابطه (۷) ، ۲ متغیرهای مستقل (باندهای تصویر)، ۷ متغیر وابسته (مقدار سرب) و *i*۵ ضرایب رگرسیون می باشند [۳۲]. معادله فوق براساس مینیم نمودن پارامتر ٤ با روش کمترین مربعات حل می شود [۳۰]. پارامتر ۲ معیارهای ارزیابی</u>

با نوجه به اینکه هدف پروهش، بررسیی صبحت تایج اعمال مدلهای تصحیح توپوگرافی است؛ لذا معیارهای ارزیابی به سبه دسته تقسیم میشوند که در ادامه به

² Non_lambertin method

صورت مفصل تشريح شدهاند.

۲-۵-۱- پـارامترهای مبتنی بر اطلاعات تصـویر قبل و بعد از تصحیح

متداول ترین معیار ارزیابی مدل های تصحیح توپو گرافی، استفاده از پارامترهای مستخرج از تصاویر قبل و بعد از تصویر میباشد که مهم ترین این پارامترها عبار تند از:

- اختلاف میانگین (m) هر باند تصویر پردازش شده با باند متناظر در تصویر پردازش نشده: از آنجا که اثر تصحیحات توپوگرافی ناچیز است و به عبارتی فقط موجب نرمترشدن هیستوگرام تصویر میشود، بنابراین اختلاف میانگین باندها برای قبل و بعد از تصحیح، باید ناچیز باشد. بنابراین نزدیکی این پارامتر به صفر موید مناسب بودن و عملکرد بهتر مدل تصحیح خواهد بود [۱۳].
- اختلاف انحراف معیار (σ) هر باند تصویر پردازش شده از باند متناظر تصویر پردازش نشده: از نظر مفاهیم پردازش تصویر انحراف معیار در تصاویر نشاندهنده اطلاعات است؛ بنابراین تغییر در انحراف معیار بیانگر تغییر در اطلاعات تصویر میباشد. برایناساس اگر اختلاف انحراف معیار برای قبل و بعد از تصحیح تصاویر به صفر نزدیک تر باشد، بیانگر عدم تغییر در اطلاعات با اعمال تصحیحات است که نشاندهنده عملکرد مناسب مدل میباشد [۱۳].
- ضریب همبستگی (r) بین مقدار زاویه محلی و مقدار بازتابندگی هر باند تصویر بعد از تصحیح: با توجه به اینکه یکی از عوامل ایجاد خطای توپوگرافی وابستگی شدید مقدار بازتابندگی به زاویه محلی است، بنابراین بعد از تصحیح میبایست مقدار این وابستگی کاهش یابد. مدل تصحیح توپوگرافی که موجب کاهش ضریب همبستگی زاویه برخورد محلی و مقدار بازتابندگی تصویر شود؛ عملکرد بهتری در کاهش و رفع خطای توپوگرافی دارد [۹, ۱۳و ۲۰].

۲-۵-۲- پـارامـتـرهـای مـبتنی بر اطلاعـات طیفسنجی

وجه تمایز این پژوهش، استفاده از دادههای طیفسنج به منظور ارزیابی صحت نتایج حاصل از اعمال تصحیحات توپوگرافی است که بدین منظور دو پارامتر زاویه شباهت و فاصله اقلیدسی استفاده شده است. ۲-۵-۲-۱-درصد تشابه طیف حاصل از طیفسنجی و طیف متناظر تصویری به کل (دقت کلی زاویه شباهت)

با توجه به اینکه ۳۸ پیکسل از محدوده، طیفسنجی شدهاند؛ لذا بررسی تشابه طیف حاصل از طیفسنجی و طیف تصویر پردازش شده با اعمال مدل توپوگرافی یکی از معیارهای ارزیابی صحت نتایج میباشد. یکی از متداول ترین پارامترهای بررسی تشابه دو دسته طیف، متداول ترین پارامترهای بررسی تشابه دو دسته طیف، شباهت هر ۳۸ پیکسل از رابطه (۸) محاسبه شده و تعداد پیکسلهایی که دارای زاویه شباهت بیشتر از تعداد پیکسلهایی که دارای زاویه شباهت بیشتر از در نظر گرفته خواهد شد. مدل تصحیح توپوگرافی که دارای درصد تشابه (دقت کلی) برای مدل دارای درصد تشابه (دقت کلی) برای مدل دارای درصد تشابه (دقت کلی) بیشتری باشد، عملکرد بهتری نسبت به دیگر مدلهای تصحیح در رفع و

 $cos(\theta) = \frac{f(\lambda).e(\lambda)}{\|f(\lambda)\|.\|e(\lambda)\|}$ (A)

در رابطـه (۸)، θ زاویه بین دو بردار (طیف تصـویر و طیف حاصـل از طیف سـنجی)، *f* بردار طیفی پیکسـل مـوجـود در تصـویر و e بردار طیفی حـاصـل از نمونهبرداریمجدد طیفسـنج با اسـتفاده از تابع پاسـخ سنجنده میباشند.

۲-۵-۲-۲- میانگین فاصله اقلیدسی طیف حاصل از طیفسنجی و طیف متناظر تصویری استفاده از زاویه شباهت به تنهایی نمیتواند بیانگر شباهت دو دسته طیف باشد، مطابق شکل (۵)، ممکن است دو طیف دارای زاویه شباهت مناسبی بوده اما

فاصله دو دسته طیف زیاد باشند. بنابراین مدلی که دارای درصد تشابه بیشتر به همراه میانگین فاصله اقلیدسی کمتر باشد؛ از عملکرد بهتری برخوردار خواهد بود.

۲-۵-۳- پارامترهای ارزیابی دقت بر آورد سرب

استفاده از دقت برآورد سرب با روش رگرسیون خطی چندگانه به ازای ۳۸ پیکسل از تصاویر تصحیح شده، بهعنوان معیار دیگر ارزیابی صحت نتایج تصحیح توپوگرافی در نظر گرفته شد. به منظور بررسی دقت برآورد سرب در این پژوهش از پارامترهای ضریب تعیین (²) و خطای جذر میانگین مربعات (RMSE) استفاده شد که در جدول(۳) نشان داده شده است (۲۶،۰۳و

ارزیابی مدل های تصحیح توپوگرافی با استفاده از ...

روحالله گودرزی و همکاران



شکل ۵: دو دسته طیف با زاویه شباهت یکسان و فاصله اقلیدسی متفاوت.

توضيحات	فرمول		نام پارامتر
هرچقدر مقدار این کمیت پایین تر باشد موید عملکرد مناسبتر مدل خواهد بود (مرجع دهی).	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (y_i^{pre} - y_i^{mea})^{T}}{n}}$	رابطه (۹)	خطای جذر میانگین مربعات
مقدار ضریب تعیین بین صفر ویک است. هرچقدر این ضریب بالاتر باشد موید عملکرد بهتر مدل میباشد (مرجع دهی).	$R^{r} = 1 - \frac{\sum (y_i^{mea} - \overline{y})^{r}}{\sum (y_i^{pre} - y_i^{mea})^{r}}$	رابطه (۱۰)	ضريب تعيين

جدول ۳: پارامترهای ارزیابی دقت بر آورد سرب

انجام آنالیز شیمیایی نمونهای خاک به همراه طیفسنجی نمونه ها بخش سوم (عملیات آزمایشگاهی) اجرا را شامل می شود. در پایان اجرای پژوهش، تصحیحات توپوگرافی بر روی تصحیحات اعمال و مدل رگرسیون خطی به منظور بر آورد سرب نمونه ها به عنوان بخش چهارم (عملیات ستادی) پیاده سازی می شود.

۲-۶- گردش کار روش پیشنهادی

مراحل کلی اعمال تصحیحات توپوگرافی مورد استفاده در این پژوهش بر روی تصاویر لندست۵، ۷ و ۸ به همراه نحوه ارزیابی صحت نتایج در فلوچارت شکل (۵) قابل مشاهده است. همان طور که از فلوچارت شکل (۶) مشاهده می شود؛ روش اجرا در این پژوهش از چهار بخش عمده تشکیل شده است. آماده سازی تصاویر رتصحیح اتمسفری، تصحیح هندسی و برش تصویر مطابق با محدوده عملیات) بخش اول گردش کار است. در بخش دوم (عملیات زمینی)، به منظور جمع آوری اطلاعات عملیات برداشت نمونه ها صورت می گیرد.



شکل ۶: فلوچارت و گردش کار ارزیابی نتایج تصحیحات توپوگرافی

مراحل انجام کار به صورت کلی عبارتند از : الف) انجام پیش پردازش ها: بعد از دانلود تصاویر سری لندست، انجام پردازش های اولیه از جمله تصحیح اتمسفری و هندسی امری ضروریست. به منظور تبدیل مقادیر درجه خاکستری تصویر به مقادیر بازتابندگی، مدل اتمسفری ⁽FLAASH استفاده شد. انجام تصحیحات هندسی تصاویر شامل دو بخش می باشد؛ بخش اول زمین مرجع نمودن باند پن تصویر لندست ۸

با استفاده از نقشههای ۱:۲۵۰۰۰ ، ۱:۲۵۰۰ و نقاط برداشتی از منطقه میباشد و بخش دوم مربوط به هم مرجع نمودن سایر تصاویر با استفاده از تصویر پن زمین مرجع شده در بخش اول میباشد. کلیه اقدامات مربوط به پیش پردازش تصاویر با نرمافزار انوی^۲انجام پذیرفت.

ب) انتخاب پیکسلهای نمونه: به منظور انتخاب
 پیکسلهای نمونه از معیارهای مختلفی چون توزیع

² ENVI

¹ Fast Line-Of-Sight Atmospheric Analysis Of Spectral Hypercubes

نمونه ها با پراکندگی مناسب در سطح محدوده تصویر، موقعیت آبراهه ها، دسترسی آسان به نمونه ها، نظر کارشان خاک شاس معدن ایرانکوه، نقشه های پراکندگی غلظت سرب آرشیو شده و اطلاعات جانبی دیگر مثل نقشه خاک شاسی استفاده شد. با انتخاب موقعیت پیکسل های نمونه بر روی تصویر زمین مرجع شده، با توجه به اختلاط پیکسلی، ۴ نمونه در هر پیکسل به عنوان نماینده انتخاب شد.

ج) آنالیز آزمایشگاهی و طیفسنجی: نمونههای منتخب در مرحله قبل، جهت اندازه گیری طیف و غلظت سرب، به آزمایشگاههای مربوطه ارسال شدند. قبل از انجام آزمایش، ابتدا نمونهها با استفاده از الک دو میلی متر غربال شدند.

د) اعمال تصحیحات به تصویر: سه مدل تصحیح توپوگرافی مورد نظر در این تحقیق بر روی سری تصاویر لندست اعمال شدند.

ه) ارزیابی مدلهای تصحیح توپوگرافی: ارزیابی مدلهای تصحیح توپوگرافی به سه شکل انجام پذیرفت. ارزیابی مدل با استفاده از پارامترهای آماری مستخرج از اطلاعات تصویر، استفاده از بررسی شباهت طیف ناشی از طیفسنجی و طیف تصویری متناظر با نقاط نمونهای که به منظور بررسی صحت نتایج، حالت اول بسیار سودمند است. در پایان، بررسی آنالیز دقّت برآورد سرب از تصاویر تصحیح شده مورد نظر بود که با هدف بررسی نتیجهٔ تصحیحات بر الگوریتمهای کاربردی، روی تصویر صورت گرفت.

۳- نتایج پیادەسازى

مطابق با فلوچارت شـکل (۵)، ارزیابی نتایج حاصـل از اعمال مدلهای تصحیح توپوگرافی به سه طریق صورت می پذیرد. بنابراین در این بخش نتایج مربوط به هریک از روشهای ارزیابی به صورت مجزا ارائه شده است. ۳–۱– ارزیابی مـدلها با پارامترهای مبتنی بر اطلاعات تصویر قبل و بعد از تصحیح مقادیر اختلاف میانگین و انحراف معیار بازتابندگی

ارزیابی مدلهای تصحیح توپوگرافی با استفاده از ...

روحاللّه گودرزی و همکار ان

پیکسلهای تصاویر قبل و بعد از تصحیح در جدولهای(۴)، (۵) و (۶) قابل مشاهده است[۱۳]. مطابق با مطالب بخش معیارهای ارزیابی، چنانچه اختلاف میانگین و انحراف معیار تصویر قبل و بعد از تصحیح برای هر مدل کمتر باشد؛ مدل تصحیح توپوگرافی عملکرد بهتر و مناسبتری در رفع و یا کاهش خطا دارد. بنابراین با توجه به مقادیر ارائه شده در جداول(۴)، (۵) و (۶) موارد و نتایج ذیل مشاهده شد:

- با مقایسه هر سه جدول مشاهده شد که مدل تصحیح توپوگرافی کسینوسها نسبت به دو مدل دیگر عملکرد ضعیفی در رفع خطای ناشی از ناهمواری سطح زمین داشته و موجب اثر خطای بیش از حد شده است. به عبارت دیگر مدلهای لامبرتین نسبت به مدل غیرلامبرتین توانایی کمتری در رفع خطای توپوگرافی دارد.
- مدلهای تصحیح C و مدل مینهآرت تا حدود زیادی تأثیر یکسانی از نظر کاهش خطای توپوگرافی بر روی
 سه تصویر دارند.

به منظور بررسی اثر مدلهای توپوگرافی بر روی تصاویر، همبسـتگی بین مقادیر بازتابندگی تصاویر تصحیح شده (بـانـدهـای ۱، ۲ و ۳) و مقـدار زاویـه برخورد محلی محاسبه شد (جدول (۷)).

همان طور که گفته شده؛ هرچه مقدار ضریب همبستگی بین کسینوس زاویه برخورد محلی و مقدار بازتابندگی تصاویر بعد از تصحیح کمتر باشد؛ نشان دهنده عملکرد مناسب مدل تصحیح توپو گرافی در رفع و کاهش خطای ناشی از ناهمواری سطح زمین است. بنابراین با بررسی جدول (۲) می توان مشاهده نمود که مدل تصحیح مینه آرت نسبت به دو مدل دیگر برای هر سه تصویر لندست عملکرد بهتری در رفع خطای توپو گرافی از خود نشان داده است.

نشریه علمی پژوهشی – مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال هفتم • شماره دوم • تابستان ۱۳۹۸

مدل	پارامتر ارزیابی	باند۱	باند۲	باند۳	باند۴	باند۵	باند۶
تصحيح	اختلاف ميانگين	·,· ۲۸۶۹۷	•,•۳١۴۵٣	•,• 36789	•,• * 7 * 7 * 7 *	.,.00982.	•,•۵١•١٢
كسينوسها	اختلاف انحراف معيار	•,• 453794	۰٬۰۴۵۹۹۵	•,• *19**	۰, <i>۰</i> ۶۰۰۹۱	•,• .እ۶۳۲۷	·,·VV977
C = s · ·	اختلاف ميانگين	•/•••۴۹۵	•/•••\٣۴	•,••) • Y	۰,۰۰۱۷۸	•,•• \	·,··· \ + ۶
تصحيح ٢	اختلاف انحراف معيار	۰ _/ ۰۰۰۹۶	•,•••١٣	•,•••184	•,••••	•,•••749	•,•••٢٣٢
تصحيح	اختلاف ميانگين	•,••778	•,•••	•,••*•*	•,••٣٧•٣	•,••۵۲۳	۰,۰۰۴۷۵
مينهآرت	اختلاف انحراف معيار	•,•••٩٨٣	•,•••٩	•/•• 177	•,••1778	•,•••۵۲١	•,•••۴۹۵

جدول ۴: مقادیر اختلاف میانگین و انحراف معیار بازتابندگی تصویر لندست ۵ قبل و بعد از تصحیح

جدول ۵: مقادیر اختلاف میانگین و انحراف معیار بازتابندگی تصویر لندست ۷ قبل و بعد از تصحیح

مدل	پارامتر ارزیابی	باند۱	باند۲	باند۳	باند۴	باند۵	باند۶
تصحيح	اختلاف ميانگين	•,*••*	•,٢١٩٨٢٢	۰,۲۵۶۷۷	۰٫۳۰۸۹۳	•,٣۶٨•٣۴	۰,۳۱۰۸۰۱
كسينوسها	اختلاف انحرافمعيار	•,•948•4	۰ _/ • ۹۹۹۳۸	•,118497	•,141.89	•,189818	•/1418•
Cara	اختلاف ميانگين	•,•••••	•,••••	•,••••))	•,••••٩	•,••••١٢	•,••••٩
تصحيح ٢	اختلاف انحرافمعيار	•	•	•,••••٢	•,••••A	•,•••••	•,••••)
تصحيح	اختلاف ميانگين	۰,··۳۸۹۱	·,··۴۱۵۷	•,••*778	·,··۵۸۲۵	•,••Y1•۵	۰,··۵۹۵۶
مينەآرت	اختلاف انحرافمعيار	•,••*•**	•,••*••۶	•,••۴٩٢۵	۰,··۵۹۵۵	۰,··۴۸۶۹	۰,۰ ۰ ۳۹۱۲

جدول ۶: مقادیر اختلاف میانگین و انحراف معیار بازتابندگی تصویر لندست ۸ قبل و بعد از تصحیح

مدل	پارامتر ارزیابی	باند۱	باند۲	باند۳	باند۴	باند۵	باند۶
تصحيح	اختلاف ميانگين	•,•۴١٣۶٩	•,• ٣٩١٢١	•,• "`\"""	•,• ۴۳۸۳۲	۰,۰۵۳۲۰۹	۰,۰۵۸۰۲۲
كسينوسها	اختلاف انحرافمعيار	•,• ۲۸۶۵	•,• \Y\Y٣	•,• ١٢٢٩٧	•,•11777	•,• ١٣١٩٣	۰٬۰۱۹۰۱۳
Casi	اختلاف ميانگين	•,••) ٧٧٢	•,•••7141	•,•••"17"	•,••۴۲۲۳	•,••۴٩٨۶	•,••۴۳۶۳
لصحيح ٢	اختلاف انحرافمعيار	•,•••))۲	•/•••٧٣۵	•,••7977	•,•• ۴ ۸٩•	•,••\$414	•,••\$**
تصحيح	اختلاف ميانگين	•,••78•7	•,•••	•,••1888	•,••1٣٨۶	•,••17•۴	•,••١٣٢٢
مينەآرت	اختلاف انحرافمعيار	•,•••	•,•••18۵	•,•••••	•,•••۵٧۴	•,•••	•,••11٨۵

جدول ۷ : ضریب همبستگی بین کسینوس زاویه برخورد محلی و مقدار بازتابندگی تصاویر تصحیح شده

	تصویر لندست ۵			تصویر لندست ۷			تصویر لندست ۸		
	باند۱	باند ۲	باند۳	باند۱	باند ۲	باند۳	باند۱	باند ۲	باند۳
تصحيح كسينوسها	_•,۶٩	_•,۶٩	-٠ _/ ۶۷	-•,Y١	-• _/ Y•	-• _/ V•	۲ ۶ _۱ , ۲	-• _/ Δ٩	-•,۴۶
تصحيح <i>C</i>	• ۲۲۱	• ،۲۸	۰,۲۸	۰ _/ ۰۶	۰, · ۵	۰,۰۵	۰,۰۱	۰,۰۱	۲ . ۲
تصحيح مينهآرت	-•,•• ٢	-•,•• ۴	-• <i>,</i> ••٣	•,••••)	•,••••)	•,•••۴	-•,•• ٢	-•,••٣	-• _/ ••۶

۲-۳- ارزیابی مـدلها با پارامترهای مبتنی بر اطلاعات طیفسنجی اسـتفاده از پارامترهای مبتنی بر اطلاعات تصـویر به

منظور ارزیابی مدلهای تصحیح توپوگرافی، متداول ترین معیارها در این زمینه است در این پژوهش به منظور اطمینان از خروجی این مدلها، از منابع معتبر و روحاللّه گودرزی و همکاران

نمونههای مشابه به تعداد کل، پارامتر درصد تشابه (دقت کلی) تعیین شد. نمونههایی با زاویه شباهت کمتر از ۱۴، ۱۴، ۱۲ و ۱۰ درجه به عنوان نمونههای مشابه در نظر گرفته شد. جدول (۸) مقدار دقت کلی مدل کمیت زاویه شباهت بر روی هر یک از تصاویر تصحیح شده با مدلهای تصحیح توپوگرافی به همراه تعداد نمونههای متشابه (مقادیر داخل پرانتز) را نشان میدهد. دادههای طیف سنجی استفاده شده است. بدین منظور ۲۸ نمونه (به نمایندگی ۳۸ پیکسل) با توزیع مکانی مناسب از سطح منطقه برداشت و با طیف متناظر تصویری شان توسط پارامترهای زاویه شباهت و فاصله اقلیدسی مقایسه شدند. بنابراین در مرحله اول مقدار زاویه شباهت بین طیف همسان شده (نمونهبرداری مجدد) حاصل از طیف سنجی و طیف متناظر تصویر (به ازای هر یک از نمونهها) محاسبه و با تقسیم تعداد

جدول ۸: دقت کلی میزان تشابه طیف نمونهها (تعداد نمونههای متشابه) و طیف حاصل از اعمال مدلهای توپوگرافی بر روی تصاویر

		لندست ۵			لندست ۷			لندست ۸	
	كسينوس	С	مينەآرت	كسينوس	С	مينەآرت	كسينوس	С	مينەآرت
۱۶ درجه ≥ زاویه شباهت	• ۱۹۱(۳۵)	۰,۹۱(۳۵)	۰,۹۱(۳۵)	• ٬۹۷(۳۷)	• ٬۹۷(۳۷)	• ٬۹۷(۳۷)	• /۹۷(۳۷)	• /۹۷(۳۷)	• /۹۷(۳۷)
۱۴ درجه ≥ زاویه شباهت	• ۱(۳۵)	۰ _/ ۹۱(۳۵)	۰ _/ ۹۱(۳۵)	• ٬۹۷(۳۷)	۰٬۹۷(۳۷)	۰٬۹۷(۳۷)	• ٬۹۷(۳۷)	• ٬۹۷(۳۷)	• ٬۹۷(۳۷)
۱۲ درجه ≥ زاویه شباهت	•, ٨٩(٣۴)	• _/ ٨٩(٣۴)	• _/ ٨٩(٣۴)	۰ _/ ٨۶(۳۳)	۰ _/ ۸۶(۳۳)	۰,۸۹(۳۴)	• ٬۹۷(۳۷)	• ٬۹۷(۳۷)	• ٬۹۷(۳۷)
۱۰ درجه ≥ زاویه شباهت	۰,۷۲(۲۸)	•,VY(TA)	۰,۷۲(۲۸)	۰ _/ ۸۱(۳۱)	• _/ ۸۱(۳۱)	۰,۸۲(۳۲)	• _/ ٨۴(٣٢)	۰ _/ ۹۲(۳۶)	۰/۹۲(۳۶)

با بررسی جدول (۸) مشاهده می شود که بازتابندگی تصاویر تصحیح شده با مدل توپوگرافی غیرلامبرتین (به ویژه مدل مینهآرت) تشابه و انطباق به مراتب بیشتری به دادههای طیفسنجی دارد. ضمن اینکه برای هر سه نوع تصویر مدل مینهآرت عملکرد بهتری از خود در رفع و کاهش خطای توپوگرافی نشان داده است. طبق توضیحات قسمتهای قبل، زاویه شباهت بهتنهایی نمی تواند معیار مناسبی جهت بررسی میزان تشابه دو

دسته طیف باشد؛ از اینرو از میانگین فاصله اقلیدسی نیز استفاده شده است. نمودار شکل(۷) میانگین فاصله اقلیدسی ۳۸ نمونه را برای سه مدل تصحیح توپوگرافی نشان میدهد.

بهمنظور مشاهده اختلاف طیف تصاویر تصحیح شده از طیف حاصل طیفسنجی، میتوان به شکل(۸) مراجعه کرد.



شکل ۷: میانگین فاصله اقلیدسی بین طیف تصویر و طیف نمونههای حاصل از طیفسنجی



۳-۳- ارزیـابی مدلهای توپوگرافی با آنالیز دقت بر آورد سرب

استفاده از اطلاعات تصویر به عنوان معیارهای ارزیابی صحت خروجی مدلهای توپوگرافی، توصیه نمیشود؛ لذا به منظور اطمینان یافتن نسبت به صحت نتایج، از منابع معتبرتر از جمله اطلاعات طیفسنجی و همچنین آنالیز دقت پیادهسازی الگوریتمهای مختلف روی تصاویر استفاده میشود. در این بخش، از آنالیز دقت برآورد ارزیابی تأثیر مدلهای تصحیح توپوگرافی به منظور ارزیابی تأثیر مدلهای تصحیح توپوگرافی به منظور تصاویر استفاده شده است. جهت ارزیابی دقت برآورد نمونههای برداشتی(۲۶ نمونه) به عنوان داده آموزشی و ۳۰ درصد (۱۲ نمونه) به عنوان داده تسبت در نظر گرفته شد. با محاسبه ضریب همبستگی بین بازتابندگی باندهای مختلف از تصاویر و مقدار غلظت سرب با بهرهگیری از داده آموزشی، مشاهده شد؛ سه باند اول از

تصاویر دارای بیشترین ضریب همبستگی بوده در نتیجه به عنوان باندهای موثر (متغیرهای مستقل) انتخاب شدند. ضرایب معادله رگرسیون خطی به روش کمترین مربعات با استفاده از داده آموزشی محاسبه شدند. جهت ارزیابی مدل، ضرایب بدست آمده بر دادههای تست اعمال و مقادیر پیشبینی شده غلظت سرب (شکل (۵)، (۶) و (۷))، پارامتر خطای جذر میانگین مربعات (RMSE) و ضریب تعیین (²) محاسبه گردید (جدول(۹) و (۱۰)).

با بررسی جداول (۹) و (۱۰) مشخص شد که مدل مینه آرت نسبت به دو مدل دیگر در رفع و کاهش خطای ناشی از ناهمواری سطح زمین عملکرد بهتری از خود نشان داده است. ضمن اینکه تصحیح مینه آرت بر روی تصویر لندست۸ با خطای جذر میانگین مربعات ۸۳٫۰ و ضریب تعیین ۶۵٫۰ بهترین عملکرد را در بر آورد سرب منطقه از خود نشان داده است. مقادیر پیش بینی شده (محور ۷) با استفاده از مدل رگرسیون خطی روحالله گودرزی و همکاران

با توجّه به نمودارهای شـکل (۱۰) و همچنین بررسـی وضعیت خط برازش شـده و خط بهینه، مشـاهده شـد اعمال مدل مینهآرت نسـبت به دو مدل دیگر تصـحیح توپوگرافی جهت برآورد سـرب تأثیر بیشـتری داشـته است.

با مشاهده نمودارهای شکل (۱۱)، اعمال مدل مینه آرت بر روی تصویر لندست ۸ بهترین عملکرد را در برآورد سرب منطقه از خود نشان داده است. نزدیکی خط سبز رنگ و خط مشکی رنگ نمودار (الف) از شکل(۱۱) مؤیّد این امر میباشد. چندگانه و مقادیر اندازه گیری شده غلظت سرب (محور x) در شکل (۹) قابل رؤیت می باشند. به منظور بررسی نمودارها باید توجه داشت هرچقدر خط مشکی به خط سبز رنگ تر نزدیک تر باشد؛ عملکرد بهتر مدل را نشان می دهد.

با مشاهدهٔ نمودارهای شکل (۹) مشخص شد که مدل مینهآرت بر روی تصویر لندست ۵، نسبت به دو مدل دیگر عملکرد بهتری از خود نشان داده است؛ چرا که خط برازش مقادیر غلظت سرب اندازه گیری شده و پیشبینی شده (خط مشکی رنگ) به خط بهینهترین حالت برازش (خط سبزرنگ) نزدیکتر است.

جدول ۲. نتيجه الأثير دفت شرب تمونههاي نست با استفاده از RM3E							
	لندست ۵	لندست ۷	لندست ۸				
تصحيح كسينوسها	۱,۶۹	١,٢٢	۱٫۲۶				
تصحيح C	١,١١	١,٣۴	٠٬٩٧				
تصحيح مينهآرت	۰ _/ ۹۹	١٫۵	۰٬۸۳				

جدول ۹: نتیجه آنالیز دقت سرب نمونههای تست با استفاده از RMSE

الیز دقت سرب نمونههای تست با استفاده از R^2	جدول ۱۰: نتيجه آن

	لندست ۵	لندست ۷	لندست ۸				
تصحيح كسينوسها	• , • Y	٠,٣٧	۰٫۳۱				
تصحيح C	۲ ۹٬ ۰	۶۳٫۰	• ۶۰				
تصحيح مينهآرت	۰٫۵۷	۰٫۳۵	۰ <i>۱</i> ۶۵				

نشریه علمی پژوهشی – مهندسی فناوری اطلاعات مکانی







۴- نتیجهگیری

تأثیر خطای ناشی از اثر توپو گرافی به دلیل هندسه قرار گیری سینجنده، منبع نور و تار گت، باعث کاهش دقت اعمال الگوریتمهای مختلف بر روی تصاویر می گردد. بنابراین یکی از اقدامات لازم قبل از آنالیزهای تصویری، انجام تصحیحات رادیومتریکی از جمله تصحیحات ناشی از اثر توپو گرافی است. در این تحقیق دقت پیادهسازی مدلهای توپو گرافی غیر لامبرتین و لامبرتین بر روی تصاویر لندست با استفاده از اطلاعات تصویر ارزیابی و صحت آنان با استفاده از اطلاعات طیفسنجی و دقت بر آورد سرب خاک مورد بررسی قرار گرفت.

با توجه به این که مقایسه مدلهای لامبرتین و غیرلامبرتین توپو گرافی در کاهش خطای ناشیی از ناهمواری سطح زمین با استفاده از منابع معتبر مبتنی بر اطلاعات طیفسنجی و آنالیز دقت برآورد سرب، (علاوه بر پارامترهای مبتنی بر اطّلاعات تصویر) هدف

این پژوهش بود؛ بنابراین نتایج اعمال مدلهای تصحیح توپوگرافی بر روی تصاویر لندست، با هر سه نوع معیار ارزیابی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند.

ارزیابی مدلهای توپوگرافی با استفاده از پارمترهای ارزیابی مدلهای توپوگرافی با استفاده از پارمترهای مبتنی بر اطلاعات تصویر، نشان داد که مدلهای زفع خطای ناشی از اثر توپوگرافی از خود نشان دادهاند. موید این امر مقادیر ناچیز پارامتر اختلاف میانگین و انحراف معیار بازتابندگی تصاویر قبل از اعمال تصحیحات نسبت به بازتابندگی بعد از تصحیحات است. بهعنوان مثال اختلاف میانگین باند ۳ تصویر لندست ۸ برای تصحیح کسینوسها، *c* و مینهآرت به ترتیب برابر با ۲۰/۰۰، ۲۰۲۰ و ۲۰۰۰ بهدست آمد.

دلیـل اعمـال تصــحیحات توپوگرافی بر روی تصـاویر مـاهوارهای، افزایش دقـت پیـادهســازی الگوریتمهـای مختلف بر روی این تصــاویر اســت. بنـابراین در این پژوهش علاوه بر دو دســتـه معیـار مبتنی بر اطلاعات

نشریہ علمی پژوہشی – مہندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال هفتم ● شماره دوم ● تابستان ۱۳۹۸

شده با مدل مینه آرت نشانگر عملکرد بهتر مدل غیر لامبر تین نسبت به مدل لامبر تین است. همچنین میزان دقت بر آورد سرب با استفاده مدل مینه آرت نسبت به مدل تصحیح C نیز بیشتر است.

- [1] J. Richards, "Introduction to the physics and techniques of remote sensing," Elsevier, 1990.
- [2] R. A. Schowengerdt, Remote sensing: models and methods for image processing: Academic press, 2006.
- [3] C. Elachi and J. J. Van Zyl, Introduction to the physics and techniques of remote sensing vol. 28: John Wiley & Sons, 2006.
- [4] P. Teillet, B. Guindon, and D. Goodenough, "On the slope-aspect correction of multispectral scanner data," Canadian Journal of Remote Sensing, vol. 8, pp. 84-106, 1982.
- [5] T. R. Allen, "Topographic normalization of Landsat Thematic Mapper data in three mountain environments," Geocarto International, vol. 15, pp. 15-22, 2000.
- [6] D.L.Civco, "Topographic normalization of Landsat Thematic Mapper digital imagery," Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol. 55, pp. 1303-1309, 1989.
- [7] D. Riaño, E. Chuvieco, J. Salas, and I. Aguado, "Assessment of different topographic corrections in Landsat-TM data for mapping vegetation types (2003)," IEEE Transactions on geoscience and remote sensing, vol. 41, pp. 1056-1061, 2003.
- [8] M.Vincini, D. Reeder, and E. Frazzi, "An empirical topographic normalization method for forest TM data," in Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2002. IGARSS'02. 2002 IEEE International, 2002, pp. 2091-2093.
- [9] M.Vincini, D. Reeder, and E. Frazzi, "Influences of topography on TM data and vegetation indices of deciduous forests," ed, 2011.
- [10] Y. Zhang and X. Li, "Topographic normalization of Landsat TM images in rugged terrain based on the high-resolution DEM derived from ASTER," Proceedings of

تصویر و طیفسنجی از آنالیز دقت برآورد سرب بهوسیله تصاویر تصحیح شده استفاده شد که مقدار ۰٬۸۳ خطای جذر میانگین مربعات (RMSE) و ۰٬۶۵ ضریب تعیین (R²) ناشی از مدل رگرسیون بر تصویر لندست۸ تصحیح

مراجع

the PIERS Proceeding, Suzhou, China, vol. 1216, p. 712716, 2011.

- [11] Y. Zhang, Y. Bai, and C. Li, "Topographic normalization of Landsat TM images in rugged terrain," in Image and Signal Processing (CISP), 2014 7th International Congress on, 2014, pp. 580-585.
- [12] M. P.Bishop, J. F. Shroder, and J. D. Colby, "Remote sensing and geomorphometry for studying relief production in high mountains," Geomorphology, vol. 55, pp. 345-361, 2003.
- [13] R. Richter, T. Kellenberger, and H. Kaufmann, "Comparison of topographic correction methods," Remote Sensing, vol. 1, pp. 184-196, 2009.
- [14] S. Hantson and E. Chuvieco, "Evaluation of different topographic correction methods for Landsat imagery," International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, vol. 13, pp. 691-700, 2011.
- [15] C. Wei, T. Qingjiu, and W. Liming, "A model of topographic correction and reflectance retrieval for optical satellite data in forested areas," The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (ISPRC). Beijing China, pp. 243-248, 2008.
- [16] P.Füreder, "Topographic correction of satellite images for improved LULC classification in alpine areas," Grazer Schriften der Geographie und Raumforschung, vol. 45, pp. 187-194, 2010.
- [17] S. Vanonckelen, S. Lhermitte, and A. Van Rompaey, "The effect of atmospheric and topographic correction methods on land cover classification accuracy," International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, vol. 24, pp. 9-21, 2013.
- [18] S. Vanonckelen, S. Lhermitte, and A. Van Rompaey, "The effect of atmospheric and topographic correction on pixel-based image

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04

ارزیابی مدلهای تصحیح توپوگرافی با استفاده از ...

روحالله گودرزی و همکاران

composites: Improved forest cover detection in mountain environments," International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, vol. 35, pp. 320-328, 2015.

- [19] H. Ge, D. Lu, S. He, A. Xu, G. Zhou, and H. Du, "Pixel-based Minnaert correction method for reducing topographic effects on a Landsat 7 ETM+ image," Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol. 74, pp. 1343-1350, 2008.
- [20] H. Reese and H. Olsson, "C-correction of optical satellite data over alpine vegetation areas: A comparison of sampling strategies for determining the empirical c-parameter," Remote Sensing of Environment, vol. 115, pp. 1387-1400, 2011.
- [21] S. A. Soenen, D. R. Peddle, and C. A. Coburn, "< img src="/images/tex/265. gif" alt="\ hbox {SCS+ C}">: A Modified Sun-Canopy-Sensor Topographic Correction in Forested Terrain," Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 43, pp. 2148-2159, 2005.
- [22] E. P. Moreira and M. M. Valeriano, "Application and evaluation of topographic correction methods to improve land cover mapping using object-based classification," International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, vol. 32, pp. 208-217, 2014.
- [23] M.-L. Gao, W.-J. Zhao, Z.-N. Gong, H.-L. Gong, Z. Chen, and X.-M. Tang, "Topographic correction of ZY-3 satellite images and its effects on estimation of shrub leaf biomass in mountainous areas," Remote Sensing, vol. 6, pp. 2745-2764, 2014.
- [24] D. P. Roy, M. Wulder, T. Loveland, C. Woodcock, R. Allen, M. Anderson, et al., "Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research," Remote Sensing of Environment, vol. 145, pp. 154-172, 2014.
- [25] H. Fujisada, G. B. Bailey, G. G. Kelly, S. Hara, and M. J. Abrams, "Aster dem performance," Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 43, pp. 2707-2714, 2005.
- [26] R. Goodarzi, M. Mokhtarzade, and M. Zoej, "A Robust Fuzzy Neural Network Model for Soil Lead Estimation from Spectral Features," Remote Sensing, vol. 7, pp. 8416-

8435, 2015.

- [27] S. L. Cundill, H. van der Werff, and M. van der Meijde, "Adjusting Spectral Indices for Spectral Response Function Differences of Very High Spatial Resolution Sensors Simulated from Field Spectra," Sensors, vol. 15, pp. 6221-6240, 2015.
- [28] H. Ibrahim, A. Hatira, and T. Gallali, "Relationship between nitrogen and soil properties: Using multiple linear regressions and structural equation modeling," Int. J. Res. Appl. Sci, vol. 2, pp. 1-7, 2013.
- [29] R. G. Brereton, "Introduction to multivariate calibration in analytical chemistryElectronic Supplementary Information available. See http://www. rsc. org/suppdata/an/b0/b003805i," Analyst, vol. 125, pp. 2125-2154, 2000.
- [30] D. C. Montgomery, E. A. Peck, and G. G. Vining, Introduction to linear regression analysis: John Wiley & Sons, 2015.
- [31] S. R. Jammalamadaka, "Introduction to linear regression analysis," ed: Taylor & Francis, 2003.
- [32] F. A. Yitagesu, F. Van der Meer, H. Van der Werff, and W. Zigterman, "A multivariate regression analysis for deriving engineering parameters of expansive soils from spectral reflectance," The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. 37, pp. 1319-1323, 2008.
- [33] P. E. Dennison, K. Q. Halligan, and D. A. Roberts, "A comparison of error metrics and constraints for multiple endmember spectral mixture analysis and spectral angle mapper," Remote Sensing of Environment, vol. 93, pp. 359-367, 2004.
- [34] E. Choe, F. van der Meer, F. van Ruitenbeek, H. van der Werff, B. de Smeth, and K.-W. Kim, "Mapping of heavy metal pollution in stream sediments using combined geochemistry, field spectroscopy, and hyperspectral remote sensing: A case study of the Rodalquilar mining area, SE Spain," Remote Sensing of Environment, vol. 112, pp. 3222-3233, 2008.
- [35] J. Taylor, Introduction to error analysis, the study of uncertainties in physical measurements, 1997.



Journal of Geospatial Information Technology Vol.7 No.2, Summer 2019

Research Paper

Evaluation and Comparison of Topographic Correction Models Is Applied on the Series Landsat Images Using Spectrometery Data

Roohollah Goodarzi¹, Mahdi Mokhtarzadeh², Mohammad javad Valadanzouj²*

1- Ms.c student of remote sensing in Department of Geomatics, K.N.Toosi University 2- Associate professor in Department of Geomatics, K.N.Toosi University

Abstract

The effect of topography on the radiance record in satellite image, probably reduce the accuracy of algorithem impliementation on the images . Therefore, to reduce the effect of topography, various correction models based on interaction between light and object needs to be defined. This research introduces lombertin correction model (Cosine model) and non_lombertin correction model (mineart and C correction models) which can be applied on the serios landsat images of Irankouh. In order to evaluate of models, statistical parameters (mean difference and standard deviation of each band) before and after correction, Spectroscopy parameters (similarity angle and Euclidean distance) and accuracy of lead content estimation from Images were used. According to the results of the methods evaluation, the cosines model showed a poor performance compared to the other models. Overall accuracy of similarity angle (above 0.97) between image and spectroscopy data for Minaret and Cosines models was 0.973 and 0.891, respectively. Also RMSE=0.83 and $R^2 = 0.65$ of lead content estimation of landsat 8 correction image using mineart model showed good performance.

Key words: Topographic Correction, Landsat 8 Images, SVC Spectrometer.

Correspondence Address Remote Sensing Group, Department of Geomatics, K.N.Toosi University, Tehran, Iran. Tel: +98 21 88877071. Email: valadanzouj@kntu.ac.ir