



۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی نقشه برداری (ژئودزی و ژئوماتیک)

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد گروه سنجش از دور

ارزیابی دقت محصولات گسیلمندی سنجنده MODIS و ASTER با استفاده از داده

های هواشناسی و اندازه گیری میدانی

توسط:

مهدی بهرامی

استاد راهنما:

دکتر محمدرضا مباشری


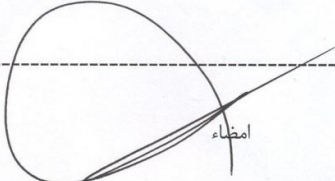

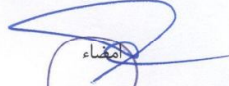


استاد مشاور:

مهندس مجید رحیم زادگان

زمستان ۱۳۹۰

الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

شماره: تاریخ:	تأییدیه هیأت داوران	 تاسیس ۱۳۰۷ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
<p>هیأت داوران پس از مطالعه پایان نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان نامه تهیه شده تحت عنوان :</p> <p>" ارزیابی دقت محصولات گسیلمندی سنجنده MODIS و ASTER با استفاده از داده های هواشناسی و اندازه گیری میدانی "</p> <p>توسط آقای مهدی بهرامی صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته گرایش سنجش از دور در تاریخ ۹۰/۱۱/۲۹ مورد تأیید قرار می دهند.</p>		
 امضاء	جناب آقای دکتر محمدرضا مباشری	۱- استاد راهنمای اول
امضاء	-	۲- استاد راهنمای دوم
 امضاء	جناب آقای مهندس رحیم زادگان	۳- استاد مشاور
 امضاء	جناب آقای دکتر علی اکبر آبکار	۴- ممتحن داخلی
 امضاء	جناب آقای دکتر کاظم علوی پناه	۵- ممتحن خارجی
 امضاء	جناب آقای دکتر محمدرضا ملک	۶- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده

اضهار نامه دانشجو

موضوع پایان نامه: ارزیابی دقت محصولات گسیلمندی سنجنده MODIS و ASTER با استفاده از داده های

هواشناسی و اندازه گیری میدانی

استاد راهنما: آقای دکتر محمد رضا مباشری

استاد مشاور: آقای مهندس مجید رحیم زادگان

نام دانشجو: مهدی بهرامی

شماره دانشجویی: ۸۸۰۷۱۶۴

اینجانب مهدی بهرامی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک گرایش سنجش از دور دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی میدهم که تحقیقات ارائه شده در این پایان نامه توسط شخص این جانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تأیید می باشد، و در موارد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان نامه چارچوب (فرمت) مصوب دانشگاه را به طور کامل رعایت کرده ام.

امضاء

دانشجو:

تاریخ

فرم حق طبع و نشر مالکیت نتایج

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق نویسنده آن می‌باشد. هر گونه کپی برداری بصورت کل پایان نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده علوم دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی مجاز می‌باشد.

ضمناً متن این صفحه نیز باید در چند نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می‌باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.

همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

تقدیم

به

روح پدر بزرگوارم

مادر مهربانم با بوسه بر دستانش

و

برادران و خواهرانم.

تشکر و قدردانی

در ابتدا واجب بر خود میدانم که از راهنمایی های ارزشمند استاد راهنمای بزرگووارم جناب آقای دکتر محمد رضا
مباشری و کمک های جناب آقای مهندس مجید رحیم زادگان، کمال تشکر و قدردانی را نمایم.

همچنین از تمامی دوستانم که در این پایان نامه مرا یاری کردند تشکر مینمایم.

چکیده

پهنه‌بندی گسیلمندی سطح یک نیاز مهم در سنجش از دور حرارتی می‌باشد. با داشتن مقادیر دقیق گسیلمندی، می‌توان دمای سطح را به طور دقیق مشخص نمود که در بسیاری از مطالعات زیست محیطی، اقلیمی، و مدل‌های پیش‌بینی هوا کاربرد دارد. با توجه به اهمیت گسیلمندی سطح و دقت در برآورد آن، در این مطالعه به بررسی دقت در برآورد گسیلمندی برای دو سنجنده MODIS و ASTER پرداخته شده است. برای اعتبار سنجی و بررسی دقت این دو سنجنده از مقادیر گسیلمندی اندازه‌گیری شده زمینی و آزمایشگاهی در 6 منطقه امریکای شمالی استفاده گردیده است. در این تحقیق، گسیلمندی سنجنده ASTER از روش TES و محصولات گسیلمندی MODIS از دو نسخه 005,041 استخراج گردید. سپس اختلاف مقادیر به دست آمده با مقادیر زمینی محاسبه و آنگاه دقت نتایج به دست آمده از دو سنجنده در دو باند ۸/۵ و ۱۱ میکرون برای تصاویر همزمان این دو سنجنده مقایسه شد. همچنین برای اطمینان بیشتر از نتایج و به منظور مقایسه دقت، از متوسط گسیلمندی به دست آمده توسط دو سنجنده در طول دوره زمانی و در محدوده ۱۱ میکرون استفاده گردید. نتایج به دست آمده از تصاویر همزمان این دو سنجنده نشان می‌دهد که سنجنده ASTER در محدوده ۸/۵ میکرون و در تمامی مناطق مورد مطالعه به طور متوسط از دقت بالاتری به میزان ۴/۶٪ نسبت به MODIS برخوردار است. همچنین در محدوده ۱۱ میکرون، ASTER به طور متوسط در تمامی مناطق از دقتی در حدود ۰/۷٪ برخوردار بوده ولی سنجنده MODIS خطایی بالغ بر ۱/۲٪ را دارد. میزان خطا در سنجنده MODIS برای پوشش‌هایی که گسیلمندی واقعی آنها نسبتاً پایین باشد بیشتر نیز می‌گردد. در مجموع سنجنده ASTER نسبت به سنجنده MODIS نتایج قابل قبول‌تری ارائه می‌دهد. این یافته باید در زمان استفاده از گسیلمندی در مدل‌های هواشناسی و در دیگر کاربردهایی که نیازمند گسیلمندی دقیق است مورد توجه قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: گسیلمندی، اندازه‌گیری زمینی، MODIS، ASTER، NAALSED.

فهرست مطالب

فصل ۱- مقدمه.....	۱
۱-۱- مروری بر سنجش از دور، تعریف مساله و ضرورت انجام پژوهش	۲
۲-۱- هدف از انجام پژوهش	۴
۳-۱- روش و متدولوژی پژوهش	۴
۴-۱- ساختار پایان نامه	۶
فصل ۲- مفاهیم، روش ها و پیشینه تحقیق	۱۰
۱-۲- مقدمه.....	۱۱
۲-۲- قانون پلانک.....	۱۱
۳-۲- قانون جابجایی وین	۱۳
۴-۲- قانون استفان بولتزمن	۱۴
۵-۲- گسیلمندی	۱۵
۶-۲- گسیلمندی و دمای سطح	۱۶
۷-۲- روشهای برآورد گسیلمندی و دما	۱۸
۱-۷-۲- روش تک کاناله	۱۸
۲-۷-۲- روش روزنه دو گانه (پنجره مجزا)(SW).....	۱۸
۱-۲-۷-۲- روشهای پنجره مجزا برای سنجنده NOAA-AVHRR.....	۱۹
۲-۲-۷-۲- روشهای پنجره مجزا برای سنجنده MODIS.....	۱۹
۱-۲-۷-۲- روش ارائه شده توسط Wan	۱۹
۲-۲-۷-۲- روش ارائه شده توسط Sabrina	۲۰
۳-۷-۲- روش برآورد گسیلمندی بر مبنای طبقه بندی	۲۲
۴-۷-۲- روش زوج روز-شب (Day/Night Pair).....	۲۴
۵-۷-۲- برآورد گسیلمندی با استفاده از روش NDVI	۲۵
۶-۷-۲- الگوریتم جدا سازی دما و گسیلمندی (TES)	۲۶
۷-۷-۲- برآورد گسیلمندی از روش ارتقاء الگوریتم TES.....	۳۴
۸-۷-۲- روش های برآورد گسیلمندی نسبی طیفی	۳۶

۳۶	۸-۲- اثر تغییرات زاویه ای بر روی گسیلمندی
۳۸	فصل ۳- مناطق مطالعاتی، تهیه و آماده سازی داده ها
۳۹	۱-۳- مناطق مطالعاتی
۴۳	۲-۳- ایستگاههای هواشناسی
۴۵	۳-۳- نحوه انتخاب تصاویر
۵۱	۴-۳- پیش پردازش و آماده سازی تصاویر
۵۲	۱-۴-۳- پیش پردازش تصاویر ASTER
۵۲	۱-۱-۴-۳- مقدمه ای بر سنجنده ASTER
۵۳	۱-۱-۴-۳- محصولات سنجنده ASTER
۵۴	۱-۱-۴-۳- داده های Level-1A سنجنده ASTER
۵۴	۲-۱-۴-۳- داده های Level-1B سنجنده ASTER
۵۵	۲-۱-۴-۳- کالیبراسیون رادیومتریکی ASTER
۵۶	۳-۱-۴-۳- تصحیح هندسی تصاویر ASTER
۵۷	۴-۱-۴-۳- تبدیل چگالی شار به بازتابندگی در بالای جو
۵۸	۵-۱-۴-۳- تصحیح جوی تصاویر ASTER
۵۹	۱-۵-۱-۴-۳- تصحیح جوی باند های حرارتی تصاویر ASTER
۶۱	۲-۴-۳- پیش پردازش تصاویر MODIS
۶۱	۱-۲-۴-۳- مقدمه ای بر سنجنده MODIS
۶۳	۲-۲-۴-۳- تصحیح رادیومتریکی تصویر MODIS
۶۳	۳-۲-۴-۳- تصحیح هندسی و زمین مرجع کردن MODIS
۶۴	۴-۲-۴-۳- تصحیح رادیومتریکی محصولات گسیلمندی MODIS
۶۶	فصل ۴- اجرای تحقیق و تجزیه و تحلیل نتایج
۶۷	۱-۴- مقدمه
۶۸	۲-۴- بررسی پوشش سطحی
۷۰	۳-۴- بررسی دقت گسیلمندی مستخرج از ASTER
۷۷	۴-۴- بررسی دقت گسیلمندی MODIS
۷۸	۵-۴- مقایسه گسیلمندی و دمای سطح تصاویر همزمان MODIS و ASTER
۷۸	۱-۵-۴- مقایسه در محدوده ۸/۵ میکرون

۸۰.....	۲-۵-۴- مقایسه در محدوده ۱۱ میکرون.....
۸۲.....	۳-۵-۴- مقایسه دما.....
۸۲.....	۶-۴- گسیلمندی متوسط زمانی MODIS و ASTER(NAALSED) در محدوده ۱۱ میکرون.....
۸۷.....	۷-۴- پهنه بندی گسیلمندی.....
۹۱.....	فصل ۵- نتیجه گیری و پیشنهادات.....
۹۲.....	۱-۵- مقدمه.....
۹۲.....	۲-۵- نتیجه گیری.....
۹۵.....	۳-۵- پیشنهادات.....
۹۷.....	مراجع.....

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱ روند نمای این پژوهش برای استخراج گسیلمندی از تصاویر همزمان دو سنجنده و مقایسه آنها. ۸.....
- شکل ۱-۲ روند نمای این پژوهش برای استخراج گسیلمندی از دو سنجنده در طول یک دوره زمانی و مقایسه آنها. ۹.....
- شکل ۱-۲ تابش طیفی خورشید با دمای ۵۹۰۰ و زمین با دمای ۳۰۰ درجه کلوین ۱۲.....
- شکل ۲-۲ منحنی تابع پلانک برای خورشید با دمای ۵۹۰۰ درجه کلوین بر حسب بسامد(راست) و طول موج(چپ). محور افقی بر حسب یکصد تراهرتز برای بسامد و بر حسب میکرون برای طول موج مدرج شده است. ۱۳.....
- شکل ۲-۳ مقایسه تابش طیفی چند جسم سیاه با دماهای مختلف ۱۳.....
- شکل ۲-۴ مقادیر متوسط طیف گسیلمندی نمونه های خاک در باندهای ASTER و در کلاسهای مختلف مستخرج از کتابخانه طیفی ASTER..... ۲۶.....
- شکل ۲-۵ منحنی های پاسخ طیفی باندهای حرارتی سنجنده ASTER ۲۷.....
- شکل ۲-۶ رابطه‌ی تجربی بین ϵ_{min} و MMD، بر مبنای ۸۶ طیف بازتابندگی آزمایشگاهی که از سنگها، خاکها، پوشش گیاهی، برف و آب، توسط Salisbury، تهیه شده است. ۹۵٪ نمونه ها در حدود ۰/۰۲ واحد گسیلمندی از خط رگرسیون قرار دارند، که این مقدار متناظر با خطایی برای T در حدود در حدود ۱/۵ کلوین در ۳۰۰ کلوین خواهد بود..... ۳۲.....
- شکل ۲-۷ روش و متدولوژی کلی الگوریتم TES که جزییات آن برای تحقیق حاضر در محیط نرم افزار MATLAB برنامه نویسی شده است..... ۳۳.....
- شکل ۳-۱ روند جمع آوری اطلاعات و محاسبه گسیلمندی نمونه های زمینی..... ۴۰.....
- شکل ۳-۲ موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه..... ۴۲.....
- شکل ۳-۳ نمونه ای از اطلاعات موجود در ایستگاههای هواشناسی NM Las Cruces 20 N در تاریخ ۲۴ می سال ۲۰۰۸ بین ساعت ۱۱ تا ۱۲ بر حسب زمان MDT..... ۴۴.....
- شکل ۳-۴ نمودارهای دمای هوا-دمای سطح زمین-تابش خورشید-متوسط سرعت باد و ماکزیمم سرعت باد برای ۲۴ می سال ۲۰۰۸ به همراه روزهای قبل و بعد آن بر حسب زمان MDT که از داده های هواشناسی ایستگاه NM Las Cruces 20 N نزدیک به منطقه White Sands به دست آمده است. در حوالی ساعت گذر ماهواره که با فلش نمایش داده شده جوی آرام دیده می شود. ۴۷.....
- شکل ۳-۵ نمودارهای دمای هوا-دمای سطح زمین-تابش خورشید-متوسط سرعت باد و ماکزیمم سرعت باد برای ۴ سپتامبر سال ۲۰۰۸ به همراه روزهای قبل و بعد آن بر حسب زمان MDT که از داده های هواشناسی ایستگاه CO La Junta 17 WSW نزدیک به منطقه GreatSands به دست آمده است. در حوالی ساعت گذر ماهواره که با فلش نمایش داده شده جوی آرام دیده می شود. ۴۸.....
- شکل ۳-۶ نمودارهای دمای هوا-دمای سطح زمین-تابش خورشید-متوسط سرعت باد و ماکزیمم سرعت باد برای ۱۴ سپتامبر سال ۲۰۰۸ به همراه روزهای قبل و بعد آن بر حسب زمان MDT که از داده های هواشناسی ایستگاه CA Fallbrook 5 NE نزدیک به منطقه Kelso به دست آمده است. در حوالی ساعت گذر ماهواره که با فلش نمایش داده شده جوی آرام دیده می شود. ۴۸.....

شکل ۳-۷ نمودارهای دمای هوا-دمای سطح زمین-تابش خورشید-متوسط سرعت باد و ماکزیمم سرعت باد برای ۳۰ آوریل سال ۲۰۰۸ به همراه روزهای قبل و بعد آن بر حسب زمان MDT که از داده های هواشناسی ایستگاه CA Stovepipe Wells 1 SW نزدیک به منطقه Stovepipe Wells به دست آمده است. در حوالی ساعت گذر ماهواره که با فلش نمایش داده می شود تقریباً جوی آرام دیده می شود..... ۴۹

شکل ۳-۸ نمودارهای دمای هوا-دمای سطح زمین-تابش خورشید-متوسط سرعت باد و ماکزیمم سرعت باد برای ۲۳ سپتامبر سال ۲۰۰۸ به همراه روزهای قبل و بعد آن بر حسب زمان MDT که از داده های هواشناسی ایستگاه CA Fallbrook 5 NE نزدیک به منطقه Algodones به دست آمده است. در حوالی ساعت گذر ماهواره جوی آرام دیده می شود..... ۴۹

شکل ۳-۹ نمودارهای دمای هوا-دمای سطح زمین-تابش خورشید-متوسط سرعت باد و ماکزیمم سرعت باد برای ۲۲ آگوست سال ۲۰۰۸ به همراه روزهای قبل و بعد آن بر حسب زمان MDT که از داده های هواشناسی ایستگاه NVBaker5W نزدیک به منطقه Little Sahara/Lynndyl به دست آمده است. در حوالی ساعت گذر که با فلش نمایش داده شده ماهواره جوی آرام دیده می شود..... ۵۰

شکل ۳-۱۰ محدوده طیفی باندهای سنجنده ASTER..... ۵۳

شکل ۳-۱۱ چگونگی اعمال دوران به تصویر ASTER L1B در نرم افزار ENVI (بالا) به همراه تصویر قبل از اعمال دوران (پایین چپ) و بعد از اعمال دوران (پایین راست) ۵۷

شکل ۳-۱۲ نمودار شماتیک مولفه های تابش حرارتی برای سطحی هموار..... ۵۹

شکل ۳-۱۳ پارامترهای حاصله از تصحیح جوی باند های حرارتی شامل قابلیت عبور جوی (بالا) و تابش روبه بالای جوی (پایین) برای یک نمونه تصویر ASTER-1B..... ۶۱

شکل ۴-۱ موقعیت نمونه های برداشت شده در پیکسل های MODIS و ASTER به صورت شماتیک..... ۶۹

شکل ۴-۲ یک نمونه از تصویر ASTER و MODIS که همزمان از یک منطقه در باندهای حرارتی برداشت شده است..... ۶۹

شکل ۴-۳ مقایسه گسیلمندی به دست آمده از تصاویر ASTER و مقادیر زمینی در ۵ باند حرارتی برای ۶ منطقه مورد مطالعه..... ۷۱

شکل ۴-۴ مقدار گسیلمندی زمینی به همراه گسیلمندی پیکسل های حاوی محدوده مورد نظر (۱۵ در ۱۵ پیکسل) در ۵ باند حرارتی ASTER برای یک نمونه از مناطق مورد مطالعه..... ۷۳

شکل ۴-۵ مقایسه گسیلمندی به دست آمده به روش انتخاب نزدیکترین پیکسل از تصاویر اخذ شده ASTER و مقادیر زمینی گسیلمندی در ۵ باند حرارتی برای ۶ منطقه مورد مطالعه. a) White Sands b) Stovepipe c) Little Saharad) Great Sands e) Kelso f) Algodones..... ۷۴

شکل ۴-۶ توابع پاسخ باندهای حرارتی سنجنده ASTER و MODIS..... ۷۸

شکل ۴-۷ میزان اختلاف گسیلمندی مستخرج از تصاویر همزمان MODIS و ASTER با مقدار زمینی در محدوده مشترک ۸/۵ میکرون..... ۷۹

شکل ۴-۸ میزان همبستگی و خط برازش داده شده بین مقادیر گسیلمندی زمینی و گسیلمندی مستخرج از MODIS در محدوده ۸/۵ میکرون ۷۹

- شکل ۴-۹ میزان اختلاف نسبی گسیلمندی مستخرج از تصاویر همزمان MODIS و ASTER با مقدار زمینی در محدوده مشترک ۱۱ میکرون..... ۸۱
- شکل ۴-۱۰ همبستگی کم میان گسیلمندی مستخرج از MODIS و مقادیر گسیلمندی زمینی در محدوده ۱۱ میکرون..... ۸۱
- شکل ۴-۱۱ مقایسه دمای سطح مستخرج از تصاویر همزمان MODIS و ASTER..... ۸۲
- شکل ۴-۱۲ گسیلمندیهای MODIS به همراه متوسط آنها در سال ۲۰۰۸ در باند ۳۱ (۱۱ میکرون) به همراه مقدار زمینی در این محدوده برای منطقه White Sands..... ۸۳
- شکل ۴-۱۳ گسیلمندیهای MODIS به همراه متوسط آنها در سال ۲۰۰۸ در باند ۳۱ (۱۱ میکرون) به همراه مقدار زمینی در این محدوده برای منطقه Great Sands..... ۸۳
- شکل ۴-۱۴ گسیلمندیهای MODIS به همراه متوسط آنها در سال ۲۰۰۸ در باند ۳۱ (۱۱ میکرون) به همراه مقدار زمینی در این محدوده برای منطقه Kelso..... ۸۴
- شکل ۴-۱۵ گسیلمندیهای MODIS به همراه متوسط آنها در سال ۲۰۰۸ در باند ۳۱ (۱۱ میکرون) به همراه مقدار زمینی در این محدوده برای منطقه Stovepipe Wells..... ۸۴
- شکل ۴-۱۶ گسیلمندیهای MODIS به همراه متوسط آنها در سال ۲۰۰۸ در باند ۳۱ (۱۱ میکرون) به همراه مقدار زمینی در این محدوده برای منطقه Algodones..... ۸۴
- شکل ۴-۱۷ گسیلمندیهای MODIS به همراه متوسط آن در سال ۲۰۰۸ در باند ۳۱ (۱۱ میکرون) به همراه مقدار زمینی در این محدوده برای منطقه Little Sahara/Lynndyl..... ۸۵
- شکل ۴-۱۸ میزان اختلاف نسبی گسیلمندی (MODIS(mean2008) و ASTER(NAALSED)) با مقدار زمینی در محدوده مشترک ۱۱ میکرون..... ۸۶
- شکل ۴-۱۹ همبستگی کم میان گسیلمندی مستخرج از MODIS (متوسط سال ۲۰۰۸) و گسیلمندی مقادیر زمینی در محدوده ۱۱ میکرون برای ۶ منطقه مورد مطالعه..... ۸۶
- شکل ۴-۲۰ نقشه گسیلمندی باند ۱۴ به همراه نقشه دمای سطح حاصل از تصویربرداری شده‌ی سنجنده ASTER برای منطقه White Sands..... ۸۷
- شکل ۴-۲۱ نقشه گسیلمندی باند ۱۴ به همراه نقشه دمای سطح حاصل از تصویربرداری شده‌ی سنجنده ASTER برای منطقه Algodones..... ۸۸
- شکل ۴-۲۲ نقشه گسیلمندی باند ۱۴ به همراه نقشه دمای سطح حاصل از تصویربرداری شده‌ی سنجنده ASTER برای منطقه Great Sands..... ۸۸
- شکل ۴-۲۳ نقشه گسیلمندی باند ۱۴ به همراه نقشه دمای سطح حاصل از تصویربرداری شده‌ی سنجنده ASTER برای منطقه Little Sahara/Lynndyl..... ۸۹
- شکل ۴-۲۴ نقشه گسیلمندی باند ۱۴ به همراه نقشه دمای سطح حاصل از تصویربرداری شده‌ی سنجنده ASTER برای منطقه Stovepipe Wells..... ۸۹
- شکل ۴-۲۵ نقشه گسیلمندی باند ۱۴ به همراه نقشه دمای سطح حاصل از تصویربرداری شده‌ی سنجنده ASTER برای منطقه Kelso..... ۹۰

فهرست جداول

- جدول ۱-۲ گسیلمندی مواد و پدیده های مختلف در محدوده طیفی ۸-۱۴ میکرومتر ۱۶
- جدول ۲-۲ الگوریتم های پنجره مجزای ارائه شده برای ماهواره NOAA-AVHRR ۱۹
- جدول ۳-۲ چهارده کلاس گسیلمندی که زیر مجموعه کلاسهای استاندارد IGPB هستند ۲۳
- جدول ۴-۲ مقادیر گسیلمندی معلوم جهت شبیه سازی تابش واقعی زمین ۳۵
- جدول ۵-۲ ضرایب A_z و B_z و ضریب رگرسیون ۲^۲ برای باندهای حرارتی ASTER جهت ارتقاء الگوریتم TES ۳۵
- جدول ۱-۳ اطلاعات موجود در پایگاه داده NAALSED به همراه ضریب مقیاسهای لازم برای اعمال به داده های دانلود شده در فرمت دریافت شده (فرمت باینری) ۴۱
- جدول ۲-۳ خصوصیات اصلی هریک از منطقه های مورد مطالعه شامل موقعیت، مساحت، ارتفاع، شیب، اندازه ذرات، نوع مواد تشکیل دهنده و متوسط شاخص NDVI هر منطقه ۴۱
- جدول ۳-۳ نام و موقعیت ایستگاههای هواشناسی مورد استفاده برای مناطق مورد مطالعه ۴۳
- جدول ۴-۳ زمان و مشخصات تصاویر انتخاب شده ASTER و محصولات گسیلمندی MODIS همزمان با آن ۴۶
- جدول ۵-۳ مشخصات محصولات گسیلمندی اخذ شده MODIS در سال ۲۰۰۸ در نسخه ۰۴۱ از کل مناطق به منظور محاسبه گسیلمندی متوسط هر منطقه در دوره زمانی سال ۲۰۰۸ ۵۱
- جدول ۶-۳ خصوصیات طیفی ASTER ۵۳
- جدول ۷-۳ ضرایب تبدیل جهت کالیبراسیون اعداد رقومی (DN) باندهای سنجنده ASTER ۵۵
- جدول ۸-۳ مقادیر ESUN برای باندهای ASTER ۵۸
- جدول ۹-۳ خصوصیات و کاربرد های باند های سنجنده MODIS ۶۲
- جدول ۱-۴ شاخص NDVI مستخرج از تصاویر ASTER برای مناطق مورد مطالعه ۶۸
- جدول ۲-۴ مقدار اختلاف بین گسیلمندی مقادیر زمینی و گسیلمندی به دست آمده توسط سنجنده ASTER در ۵ باند حرارتی برای ۶ منطقه بر حسب درصد ۷۲
- جدول ۳-۴ مقدار اختلاف بین گسیلمندی مقادیر زمینی و گسیلمندی به دست آمده توسط سنجنده ASTER به روش انتخاب نزدیکترین پیکسل در ۵ باند حرارتی برای ۶ منطقه بر حسب درصد ۷۵
- جدول ۴-۴ مقایسه ای بین متوسط دقت پایگاه داده NAALSED در ۵ باند حرارتی و متوسط دقت گسیلمندی مستخرج از تصاویر اخذ شده ی ASTER در ۵ باند حرارتی (بر حسب درصد) ۷۶
- جدول ۵-۴ اختلاف گسیلمندی MODIS و مقادیر زمینی (بر حسب درصد) ۷۷
- جدول ۶-۴ مقایسه ای بین دقت MODIS (v041:1km) و ASTER در محدوده ۱۱ میکرون (بر حسب درصد) ۸۰
- جدول ۷-۴ میزان اختلاف MODIS (mean2008) و ASTER (NAALSED) با مقدار زمینی در محدوده مشترک ۱۱ میکرون برای مناطق مورد مطالعه بر حسب درصد ۸۵

فصل اول

فصل ۱ - مقدمه

۱-۱- مروری بر سنجش از دور، تعریف مساله و ضرورت انجام پژوهش

سنجش از دور علم و هنر به دست آوردن اطلاعات مستند از یک شی یا یک پدیده، از راه دور و بدون تماس فیزیکی با آنها است [1]. یکی از ابزارهای موثر در زمینه مطالعات محیطزیست و علوم زمین، استفاده از فناوری سنجش از دور و بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای است [2]. در حقیقت این اصل بنیادی که هر پدیده طبیعی در طول موجهای مختلف طیف الکترومغناطیس برهمکنش‌های منحصر بفردی را خواهد داشت سبب گردیده تا سنجش از دور به عنوان یک ابزار کارآمد در تشخیص پدیده‌های گوناگون و بررسی وضعیت و روند تغییرات آنها در طول زمان شناخته شود [1]. شناخت بسیاری از منابع نظیر خاک، آب، معادن و پوشش گیاهی و پایش پدیده‌های زیانباری مانند سیلاب‌ها، بیابان‌زایی، حرکت تپه‌های ماسه‌ای، شوری آب و خاک، تخریب جنگلها و مراتع، لازمه دستیابی به توسعه پایدار است [2]. استفاده از فناوری سنجش از دور و بکارگیری داده‌های ماهواره‌ای، اغلب موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت می‌گردد و روزبه روز بر اهمیت این فناوری در راستای توسعه پایدار افزوده می‌شود [2].

سنجش از دور حرارتی شاخه‌ای از سنجش از دور محسوب می‌شود که در مورد پردازش و تفسیر داده‌های به دست آمده در ناحیه مادون قرمز حرارتی^۱ (TIR) طیف الکترو مغناطیس بحث می‌کند که در آن تابش‌های ساطع شده از سطح هدف، اندازه‌گیری می‌شود [2]. در طبیعت اغلب اجسام توان تابشی کمتری نسبت به جسم سیاه همدمای خود دارند. در واقع توان تابشی یا همان گسیلمندی کمیته وابسته به خصوصیات ذاتی و درونی، آرایش اتمی و ساختار مولکولی مواد است و با نسبت تابش حرارتی یک جسم در دمای معلوم به تابش جسم سیاه همدمای آن در یک طول موج معین تعریف می‌شود [3]. با داشتن مقادیر دقیق گسیلمندی، می‌توان دمای سطح را که در بسیاری از مطالعات زیست محیطی از جمله تعیین تنش و تعرق گیاه، تعیین ظرفیت حرارتی و ظرفیت گرمایی ویژه مواد معدنی [4]، مطالعه کیفیت هوا و دمای سطح دریاها و حتی در پایش بین‌

¹Thermal infrared

زلزله [2] کاربرد دارد، به طور دقیق مشخص نمود. محصولات گسیلمندی و دمای سطح پارامترهای کلیدی مورد استفاده برای مطالعه دینامیک سطح، مدل‌های هواشناسی [5]، [6] و تعامل سطح و جو می‌باشد.

از برخی دیگر از کاربرد های سنجش از دور حرارتی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد [2]:

تهیه نقشه حرارتی - تشخیص واحد های زمین شناسی و محل گسل ها - رطوبت خاک - هیدرولوژی و تعیین محل نشت آب - مرزبندی مناطق ساحلی - آتشفشان - آتشسوزی ها - زلزله - مدل‌های محیطی - علوم پزشکی - علوم دامپزشکی - کاربرد های نظامی - حرارت ساختمانها و صخره ها و غیره - تبخیر گیاهان - تعیین محل چشمه های آب سرد و چشمه های آب گرم معدنی - حیات وحش، وضعیت ماهیگیری و تعیین آلودگی های دریاها و هوا.

بنابر این با توجه به موارد و کاربرد های گفته شده، برآورد دما در بسیاری از مطالعات سنجش از دور حرارتی توسط سنجنده‌های سنجش از دوری اهمیت خاصی دارد که البته مستلزم برآورد دقیق گسیلمندی سطح می‌باشد. در نتیجه تعیین پارامتر های فوق الذکر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، بعلت عدم اطلاع کافی از گسیلمندی سطوح، خطای بسیار زیادی را به همراه دارد. تا آنجاییکه ممکن است نتایج بدست آمده قابل اعتماد نباشد. به طور کلی می‌توان گفت که عدم قطعیتی به میزان ۰/۰۱ در تعیین گسیلمندی سطوح منجر به خطایی در حدود ۰/۵ تا ۱ درجه کلوین در اندازه گیری دما خواهد شد [7]. به عبارت بهتر به منظور بازیابی مقادیر دقیق دمای سطح زمین از طریق سنجش از دور یا داده های ماهواره‌ای، گسیلمندی سطوح باید تعیین یا تصحیح شود. سالهاست که گسیلمندی و دمای سطح (LST&E)^۱ توسط سنجنده‌هایی از جمله AIRS^۲ [8]، MODIS^۳ [9] و ASTER^۴ [10] برآورد می‌شود. البته محصولات این سنجنده‌ها اغلب دارای تفاوت هایی هستند که ناشی از تفاوت در قدرت تفکیک مکانی، طیفی و زمانی این سنجنده‌ها و همچنین الگوریتم های مورد

¹ Land Surface Temperature and Emissivity

² Atmospheric Infrared Sounder

³ Moderate-Resolution Imaging Spectrometer

⁴ Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer

استفاده هریک می‌باشد. با توجه به مواردی که در اهمیت گسیلمندی ذکر شده ارزیابی دقت برآورد گسیلمندی توسط سنجنده‌های ماهواره‌ای ضرورت انجام این پژوهش می‌باشد.

۱-۲- هدف از انجام پژوهش

هدف اصلی در این پژوهش، ارزیابی دقت محصولات گسیلمندی سنجنده‌های MODIS و ASTER با استفاده از داده‌های هواشناسی و اندازه‌گیری‌های میدانی می‌باشد. این کار با استفاده از باندهای حرارتی تصاویر سنجنده‌های MODIS (MOD11) در دو نسخه 041 و 005، داده‌های جمع‌آوری شده از اندازه‌گیری‌های میدانی گسیلمندی در مناطق مختلف و داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی مناطق مورد مطالعه انجام شده است. در این پژوهش سعی شده است تا با انتخاب تصاویر مناسب از مناطق مورد مطالعه، گسیلمندی این مناطق برای هر دو سنجنده برآورد گردد، سپس مقادیر به دست آمده با مقادیر زمینی مورد ارزیابی قرار گرفته و دقت این دو سنجنده در هر منطقه به دست آمده و آنگاه به مقایسه دقت این دو سنجنده در باندهای مشترک پرداخته شود. به طور کلی اهداف این پژوهش عبارتند از:

-ارزیابی محصولات گسیلمندی سنجنده MODIS

-ارزیابی گسیلمندی بدست آمده از تصاویر ASTER

-تلاش در ارائه معادله‌ای برای اصلاح محصولات گسیلمندی سنجنده MODIS

-بررسی عدم قطعیت‌ها و توصیه برای پژوهش‌های آتی

۱-۳- روش و متدولوژی پژوهش

متدولوژی این پژوهش شامل چندین مرحله مختلف جمع‌آوری داده‌ها، پردازش داده‌ها و اعمال روشهای مورد استفاده برای استخراج گسیلمندی و دما، تجزیه و تحلیل و مقایسه و در نهایت نتیجه‌گیری خواهد بود. در مرحله نخست منابع، کارهای مشابه انجام شده و داده‌های اولیه مورد نیاز جمع‌آوری شدند. این مرحله شامل جستجو و جمع‌آوری مقالات و منابع گوناگون مرتبط با موضوع، از کتابخانه و سایت‌های مختلف، جهت بررسی

موضوع و دسترسی به شیوه مورد نیاز برای انجام تحقیق بوده است. سپس با کمک داده‌های هواشناسی به دست آمده از ایستگاههای هواشناسی واقع در مناطق مورد مطالعه، تصاویر مناسب مورد نیاز دانلود گردید. با توجه به اینکه برای انجام این تحقیق نیاز به مقادیر زمینی و آزمایشگاهی گسیلمندی بود، در این رابطه مناطقی مورد مطالعه قرار گرفت که در آن اندازه گیری های زمینی انجام شده و اطلاعات مربوط به آن قابل دسترس باشد. برای این منظور منطقه مورد مطالعه در امریکای شمالی انتخاب شد. Hook و Hulley در سال ۲۰۰۹ کلیه تصاویر قابل استفاده سنجنده ASTER در امریکای شمالی را در سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ جمع آوری کرده و متوسط گسیلمندی به دست آمده در طول این سالها را برای هر ۵ باند حرارتی ASTER به همراه متوسط دمای سطح در گریدهای ۱۰۰ متری در سرتاسر امریکای شمالی به دست آوردند و در نهایت یک پایگاه داده از گسیلمندی سنجنده ASTER در سراسر امریکای شمالی (NAALSED)^۱ ایجاد کردند [11]. Hook و Hulley برای ارزیابی دقت داده‌های این پایگاه و مقایسه آنها با مقادیر زمینی، اطلاعات مربوط گسیلمندی-های اندازه گیری شده در محیط آزمایشگاهی از نمونه های برداشت شده از مناطق بیابانی با سطوحی تغییر ناپذیر^۲ با پوشش شنی را در طول موجهایی در محدوده ۲/۵ تا ۱۵ میکرون جمع آوری کردند. اندازه گیری های زمینی در اواخر بهار و اوایل تابستان سال ۲۰۰۸ در چندین مرحله نمونه برداری در محدوده ۱ کیلومتر مربع برای هر منطقه انجام شده است. برای انجام تحقیق حاضر، از این پایگاه داده و اطلاعات زمینی مربوط به ۶ منطقه بیابانی آن استفاده شده و داده‌ها از آدرس <ftp://pyramidlake.jpl.nasa.gov> دریافت گردید.

مرحله دوم، شامل پردازش داده های جمع آوری شده می باشد. تصاویر اخذ شده مربوط به سنجنده ASTER در این تحقیق، تصاویر Level-1B می باشد که کالیبراسیون رادیومتریکی برای باندهای حرارتی و همچنین تصحیح هندسی در آنها قبلا انجام شده است. قبل از محاسبه گسیلمندی و دما برای تصویر ASTER نیاز به

¹ North American ASTER Land Surface Emissivity Database

² Invariant