دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه برداری (ژئودزی و ژئوماتیک)

پایان نامهٔ دورهٔ کارشناسی ارشد

رشته مهندسی عمران- نقشهبرداری

گرایش سنجش از دور

ارزیابی دقت محصولات آلبیدوی MODIS با استفاده از تصاویر ASTER

استاد راهنما

دکتر محمد رضا مباشری

استاد مشاور

مهندس سید باقر فاطمی

نگارش

مهری اکبرزاده

بهمن ماه ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

چکیده

آلبیدوی پهنباند سطح زمین، پارامتر فیزیکی بسیار مهمی در مطالعات زیستمحیطی، هواشناسی و مطالعات انتقال تابشی محسوب میشود. اندازهگیری تغییرات زمانی- مکانی آلبیدو، در بررسی تغییرات پوشش سطح زمین و تغییرات آب و هوا نقش کلیدی دارد. سنجنده MODIS پرکاربردترین سنجنده در تولید محصولات آلبیدو به صورت جهانی و مستمر، اما با قدرت تفکیک مکانی پایین است. خطا در محصولات آلبیدوی این سنجنده میتواند نتایج خروجی مدلهای آب و هوایی و اقلیمی استفاده کننده از این محصولات را تحت تاثیر قرار دهد. از طرفی میتوان از بازتابندگیهای سطحی حاصل از داده - های دیگر سنجندههای چند طیفی مانند ASTER نیز برای برآورد آلبیدوهای پهنباند سطح استفاده نمود. این کار از طریق روابط تبدیل موجود برای سنجندههای مختلف صورت میپذیرد. در این تحقیق از آلبیدوهای پهنباند موجکوتاه و مرئی محاسبه شده از تصاویر ASTER، جهت ارزیابی دقت آلبیدوهای موجکوتاه و مرئی واقعی بدست آمده از محصولات MCD۴۳A۳ سنجنده MODIS در منطقهای همگن، نیمه خشک، فاقد پوشش گیاهی و نسبتاً هموار در شمال استان قم استفاده شد. دلیل انتخاب سنجندهی ASTER برای ارزیابی محصولات آلبیدوی ۱۶ روزه MODIS، قرارگرفتن این دو سنجنده بر روی یک ماهواره و قدرت تفکیک مکانی و رادیومتریکی بالای سنجندهی ASTER در مقایسه با سنجنده MODIS بوده است. نتایج این ارزیابی نشان داد که در شرایط ایدهآل، چنانچه شرایط جوی در پریود زمانی ۱۶ روزهی MODIS حاکی از عدم تغییر عمده جوی بوده و با شرایط جوی در زمان اخذ تصویر ASTER مشابه باشد، تفاوت مقادیر آلبیدوهای پهنباند موجکوتاه و مرئی MODIS نسبت به ASTER به ترتیب در حدود ۶ درصد، و ۷ درصد و RMSD اختلافات نسبی برای هر دو آلبیدوی موجکوتاه و مرئی در حدود ۴ درصد میباشد. درغیر اینصورت با توجه به میزان و شدت تغییرات جوی در طول پریود زمانی ۱۶ روزهی MODIS در مقایسه با روز اخذ تصویر ASTER، اختلاف آلبیدوهای پهنباند MODIS نسبت به ASTER مقادیر بیشتری خواهد بود. در این پژوهش الگوی رفتاری آلبیدوهای پهنباند موج - کوتاه، مرئی و مادون قرمز نزدیک سطح، در منطقه مورد تحقیق که منطقهای همگن و پوشیده از خاک لخت میباشد نیز مورد بررسی قرارگرفت. ملاحظه شد که برای سطح خاک لخت، از میان سه آلبیدوی پهنباند، آلبیدوی مرئی کمترین مقدار و آلبیدوی مادونقرمز نزدیک بیشترین مقدار را داراست و آلبیدوی موجکوتاه نیز مقادیری مابین این دو اتخاذ مینماید.

کلید واژهها: BRDF، ارزیابی، آلبیدو، MODIS، ASTER، سنجشازدور .

فهرست مطالب

۱) فصل اول: مقدمه ۲

۱-۱) تعریف مسئله ۲

۱-۲) ضرورت تحقیق ۵

۱-۳) اهداف تحقیق ۶

۱-۴) فرضیات تحقیق ۷

۱-۵) روش تحقیق ۸

۱-۶) ساختار پایان‌نامه ۹

۲) فصل دوم: مبانی تئوری ۱۲

۲-۱) مقدمه ۱۲

۲-۲) اصطلاحات تابش سنجی ۱۳

۲-۲-۱) انرژی تابشی ۱۳

۲-۲-۲) شار تابشی ۱۳

۲-۲-۳) چگالی شار ۱۴

۲-۲-۴) شدت تابش ۱۴

۲-۲-۵) تابندگی ۱۴

۲-۳) بازتابندگی دو راستایی ۱۴

۲-۴) تابع توزیع بازتابندگی دو راستایی ۱۵

۲-۵) دلایل اهمیت BRDF ۱۶

۲-۶) مدلسازی BRDF ۱۷

۲-۶-۱) روش فیزیکی ۱۷

۲-۶-۲) روش تجربی ۱۹

۲-۶-۳) روش نیمه‌تجربی ۱۹

۲-۷) آلبدو ۲۷

۲-۸) استخراج آلبیدوهای پهن باند سطح از تصاویر چندطیفی ماهوارهای ۳۱
۲-۸-۱) تصحیح جوی ۳۳
۲-۸-۲) مدلسازی زاویه‌های سطح (انتخاب مدل BRDF) و انتگرالگیری زاویه‌های BRDF برای تبدیل بازتابندگی‌های جهتی سطح به آلبیدوهای طیفی ۳۴
۲-۸-۳) تبدیلات آلبیدوهای باریک باند به پهن باند ۳۵
۲-۸-۴) عدم قطعیت ها و خطاها در استخراج آلبیدوی پهنباند از تصاویر ماهوارهای چندطیفی ۳۶

۲-۹) الگوریتم بازیابی آلبیدو در سنجنده MODIS ۳۹

۲-۱۰) مروری بر تحقیقات صورت گرفته در زمینه استخراج آلبیدو از سنجنده‌های چند طیفی و ارزیابی دقت محصولات آلبیدو ۴۵

۳) فصل سوم: منطقه مورد مطالعه، پیش‌پردازش داده‌ها و پیاده‌سازی الگوریتم ۶۳

۳-۱) ویژگی‌های منطقه‌ی مورد مطالعه ۶۳
۳-۱-۱) موقعیت جغرافیایی منطقه و تشریح ویژگی‌های آن ۶۳
۳-۱-۲) آب و هوا ۶۴

۳-۲) داده‌های مورد استفاده ۶۵

۳-۳) پیش‌پردازش تصاویر ۶۶
۳-۳-۱) تصاویر ASTER ۶۶
۳-۳-۲) کالیبراسیون رادیومتریکی ۶۸
۳-۳-۳) تصحیح هندسی ۷۰
۳-۳-۴) تبدیل رادیانس به بازتابندگی در بالای جو ۷۱
۳-۳-۵) تصحیح جوی ۷۳

۳-۴) پیش پردازش تصاویر MODIS ۷۸
۳-۴-۱) تصحیح هندسی تصاویر MODIS ۸۱

۳-۵) پیاده‌سازی الگوریتم ۸۱
۳-۵-۱) آلبیدوی پهنباند موجکوتاه ASTER ۸۱
۳-۵-۲) آلبیدوی پهنباند مرئی ASTER ۸۲
۳-۵-۳) آلبیدوی پهنباند مادون قرمز نزدیک ASTER ۸۲
۳-۵-۴) توانایی آلبیدوهای پهن باند با قدرت تفکیک ۵۰۰ متر از تصاویر ASTER ۸۳
۳-۵-۲) آلبیدوی پهنباند موج کوتاه MODIS ۸۴

۴) فصل چهارم: بحث و بررسی نتایج ۹۱

۴-۱) مقدمه ۹۱

۴-۲) مقایسه آلبدوهای واقعی موجکوتاه MODIS و موجکوتاه ASTER ۹۲

۴-۳) مقایسه‌ی آلبدوی واقعی MODIS و ASTER در ناحیه‌ی مرئی ۹۹

۴-۴) ویژگیهای آلبدوهای پهنباند در منطقه پوشیده از خاک لخت ۱۰۳

۵) فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۰۹

۵-۱) مقدمه ۱۰۹

۵-۲) تامین اهداف پژوهش ۱۱۰

۵-۳) پیشنهادات ۱۱۲

مراجع و منابع ۱۱۴

فهرست اشکال

شکل ۱-۱) روند نمای تحقیق 10
شکل ۲-۱) بازتابندگی دو راستایی 15
شکل ۲-۲) توزیع تصادفی توپوگرافیها در سطح زی پیکسل [۱۶] 21
شکل ۲-۳) پراکنش منفرد در محیط تشکیل شده از مقاطع مسطح پراکننده با توزیع تصادفی [۱۶] 23
شکل ۲-۴) خاصیت جایگشت پذیری مدل BRDF رهیافت تجربی 24
شکل ۲-۵) مراحل پردازشی در استخراج آلبیدوی پهنباند از تصاویر ماهوارهای چندطیفی [۱۹] 32
شکل ۲-۶) الگوریتم به کار رفته در پروژه‌ی Land-SAF برای استخراج آلبیدو از سنجنده‌ی SEVIRI [۱۷]. 58
شکل ۳-۱) موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه 64
شکل ۳-۲) پنجره‌ی تنظیم پارامترهای تصحیح جوی FLAASH در نرم افزار ENVI 76
شکل ۳-۳) تاثیرات جو بر شاخص گیاهی (NDVI) در منطقه‌ی مورد مطالعه 77
شکل ۳-۴) پیکسل MODIS انتخاب شده و پیکسلهای ASTER متناظر با آن 84
شکل ۳-۵) تصاویر آلبیدوی موجکوتاه ASTER (شکل الف)، آلبیدوی مرئی ASTER (شکل ب) و آلبیدوی مادون قرمز نزدیک ASTER (شکل ج) در تاریخ ۲۸ جولای ۲۰۰۱ با قدرت تفکیک ۱۵ متر. 86
شکل ۳-۶) تصاویر آلبیدوی موجکوتاه ASTER (شکل الف)، آلبیدوی مرئی ASTER (شکل ب) و آلبیدوی مادون قرمز نزدیک ASTER (شکل ج) در تاریخ ۱۳ سپتامبر ۲۰۰۳، با قدرت تفکیک ۱۵ متر. 87
شکل ۳-۷) تصاویر آلبیدوی موجکوتاه ASTER (شکل الف)، آلبیدوی مرئی ASTER (شکل ب) و آلبیدوی مادون قرمز نزدیک ASTER (شکل ج) در تاریخ ۱ اکتبر ۲۰۰۴، با قدرت تفکیک ۱۵ متر. 88
شکل ۳-۸) تصاویر آلبیدوی موجکوتاه ASTER (شکل الف)، آلبیدوی مرئی ASTER (شکل ب) و آلبیدوی مادون قرمز نزدیک ASTER (شکل ج) در تاریخ ۲۴ اکتبر ۲۰۰۴، با قدرت تفکیک ۱۵ متر. 89
شکل ۴-۱) آلبیدوی واقعی موجکوتاه MODIS و موجکوتاه ASTER برای ۸۰ پیکسل انتخابی در تاریخهای مختلف 93
شکل ۴-۲) نمودار پراکندگی آلبیدوی موج کوتاه ASTER نسبت به آلبیدوی واقعی موج کوتاه MODIS 94
شکل ۴-۳) سری زمانی میانگین آلبیدوهای موجکوتاه حاصل از ASTER و MODIS برای ۸۰ پیکسل انتخابی 95
شکل ۴-۴) نمودارهای بارندگی در اکتبر و نوامبر ۲۰۰۴ 96
شکل ۴-۵) نمودارهای پدیداری و سرعت باد در سپتامبر سال ۲۰۰۳ 98
شکل ۴-۶) آلبیدوی واقعی مرئی MODIS و آلبیدوی مرئی ASTER برای ۸۰ پیکسل انتخابی در تاریخهای مختلف 100
شکل ۴-۷) نمودار پراکندگی آلبیدوی مرئی ASTER نسبت به آلبیدوی واقعی مرئی MODIS 101
شکل ۴-۸) میانگین آلبیدوهای مرئی، مادونقرمز نزدیک و موجکوتاه ۸۰ پیکسل انتخابی در تصویر آلبیدوی MODIS 104
شکل ۴-۹) میانگین آلبیدوهای مرئی، مادونقرمز نزدیک و موجکوتاه ۸۰ پیکسل انتخابی در تصویر آلبیدوی ۵۰۰ متری ASTER 105
شکل ۴-۱۰) منحنی رفتار طیفی خاک لخت، گیاهان و آب [۳۵] 106

فهرست جداول

جدول ۲-۱) مدلهای به کار رفته در الگوریتم MODIS BRDF/Albedo [۱۳] ۲۷

جدول ۲-۲) باندهای طیفی مورد استفاده در بازیابی آلبیدوهای باریکباند و پهنباند برای سنجندههای مختلف [۲۱] ۵۳

جدول ۲-۳) ضرایب تبدیل آلبیدوهای باریک باند به پهن باند برای باندهای سنجندهی SEVIRI [۱۷] ۶۰

جدول ۲-۴) ضرایب تبدیل باریک باند به پهن باند برای پیکسلهای برفی در سنجندهی SEVIRI [۱۷] ۶۰

جدول ۳-۱) مشخصات طیفی ASTER [۳۴] ۶۸

جدول ۳-۲) مقدار ماکزیمم تابش در هر باند [۳۴] ۶۹

جدول ۳-۳) ضرایب تبدیل واحد UCC جهت کالیبراسیون اعداد رقومی، DN [۳۴] ۷۰

جدول ۳-۴) مقادیر فاصله زمین تا خورشید و زاویه زنیت خورشیدی ۷۲

جدول ۳-۵) مقادیر ESUN برای باندهای ASTER [۳۴] ۷۳

جدول ۳-۶) پارامترهای ورودی مدل تصحیح جوی FLAASH ۷۵

جدول ۳-۷) مشخصات باندهای طیفی سنجندهی MODIS ۷۹

جدول ۳-۸) داده عمق اپتیکی در ۵۵۰ نانومتر حاصل از محصول هواویزی MODIS ۸۵

جدول ۴-۱) مقایسه نتایج آلبیدوی واقعی موج کوتاه MODIS و آلبیدوی موج کوتاه ASTER. ۹۷

جدول ۴-۲) مقایسه نتایج آلبیدوی واقعی مریئ MODIS و آلبیدوی مریئ ASTER. ۱۰۲

جدول۴-۳) میانگین آلبیدوهای مریئ، مادونقرمز نزدیک و موجکوتاه برای ۸۰ پیکسل انتخابی ۱۰۴

فصل اول

مقدمه

۱) فصل اول: مقدمه

۱-۱) تعریف مسئله

زندگی موجودات زنده از جمله انسان، به محیط پیرامون پیوند خورده است. تغییر و تحولات محیط زیستی، اکولوژیکی و آب و هوایی بر زندگی و سلامت انسانها، جانوران و گیاهان تاثیرگذار است. ارزیابی و کنترل این تغییرات در سطح منطقهای و جهانی، از منظر پایش شرایط فعلی و امکان پیش بینی تغییرات آینده، از اهمیت ویژهای برخوردار است. مطالعات زیستمحیطی و هواشناسی، مطالعات تغییرات جهانی، مطالعات انتقال تابشی و تعادل انرژی سطح، به دلیل اهمیت در زندگی بشر و حیات کرهی زمین همیشه از زمینههای مهم در تحقیقات علمی بودهاند. یکی از مهمترین پارامترهای مورد نیاز در این مطالعات، آلبیدوی سطح زمین است. آلبیدوی پهنباند سطح [۱]، کسری از انرژی تابشی فرودی موجکوتاه خورشید است که توسط سطح زمین در تمامی جهات بازتاب میشود [۱].

انتقال انرژی در سیستم خورشید-فضا-زمین از قانون بقای انرژی تبعیت میکند. مقداری از انرژی تابشی خورشید که وارد جو زمین میشود، توسط زمین جذب و باقیماندهی آن به آسمان بازتاب میگردد. زمین با تابش انرژی جذب شده در طول موجهای بلند تعادل انرژی خود را حفظ میکند. ذخیرهی تابشی زمین با تفاضل انرژی تابشی جذب شده (با طول موج کوتاه) و خارج شونده (با طول موج بلند) بدست میآید. در برآورد ذخیرهی تابشی زمین [۲]، به آلبیدوی سطح نیاز میباشد. عدم قطعیت در محاسبهی این کمیت منجر به عدم قطعیت در محاسبهی ذخیرهی تابشی زمین میشود [۱].

مدلسازی انتقال انرژی تابشی در جو و درک بازخوردهای بین آب و هوا و سطح نیازمند دانش کافی از آلبیدوی سطح در مقیاس جهانی است. این پارامتر با کنترل میزان انرژی جذب شده و بازتاب شده توسط

[۱] Surface Broadband Albedo
[۲] Earth Radiation Budget

زمین، بر آب و هوا تاثیر میگذارد. مولفههای مختلف سیستمهای آب و هوایی به تغییرات این کمیت که ناشی از فعالیتهای انسانی و فرایندهای طبیعی هستند، بسیار حساسند. آلبیدو کنترل توازن انرژی سطح را میسر کرده و بر دمای سطح تاثیرگذار است، به همین دلیل در پیشبینی عددی آب و هوا مورد استفاده قرار میگیرد. علاوه بر اهمیت در مطالعات هواشناسی، آلبیدوی سطح به ویژگیها و نوع پوشش سطح زمین، شرایط جوی، زاویهی زنیتی خورشید، میزان رطوبت خاک و وضعیت پوشش گیاهی منطقه وابسته میباشد. از این رو در تعیین پارامترهای جوی (ابر، هواویز، بخارآب و ...) و همچنین در کنترل تغییرات محیطی ناشی از فعالیتهای انسانی و طبیعی مانند فعالیتهای کشاورزی، شهرسازی، تغییر کاربری زمین، جنگلزدایی، کویرزایی و تغییر پوشش زمین میتوان از آن استفاده کرد [۲]، [۳].

در سیستمهای اکولوژیکی، آلبیدو شرایط اقلیمی پوششهای گیاهی و میزان جذب انرژی توسط آنها را کنترل کرده و در نتیجه بر پروسههای بیوشیمیایی، فیزیکی و فیزیولوژیکال مانند تعادل انرژی، تبخیر، تعرق و فتوسنتز اثر میگذارد [۴].

با توجه به مطالب گفته شده آلبیدوی سطح پارامتر بسیار مهمی در پیشبینی آب و هوا، مدلسازی منطقهای و جهانی آب و هوا و مدلسازی اکوسیستمها به شمار میرود و باید به طور گسترده مورد مطالعه قرار گیرد.

بررسیها نشان دادهاند که برای مدلهای پیشبینی آب و هوا و مدلهای هیدرولوژی و هواشناسی، آلبیدوی سطح باید با دقت مطلق ۰.۰۲-۰.۰۵، در دامنهای از قدرت تفکیکهای مکانی از ۱۰ متر تا ۵ کیلومتر و قدرت تفکیکهای زمانی روزانه تا ماهیانه تعیین شود]۵[. بنابراین در مطالعات مربوطه، تولید دادههایی پایدار و دقیق از آلبیدوی جهانی، ضروری است. تعیین هر چه دقیقتر آلبیدو باعث دقیقتر شدن مدلسازیهای سطح و آب و هوا و افزایش قابلیت اطمینان در پیشبینی مدلهای مربوطه میشود [۴].

اندازهگیریهای زمینی- نقطهای آلبیدو اندک و نمایندهی نواحی بسیار کوچکی هستند. روشهای سنتی و میدانی به دلیل پرهزینه و وقتگیر بودن و پوشش زمانی بسیار محدود، برای تولید دادههای آلبیدو در مقیاس جهانی مناسب نبوده و جوابگوی نیازهای مدلهای منطقهای و جهانی نیستند. برای مقاصد مدلسازی و پیشبینی، آلبیدو و تغییرات آن باید در مقیاس منطقهای و جهانی، و در قدرت تفکیکهای زمانی مناسب تعیین شوند. فناوری سنجش از دور به دلیل پوشش مکانی وسیع، قدرت تفکیکهای زمانی مناسب و استخراج مجموعه دادههای پایدار و بزرگ از پارامترهای سطح زمین، تنها روش عملی برای تولید دادههای آلبیدو و بررسی تغییرات زمانی و مکانی آن در مقیاس جهانی و با قدرت تفکیک زمانی قابل قبول است [۶].

جهت پایش یک پدیده، چنانچه اختلاف دو تصویر متوالی از یک منطقه تغییر معناداری نداشته باشد نیاز به قدرت تفکیک زمانی بالا نیست. به طور کلی قدرت تفکیک زمانی مورد نیاز در مطالعهی یک پدیده، به سرعت تغییر پذیری پدیده مورد مطالعه وابسته است. در مطالعهی شرایط آب و هوایی، چون تغییرات سریع است، نیاز به قدرت تفکیک زمانی بالا میباشد. از جمله مهمترین پارامترهای مورد استفاده در مطالعات اقلیمی و آب و هوایی، آلبیدوی سطح میباشد. بنابراین سنجنده مورد استفاده در مطالعهی جهانی آلبیدو نیز باید از قدرت تفکیک زمانی بالایی برخوردار باشد. سنجنده MODIS به دلیل داشتن قدرت تفکیک زمانی بالا (۱ الی ۲ روز) و داشتن باندهای کافی در ناحیهی مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی استفادهی گستردهای در اندازهگیری آلبیدوی سطح زمین در مقیاس جهانی و به طور پیوسته، دارد. به طوریکه بسیاری از پژوهشگران زیست محیطی، از دادههای آلبیدوی MODIS برای ورود به مدلهای اقلیمی خود استفاده میکنند [۷]. بنابراین خطای غیر قابل قبول در مقادیر آلبیدوی مستخرج از سنجنده MODIS میتواند نتایج خروجی مدلهای مورد استفاده در مطالعات مختلفی چون مطالعات اقلیمی و هواشناسی را تحت تاثیر قرار دهد. لذا ارزیابی محصولات آلبیدوی MODIS ضروری است.

موضوع این تحقیق ارزیابی آلبیدوهای پهنباند واقعی MODIS با استفاده از آلبیدوهای پهنباند محاسبه شده از سنجندهی ASTER است. بدین معنی که از آلبیدوی ASTER به عنوان حقایق زمینی در ارزیابی محصولات آلبیدوی MODIS استفاده میشود.

۱-۲) ضرورت تحقیق

آلبیدوی پهنباند سطح زمین، پارامتر بسیار مهمی در مطالعات زیستمحیطی، هواشناسی و مطالعات انتقال تابشی محسوب میشود. اندازهگیری تغییرات زمانی-مکانی آلبیدوی سطح، در بررسی و اندازهگیری تغییرات سطح زمین و تغییرات آب و هوایی نقش کلیدی دارد. مطالعات مربوط به تعادل انرژی سطح و محاسبهی موجودی تابشی زمین نوعاً نیازمند آلبیدوی پهنباند موجکوتاهند. در حالیکه در مدلسازیهای سطح و در بسیاری از مدلهای آب و هوای جهانی، محققان به آلبیدوهای مرئی و مادون قرمز نزدیک نیز نیاز دارند [۸]. تعیین هر چه دقیقتر آلبیدو باعث دقیقتر شدن مدلسازیها و افزایش قابلیت اطمینان مدلهای پیشبینی میشود [۴].

ارزیابی محصولات آلبیدوی ماهوارهای به دلیل کاربرد در مطالعات گوناگون از اهمیت ویژهای برخوردار است. پروسهی ارزیابی دادههای حاصل از سنجندههای با قدرت تفکیک مکانی متوسط و پایین همیشه مسائل و دشواریهای خاص خود را داشته است. مشاهدات ماهوارهای، نواحی بزرگتری را نسبت به اندازه - گیریهای میدانی میپوشانند. یک مسئلهی اساسی ناشی از این مقیاسهای مختلف اندازهگیری آنست که آیا یک اندازهگیری متوسط برای پیکسلهای ماهوارهای، میتواند نمایندهی مقادیر نقطهای باشد؟ وقتی سطح زمین غیر همگن [۱] باشد، برای ارزیابی آلبیدوی متوسط بدست آمده از تصاویر ماهوارهای بر روی ناحیه تحت پوشش پیکسل ماهواره، به تعداد زیادی نمونه نیاز است که این حالت مشکلات مخصوص به خود را دارد. یک راهکار انتخاب نواحی نسبتاً همگن برای ارزیابی است. در این حالت اندازهگیریهای

[۱] Heterogeneous

نقطهای تا حد زیادی با آلبیدوی متوسط در مقیاس ماهواره منطبق خواهند بود. هدف این پژوهش ارزیابی آلبیدوی واقعی موجکوتاه و مرئی MODIS برای مناطق همگن با استفاده از تصاویر همزمان سنجنده ASTER با قدرت تفکیک ۱۵ متر میباشد. مطمئناً برای مناطق غیر همگن و با پوششهای متفاوت و متغیر در طول سال، این مسئله از اهمیت و پیچیدگی بیشتری برخوردار خواهد بود و نیاز به توجه بیشتری دارد. سنجنده MODIS به دلیل داشتن قدرت تفکیک زمانی بالا (یک الی دو روز) و داشتن باندهای کافی در ناحیهی مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی استفادهی گستردهای در اندازه - گیری آلبیدوی سطح زمین در مقیاس جهانی و به طور پیوسته، دارد. به طوریکه بسیاری از پژوهشگران زیست محیطی، از دادههای آلبیدوی MODIS برای ورود به مدلهای اقلیمی خود استفاده میکنند. خطا در مقادیر آلبیدوی مستخرج از این سنجنده میتواند نتایج خروجی مدلهای ایشان را تحت تاثیر قرار دهد [۷].

۱-۳) اهداف تحقیق

هدف اصلی در این تحقیق ارزیابی آلبیدوهای پهنباند موجکوتاه و مرئی واقعی ۱۶ روزه MODIS با استفاده از آلبیدوهای پهنباند ASTER در منطقهای همگن، تقریباً مسطح، فاقد پوشش گیاهی و نیمه خشک واقع در شمال استان قم میباشد. چون تاثیر عواملی چون سایه و تنوع پوششها در سطح انتخاب شده حداقل میباشد میتواند برای کار ارزیابی، منطقهای مناسب باشد. در این پژوهش به طور کلی اهداف زیر مد نظر هستند:

۱. ارزیابی آلبیدوهای پهنباند موجکوتاه و مرئی ۵۰۰ متری MODIS با مقایسه با آلبیدوی ASTER.
۲. بررسی عوامل ایجادکنندهی عدم قطعیت در محصولات آلبیدوی MODIS.

۳. ارزیابی چگونگی رفتار آلبیدوهای پهنباند موجکوتاه، مادون قرمز نزدیک و مرئی در منطقهی مورد مطالعه، در سنجندهی MODIS با مقایسهی آن با محصولات آلبیدوی ASTER.

۱-۴) فرضیات تحقیق

- برای جلوگیری از پیچیدگیهای ارزیابی دقت محصولات ماهوارهای مثل محصولات آلبیدوی MODIS، بهتر است سطح مورد مطالعه سطحی همگن باشد. با توجه به آنکه که منطقهی مورد مطالعه دارای شیب متوسط ۲ درصد بوده و آبراههای موجود در آن در بازهی زمانی مورد مطالعه خشک بودهاند همچنین پوشش گیاهی منطقه بسیار تنک میباشد میتوان آن را یک سطح تقریباً هموار و همگن فرض نمود.
- به علت همزمانی برداشت دادههای MODIS با دادههای با قدرت تفکیک مکانی بالای سنجنده ASTER که روی یک سکو قرار دارند، همچنین نزدیک بودن قدرت تفکیک مکانی ASTER به داده-های زمینی و سهولت کالیبراسیون دادههای ASTER، از این دادهها جهت ارزیابی عملکرد الگوریتم بازیابی آلبیدوی سنجندهی MODIS استفاده شدهاست.
- سطح لامبرتی سطحی است که بازتابندگیهای طیفی آن سطح به زاویهی دید وابسته نیستند. از آنجائیکه توزیع زاویهای بازتابندگیهای طیفی سطح مورد مطالعه در قدرت تفکیک سنجندهی ASTER در دسترس نیست برای سادگی فرض شده که سطح مورد مطالعه سطحی لامبرتی است. با این فرض برای تصاویر ASTER، بازتابندگیهای سطح حاصل از تصحیح جوی در هر باند برابر با آلبیدوهای باریک باند در آن باند در نظر گرفته شده است.
- با توجه به آنکه روابط تبدیل آلبیدوهای باریک باند به پهن باند در سنجندههای MODIS و ASTER مربوط به تحقیق Liang در سال ۲۰۰۰ میباشند، بنابرین شرایط و خطای مدلی در استخراج آلبیدوهای پهن باند سطح از این تصاویر یکسان فرض شده است.

۱-۵) روش تحقیق

روش تحقیق حاضر شامل مراحل: جمعآوری دادهها، پردازش دادهها و استخراج آلبیدوهای پهنباند موجکوتاه، مرئی و مادون قرمز نزدیک از محصولات آلبیدوی جهانی MODIS (MCD43A3) و از تصاویر ASTER، تجزیه و تحلیل و مقایسه نتایج، و نتیجهگیری و پیشنهادات خواهد بود. در مرحلهٔ نخست، منابع، کارهای مشابه انجام شده و دادههای اولیهٔ مورد نیاز جمعآوری شدند. این مرحله شامل جستجو و جمعآوری مقالات و منابع گوناگون از کتابخانهها و سایتهای مختلف، جهت بررسی موضوع و انتخاب منطقه مورد مطالعه و انتخاب شیوهٔ مورد استفاده بوده است. ابتدا منطقه مناسب برای کار تحقیق، با استفاده از نرم افزار GOOGLE EARTH و دادههای هواشناسی و نقشههای پوششی انتخاب گردید. چهار تصویر سنجندهی ASTER به همراه تصاویر آلبیدوی جهانی سنجندهی MODIS (MCD۴۳A۳)، تصاویر بازتابندگی MODIS (MOD۰۹A۱) و دادههای عمق اپتیکی MODIS (MOD۰۴_L۲) که همزمان با تصاویر ASTER انتخاب شده بودند از منطقهی مطالعاتی تهیه گردید.

مرحله بعد شامل پردازش دادههای جمعآوری شده میباشد. ابتدا آلبیدوهای پهنباند واقعی موجکوتاه، مرئی و مادون قرمز نزدیک MODIS (۵۰۰ متر) با استفاده از تصاویر MCD۴۳A۳ و تابع درصد نور پراکنده تولید شد. به علت همزمانی برداشت دادههای MODIS با دادههای با قدرت تفکیک بالای سنجنده ASTER که روی یک سکو قراردارند، میتوان از این دادهها جهت ارزیابی عملکرد الگوریتم بازیابی آلبیدوی سنجندهی MODIS استفاده کرد. بنابراین در مرحله بعد تصاویر ASTER L-۱B مورد استفاده، به منظور انجام تصحیحات هندسی و جوی مورد پردازش قرار گرفتند. جهت انجام پردازشهای هندسی و تصحیح جوی از نرم افزار ENVI ۴.۶، جهت پیادهسازی الگوریتمهای مورد استفاده و برنامه نویسیهای مربوطه از نرم افزار MATLAB و جهت انجام آنالیزهای مکانی و تولید نقشههای خروجی از نرم افزار ArcGIS استفاده شد. پس از اعمال پردازشهای لازم، تصاویر آلبیدوی ASTER با قدرت

تفکیک ۱۵ متر و MODIS با قدرت تفکیک ۵۰۰ متر از منطقهی مطالعاتی بدست آمد. برای مقایسهی آلبیدوهای ۵۰۰ متری MODIS با آلبیدوی حاصل از تصاویر ASTER، ابتدا آلبیدوهای ۵۰۰ متری ASTER تولید شد. این کار با جستجو در تصویر آلبیدوی ASTER بر اساس محدودهی مختصاتی پیکسلهای MODIS، و میانگینگیری آلبیدوی مجموعه پیکسلهای ASTER متناظر با هر پیکسل MODIS انجام میشود. در نهایت آلبیدوهای پهنباند واقعی بدست آمده از محصولات آلبیدوی MODIS، با آلبیدوهای بهدست آمده از تصاویر ASTER مقایسه و ارزیابی شده است. روند نمای تحقیق در شکل ۱-۱ آمده است.

۱-۶) ساختار پایاننامه

پایاننامه حاضر شامل ۵ فصل میباشد.

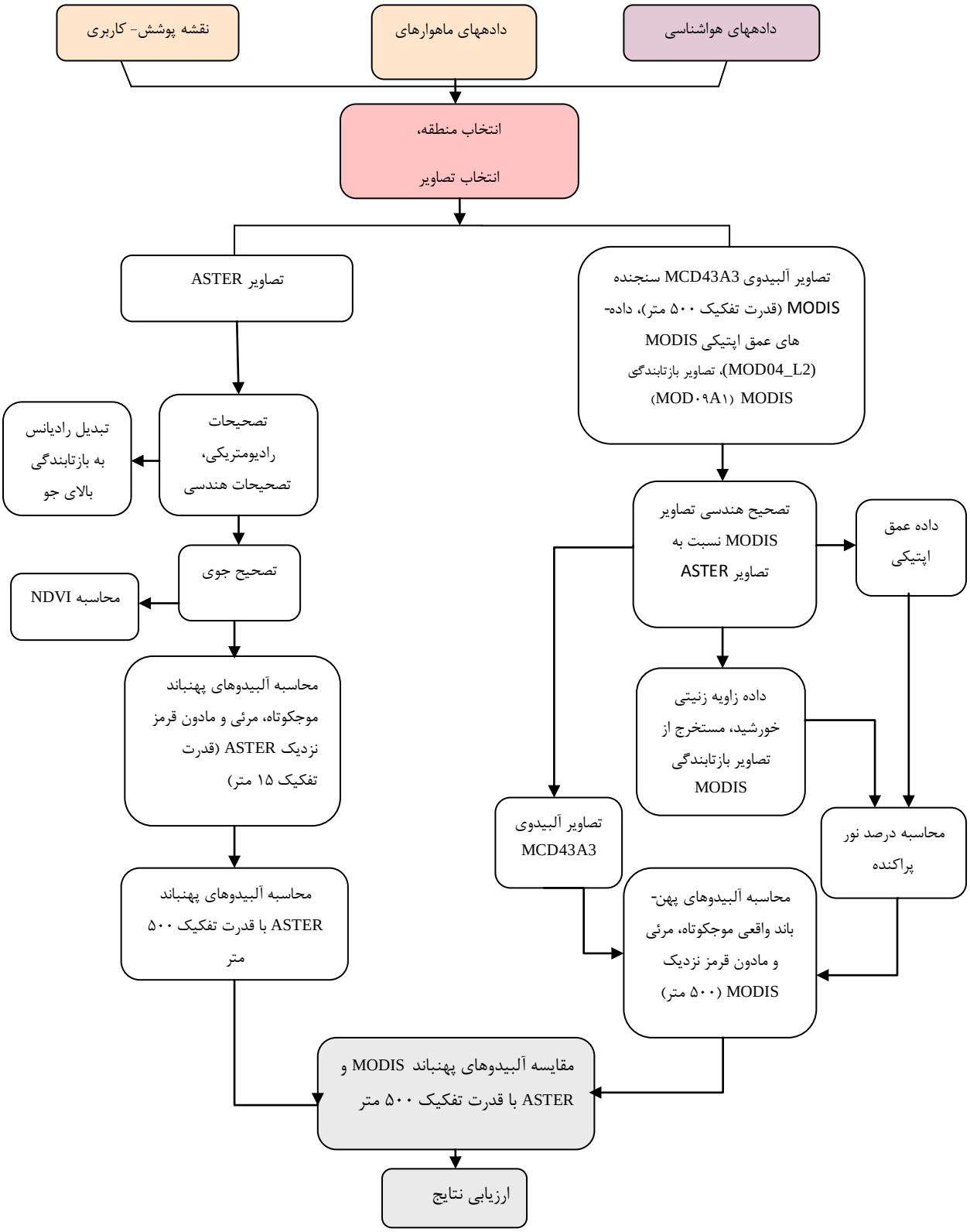
فصل اول شامل تعریف مسئله، ضرورت تحقیق، اهداف تحقیق، فرضیات تحقیق، روش تحقیق و ساختار پژوهش حاضر میباشد.

فصل دوم شامل مبانی تئوری و مروری بر تحقیقات صورت گرفته است.

فصل سوم به تشریح منطقهی مورد مطالعه، دادهها و ابزار مورد استفاده، پیشپردازش دادهها و اجرای الگوریتم اختصاص مییابد.

فصل چهارم شامل آنالیزهای انجام شده و ارزیابی نتایج بدست آمده است.

فصل پنجم شامل نتیجهگیری و پیشنهادات میباشد.



شکل ۱-۱) روند نمای تحقیق

فصل دوم

مبانی تئوری

۲) فصل دوم: مبانی تئوری

۲-۱) مقدمه

آلبیدوی پهنباند سطح زمین، کسری از کل انرژی تابشی فرودی خورشید است که توسط سطح زمین در تمامی جهات بازتابیده میشود. این کمیت یک پارامتر مهم تاثیرگذار بر آب و هوای زمین بوده و در مدلسازی جهانی و منطقهای آب و هوا و کنترل تعادل انرژی سطح از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بسیاری از مدلهای جهانی آب و هوا، به آلبیدوهای پهنباند مادون قرمز نزدیک و مرئی نیاز دارند، در حالیکه مطالعات تعادل انرژی سطح، نوعاً نیازمند آلبیدوی پهنباند امواجکوتاه میباشند. مشخص شده که آلبیدوی سطح، از جمله عدم قطعیتهای مهم تابشی در مدلسازیهای آب و هواست [۸].

سنجش از دور تنها ابزار عملی برای تهیهی نقشه از آلبیدوی سطح زمین به صورت جهانی است. آلبیدوی پهنباند معمولاً به وسیلهی سنجندههای پهنباند اندازهگیری میشده است. اندازه گیریهای بدست آمده با Nimbus-۷ و دادهی حاصل از ERBE[۱] پایگاههای دادهی بینظیری فراهم کردهاند که منبع ارزشمندی از آلبیدوی پهن باند سطح زمین هستند. ماهوارهی Nimbus به وسیلهی تجهیزاتی چون ERB از سال ۱۹۶۴ تا سال ۱۹۷۸ تابش خورشیدی رسیده به زمین و تابش خورشیدی منعکس شدهی پهنباند را به دقت اندازهگیری کرده است. این ماهواره دانش ما را از موجودی تابشی زمین افزایش داد و در تشخیص پدیدهی گرمایش جهانی نقش مهمی داشت. تعیین دقیق آلبیدوی پهن باند سطح زمین با استفاده از مشاهدات بالای جو، به داشتن اطلاعات از شرایط جو و ویژگیهای سطح نیاز دارد که این اطلاعات تنها با استفاده از سنجندههای چندطیفی به طور مؤثر پایش میشود. مشاهدات چند طیفی باریک باند، قدرت تفکیکهای مکانی بسیار خوبی دارند که به ما امکان تشخیص ناهمگنی جو و سطح را میدهند [۹].

[۱] Earth Radiation Budget Experiment