دانشکده مهندسی نقشه‌برداری

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی نقشه‌برداری

ارتقای شاخص برف در مناطق با شیب بین ۲۰ تا ۵۰ درصد برای تصاویر MODIS

توسط:

مینا شمس

استاد راهنما:

دکتر محمدرضا مباشری

استاد مشاور:

مهندس سید باقر فاطمی

تابستان ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

تأییدیّه هیات داوران

اعضای هیئت داوران، نسخه نهائی پایان نامه خانم / آقای:

را با عنوان:

ارتقای شاخص برف در مناطق با شیب بین ۲۰ تا ۵۰ درصد برای تصاویر MODIS

از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آن را برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد تأیید می‌کند.

اعضای هیئت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	اعضای هیئت داوران
۱- استاد راهنما			
۲- استاد مشاور			
۳- استاد ممتحن			
۴- استاد ممتحن			
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی			

تقدیم به

سایبانان آرامش

تکیه گاهان زندگی

به زیباترین آفرینش های خالق

به دو رشته محبت زندگی که پرستش را از ایشان آموختیم

به آنان که یاریمان کردند تا بیاموزیم.

تقدیم به پدر عزیز و مادر مهربانم

سپاس‌گزاری

خداوندا همه ستایش‌ها از آن توست، اگر موفقیتی داشته‌ام همه از نعمت‌های بیکران تو بوده‌است.

حمد و سپاس بی‌کران خدای متعال را، که در تمام مراحل زندگی راهنما و روشنگر راه من بود و سپاس فراوان از زحمات استاد راهنمای ارجمند جناب **آقای دکتر مباشری** و **آقای مهندس فاطمی** که در تمام مراحل تحقیق با راهنمایی‌های ارزنده علمی و پیگیری‌های منظم خود اینجانب را یاری نمودند.

چکیده

پوشش برف و تغییرات زمانی آن، پارامترهای اساسی در مطالعات هیدرولوژیکی و اقلیم‌شناسی است. در مناطق گسترده‌ای از جهان پوشش برف و یخ و رواناب حاصل از ذوب آن‌ها، منابع تولید آب جهت مصارف شهری، کشاورزی و صنعتی هستند.

سطوح برفی دارای تغییرات زیادی نسبت به زمان بوده و در نتیجه پایش آن‌ها نیازمند استفاده از تصاویری با قدرت تفکیک زمانی مناسب است. در این رابطه سنجنده MODIS مستقر بر روی ماهواره‌های Terra/Aqua، به علت پوشش مناسب و قدرت تفکیک زمانی مناسب، کاربرد زیادی دارد. پارامترهای مختلفی ممکن است بر صحت برآورد سطح پوشش برف تاثیرگذار باشند. توپوگرافی سطح (شیب و جهت شیب) یکی از این پارامترها است. قدرت تفکیک مکانی پایین MODIS و وجود پیکسل‌های مختلط، سبب کاهش دقت برآورد سطح پوشش برف (SCS) با استفاده از این تصاویر می‌شود. در این تحقیق سعی شده، نتایج SCS حاصل از تصاویر MODIS، از طریق مقایسه با تصاویر دارای قدرت تفکیک مکانی متوسط مانند ASTER واقع بر یک سکوهای مشابه MODIS، ارزیابی شود. در اکثر مطالعات پیشین، توجه زیادی به تخمین SCS در مناطق مسطح و یا دارای شیب کم، شده است. در این پژوهش شاخص NDSIی MODIS و ASTER در مناطقی با شیب ۲۰ تا۵۰ درصد مقایسه و دو مدل پیشنهادی، MOD-M-ASTER و MOD-F-ASTER جهت بهبود دقت تخمین SCS توسط MODIS ایجاد و بررسی شد.

در مدل MOD-M-ASTER، بر روی مقادیر NDSIی ASTER حدآستانه ۰/۴ اعمال شده و رابطه بین NDSIی MODIS و میانگین NDSIی پیکسل‌های برفی ASTER بررسی شد. این مدل دارای همبستگی در حدود ۸۸ درصد و RMSE در حدود ۰/۰۴ است. مدل MOD-F-ASTER، که جهت تخمین کسر پوشش برف در هر پیکسل طراحی شده، دارای همبستگی‌ای در حدود ۸۷ درصد و RMSE در حدود ۰/۰۹ در

مقایسه با کسر پوشش برف محاسبه شده توسط ASTER است. درنهایت، مقایسه نتایج حاصل با مقادیر بدست آمده از کارهای قبلی نشان دهنده بهبود در شاخص NDSI و برآورد سطح پوشش برف است.

واژه‌های کلیدی: ASTER، برف‌سنجی، شاخص NDSI، MODIS

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل ۱-مقدمه **۱**

۱-۱-پیشگفتار ۱

۱-۲-تعریف مسئله و طرح سوالات تحقیق ۱

۱-۳-اهداف ۵

۱-۴-سابقه و ضرورت تحقیق ۵

فصل ۲-مبانی نظری تحقیق ۱۵

۲-۱-مقدمه ۱۵

۲-۲- اثر جو بر امواج الکترومغناطیسی ۱۵

۲-۳-ساختار برف ۱۷

۲-۴-پارامترهای فیزیکی برف ۱۸

۲-۴-۱-چگالی برف ۱۸

۲-۴-۲-اندازه ذرات برف ۱۸

۲-۵-هندسه سطح ۲۰

۲-۶-خصوصیات طیفی برف و عوامل موثر بر بازتابندگی آن ۲۱

۲-۶-۱-مرئی و فروسرخ‌نزدیک ۲۱

۲-۶-۲-فروسرخ‌میانی ۲۲

۲-۶-۳-فروسرخ‌حرارتی ۲۳

۲-۷- سنجنده ۲۶

۲-۷-۱سنجنده ASTER ۲۷

۲-۷-۲-سنجنده MODIS ۲۹

۲-۸-قدرت تفکیک ۳۰
۲-۸-۱-قدرت تفکیک مکانی ۳۰
۲-۸-۲-قدرت تفکیک طیفی ۳۱
۲-۸-۳-قدرت تفکیک زمانی ۳۱
۲-۸-۴-قدرت تفکیک رادیومتریکی ۳۱
۲-۹-ارتباط و اهمیت قدرت تفکیک زمانی و مکانی ۳۲
فصل ۳-مواد و روش‌ها.....۳۴
۳-۱-مقدمه ۳۴
۳-۲-داده‌های مورد استفاده ۳۴
۳-۲-۱-تصاویر سنجنده MODIS ۳۴
۳-۲-۲-تصاویر سنجنده ASTER ۳۵
۳-۲-۳-نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ ..... ۳۵
۳-۲-۴- مدل رقومی زمین ۳۵
۳-۳-موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه ۳۷
۳-۴-روش انجام تحقیق ۳۸
۳-۵-پیش‌پردازش تصویر ASTER ۴۰
۳-۵-۱-تصحیح هندسی ۴۰
۳-۵-۲-تصحیح رادیومتریکی ۴۱
۳-۶-پیش‌پردازش تصاویر MODIS ۴۴
۳-۶-۱-تصحیح هندسی MODIS ۴۴
۳-۷- تصحیح جوی ۴۵
۳-۸-شاخص تشخیص برف (NDSI) ۴۵

۳-۹-شرایط مورد نظر در انتخاب پیکسلهای نمونه ۴۶
۳-۱۰-اعمال شاخص ۴۸
۳-۱۱-ارتباط قدرت تفکیک مکانی دو سنجنده ۵۰
۳-۱۲-مقایسه شاخص NDSI حاصل از دو سنجنده ۵۰
۳-۱۳-مدل‌سازی ۵۶
۳-۱۳-۱-مدل MOD-M-ASTER ۵۶
۳-۱۳-۲-مدل MOD-F-ASTER ۶۰
فصل ۴- تجزیه تحلیل و نتیجه‌گیری ۶۶
۴-۱-مقدمه ۶۶
۴-۲-تحلیل مدل‌ها ۶۶
۴-۲-۱-تحلیل مدل MOD-M-ASTER ۶۷
۴-۲-۲-تحلیل مدل MOD-F-ASTER ۶۷
۴-۳-ارزیابی دقت ۶۸
۴-۴-منابع عدم قطعیت ۷۲
فصل ۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۷۵
مراجع ۷۷
پیوست الف ۸۰
پیوست ب ۹۳

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۳–۱. مشخصات سطوح مختلف تصحیح در تصاویر MODIS ۳۴

جدول ۳–۲. ضرایب تبدیل واحد در تصاویر ASTER..... ۴۲

جدول ۳–۳. میانگین تابش فرودی در بالای جو به تفکیک باند، زاویه زنیتی خورشیدی و فاصله زمین تا خورشید ۴۳

جدول ۴–۱. نتایج ارزیابی مدلها ۶۹

جدول ۴–۲. نتایج ارزیابی مدلها بر روی تصویر آذربایجان غربی ۷۰

جدول ۴–۳. نتایج حاصل از مقایسه مدل ارائه FRA شده در این مقاله و مدلهای Barton و Salamonson/Apple جهت برقراری ارتباط بین FRA و NDSI..... ۷۱

پیوست الف

جدول۱. مشخصات سنجنده ASTER ۸۰

جدول۲. مشخصات سطوح مختلف تصحیح در تصاویرASTER..... ۸۰

جدول۳. مشخصات باندهای سنجنده مادیس ۸۲

جدول۴. مشخصات تصویر ASTER مربوط به تاریخ ۲۰۰۲/۰۱/۱۵ ..... ۸۴

جدول۵. مشخصات تصویر ASTER مربوط به تاریخ ۲۰۰۲/۰۲/۰۳ ..... ۸۴

جدول ۶. مشخصات ASTER GDEM..... ..... ۸۵

جدول ۷. مقادیر رادیانس در باندهای ۱ و ۴ برای ۸ نمونه..... ..... ۸۶

پیوست ب

جدول ۱. برآورد میزان خطای مدل MOD-M-ASTER ۹۳

جدول ۲. برآورد میزان خطای مدل MOD-F-ASTER..... ۹۴

جدول ۳. نتایج ارزیابی مدل MOD-M-ASTER بر روی تصویر آذربایجان غربی ۹۷

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۲–۱. مقایسه طیف خورشید در بالای جو (m=0)، طیف تابشی جسم سیاه با دمای ۶۰۰۰ درجه کلوین و طیف خورشیدی در سطح دریا (m=1) [۸] ۱۷

شکل ۲–۲. رفتار طیفی برف بر اساس اندازه ذرات[۳] ۲۰

شکل ۲–۳. نمودارهای بازتابندگی برف، خاک، گیاه و آب [بازسازی شده از کار ۱۸] ۲۲

شکل ۲–۴. نمودار بازتابندگی برف و ابر در محدوده طیفی ۰/۴-۲/۵ mμ[۱۸] ۲۳

شکل ۲–۵. نمودار بازتابندگی برف در محدوده فروسرخ‌حرارتی [۲۹] ۲۴

شکل ۲–۶. گسیلمندی برف در محدوده فروسرخ‌حرارتی برای دو منطقه نمونه [۴۵] ۲۵

شکل ۲–۷. وابستگی بازتابندگی برف به زاویه زنیت خورشیدی[۴۰] ۲۶

شکل ۳–۱.تصاویر رنگی ASTER مناطق مورد مطالعه، a) تصویر تاریخ ۲۰۰۲/۰۱/۱۵ و b) تصویر تاریخ ۲۰۰۲/۰۲/۰۳ ..... ۳۶

شکل ۳–۲. موقعیت مناطق مورد مطالعه ۳۸

شکل ۳–۳. روندنمای تحقیق ۳۹

شکل ۳–۴. همپوشانی بخشی از تصویر ASTER و نقشه ۱/۲۵۰۰۰ مربوط به آن منطقه پیش از تصحیح هندسی ۴۰

شکل ۳–۵. تصاویر MODIS بریده شده هم‌اندازه با تصاویر ASTER و زمین‌مرجع شده. a) تصویر مربوط به تاریخ ۲۰۰۲/۲۱/۰۳ و b) تصویر مربوط به تاریخ ۲۰۰۲/۰۱/۱۵ ..... ۴۵

شکل ۳–۶. GDEM بریده شده هم‌اندازه با تصاویر ASTER. a) مدل رقومی مربوط به تصویر تاریخ ۲۰۰۲/۲۱/۰۳ و b) مدل رقومی مربوط به تصویر تاریخ ۲۰۰۲/۰۱/۱۵ ..... ۴۷

شکل ۳–۷. نقشه سایه‌روشن هم‌اندازه با تصاویر ASTER. a) نقشه سایه‌روشن مربوط به تصویر تاریخ ۲۰۰۲/۲۱/۰۳ و b) نقشه سایه‌روشن مربوط به تصویر تاریخ ۲۰۰۲/۰۱/۱۵ ..... ۴۸

شکل ۳–۸. تصاویر NDSI حاصل از دو سنجنده. a-1) تصویر NDSI حاصل ازMODIS و a-2) تصویر NDSI حاصل از ASTER مربوط به تاریخ ۲۰۰۲/۲۱/۰۳، b-1) تصویر NDSI حاصل ازMODIS و b-2) تصویر NDSI حاصل از ASTER مربوط به تاریخ ۲۰۰۲/۰۱/۱۵ ..... ۴۹

شکل ۳–۹. نمای شماتیک از یک پیکسل MODIS ۵۰۰ متر و پیکسلهای متناظر آن در ASTER ۳۰ متر ۵۰

شکل ۳–۱۰. مقایسه NDSI حاصل از MODIS و میانگین ASTER در کلاسهای شیبی ۲۰-۳۰، ۳۰-۴۰ و ۴۰-۵۰ درصد.. ۵۲

شکل ۳–۱۱. مقایسه NDSI حاصل از MODIS و میانگین ASTER در کلاسهای جهت شیبی و جهات شیب ۵۲

۶۵-۲۴۵(رو به خورشید) و ۰-۶۵،۲۴۵-۳۶۰ درجه ۵۲

شکل ۳–۱۲. مقایسه NDSI حاصل از MODIS و میانگین ASTER در حالت کلی مرتب شده به صورت صعودی..... ۵۳

شکل ۳–۱۳. نمودار پراکنش NDSI حاصل از MODIS بر حسب میانگین ASTER در حالت کلی(خط سیاه، نارنجی و زرد به-ترتیب خطوط برازش داده شده به کلیه نمونه‌ها، نمونه‌های با مقادیر NDSI بالاتر از ۰/۴ و نمونه‌های با مقادیر NDSI کمتر از ۰/۴ می‌باشند) ۵۴
شکل ۳–۱۴. رابطه بین NDSI حاصل از Modis و کسر پوشش برف حاصل ازASTER ۵۵
شکل ۳–۱۵. روندنمای مراحل کار در مدل a MOD-M-ASTER) پیکسل انتخابی MODIS، b) پیکسلهای متناظر ASTER و c) پیکسلهای برفی ASTER پس از اعمال آستانه ۵۷
شکل ۳–۱۶. مقایسه NDSI حاصل از MODIS و میانگین پیکسلهای برفی ASTER..... ۵۷
شکل ۳–۱۷. a) منحنی‌میزان پیکسل نمونه، b) نمای شماتیک موقعیت سنجنده و خورشید نسبت به پیکسل(بازسازی شده از کار Sirguey et al.,2009) ۵۸
شکل ۳–۱۸. موقعیت یک پیکسل مادیس نمونه دارای مقادیر میانگین NDSI پایین ۵۹
شکل ۳–۱۹. مراحل ایجاد مدل MOD-F-ASTER..... ۶۱
شکل ۳–۲۰. رابطه بین NDSI و کسر پوشش برف حاصل ازASTER ۶۲

فصل اول

مقدمه

فصل ۱– مقدمه

۱–۱– پیشگفتار

از دیرباز روش‌های مختلفی برای جمع‌آوری داده‌ها وجود داشته است. مزایایی که امروزه استفاده از داده-های سنجش از دور در اختیار کاربران قرار می‌دهد، باعث جلب توجه بسیاری از کارشناسان و گسترش سطح استفاده از این فن‌آوری شده است. روش‌های سنجش از دور ماهواره‌ای در مقایسه با دیگر روش‌های تولید اطلاعات مانند نقشه‌برداری زمینی، عکس‌برداری هوایی و آمارگیری‌های محلی از مزایای بسیاری برخوردار است. سنجش از دور در مقایسه با روش‌های فوق، در مجموع دارای هزینه کمتر بوده و مشکل دسترسی به محل و حضور فیزیکی مورد نیاز برای روش‌های زمینی و سنتی را کاهش داده است.

فن‌آوری سنجش از دور، قادر به انجام مشاهدات در چندین ناحیه از طیف الکترومغناطیسی است. هر پدیده طبیعی در طول‌موج‌های مختلف طیف الکترومغناطیسی رفتار و برهم‌کنش متفاوتی از قبیل جذب، بازتاب، تابش و عبور را خواهد داشت. بنابراین سنجش از دور به‌عنوان یک ابزار کارآمد در تشخیص پدیده‌های گوناگون و بررسی وضعیت و روند تغییرات آنها در طول زمان بکار گرفته می‌شود[۸].

یکی از پدیده‌هایی که برآورد آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، سطح پوشش برف است. مدیریت صحیح کشاورزی، مدیریت منابع آب، پیش‌بینی و کنترل حوادث ناشی از ذوب برف، نقش برف در مسائل هواشناسی، هیدرولوژیکی و فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی اهمیت برآورد صحیح برف را جهت برنامه‌ریزی-های محلی، منطقه‌ای و ملی آشکار می‌سازد.

۱–۲– تعریف مسئله و طرح سوالات تحقیق

برف یکی از صور مختلف بارش است که ریزش آن از طریق چگالش توده‌های هوای مرطوب در طی صعود و در شرایطی که دمای هوا کمتر از نقطه انجماد باشد صورت می‌گیرد[۶].

پوشش برف به‌عنوان یکی از متغیرهای هیدرولوژیکی و اقلیمی برای پیش‌بینی رواناب‌های سطحی در طی فصل ذوب حوضه‌های برفی و تعیین شرایط مرزی دقیق در مدل‌سازی جو در نزدیکی سطح شناخته شده است. این پوشش همچنین در مطالعات هیدرولوژیکی و اکولوژیکی استفاده می‌شود[۱].

به دلیل آلبیدوی بالا، پوشش برف به طور مستقیم بر روی دمای سطح زمین از طریق بازتاب انرژی خورشیدی اثر می‌گذارد. همچنین پوشش برف، رطوبت خاک و هوا، هیدرولوژی آبخیز و بودجه انرژی سطح را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با توجه به نقش برف در فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی داشتن اطلاعاتی درباره کمیت و میزان برف، جهت برنامه‌ریزی‌ها ضروری است. بنابراین میزان دقت در برآورد گستره برف از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است[۳۹][۳۷].

در سالهای اخیر با توجه به اهمیت مساله آب، فعالیت‌هایی جهت تخمین دقیق‌تر میزان ذخایر برف آغاز گردیده و استفاده از فن‌آوری‌های جدید از جمله سنجش از دور ماهواره‌ای، مورد توجه سیاستگزاران و مدیران اجرایی قرار گرفته است. به‌عنوان مثال وزارت نیرو در اسفند ۱۳۸۴ به تعیین سطح پوشش برف با استفاده از تصاویر NOAA در حوضه‌های آبریز مختلف پرداخته است[۳].

جهت برآورد سطح پوشش برف روش‌های تجربی و سنتی متفاوتی وجود دارد، اندازه‌گیری‌های زمینی برف به‌وسیله ایستگاه‌های هواشناسی، به دلیل تعداد محدود ایستگاه‌ها و ماهیت نقطه‌ای بودن اندازه‌گیری آنها، برای مطالعه پدیده پیوسته‌ای همچون برف نماینده مناسبی نیستند. از طرف دیگر اکثر ایستگاه‌های هواشناسی در مناطق قابل دسترس مانند کوهپایه‌ها قرار دارند، در حالی که قسمت اعظم پوشش برف در ارتفاعات و نقاط صعب‌العبور هستند و ایستگاه‌های هواشناسی به‌ندرت آنها را پوشش می‌دهند[۱]. اندازه-گیری‌ها و نمونه‌برداری‌های میدانی برف نیز بدلیل زمان‌بر بودن و هزینه بالا مقرون به صرفه نبوده و به صورت محدود قابل اجرا هستند. ماهواره‌ها، ابزاری قوی جهت بررسی مناطق غیرقابل دسترس هستند. پوشش سطح وسیعی از زمین توسط هر تصویر ماهواره‌ای و قابلیت تصویربرداری مجدد از یک منطقه توسط سنجنده‌ها

(قدرت تفکیک زمانی)، داده‌های ماهواره‌ای را جهت بررسی پدیده‌های متغییر مانند برف مناسب می‌سازد. سنجش از دور در مقایسه با روش‌های فوق، در مجموع دارای هزینه کمتر بوده، چرا که استفاده از این فن-آوری به نیروی انسانی کم البته متخصص و عملیات زمینی بسیار محدود نیازمند است. همچنین این فن‌آوری قادر به انجام مشاهدات در چندین ناحیه از طیف الکترومغناطیسی است. از آنجایی که بازتابندگی برف تباین[1] خوبی را با اغلب سطوح (به غیر از ابر) ایجاد می‌کند، ماهواره‌ها ابزارهای مناسبی جهت اندازه‌گیری پوشش برف هستند.

سطوح برفی دارای تغییرات زیادی نسبت به زمان بوده و در نتیجه پایش آن‌ها نیازمند استفاده از تصاویری با قدرت تفکیک زمانی و مکانی مناسب است. بدین معنی که در برخی از فصول، کسب اطلاعات روزانه و یا حداقل دوروزانه از پهنه برف مورد نیاز است.

گروهی از سنجنده‌های متداول در برف‌سنجی مانند LANDSAT-ETM^{+} ، IRS-LISSIII و ASTER دارای قدرت تفکیک مکانی متوسط و قدرت تفکیک زمانی نسبتا پایین بوده و در نتیجه پدیده‌های متغییر با فرکانس بالا و زودگذر بخصوص در فصول بهار و زمستان را نمی‌توانند بخوبی پوشش دهند. از طرف دیگر، سنجنده‌هایی با قدرت تفکیک زمانی مناسب مانند سنجنده‌های MODIS و NOAA دارای قدرت تفکیک مکانی نسبتا پایین هستند. پایین بودن قدرت تفکیک مکانی این سنجنده‌ها منجر به ایجاد پیکسل‌های مختلط و مشکلاتی در شناسایی پدیده‌های مورد نظر می‌شود. همچنین به دلیل بزرگ بودن اندازه این پیکسل‌ها، خطای کوچک در برآورد مساحت آن، منجر به خطای بزرگی در برآورد حجم برف می‌شود. به عنوان مثال یک خطای ۲۰ درصدی در برآورد مساحت یک پیکسل ۱ km تصویر MODIS و برای هر سانتی‌متر عمق، منجر به بروز حدود ۲۰۰۰ متر مکعب خطا در برآورد حجم برف می‌شود. در نتیجه افزایش دقت در برآورد سطح پوشش برف می‌تواند در مدیریت رواناب و همچنین بلایای طبیعی موثر باشد.

1 Contrast

دو سنجنده ASTER و MODIS بر روی یک ماهواره قرار داشته و توانایی برداشت تصویر به صورت همزمان را دارند. MODIS دارای قدرت تفکیک مکانی پایین (۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر) است. در حالی که ASTER دارای توان تفکیک متوسط (۳۰ متر) بوده و دارای پیکسل‌های برفی خالص‌تری است. تصاویر MODIS به طور گسترده‌ای جهت برآورد پوشش برف در سطح جهانی استفاده می‌شوند. با توجه به اهمیت موضوع برف و پایین بودن قدرت تفکیک مکانی پایین سنجنده MODIS، در این تحقیق سعی شده با استفاده از تصاویر ASTER الگوریتمی جهت افزایش دقت نقشه‌های برف MODIS ارائه شود[۱۴][۲۶][۳۳].

تا کنون برای سطوح برفی با شیب کمتر تحقیقاتی مشابهی توسط مباشری و همکاران صورت گرفته است. در این تحقیقات به ناشناخته بودن رفتار شاخص برف در شیب‌های بالاتر اشاره گردیده بود که در این تحقیق قسمت دیگری از مسئله شیب به چالش گرفته شد. البته می‌توان شیب‌های بالای ۵۰ درصد را نیز مورد بررسی قرار داد ولی با این فرض که در این شیب‌ها امکان باقی ماندن برف کم است، این مسئله به تحقیقات بعدی موکول شده است.

- ✓ سوالات تحقیق عبارتند از:

- آیا می‌توان شاخص (NDSI) برف در سنجنده MODIS را در سطوح با شیب بالا با استفاده از تصاویر همزمان سنجنده ASTER ارتقاء داد؟
- ارتباط قدرت تشخیص برف، توسط دو سنجنده به چه صورت است؟
- پارامترهای هندسه زمین چه تاثیری بر روی مقادیر شاخص دارند؟

- ✓ فرضیات تحقیق

- تفکیک برف از سطوح دیگر بر اساس رفتار طیفی آن
- افزایش توان تشخیص بهتر پیکسل‌های برفی با افزایش قدرت تفکیک مکانی سنجنده

۱-۳-اهداف

با توجه به اهمیت برف به عنوان یکی از منابع تامین آب و همچنین خسارتهای ناشی از عدم برآورد دقیق میزان پوشش برف، در این تحقیق اهداف زیر مد نظر است.

- بررسی تاثیر پارامترهای شیب و جهت‌شیب بر روی شاخص NDSI
- تلاش در جهت بهبود شاخص برف MODIS در مناطق با شیب بالا به کمک سنجنده ASTER

۱-۴-سابقه و ضرورت تحقیق

ریزش برف در مناطق کوهستانی سبب تشکیل توده‌های برف و ذوب آن موجب ایجاد جریان‌های سطحی و زیرسطحی شده و بدین ترتیب سفره‌های آب زیرزمینی، مخازن سدها و دریاچه‌ها تغذیه می‌گردد[۵]. با توجه به اهمیت سدها به‌عنوان منابع تامین آب شهری و آب جهت مصارف کشاورزی و صنعتی، نیازمند داشتن اطلاعاتی از زمان و نحوه گسترش پوشش برف و ذوب آن بوده تا اطلاعات مورد نیاز از میزان تغییرات در مخازن سدها تعیین گردد. پوشش برف تنها بخش کوچکی (حدود ۵ درصد) از بارش سالیانه را شامل می-شود، اما بدلیل وسعت مناطق در برگیرنده و اختلاف زمانی بارش، ذوب و تبخیر آن، چرخه آب را تحت تاثیر قرار می‌دهد[۳۸][۳].

رواناب ناشی از ذوب برف در مناطق کوهستانی، یک پارامتر ورودی در مدل‌های رواناب و پیش‌بینی سیلاب محسوب شده و یک فاکتور مهم اقتصادی به شمار می‌رود، میزان آب ذخیره شده در توده برف، منبعی برای تولید نیرو بوده و مدیران سدهای مخزنی و نیروگاه‌های تولید برق، همواره به اطلاعاتی از قبیل حجم آب ناشی از ذوب برف نیاز دارند[۳].