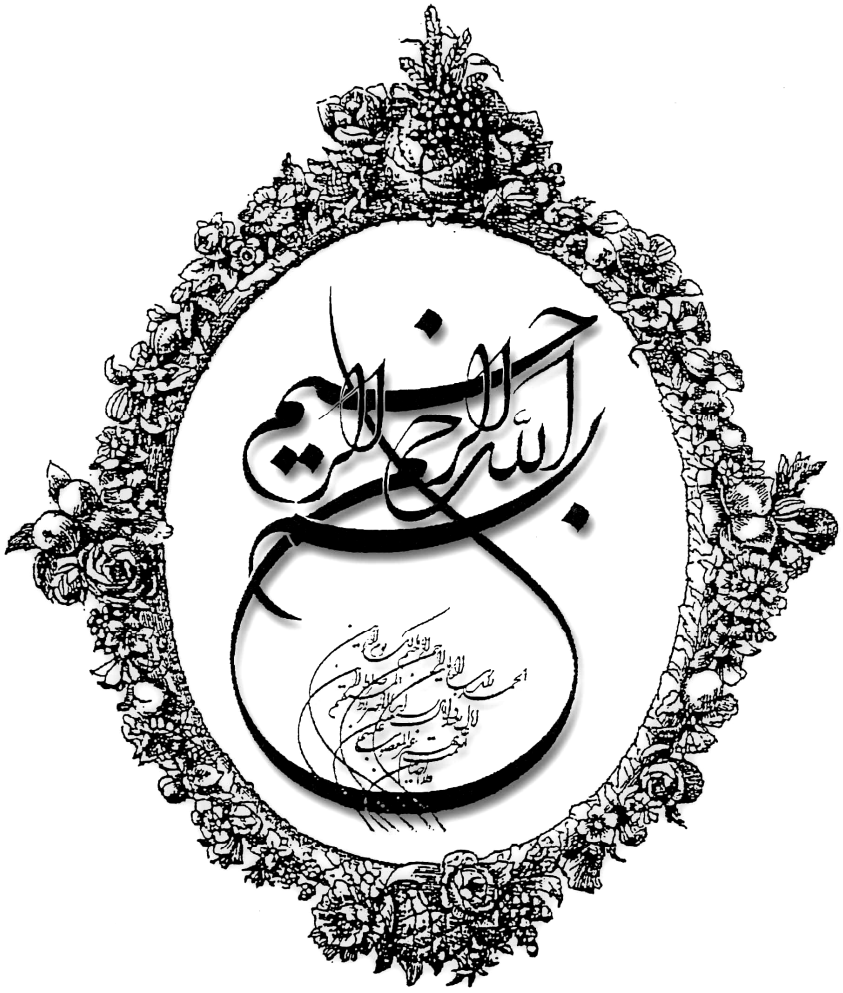
بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده منابع طبیعی

بررسی قابلیتهای داده‌های MODIS در برآورد تولید گیاهی در منطقه سمیرم- بروجن

پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری

حسن یگانه

استاد راهنما

دکتر سید جمال‌الدین خواجه‌الدین

۱۳۸۶

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری آقای حسن یگانه

تحت عنوان

بررسی قابلیتهای داده‌های MODIS در برآورد تولید گیاهی در منطقه سمیرم- بروجن

در تاریخ ۱۳۸۶/۱/ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهائی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر سید جمال‌الدین خواجه‌الدین
۲- استاد مشاور پایان نامه	دکتر علیرضا سفیانیان
۳- استاد داور پایان‌نامه	دکتر محمد رضا وهابی
۴- استاد داور پایان‌نامه	دکتر سعید سلطانی
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر نور ا.. میرغفاری

تشکر و قدردانی

بار خدایا ، عزت، مقام و شرف ، در گرو نگاه توست .

منت پروردگار جلیل را که فهم معرفت و معرفت یافتن عطایم کرد. یافتن گنجینه ای از علم که هر چه بیاموزی بر علمت افزوده و هر چه یاد بدهی ، از آن کاسته نخواهد شد.

سپاس، احسان و محبت های پدر و مادری دلسوز که بستر رشدم را مهیا ساخته و در هموار کردن مسیر تربیتم تلاش بسیارنموده و زحمات فراوان متحمل شدند که جز این دست یافتن به قله های ترقی هر چند کوچک، برایم میسر نبود.

وسپاس همسرم، او که شایستهٔ عشق ورزیدن است . از زحمات وی در طول مدت تحصیل که همواره بی توقع ، یار و یاورم بود، خالصانه متشکرم .

در ابتدا برخود لازم می دانم، از کوششها و رهنمودهای بسیار ارزنده استاد بزرگوارم آقای دکتر سید جمال الدین خواجه الدین بعنوان استاد راهنما و آقای دکتر علیرضا سفیانیان بعنوان استاد مشاور که اینجانب را در کلیه مراحل تهیه و تدوین این مجموعه یاری نموده و مرا رهین منت خویش قرار داده اند، تشکر نمایم. همچنین مراتب تشکر و قدر دانی خود را نسبت به آقایان دکتر وهابی و دکتر سلطانی که زحمت داوری این مجموعه را به عهده داشته و با نظرات خود در پرورش و تعالی این مجموعه مرا یاری نموده اند، اظهار می نمایم.

از ریاست محترم دانشکده منابع طبیعی ، آقای دکتر خواجه الدین ، همچنین مسئول محترم تحصیلات تکمیلی دانشکده، آقای دکتر میر غفاری، از اساتید محترم گروه مرتع و آبخیزداری آقایان دکتر بصیری، دکتر کریم‌زاده، دکتر متین‌خواه و از آقایان مهندس پورمنافی ، رایگانی ، شبان، نوروزی و کلیه کسانی که در طول دوران تحصیل مرا مورد لطف و محبت خود قرار داده اند سپاسگزارم . زحمات تمامی دوستان عزیزی که اینجانب را در بازدیدهای صحرایی و مراحل تحصیل یاری نمودند مزید امتنان است.

حسن یگانه

فروردین۱۳۸۶

تقدیم به:

همسرم،
یار همیشگی و مایه آرامش خاطرم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعـــات، ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پـایـــان نامه (رساله) متعلق به دانشگـــــاه صنعتـــــی اصفهان است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده ۱

فصل اول : مقدمه ۲
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- هدف اصلي تحقيق ۳
۱-۳- فرضيات ۳

فصل دوم : بررسي منابع ۵
۲-۱- اهميت مراتع در جهان و ايران ۵
۲-۲- سنجش از دور ۶
۲-۳- كاربرد سنجش از دور در علوم مرتعداري ۶
۲-۴- تعاريف توليد ۷
۲-۴-۱-بيوماس گياهي ۷
۲-۴-۲- فيتوماس ۷
۲-۴-۳- توليدكنندگي ۷
۲-۴-۴- توليد ناخالص اوليه ۷
۲-۴-۵- توليد خالص اوليه ۷
۲-۴-۶- توليد: ۷
۲-۵- جمع‌آوري داده‌هاي صحرائي پوشش گياهي ۸
۲-۶- سنجنده MODIS ۸
۲-۶-۱- تاريخچه ۸
۲-۶-۲- مشخصات عمومي ماهواره و سنجنده ۹
۲-۶-۳- محدوده و مشخصات باندهاي طيفي ۱۱
۲-۶-۴- مقايسه خصوصيات سنجنده‌هاي AVHRR و MODIS ۱۳
۲-۶-۵- كاربردهاي تصاوير MODIS ۱۴
۲-۶-۶- مراحل دريافت و آماده‌سازي داده‌هاي MODIS ۱۵
۲-۷- شاخص‌هاي گياهي ۱۵
۲-۸- بازيابي تصوير ۲۰
۲-۸-۱- تصحيحات راديومتريك مربوط به سنجنده ۲۱
۲-۸-۲- تصحيح هندسي ۲۲
۲-۸-۳- تصحيحات اتمسفري ۲۳
۲-۸-۴- تصحيح توپوگرافي ۲۸
۲-۹- بارزسازي تصاوير ۳۰
۲-۹-۱- تصاوير رنگي كاذب ۳۱
۲-۹-۲- تجزيه مولفه‌هاي اصلي ۳۲
۲-۹-۳- تكنيكهاي ادغام تصاوير ۳۲
۲-۹-۴- طبقه‌بندي اطلاعات ماهواره اي ۳۳
۲-۱۰- بررسي صحت نتايج حاصل طبقه بندي ۳۴
۲-۱۰-۱- صحت كلي ۳۴
۲-۱۰-۲- صحت توليد كننده ۳۵
۲-۱۰-۳- صحت كاربر ۳۵
۲-۱۰-۴- ضريب كاپا ۳۵
۲-۱۱- بررسي پايش پوشش گياهي ۳۶
۲-۱۲- بررسي مطالعات انجام شده ۳۷
۲-۱۲-۱- بررسي مطالعات انجام شده در ايران ۳۷

۲-۱۲-۲- بررسي مطالعات انجام شده در خارج از كشور.....۳۸

فصل سوم : مواد و روشها.....۴۲
۳-۱- منطقه مورد مطالعه ۴۲
۳-۱-۱-موقعيت، حدود و وسعت.....۴۲
۳-۱-۲- مطالعات انجام گرفته در منطقة طرح.....۴۴
۳-۱-۳- خاك و منابع اراضي.....۴۵
۳-۱-۴- زمين شناسي.....۴۵
۳-۱-۵- آب و هوا.....۴۶
۳-۱-۶- پوشش گياهي.....۴۶
۳-۲- روش انجام مطالعات صحرايي ۴۸
۳-۲-۱- جامعه آماري و شيوه نمونه‌گيري.....۴۸
۳-۲-۲- جمع آوري داده‌هاي جغرافيايي.....۴۹
۳-۲-۳- جمع آوري داده‌هاي پوشش گياهي.....۴۹
۳-۳- عمليات پردازش و آناليز داده‌ها ۵۱
۳- ۳- ۱- داده‌هاي مورد استفاده ۵۱
۳-۳-۲- تصحيح هندسي تصاوير.....۵۲
۳-۳-۳- تصحيح اتمسفريک تصاوير.....۵۲
۳-۳-۴- تصحيح توپوگرافي.....۵۲
۳-۳-۵- ايجاد لايه های اطلاعاتی مختلف.....۵۳
۳-۳-۶- استخراج اطلاعات رقومي.....۵۳
۳-۳-۷- ايجاد شاخصهاي مختلف.....۵۴
۳-۳-۸- آناليز داده‌ها ۵۴
۳-۳-۹- تهيه نقشه پايه ۵۵
۳-۳-۱۰- بررسي صحت نقشه‌ها ۵۵

فصل چهارم: نتايج و بحث.....۵۶
٤-۱- نتبيج پردازش تصاوير.....۵۶
٤-۱-۱- تصحيح هندسي.....۵۶
٤-۱-۲- تصحيح اتمسفريك.....۵۷
٤-۱-۳- تصحيح توپوگرافي.....۵۷
٤-۱-٤- نتايج ادغام تصاوير.....۵۸
٤-۱-٥- نتايج طبقات تفكيك شده از روي تصاوير.....۵۸
٤-۲ - اطلاعات پوشش گياهي منطقه ۶۳
٤-۳- نقشه هاي خروجي ۶۷
٤-۳-۱- نقشه توليد گياهي.....٦٧
٤-۳-۲- بررسي صحت نقشه‌هاي توليدي.....۷٦
٤-۳-۳- تشخيص تغييرات.....۷۷
٤-۳-٤- بررسي رابطه چند شاخص گياهي با داده‌هاي ميداني در چند سايت نمونه‌برداري ۸۹

فصل پنجم: نتيجه‌گيري و پيشنهادها ۹۳
٥-۱ نتيجه‌گيري كلي.....۸۳
٥-۲ پيشنهادها.....۹٥

منابع.....۹۷
چكيده انگليسی ۱۰٥

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل۲-۱. اثر خطای پانورامیک در داده های MODIS. ۱۱
شکل۲-۲. قسمت‌های مختلف سنجنده MODIS. ۱۱
شکل۲-۳. منحنی بازتاب آب و خاک و گیاه در طول موج های مختلف. ۱۶
شکل ۲-۴. ژئومتری سطح شیبدار، سنجنده و خورشید ۲۹
شکل ۳-۱. نقشه و محدوده جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۴۳
شکل۳- ۲- نحوه قرار گرفتن پلاتهای زمینی به مرکزیت GPS ۵۱
شکل۴-۱ فاصله امواج طیفی از مبدا مختصات در تصاویر مختلف ۵۷
شکل۴-۲ تصویر باند ۶ MODIS با قدرت تفکیک ۵۰۰ متر قبل از فیوژن. ۵۹
شکل۴-۳ تصویر فیوژن شده باند۶ با استفاده از باندهای ۲۵۰متری ۶۰
شکل۴-۴. نقشه طبقه‌بندی شده از تصاویر MODIS. ۶۱
شکل۴-۵- نقشه طبقات تولید مرتع با استفاده از شاخص NDVI ۲۲ می ۲۰۰۵ ..... ۷۰
شکل۴-۶- نقشه طبقات تولید مرتع با استفاده از شاخص NDVI ۱۱ جولای۲۰۰۵ ..... ۷۱
شکل۴-۷- نقشه طبقات تولید مرتع با استفاده از شاخص NDVI ۲۱ آگوست ۲۰۰۵ ..... ۷۲
شکل۴-۸- نقشه طبقات تولید مرتع با استفاده از شاخص NDVI ۱۸ سپتامبر ۲۰۰۵ ..... ۷۳
شکل۴-۹ نقشه تغییرات طبقات تولید مرتع با استفاده از شاخص NDVI در فاصله زمانی ۲۲ می تا ۱۸ سپتامبر با استفاده از Post classification ۸۴
شکل۴-۱۰ نقشه تغییرات طبقات تولید مرتع با استفاده از شاخص NDVI در فاصله زمانی ۲۲ می تا ۱۱ جولای با استفاده از Post classification ۸۵
شکل۴-۱۱. تغییرات سطح کلاس ۱۰-۰ Kg/ha تولید گیاهی در طی زمان مربوط به شاخص NDVI(به هکتار) ۸۶
شکل۴- ۱۲. تغییرات سطح کلاس ۳۰-۱۰ Kg/ha تولید گیاهی در طی زمان مربوط به شاخص NDVI(هکتار). ۸۶
شکل۴-۱۳. تغییرات سطح کلاس ۵۰-۳۰ Kg/ha تولید گیاهی در طی زمان مربوط به شاخص NDVI(به هکتار) ۸۷
شکل۴-۱۴. تغییرات سطح کلاس ۱۰۰-۵۰ Kg/ha تولید گیاهی در طی زمان مربوط به شاخص NDVI(به هکتار) ۸۷
شکل۴-۱۵. تغییرات سطح کلاس ۲۰۰-۱۰۰ Kg/ha تولید گیاهی در طی زمان مربوط به شاخص .NDVI(هکتار) ۸۸
شکل۴- ۱۶. تغییرات سطح کلاس ۳۰۰ -۲۰۰ Kg/ha تولید گیاهی در طی زمان مربوط به شاخص NDVI (به هکتار). ۸۸
شکل۴-۱۷. تغییرات سطح کلاس >۳۰۰ Kg/ha تولید گیاهی در طی زمان مربوط به شاخص NDVI(به هکتار). ۸۹
شکل۴-۱۸. نمودار تغییرات شاخص NDVI سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های زمینی‌در سایت یک. ۹۰
شکل۴-۱۹. نمودار تغییرات شاخص AFRI1.6 سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های زمینی‌در سایت یک. ۹۰
شکل۴-۲۰. نمودار تغییرات شاخصNDVI سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های زمینی‌در سایت دوم ۹۱
شکل۴-۲۱. نمودار تغییرات شاخصNDVI سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های زمینی‌در سایت سوم ۹۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱. مشخصات ماهواره TERRA ۱۰
جدول۲-۲. مشخصات سنجنده MODIS ۱۰
جدول۲-۳. مشخصات باندهاي انعكاسي MODIS ۱۲
جدول ۲-۴. مشخصات باندهاي حرارتي MODIS ۱۳
جدول ۲-۵. مقايسه مشخصات MODIS و AVHRR. ۱۴
جدول ۲-۶. رابطه بين بيوماس علفي وNDVI در مراتع خشك استراليا. ۳۹
جدول ۳-۱. مساحت كلاسهاي مختلف وضعيتي مراتع شهرستان سميرم ۴۷
جدول ۳-۲. تعداد و نوع دام عشايري و روستائي منطقة سميرم در سال ۱۳۷۴ ..... ۴۷
جدول ۳-۳. مهمترين گونه ها و تيپ هاي مرتعي مراتع حوزة شهرستان سميرم ۴۷
جدول۳-۴. مساحت و وضعيت مراتع حوزة آبخيز لردگان ۴۸
جدول ۳- ۵. نمونه فرم يادداشت اطلاعات صحرايي ۵۰
جدول۳-۶- تاريخ دادههاي مورد استفاده ۵۱
جدول ۳-۷- شاخصهاي گياهي آزمايش شده در منطقه. ۵۴
جدول ۳-۸- طبقات توليد مرتع در نقشههاي نهايي ۵۵
جدول۴- ۱. توضيح حروف اختصاری و کلاس‌های بکار رفته در مطالعه ۶۰
جدول ۴-۲. مساحت طبقات تفکیکی در نقشه کاربری اراضی ۶۰
جدول۴-۳.جدول ماتریس خطا مربوط به نقشه کاربری اراضی ۶۲
جدول۴-۴. جدول میزان کاپا و صحت هر کلاس به تفکبک و کلی ۶۳
جدول ۴-۵. تیپهای پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه ۶۴
جدول۴-۶. لیست مهمترین گونه‌های همراه در تیپ‌های مختلف ۶۵
جدول ۴-۷. فهرست فلوریستیک پوشش گیاهی ۶۶
جدول۴- ۸ معادلات بین شاخصهای گیاهی و داده‌های زمینی مربوط به تاریخ‌های مختلف ۶۸
جدول ۴-۹. مساحت هر یک از طبقات تولید گیاهی در تاریخ ۲۲ می (به هکتار)با شاخص‌های مختلف ۷۴
جدول ۴-۱۰. مساحت هر یک از طبقات تولید گیاهی در تاریخ ۱۱ جولای (به هکتار) با شاخص‌های مختلف ۷۵
جدول ۴-۱۱. مساحت هر یک از طبقات تولید گیاهی در تاریخ ۲۱ آگوست (به هکتار) با شاخص‌های مختلف ۷۵
جدول ۴-۱۲. مساحت هر یک از طبقات تولید گیاهی در تاریخ ۱۸ سپتامبر (به هکتار) با شاخص‌های مختلف ۷۶
جدول۴-۱۳. جدول ماتریس خطا مربوط به نقشه تولید با استفاده از NDVI مربوط به ۲۲ می ۲۰۰۵ ..... ۷۷
جدول۴- ۱۴. صحت کلی و کاپای کلی مربوط به نقشه حاصله از شاخصهای گیاهی مربوط به تاریخ‌های مختلف ۷۸

جدول ۴- ۱۵.درصد تغییرات مربوط به زمان‌های مختلف با استفاده از شاخص NDVI و SAVI..... ۷۹
جدول۴- ۱۶. گروههای نقشه‌های تولیدی و مساحت آنها به هکتار مربوط به شاخص NDVI به روش Post classification(ستون مربوط به ۲۲ می و ردیف ۱۸ سپتامبر ۸۰
جدول۴- ۱۷. گروههای نقشه‌های تولیدی و مساحت آنها به هکتار مربوط به شاخص SAVI به روش Post classification(ستون مربوط به ۲۲ می و ردیف ۱۸ سپتامبر ۸۱
جدول۴- ۱۸. گروههای نقشه‌های تولیدی و مساحت آنها به هکتار مربوط به شاخص NDVI به روش Post classification(ستون مربوط به ۲۲ می و ردیف ۱۱ جولای..... ۸۲
جدول۴- ۱۹. گروههای نقشه‌های تولیدی و مساحت آنها به هکتار مربوط به شاخص SAVI به روش Post classification(ستون مربوط به ۲۲ می و ردیف ۱۱ جولای..... ۸۳

چکیده

مدیریت بهره‌برداری مراتع با چرای دام باید براساس درک صحیحی از توزیع مکانی و زمانی تولید علوفه باشد. تکنیک‌های قابل اعتماد و تکرارپذیری برای برآورد تولید در مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد نیاز است و این تکنیک‌ها ابزاری ضروری برای مدیران اجرایی می‌باشد. روش‌های سنتی برآورد تولید از نظر مکانی و زمانی محدودند و درسطح وسیع کاربرد ندارد. پوشش گیاهی در طول سال دچار تغییراتی می شود و نیاز به ارزیابی های مکرر برای مدیریت دارد. در چنین شرایطی در طرحها نمی توان تنها به یکبار ارزیابی و اندازه‌گیری جهت دستیابی به برنامه مدیریت دراز مدت اکتفا نمود. استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای شیوه مناسبی برای ارزیابی تولید گیاهی و مقایسه آن در زمان‌های مختلف می‌باشد. اهداف این مطالعه شامل بررسی قابلیت داده‌های MODIS به منظور برآورد تولید پوشش گیاهی در منطقه سمیرم و بروجن و همچنین انتخاب شاخص‌های گیاهی مناسب و بررسی تغییرات تولید گیاهی با داده‌های چند زمانه می‌باشد. پیش‌پردازشهای مختلف شامل تصحیح هندسی با استفاده از تصاویر موجود مربوط به تاریخ ۱۳۸۳/۷/۱۵با RMSe حدود ۰/۵ پیکسل انجام شد و برای تصحیحات اتمسفری و توپوگرافی به ترتیب به کمک روش تفریق عارضه تاریک و مدل لامبرت انجام شد. پردازش‌های مختلف شامل FCC و PCA و شاخص‌های گیاهی و طبقه‌بندی نظارت شده روی داده‌ها برای تهیه نقشه کاربری اراضی و نقشه تولید گیاهی انجام گرفت. عملیات برداشت زمینی در خرداد ماه ۱۳۸۴ در سطحی معادل ۸۰۰۰۰۰ هکتار آغاز شد و حدود ۴ ماه ادامه یافت. تیپهای مختلف گیاهی به روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده، سطحی که اختلاف مهمی در ترکیب فلورستیک- فیزیوومیک نداشت، به عنوان تیپ گیاهی مستقل و یکنواخت در نظر گرفته شد. در کل منطقه حدود ۲۰ نقطه تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری تولید گیاهی به روش تخمین مضاعف انجام گرفت. در این مطالعه از ۴ داده مربوط به تاریخ‌های مختلف استفاده شد. اطلاعات رقومی و شاخصها به عنوان متغیر مستقل و اطلاعات زمینی به عنوان متغیر وابسته معرفی شدند. معادلات مختلف با استفاده از شاخص‌ها بر روی تصاویر اعمال و سپس تصاویر به ۷ کلاس تولید طبقه بندی شد. در نهایت نقشه‌های تولیدی و نقاط نمونه‌برداری جهت بررسی صحت نتایج، کنترل گردید. همچنین جهت تعیین تغییرات کلاسهای مختلف مرتع، از روش Post classification استفاده شد. ۹ کلاس کاربری در منطقه با استفاده آنالیز استخراج و در نهایت صحت و کاپای کلی این نقشه به ترتیب ۷۹,۶۱ و ۷۲,۶ برآورد گردید. نتایج نشان داد شاخص‌های NDVI و SAVI در اکثر زمان‌ها همبستگی بالایی با داده‌های زمینی داشته و شاخص‌هایی که در آنها باندهای SWIR بکار رفته، وقتی که پوشش و تولید بالا است همبستگی خیلی زیادی به میزان ۸۵٪ با داده‌های زمینی داشتند. نقشه‌های تولیدی در اکثر زمان‌ها از صحت بالایی برخوردارند، به خصوص درمورد شاخص‌های NDVI و SAVI که دارای دقت کاپای کلی بالایی هستند. تغییرات در فصل رویش خیلی زیاد است به طوری که بیش از ۹۰٪ مراتع در طی مراحل رشد تحت تاثیر تغییرات قرار می‌گیرند. بیشترین تغییرات تولید در طی فصل رویش مربوط به تبدیل کلاس ۵ به ۲ در شاخص‌های NDVI و SAVI دیده می‌شود. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که تخمین تولید گیاهی از طریق اطلاعات ماهواره‌ای بدست‌آمده از داده‌های MODIS امکان پذیر است. از این ابزار می‌توان جهت پایش میزان تولید علوفه، برای مدیریت منابع و تصمیم‌گیری در بهره‌برداری اصولی از مراتع استفاده کرد.

فصل اول
مقدمه

۱-۱- مقدمه

مرتع یکی از منابع تجدید شونده با ارزش است که در برنامه‌های توسعه ملی بسیاری از کشورها جایگاه خاصی دارد. درکشور ما به خاطر وسعت زیاد ان (۹۰ملیون هکتار) از جایگاه و اهمیت ویژه‌ای بر خوردار است. متاسفانه در چند دهه گذشته به خاطر مدیریت غیر اصولی و غلط این منبع طبیعی با ارزش سیر قهقرایی و تخریب برآن حاکم شده و از ظرفیت بالقوه تولیدی آن کاسته شده است[۳]. تصمیم گیری درباره بهره‌برداری و مدیریت مناطق مرتعی به وسیله چرا باید براساس درک صحیحی از توزیع مکانی و زمانی تولید علوفه باشد. تکنیک‌های قابل اعتماد و تکرارپذیری برای برآورد تولید در مراتع خشک مورد نیاز است و این تکنیک‌ها یک ابزار ضروری برای مدیران اجرایی می‌باشد. روش‌های سنتی برآورد تولید از نظر مکانی و زمانی محدود است و درسطح وسیع عملی نیستند و در ضمن صرف نظر از عواملی مثل زمین شناسی، فیزیوگرافی، هوا و اقلیم و غیره که تقریبا ثابت و یا تغییرات آن بسیار تدریجی بوده و در بلند مدت صورت می‌گیرد، ولی عواملی نظیر فرسایش، پوشش گیاهی و اراضی کشاورزی ممکن است در طول سال دچار تغییر شده و نیاز به ارزیابی مجدد داشته باشند. در چنین شرایطی در طرحها نمی توان تنها به یکبار ارزیابی و اندازه‌گیری جهت دستیابی به برنامه مدیریت دراز مدت اکتفا کرد. استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای شیوه مناسبی برای ارزیابی پوشش گیاهی و مقایسه آن در زمان‌های مختلف می‌باشد و یک منبع اطلاعات متناوب برای برآورد تولید علوفه فراهم می آورد [۶۰و۶۸و۲۷]. در هر حال برای استفاده از داده‌های ماهواره‌های در شناخت منابع طبیعی باید ابتدا تاثیر عواملی چون توپوگرافی، بازتاب خاک، تاثیرات اتمسفری و. . . تا حد امکان

کاهش یافته یا حذف گردد. سپس باید سعی نمود تا با استفاده از روش‌های مختلف به ارتباط بین این داده‌ها و پدیده‌های زمینی پی برد که این ارتباط می‌تواند بین یکی از مشخصه‌های گیاهی چون تاج پوشش، تولید علوفه وغیره از یک طرف و باندهای منفرد یا ترکیبی از نسبت‌های باندها که اصطلاحاً شاخص گیاهی نامیده می‌شود بر قرار گردد[۲۵].

در حال حاضر یکی از بهترین ابزارهای در دسترس موجود، برای نمایش محیطی از طریق سنجش از دور در مقیاس جهانی و در فواصل زمانی کوتاه داده‌های MODIS می‌باشد. در دهه اخیر با توجه به پیشرفت و توسعه سیستم‌های کامپیوتری و قابلیت‌های سخت افزار و نرم افزارها، این امکان برای متخصصان منابع طبیعی کشور فراهم شده تا بتوانند آخرین اطلاعات و داده‌ها را تحت RS[1] و GIS[2] ر سیستم‌های خود تعبیه نمایند و با ذخیره نمودن، تغییرات، تلفیق و یا هر نوع فرآیند دیگر بتوانند از خروجیهای حاصله در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع طبیعی کشور استفاده نمایند[۲۳].

۱-۲- هدف اصلي تحقيق

بررسی قابلیت داده‌های MODIS به منظور برآورد تولید پوشش گیاهی در منطقه سمیرم و بروجن می‌باشد.

اهداف فرعی:

۱- انتخاب شاخص‌های گیاهی مناسب جهت برآورد تولید گیاهی در مناطق خشک و نیمه خشک با سنجنده MODIS

۲- بررسی امکان تولید اطلاعات بهنگام در سطح وسیع مراتع برای برنامه‌ریزی مدیران و کارشناسان اجرایی

۳- بررسی تغییرات تولید گیاهی باداده‌های چند زمانه

۱-۳- فرضیات

۱- با استفاده از داده‌های MODIS تولید گیاهی برای فرم‌های رویشی مختلف قابل محاسبه است.

۲- شاخص‌های گیاهی متفاوت برای برآورد تولید کاربرد دارند.

در فصل دوم به بررسی منابع علمی موجود در این زمینه، تعاریف موجود، رابطه سنجش از دور و پوشش گیاهی، مطالعات انجام شده در مورد موضوع می‌پردازد. فصل سوم مواد و روشهای این مطالعه با توجه به بررسی منابع علمی و معرفی منطقه مورد مطالعه می‌پردازد. در این فصل مراحل تصحیح داده‌های ماهواره‌ای و پردازش داده‌ها و بررسی صحت داده‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در فصل چهارم نتایج بدست آمده از این مطالعه تفسیر میگردد و بیان می‌کند که کدام شاخص گیاهی با داده‌های صحرائی همبستگی بالاتری دارد و تغییرات را بهتر نشان میدهد و در انتها به بحث و نتیجه‌گیری از این تحقیق به ارائه پیشنهادات جهت ادامه این مطالعه در سایر بخشها می‌پردازد. از محدودیتهای این تحقیق می‌توان به کمبود منابع علمی در زمینه برآورد تولید گیاهی با داده‌های مودیس در داخل و

---

1 - Remote Sensing

2 - Geographical Information System

خارج از کشور و همچنین به نواقص موجود در داده‌های ماهواره‌ای در زمان نمونه‌برداری می‌توان اشاره کرد.

فصل دوم
بررسی منابع

۲-۱- اهمیت مراتع در جهان و ایران

هدی[1] (۱۹۷۵) بیان داشته که حدود ۴۷٪ از سطح کره زمین را مراتع تشکیل می‌دهند. بر همین اساس، ۹۰ میلیون هکتار از کل مساحت ایران یعنی حدود ۱۶۵ میلیون هکتار را مراتع تشکیل می‌دهد که بیش از ۵۳٪ سطح کشور را پوشانده است. مراتع یکی از مهمترین منابع طبیعی تجدید شونده بوده و ارزش آن در ایران و جهان به استفاده‌هایی مانند تولید علوفه، تولید گوشت و لبنیات ناشی از چرای دام، حفاظت آب و خاک، تصفیه هوا، پرورش آبزیان، حفاظت محیط زیست و حیات وحش، حفظ ذخایر ژنتیکی گونه‌های گیاهی و جانوری و استفاده‌های تفرجگاهی برمی‌گردد. بیشترین استفاده و مهمترین کاربرد اراضی مرتعی در ایران را برداشت علوفه تولیدی بصورت مستقیم یا غیر مستقیم جهت تعلیف دام دانسته و موارد دیگر بدلیل اثرات غیر ملموس آنها و عدم ترویج و آگاهی دادن لازم در جامعه کمتر مورد توجه قرار می‌گیرند [۳۰و۳۳].

معین‌الدین (۱۳۷۴) مرتع را از نظر اقتصادی دارای دو اثر می‌داند (الف) اثر اقتصادی زود بازده و (ب) اثر اقتصادی دیر بازده، یعنی مرتع از منابع اقتصادی است که از یک طرف اثرات فوری داشته و به خوبی و بر اساس شاخص قیمت‌ها می‌توان سالانه آن را ارزیابی نمود و از طرف دیگر بعضی موارد اقتصادی آن اثرات آنی نداشته و برای بوجود آوردن امکانات بهره‌وری اقتصادی، نیاز به سرمایه‌گذاری‌های قبلی دارد. بطور کلی ارزش اقتصادی مراتع به راحتی بر اساس شاخص‌های قیمت‌گذاری، قابل تقویم ریالی نیست چرا که حفاظت خاک و آب، تعدیل هوا

---

[1] - Heddy

و نقش مرتع در محیط زیست و مواهب طبیعی همگی از اثرات اقتصادی دیر بازده مرتع هستند که به ریال تبدیل نمی‌شوند [۳۱].

۲-۲- سنجش از دور

علم و هنر کسب اطلاعات از پدیده‌ها یا اجسام بدون تماس با آنها است. در منابع زمینی سنجش از دور عبارت از بکارگیری عکس‌های هوایی، عکس‌های فضایی و تصاویر تهیه شده از اطلاعات ماهواره‌ای برای تفسیر و شناسایی و کسب اطلاعات از پدیده‌ها.

به طور کلی اطلاعات مورد استفاده سنجش از دور منابع زمینی، یا ماهیت تصویر دارند مانند عکس‌های هوایی و فضایی یا ماهیت رقومی دارند، یعنی انعکاسات اشعه الکترومغناطیسی از پدیده‌های زمینی به وسیله سنجنده‌های ماهواره‌های ثبت و به ایستگاه‌های زمینی ارسال و به تصاویر تبدیل می‌شوند[۱۵].سنجش از دور یک ابزار موثر در مطالعه محیط زیست و علوم زمین است. شناخت بسیاری از منابع نظیر خاک، آب، پوشش گیاهی و پایش پدیده‌های زیان‌باری مانند سیلاب، تخریب جنگل و مرتع و. . . لازمه دستیابی به توسعه پایدار است. استفاده از فناوری سنجش از دور و به کارگیری داده‌های ماهواره‌ای، اغلب موجب کاهش هزینه و افزایش سرعت و دقت کار می‌گردد و روز به روز بر اهمیت این فناوری در راستای توسعه پایدار افزوده می‌شود. خلاصه آنکه با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، بسیاری از تغییرات مکانی و زمانی به تصویر کشیده شده است، این موضوع به شناخت بهتر محیط و در نهایت مدیریت پایدار و توسعه آن منجر می‌شود[۲۱].

۲-۳- کاربرد سنجش از دور در علوم مرتعداری

یکی از ابزارهای موثر در زمینه مطالعات علوم مرتع و پوشش گیاهی استفاده از فناوری دورسنجی و بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای است. داده‌های ماهواره‌ای همواره قادر است در تامین اطلاعات لازم برای مطالعه جنبه‌های مختلف جوامع گیاهی نقش مهمی را ایفا کند. مطالعات پوشش گیاهی شامل درصد پوشش گیاهی، تولید گیاهی، فنولوژی، آمادگی مرتع برای چرا و غیره از جمله مواردی است که با استفاده از فناوری فوق می‌توان آنها را مورد ارزیابی قراردادو و همچنین پایش پوشش گیاهی و بررسی شدت تخریب مراتع لازمه استفاده از داده‌های سنجش از دور است.

کاربرد سنجش از دور برای مدیریت مرتع توسط پلتون و همکاران در دهه ۱۹۳۰ گزارش شده است، که در آن زمان عکس‌های هوایی برای نخستین بار به کار گرفته شدند. توسعه سنجش از دور و کاربرد آن در مرتع توسط پلتون (۱۹۳۰) در اواسط تا اواخر دهه ۶۰ میلادی صورت گرفته، با اعزام ماهواره لندست ۱ در سال ۱۹۷۲ شدت گرفت و امکان تجزیه و تحلیل رقومی داده‌های چند طیفی و چند زمانه فراهم گردید[۷].

۲-۴- تعاریف تولید

۲-۴-۱-بیوماس گیاهی

میزان وزن زنده گیاهی در سطح و حجم معین در زمان بیوماس گیاهی گویند.

۲-۴-۲- فیتوماس

مجموع توده گیاهی در مکان معین، این واژه گاهی توده گیاهی زنده و لاشبرگ را با هم در بر می‌گیرد.

۲-۴-۳- تولیدکنندگی

به میزان تغییرات زیتوده در طول فصل رویش یا یک سال، تولیدکنندگی یا باروری گفته می‌شود. باروری و تولید می‌توانند ارتباطی با هم نداشته باشند، به طوری که در یک جنگل که به طور کامل رشد یافته، امکان دارد زیتوده آن زیاد و باروری کم باشد. از طرفی بر خلاف آن در علف‌زاری، زیتوده کمتر و باروری زیادتر مشاهده شود. آمار زیتوده و باروری را می‌توان به عنوان صفات مشخصه یک تیپ گیاهی به کار برد[۳۲].

۲-۴-۴- تولید ناخالص اولیه

مقدار انرژی تثبیت شده در فتوسنتز در واحد سطح و در واحد زمان را گویند.

۲-۴-۵- تولید خالص اولیه

تمام انرژی تثبیت شده توسط فتوسنتز به بیوماس گیاهی تبدیل نمی‌شود، بلکه مقدار قابل توجهی از آن در عمل تنفس به منظور تامین انرژی برای انجام فعالیت‌های متابولیکی آزاد می‌کند. باقیمانده انرژی که در گیاه ذخیره می‌شود تولید خالص اولیه گویند. تقریبا ۳۰ درصد از سطح زمین را پوشش گیاهی اشغال کرده است که ۶۲ درصد از تولید اولیه کره زمین را شامل می‌شود. عمده بیوماس دنیا، بیوماس گیاهی است[۳۲].

۲-۴-۶- تولید:

رشد سال جاری گیاهان مرتع و شامل تمام اندام‌های سبز، ساقه یا شاخه‌های گل‌زا، گل یا خوشه و بذور یا میوه می گردد را تولید[1] گویند. چون گندمیان و پهن برگان علفی، رشد خود را در زیر زمین و یا سطح آن شروع می‌کنند، لذا کل اندام‌های موجود در بالای سطح زمین شامل رشد جاری یا تولید علوفه خواهند شد ولی در مورد بوته‌ها و درخچه‌ها، رشد جاری محدود به اندام‌هایی می‌گردد که روی ساقه‌های مانده از سال قبل رشد نموده‌اند. تولید علوفه مراتع معمولاً در مرحله گل‌دهی کامل گو نه‌های غالب تعیین می‌شود[۳۰]. اندازه‌گیری وزن توده گیاهی به طور واقعی و مطلق تقریباً غیر عملی است اما مطمئن ترین روش اندازه‌گیری آن قطع و سپس توزین می‌باشد. در اکولوژی کاربردی این روش به عنوان مناسب ترین روش برآورد تولید به حساب می‌آید[۳۴].

---

[1] - Production

۲-۵- جمع‌آوری داده‌های صحرائی پوشش گیاهی

در بررسی‌های ماهواره‌ای، بررسی عملیات صحرائی، جهت جمع‌آوری داده‌های زمینی، امری ضروری است. محققین روشهای عملیات صحرائی گوناگونی را انتخاب می‌کنند که در مواردی دارای نقاط ضعف بزرگی است و چون محقق به آن توجه نمی‌کند و آنالیزها بر اساس کارهای اشتباه انجام می‌گیرد لذا نتایج حاصل از این قبیل بررسیها نیز زیر سوال میرود. روش بررسیهای صحرائی بایستی متناسب با اندازه پیکسل[1] و همچنین نوع پوشش گیاهی و تغییرات ویژگیهای خاک و دیگر موارد مطالعه در منطقه انتخاب گردد، تا محقق بتواند بر پایهٔ اطلاعات پایه‌ای صحیح آنالیز و پردازش منطقی و بالتبع قضاوت و نتیجه‌گیری صحیح از آنها داشته باشد[۱۰]. در این رابطه بررسی‌هایی در خارج از کشور و داخل کشور انجام گرفته، که به تعدادی از آنها اشاره می‌گردد. کاوامورا و همکاران (۲۰۰۳) برای بررسی بیوماس گیاهی با استفاده از داده‌های مودیس در منطقه استپی زیلینگول[2] چین با وسعت حدود ۳۷۵۰ کیلومتر مربع از ۱۰ سایت نمونه برداری استفاده کردند. هر سایت نمونه برداری معادل ۹ پیکسل ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی ۵۰۰ متر بود، در هر سایت با استفاده از ۵ پلات یک متر مربعی اقدام به برآورد تولید گیاهی نمودند، در ضمن نحوه استقرار پلات‌ها در سایت، ۴ پلات روی محیط دایره و یک پلات در مرکز آن قرار دارد[۶۸]. قنبری (۱۳۸۴) برای تهیه نقشه پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های MODIS در منطقه لردگان و سمیرم از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده با ۳۵ سایت نمونه‌برداری استفاده کرد، در هر سایت ۱۰ پلات ۱۰۰متر مربعی روی محیط دایره با شعاع ۲۵۰ متر استفاده کرد که این سطح معادل ۴ پیکسل ۲۵۰ متری مودیس است[۲۷].

۲-۶- سنجنده MODIS

۲-۶-۱- تاریخچه

سنجنده MODIS[3] که بر روی ماهواره TERRA و AQUA نصب شده یکی از پیشرفته ترین و کاملترین نمونه‌های ماهواره‌های منابع طبیعی می‌باشد که توسط سازمان فضایی ایالات متحده آمریکا در ۱۸ دسامبر ۱۹۹۹ به فضا پرتاب شد. اولین مشاهده اطلاعات زمین توسط MODIS در تاریخ ۲۴ فوریه ۲۰۰۰ انجام شد. MODIS دارای تکرار بالای تصاویر با دور تکرار ۱ تا ۲ روز می‌باشد. ماهواره TERRA که حاصل پروژه مشترک کشورهای آمریکا، کانادا و ژاپن بوده دارای پنج سنجنده است. در حال حاضر مرکز سنجش از دور ایران داده‌های MODIS را دریافت می‌کند. ساخت این سنجنده توسط مرکز فضایی گودارد[4] در مریلند آمریکا مدیریت شده و شرکت هیوز وابسته به سازمان سنجش از دور سانتاباربارا[5] از نظر فنی ساخت آن را بعهده داشته است. آنچه این سنجنده را از اسلاف خود متمایز می‌سازد، تعداد قابل توجه باندهای طیفی انعکاسی و حرارتی با پهنای باریک، درجات خاکستری

---

1 - Pixel
2 - Xilingol
3 - Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
4 - GSFC
5 - SBRS

زیاد، عرض نوار و زمان برداشت مجدد مناسب، کالیبراسیون در حین پرواز بسیار دقیق و قوی و قدرت تفکیکهای زمینی متنوع می‌باشد[۱۱و۶۱و۷۸و۸۹و۹۰].

۲-۶-۲- مشخصات عمومی ماهواره و سنجنده

زمان عبور ماهواره TERRA ساعت ´۳۰ : ۱۰ صبح در عبور نزولی و برای AQUA ساعت ´۳۰ : ۱ بعد از ظهر در عبور صعودی به وقت محلی می‌باشد. علت استفاده از دو ماهواره با سنجنده مشابه، دستیابی به تصاویر بدون ابر و کوتاه کردن زمان مشاهده مجدد بوده است. MODIS دارای ۳۶ باند طیفی است که از این ۳۶ باند، ۲۰ باند آن از نوع باندهای انعکاسی و ۱۶ باند دیگر از نوع مادون قرمز گرمایی می‌باشد. ۲۰ باند انعکاسی بوسیله SD[1] و SDSM[2] و ۱۶ باند گرمایی بوسیله جسم سیاه[3] در روی مدار کالیبره می‌شوند. تمام این ۳۶ باند در روز برداشته می‌شوند ولی در شب فقط ۱۹ باند ثبت می‌گردند. تمام باندها نسبت به هم تثبیت هندسی[4] شده اند. سنجنده از نوع جاروبی[5] بوده و برای باندهای ۲۵۰ متری ۴۰ آشکارساز، برای باندهای ۵۰۰ متری ۲۰ آشکارساز و برای باندهای یک کیلومتری ۱۰ آشکارساز در راستای مسیر ماهواره قرار گرفته و عمل برداشت را انجام می‌دهد. یک آینه دوران کننده عمل پویشگری خطوط تصویر را بر عهده دارد که در هر دقیقه ۲۰/۳ دور می‌زند و در هر دور دو بار عمل پویشگری را انجام می‌دهد. تعداد پیکسلها در هر خط از تصویر ۱۳۵۴ عدد برای باندهای ۱۰۰۰ متری و در باندهای ۵۰۰ متری دو برابر و در باندهای ۲۵۰ متری چهار برابر این تعداد می‌باشد. توان تفکیک درجات خاکستری آشکار سازها ۱۲ بیت است که برای ذخیره سازی ۱۶ بیت جای می‌گیرند[۱۰۲و۱۱و۶۱و۸۹] .

مجموعه آینه اسکن این سنجنده، از یک آینه اسکن که به طور پیوسته به دو طرف می چرخد، استفاده میکند. زاویه اسکن آن در نادیر حدود ۵۵ $\pm$ است[۱۱]. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که RVS[6] یا بازتاب‌پذیری در طرف آینه در Terra-MODIS تا اندازه‌ای متفاوت است در حالی که در Aqua-MODIS آن تقریبا یکی است. مطالعات زیانگ[7] و همکاران نشان داده است در ماهواره Terra-MODIS بازتاب‌پذیری وابسته به زمان است. بنابراین باید الگوریتم کالیبراسیون رادیومتریک L1B برای RVS براساس باند طیفی، زاویه اسکن، زمان و جهت آینه محاسبه شود[۱۰۲]. سیستم عدسی این سنجنده نیز از یک تلسکوپ غیرکانونی دو آینه‌ای تشکیل شده است که انرژی را به چهار مجموعه انعکاس کننده هدایت می کند هر کدام از این مجموعه ها، یکی از نواحی طیف مرئی (VIS)، مادون قرمز نزدیک (NIR)، مادون قرمز با طول موج کوتاه (SWIR) و یا مادون قرمز میانی (MIR) و مادون قرمز با طول موجهای بلند را می‌پوشانند و در کل دامنه طیفی ۰/۴-۱۴/۴میکرومتر را پوشش می‌دهند[۱۱].

1- Solar Diffuser
2- Solar Diffuser Stability Monitor
3- Black body
4- CO-Register
5- Whisk broom
6- Reflectivity or response Vs. Scan angle
7-Xiong