جمهوری اسلامی ایران

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

وزارت جهاد کشاورزی

ضوابط و دستورالعمل پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای +ETM

در استخراج نقشه کاربری و پوشش اراضی مطالعات ساماندهی دشت

معاونت امور فنی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و

کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

tec.mporg.ir/fanni

موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و

اقتصاد کشاورزی

www.agri-peri.ir

پاییز ۱۳۸۵

جمهوری اسلامی ایران

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

ضوابط و دستورالعمل پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای +ETM
در استخراج نقشه کاربری و پوشش اراضی مطالعات ساماندهی دشت

نشریه شماره ۳۵۶

پاییز ۱۳۸۵

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار

۱- مقدمه ۱

۱-۱- تعاریف و اصطلاحات ۱

۱-۲- مراحل اصلی پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی ۳

۲- مشخصات داده‌های ورودی ۵

۲-۱- مشخصات ماهوارهٔ Landsat7 و تصاویر سنجندهٔ +ETM ۵

۲-۲- مشخصات مدل ارتفاعی رقومی زمین ۷

۲-۳- مشخصات نقاط کنترل زمینی (اندازه‌گیری شده یا استخراج شده از نقشه) ۷

۲-۳-۱- نقاط کنترل استخراج شده از نقشه های موجود ۷

۲-۳-۲- نقاط کنترل اندازه گیری شده در منطقه ۸

۳- مشخصات اطلاعات خروجی ۹

۳-۱- مقیاس ۹

۳-۲- سیستم مختصات و سیستم تصویر ۹

۳-۲-۱- واحد اندازه‌گیری ۹

۳-۲-۲- بیضوی مرجع ۹

۳-۲-۳- سطح مبنای ارتفاعی ۱۰

۳-۲-۴- سیستم تصویر ۱۰

۳-۳- دقت و کیفیت ۱۱

۳-۳-۱- دقت هندسی ۱۱

۳-۳-۲- دقت زمانی ۱۲

۳-۳-۳- دقت موضوعی ۱۲

۳-۴- عوارض و کلاسهای قابل ارائه ۱۳

۳-۴-۱- فهرست عوارض و کلاسها ۱۳
۳-۴-۲- تعریف کلاسها و عوارض ۱۵
۴- مراحل اجرایی ۲۱
۴-۱- تهیهٔ داده‌های پایه ۲۱
۴-۱-۱- تعیین مرز محدوده منطقه مطالعاتی ۲۱
۴-۱-۲- جمع آوری و آماده سازی نقشه‌های موجود ۲۱
۴-۱-۳- انتخاب و تهیهٔ بهنگام‌ترین و مناسب‌ترین داده‌های ماهواره‌ای ۲۲
۴-۲- آماده سازی و پردازش داده‌ها ۲۲
۴-۲-۱- تصحیحات هندسی ۲۲
۴-۲-۲- تصحیحات رادیومتریک ۲۴
۴-۳- پردازش نهایی ۲۵
۴-۳-۱- تفسیر و طبقه‌بندی بصری داده‌ها ۲۵
۴-۳-۲- تفسیر و طبقه‌بندی اتوماتیک داده‌ها ۲۶
۴-۳-۳- تهیه نقشه طبقه‌بندی نهایی ۲۹
۴-۴- تهیه خروجی نهایی ۲۹
۴-۴-۱- تبدیل فرمت ۲۹
۴-۴-۲- ارایه نتایج کارتوگرافی ۳۰
۴-۵- کنترل کیفیت ۳۰
۴-۵-۱- کنترل دقت نتایج طبقه‌بندی ۳۰
۴-۵-۲- اصلاح خطاها ۳۱
۵- متادیتا ۳۳
۵-۱- تعریف متادیتا ۳۳
۵-۲- کاربرد و اهداف متادیتا ۳۳
۵-۳- ساختار متادیتا ۳۳
۵-۴- لیست عناوین و جزئیات مربوط به متادیتا ۳۴
منابع و مآخذ ۳۹
پیوست ۱: مشخصات فنی ماهوارهٔ TERRA و سنجندهٔ ASTER ۴۱
پیوست ۲: نحوه حذف سلولهای منفرد پس از طبقه‌بندی در نرم‌افزار ILWIS ۴۳
پیوست ۳: تعاریف و اصطلاحات فنی به انگلیسی ۴۵
پیوست ۴: واژه نامه ۵۱

پیشگفتار

بشر همواره به دنبال شناخت محیط اطراف خود و شناسایی منابع طبیعی موجود به منظور تأمین مایحتاج خود از نظر غذا و منابع تولید بوده است. با پیشرفت بشر در زمینه‌های مختلف، ابزارها و روشهای مختلفی برای تحقق این مهم ابداع شد که نقشه‌های کاربری اراضی یکی از مهمترین آنهاست. به طور کلی نقشه کاربری اراضی یکی از الزامات هرگونه برنامه‌ریزی توسعه‌ای ملی و منطقه‌ای است که مدیران، برنامه‌ریزان و کارشناسان را قادر می‌سازد با شناسایی وضع موجود و مقایسه با قابلیت‌ها و پتانسیل‌ها، در زمینهٔ رفع نیازهای حال و آینده اقدامات لازم را طراحی و اجرا نمایند.

برای تهیه نقشه کاربری اراضی روشهای مختلفی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به برداشت صحرایی، استفاده از واحدهای فیزیوگرافی، تفسیر بصری عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و همچنین پردازش و آنالیز تصاویر رقومی هوایی و ماهواره‌ای اشاره نمود. این روش‌ها مرتباً در حال توسعه و بهبود بوده و به خصوص با توجه به پیشرفت‌های روزافزون علوم و فن‌آوری فضایی و ماهواره‌ای، دانشمندان به دنبال راه‌حل‌هایی برای رفع نواقص موجود و در نتیجه افزایش دقت و صحت نقشه کاربری اراضی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشند.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، طبق ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و نظام فنی و اجرایی کشور، به منظور ایجاد هماهنگی و ارتقای کیفیت فعالیت‌های مختلف فنی، دارای مسئولیت تعیین معیارها و استانداردها، همچنین اصول کلی و شرایط عمومی قراردادهای مربوط به طرح‌های عمرانی می‌باشد. در همین راستا به منظور ایجاد معیارهای فنی مشخص و مورد توافق برای استفاده در مطالعات بخش کشاورزی و منابع طبیعی، در چارچوب برنامه تدوین ضوابط و معیارهای بخش کشاورزی، موسسهٔ پژوهشهای برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی ماموریت یافت تا نسبت به تدوین "ضوابط و دستورالعمل پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای +ETM در استخراج نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی مطالعات ساماندهی دشت" اقدام نماید. هدف اصلی از این فعالیت، تدوین اولین دستورالعمل کاربردی جهت تفسیر بصری و پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای جهت استفاده کارشناسان و مهندسین مشاور است، تا ضمن حصول اطمینان از کیفیت کار، از اعمال سلیقه‌ها و روش‌های مختلف تهیه نقشه کاربری اراضی پرهیز گردد.

بدین منظور، گروه‌های کاری و راهبردی تشکیل گردید تا نسبت به تدوین مجموعهٔ مزبور اقدام نمایند. مجموعهٔ حاضر نتیجه این فعالیت است.

اسامی اعضای گروه راهبری برای تدوین این مجموعه، به شرح زیر است:

- آقای مهندس علیرضا دولتشاهی — دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
- آقای مهندس خشایار اسفندیاری — دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
- آقای سید حسین کاظمی — موسسه پژوهشهای برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی
- آقای اسماعیل سعیدنیا — موسسه پژوهشهای برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی
- آقای مهندس مجتبی پالوج — موسسه پژوهشهای برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی
-

متن اولیهٔ مجلد حاضر توسط گروه کاری متشکل از آقای دکتر علی اکبر آبکار، آقای دکتر محمد سعدی مسگر و آقای مهندس سید ابوالفضل میرقاسمی تهیه شد و وظیفهٔ بازنگری و انطباق آن با نیازهای دفتر امور فنی و تدوین معیارها به آقای مهندس علی اسلامی راد و آقای مهندس احمد ابوطالبی سپرده شد.

معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور از تمامی دست‌اندرکاران تهیهٔ این سند به خصوص آقای مهندس محمدرضا نظافت، تشکر و قدردانی بعمل آورده و توفیق روزافزون آنان را در خدمات به جامعه مهندسی کشور از درگاه ایزد منان مسئلت می‌نماید.

از اساتید و صاحب‌نظران نیز انتظار دارد با اظهار نظرهای سازنده خود این معاونت را در تجدید نظر یا تدوین ضوابط مورد نیاز در آینده یاری نمایند.

حبیب امین‌فر

معاون فنی

۱۳۸۵

۱- مقدمه

یکی از لایه‌های اطلاعاتی بسیار مهم در مطالعات ساماندهی دشتهای کشور، لایه کاربری اراضی در شرایط کنونی[۱] است که شناختی دقیق از کم و کیف منابع کشاورزی، جنگلی، مرتعی، زراعت و ... در منطقه مورد مطالعه ارایه می‌نماید. تجربیات موجود و بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهند که تعیین کاربری صحیح و دقیق اراضی صرفاً با روش‌های پیمایشی و صحرایی و یا تفسیر بصری عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای امکان‌پذیر نبوده و بعضاً دارای اشکالات و اشتباهات فراوانی است. با توجه به پیشرفت‌های روزافزون در زمینه فناوری پردازش و آنالیز رقومی تصاویر ماهواره‌ای و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی[۲]، به منظور سهولت تشخیص و تفکیک عوارض سطح زمین و در نتیجه کاهش حجم عملیات کنترل میدانی و از طرف دیگر افزایش دقت و صحت نقشه‌های موضوعی استخراج شده، استفاده از این ابزار امری لازم و ضروری می‌نماید. از آنجا که مطالعات مورد نظر در مناطق مختلف کشور و توسط مشاورین متفاوت صورت می‌پذیرد، لذا نیاز به تدوین یک دستورالعمل و روش کار کامل و جامع دارد تا نه تنها رعایت کلیه ضوابط و استانداردهای فنی لازم را توسط مهندسان مشاور مورد تاکید قرار دهد بلکه مانع برخورد سلیقه‌ای آنها با این مهم شود و در نتیجه جمع‌بندی، یکپارچه‌سازی و همچنین کنترل کیفیت نتایج این مطالعات در سطح کشور به راحتی میسر گردد.

توجه به این نکته ضروری است که ضوابط و استانداردهای فنی قاعده‌ای است قراردادی و نسبی (و نه مطلق) که برای قانونمند کردن یک اقدام یا فرآیند و یا مجموعه‌ای از فرآیندها، با ساز و کار معین تعریف می‌شود و مبتنی بر میزان شناخت و سطح دانش فنی و علمی مرتبط با آن می‌باشد. بنابراین چنین مجموعه‌هایی نسبی و زمان‌دار بوده و اعتبار آن‌ها با تغییر در شرایط و اوضاع تغییر خواهد کرد. ضمناً این ضوابط و استانداردها دامنه کاربردی معینی داشته و شمول عام ندارد و در قلمرو جغرافیایی مشخصی به کار می‌روند. به همین دلیل ممکن است ضوابط و معیارهای فنی تعریف شده در یک منطقه (یا کشور) برای منطقه دیگر کاربرد نداشته باشد یا نیازمند بازنگری و سازگار نمودن آن با شرایط منطقه جدید باشد.

بدیهی است که این دستورالعمل براساس شرایط اقتصادی ـ اجتماعی حاکم بر کشور و سطح دانش فنی، امکانات و فناوری‌های سخت افزاری و نرم‌افزاری موجود در نزد مهندسین مشاور تهیه شده و با پیشرفت‌های آتی محتمل در این زمینه ممکن است هر از چند گاهی بعضی از قسمت‌های آن نیاز به بازنگری و اصلاح داشته باشد.

۱-۱- تعاریف و اصطلاحات

۱-۱-۱- پیکسل[۳]

کوچکترین المان یا جزء یک تصویر رقومی که اطلاعات توصیفی در مورد آن موجود است.

---

۱ Present Land Use

۲ Geographic Information System (GIS)

۳ Pixel

۱-۱-۲- تفسیر[۱]

فرایندی که طی آن داده‌های خام بر اساس کاربرد مورد نظر معنی‌دار شده و با استفاده از علامت، کد، رنگ و یا هر نشانهٔ دیگری طبقه‌بندی می‌شوند.

۱-۱-۳- سنجنده[۲]

وسیله‌ای که انرژی الکترومغناطیسی را اندازه‌گیری و ثبت می‌نماید.

۱-۱-۴- سنجش از دور[۳]

علم و هنر کسب اطلاعات در بارهٔ جسم، منطقه یا پدیده از طریق تجزیه و تحلیل داده‌های اخذ شده توسط ابزار بخصوص بدون تماس با جسم، منطقه یا پدیدهٔ مورد نظر.

۱-۱-۵- داده[۴]

نوعی از اطلاعات که قابل تفسیر و تشریح بوده و به نحوی مناسب برای نقل و انتقال، تفسیر یا پردازش دسته‌بندی شده باشد.

۱-۱-۶- قدرت تفکیک هندسی[۵]

کوچکترین مساحت قابل اندازه‌گیری توسط سنجنده که همان اندازه پیکسل تصویر اخذ شده است. با این مشخصه، میزان جزئیات قابل تشخیص عوارض زمینی، تعیین می‌شود.

۱-۱-۷- قدرت تفکیک زمانی[۶]

حداقل زمان مورد نیاز برای دو بار اخذ متوالی داده توسط سنجنده از یک منطقه مشخص.

۱-۱-۸- کیفیت[۷]

تمامی ویژگی‌های یک محصول که گواهی بر توانایی آن در برآورده کردن نیازهای تصریحی یا تلویحی می‌دهد.

---

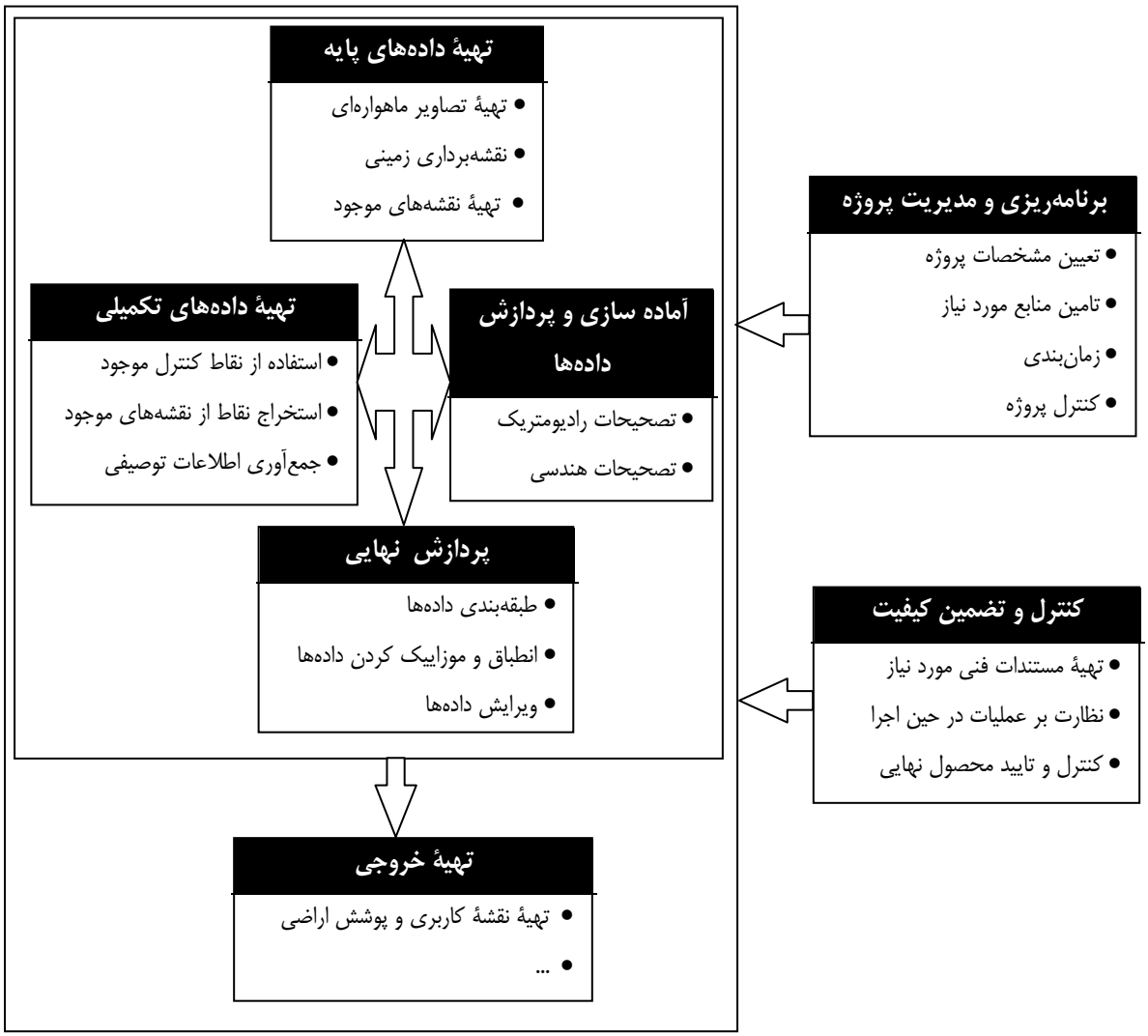
۱ Interpretation
۲ Sensor
۳ Remote Sensing
۴ Data
۵ Spatial Resolution
۶ Temporal Resolution
۷ Quality

۱-۱-۹- متادیتا[۱]

داده در بارهٔ داده.

۱-۲- مراحل اصلی پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی

پروژه‌های پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای برای تهیهٔ نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی با توجه به نوع داده‌های ورودی و اطلاعات خروجی مورد نظر، از فرآیندهای مختلفی تشکیل می‌شوند. مراحل مختلف طراحی و اجرای این پروژه‌ها در شکل ۱-۱ نشان داده شده که با توجه به مشخصات پروژه، قسمتهای مختلفی از این نمودار می‌تواند مورد عمل قرار گیرد.



شکل ۱-۱: نمودار مراحل طراحی، اجرا و مدیریت پروژه‌های پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای برای تهیهٔ نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی

---

[۱] Metadata

۲- مشخصات داده‌های ورودی

با توجه به هدف و دقت مورد انتظار در مطالعات انجام شده در سال ۱۳۸۱، پس از بررسی داده‌های ماهواره‌ای موجود و قابل دستیابی در کشور، تصاویر ماهواره‌ای رقومی از سنجنده +ETM ماهواره Landsat 7 با هشت باند طیفی برای تهیهٔ نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی مورد نیاز در مطالعات ساماندهی دشت مناسب تشخیص داده شد. عمده ویژگی‌ها و مزایای داده‌های انتخابی به شرح زیر است:

- قدرت تفکیک طیفی و هندسی مناسب.
- وسعت مناسب تصاویر و امکان ایجاد دید کلان در یک زمان به منطقه‌ای وسیع
- امکان تلفیق و استفادهٔ ترکیبی با تصاویر سنجندهٔ TM ماهواره‌های Landsat4 و Landsat5 موجود مربوط به سال ۱۹۹۸ و یا سالهای ۱۹۹۱ـ۱۹۸۷ به منظور بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در سطح کشور (با توجه به مشخصات تقریباً یکسان داده‌های TM با داده‌های +ETM).
- رقومی‌بودن و در نتیجه امکان استفاده از نرم‌افزارهای پردازش رقومی در استخراج اطلاعات و همچنین استفاده از لایه‌های اطلاعاتی موجود در محیط GIS به منظور کنترل صحت و دقت نتایج طبقه‌بندی تصاویر و همچنین رفع خطاهای طبقه‌بندی.
- کاربرد در بخش‌های مختلف مطالعات از قبیل مطالعات کاربری اراضی، خاکشناسی، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی (جنگل و مرتع)، راههای ارتباطی، منابع آب و غیره، چه در زمینه استخراج نقشه‌های موضوعی جدید و چه در کنترل کیفی و بهنگام سازی آنها.
- قدرت تفکیک زمانی مناسب و در نتیجه امکان انتخاب داده‌های مناسب برای مطالعات خاص.

البته، با توجه به مشکلات موجود در حال حاضر در زمینهٔ ارسال داده‌های تصویری ماهوارهٔ Landsat 7 به زمین و در نتیجه عدم دسترسی به تصاویر بهنگام از این ماهواره، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مشابه امکان پذیر می‌باشد. یکی از نزدیکترین داده‌های موجود به تصاویر ماهواره‌ای +ETM، داده‌های دریافتی از سنجندهٔ ASTER ماهوارهٔ TERRA است که مشخصات آن در پیوست ۱ درج شده است.

به منظور انجام تصحیحات مورد نیاز بر روی تصاویر ماهواره‌ای، مدل ارتفاعی رقوی زمین و نقاط کنترل زمینی نیز مورد نیاز است که مشخصات هر یک در ادامه آمده است.

۲-۱- مشخصات ماهوارهٔ Landsat7 و تصاویر سنجندهٔ +ETM

ماهوارهٔ Landsat7 در سال ۱۹۹۹ توسط سازمان ملی فضایی و هوانوردی آمریکا به فضا پرتاب شد. ماموریت اصلی این ماهواره همانند ماهواره‌های قبلی خانوادهٔ Landsat، اخذ داده‌های مورد نیاز از سطح زمین برای پایش منابع طبیعی و امور سنجش از دور بوده

است. این ماهواره در مداری قطبی و خورشیدآهنگ[۱] (Sun Synchronous) به ارتفاع ۷۰۵ کیلومتر از سطح زمین قرار دارد و در یک دوره ۱۶ روزه، پوشش کامل از داده‌های تصویری از کرهٔ زمین توسط تنها سنجندهٔ خود با نام Enhanced Thematic Mapper یا به اختصار +ETM برداشت می‌نماید.

سنجندهٔ +ETM از نوع اسکنرهای خطی Pushbroom بوده و قادر است در هر گذر بر فراز زمین، نواری با عرض ۱۸۵ کیلومتر را برداشت نماید. این سنجنده قادر است بطور همزمان یک باند تصویری پانکروماتیک و هفت باند چند طیفی را برداشت نماید. تصاویر هر یک از باندها بصورت ۸ بیتی و قدرت تفکیک آنها از ۱۵ تا ۶۰ متر متفاوت است. طراحی باندهای چند طیفی به نحوی انجام شده که پاسخگوی بیشترین نیاز کاربران سنجش از دور باشد. جدول ۲-۱ مشخصات کلی هر باند تصویری را به اختصار شرح می‌دهد.

جدول۲ـ۱: مشخصات باندهای طیفی سنجندهٔ +ETM ماهواره Landsat 7

باند	طول موج (میکرون)	قدرت تفکیک زمینی	ملاحظات
باند ۱ (آبی)	۰٫۴۵ –۰٫۵۱۵	۳۰ متر	در طراحی این باند به قابلیت رسوخ بیشتر آن در آبها و نیز تهیه نقشه‌های کاربری اراضی توجه شده است.
باند ۲ (سبز)	۰٫۵۲۵ –۰٫۶۰۵	۳۰ متر	در طراحی این باند نقطه پیک انعکاس نور سبز در محدوده طیف مریی در نظر گرفته شده است. این محدوده در بین دو محدوده جذب کلروفیل در گیاهان قرار گرفته است.
باند ۳ (قرمز)	۰٫۶۳ –۰٫۶۹	۳۰ متر	این باند برای تشخیص گیاهان از یکدیگر اهمیت فراوانی دارد. محدوده مذکور که در یکی از محدوده‌های جذب کلروفیل قرار گرفته است، برای شناسایی مناطق پوشش گیاهی از مناطق عاری از پوشش‌های نباتی و نیز برای شناسایی گونه های مختلف گیاهی به کار می رود.
باند ۴ (مادون قرمز نزدیک)	۰٫۷۵ –۰٫۹	۳۰ متر	از داده‌های این باند در جهت تخمین مقادیر پوششهای گیاهی بهره‌برداری می‌شود. علاوه بر این از بررسی داده‌های این باند می‌توان در تمایز خاک بایر از مزارع یا آب از خاک استفاده نمود.
باند ۵ (مادون قرمز میانی)	۱٫۵۵ –۱٫۷۵	۳۰ متر	داده‌های این باند برای شناسایی انواع غلات از یکدیگر، مقادیر رطوبت موجود در مزارع و نیز رطوبت خاک به کار گرفته می‌شود.
باند ۶ (مادون قرمز حرارتی)	۱۰٫۴ –۱۲٫۵	۶۰ متر	این باند با قرار گرفتن در محدوده مادون قرمز حرارتی می‌تواند برای شناسایی انواع گیاهان و طبقه‌بندی آنها به کار برده شود. همچنین در تجزیه و تحلیل کمبودهای گیاهی از قبیل کم آبی، امراض و مقادیر رطوبت موجود در خاک می‌تواند مورد بهره‌برداری قرار گیرد.
باند ۷ (مادون قرمز نزدیک)	۲٫۰۸ –۲٫۳۵	۳۰ متر	از داده‌های این محدوده طیفی در شناسایی ویژگی‌ها و تفاوت‌های جنس خاک و سنگ‌ها استفاده می‌شود.
باند ۸ (پانکروماتیک)	۰٫۵۲ –۰٫۹	۱۵ متر	–

در زمینهٔ تعیین نواحی مناسب از طیف امواج الکترومغناطیسی و ترکیب مناسب باندهای مختلف برای کاربردهای سنجش از دور در مطالعات پوشش گیاهی و کشاورزی تحقیقات زیادی انجام گرفته که براساس نتایج آنها یکی از ترکیبهای بهینه شامل یک باند

[۱] Sun Synchronous

مرئی، یک باند مادون قرمز نزدیک و یک باند مادون قرمز میانی می‌باشد. بدین ترتیب ترکیب باندهای ۳ و ۴ و ۵ به عنوان یک ترکیب بهینه برای مطالعات فوق مورد توافق صاحبنظران این رشته می‌باشد.

در خصوص تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده باید توجه گردد که پوشش ابر بیش از ۵ درصد سطح هر نقشه و زاویه میل تصویر بیش از ۲۰ درجه مجاز نیست.

۲-۲- مشخصات مدل ارتفاعی رقومی زمین[۱]

به منظور انجام تصحیحات هندسی مورد نیاز بر روی تصاویر ماهواره‌ای، مدل رقومی زمین با دقت ارتفاعی و وضوح هندسی مناسب در قالبهای Grid و یا Tin استفاده می‌شوند. با توجه به اینکه بزرگترین مقیاس نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی قابل تهیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای +ETM، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ می‌باشد، بنا بر این حداقل وضوح هندسی مدل ارتفاعی رقومی قابل استفاده برای انجام تصحیحات هندسی، ۵۰ متر می‌باشد. دقت ارتفاعی مدل ارتفاعی رقومی مورد استفاده، در بازهٔ بین ۵۰ تا ۱۰۰ متر قابل قبول است. بدیهی است که این مشخصات به نحوی تنظیم شده که به طور قطع برآورده کنندهٔ نیازهای نقشه‌های مورد نظر باشد و استفاده از مدلهای ارتفاعی رقومی با وضوح و دقت کمتر به شرط وجود کنترلهای کافی برای اطمینان از کیفیت مطلوب نقشهٔ نهایی امکان پذیر است.

۲-۳- مشخصات نقاط کنترل زمینی (اندازه‌گیری شده یا استخراج شده از نقشه)

نقاط کنترل برای مختصات دار کردن، ترمیم تصویر و رفع دوران‌های سنجنده و یا دوربین در لحظه تصویر برداری (تصحیحات هندسی) و یا کنترل دقت نقشه تهیه شده مورد استفاده قرار می گیرند. انواع نقاط کنترل مورد استفاده در فرایند پردازشهای رقومی تصاویر ماهواره‌ای مورد نظر به شرح زیر می باشند:

۲-۳-۱- نقاط کنترل استخراج شده از نقشه های موجود

در صورت موجود بودن نقشه توپوگرافی از منطقه مورد نظر، می‌توان با رعایت شرایط زیر مختصات تعدادی از عوارض قابل تشخیص بر روی تصویر و موجود بر روی نقشه را به عنوان نقاط کنترل استخراج نمود:

- دقت نقشه مورد استفاده از دقت نقشه تصویری بالاتر باشد (مقیاس نقشهٔ مورد استفاده بزرگتر از ۱:۲۵۰۰۰۰ باشد).
- عوارض مورد استفاده به عنوان نقطه کنترل از نوع عوارض مشخص بر روی سطح زمین، ثابت و بدون تغییر در فاصله زمانی تهیه تصویر و نقشه باشد.
- از عوارضی که در مرحله کارتوگرافی نقشه‌ها جابجا شده و یا جنرالیزاسیون در مورد آنها انجام می‌گیرد استفاده نشود.
- اندازه عارضه مورد استفاده به عنوان نقطه کنترل متناسب با مقیاس و دقت تهیه نقشه باشد.
- در صورت استفاده از نقشه های کاغذی، تغییر بعد کاغذ در طی زمان به نحو مقتضی محاسبه و حذف گردد.

---

[۱] Digital Elevation Model (DEM)

۲-۳-۲- نقاط کنترل اندازه گیری شده در منطقه

- دقت اندازه گیری نقاط کنترل متناسب با دقت تهیه نقشه تصویری باشد.
- عوارض مورد استفاده به عنوان نقطه کنترل از نوع عوارض مشخص، ثابت و بدون تغییر در فاصله زمانی تهیه نقشه و تصویر باشد.
- اندازه عارضه مورد استفاده به عنوان نقطه کنترل متناسب با مقیاس و دقت تهیه نقشه باشد.
- در صورت بهره گیری از گیرنده‌های تعیین موقعیت ماهواره‌ای GPS تصحیحات لازم برای انتقال ارتفاع از بیضوی به ارتفاع ارتومتریک انجام گیرد.

۳- مشخصات اطلاعات خروجی

۳-۱- مقیاس

با توجه به قدرت تفکیک داده‌های اولیه و ضوابط موجود، بزرگترین مقیاس ممکن برای تهیهٔ نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی با استفاده از تصاویر چند طیفی +ETM، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ است. پردازش‌ها بر روی داده‌های اولیه باید به نحوی باشد که مقیاس نقشه‌های تهیه شده در سطح نقشه کاملاً دقیق، مطابق با دقت تعریف شدهٔ نقشه باشد. به بیان دیگر اندازهٔ زمینی پیکسلهای تصاویر تصحیح شده در تمام سطح منطقه یکسان است (متناسب با دقت نقشه).

۳-۲- سیستم مختصات و سیستم تصویر

برای ایجاد یکپارچگی هندسی، تمامی فعالیتهای تهیه نقشه و اطلاعات مکانی باید در یک سیستم مختصات واحد کشوری صورت گیرد تا امکان تحلیل های مکانی در این سطح وجود داشته باشد. چارچوب هندسی مورد استفاده در انجام پردازشهای رقومی تصاویر ماهواره‌ای +ETM برای تهیه نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی مطابق زیر می‌باشد.

۳-۲-۱- واحد اندازه‌گیری

واحد اندازه‌گیری، سیستم بین‌المللی (متریک) می‌باشد.

۳-۲-۲- بیضوی مرجع

بیضوی مقایسه WGS-84 با مشخصات زیر است:

مبدأ: مرکز جرم زمین

محور Z: امتداد قطب قراردادی که توسط سازمان بین‌المللی Bureau International de i'Heure (BIH) بر اساس مختصات اختیار شده برای ایستگاههای مربوطه تعریف شده است.

محور X: تقاطع صفحه نصف‌النهار مرجع WGS-84 و صفحه استوا (نصف‌النهار مرجع نصف‌النهار صفر است که توسط BIH بر اساس مختصات اختیار شده برای ایستگاههای مربوطه تعریف شده است).

محور Y: این محور با دو محور فوق یک سیستم مختصات با ویژگی‌های زیر ایجاد می‌کند:

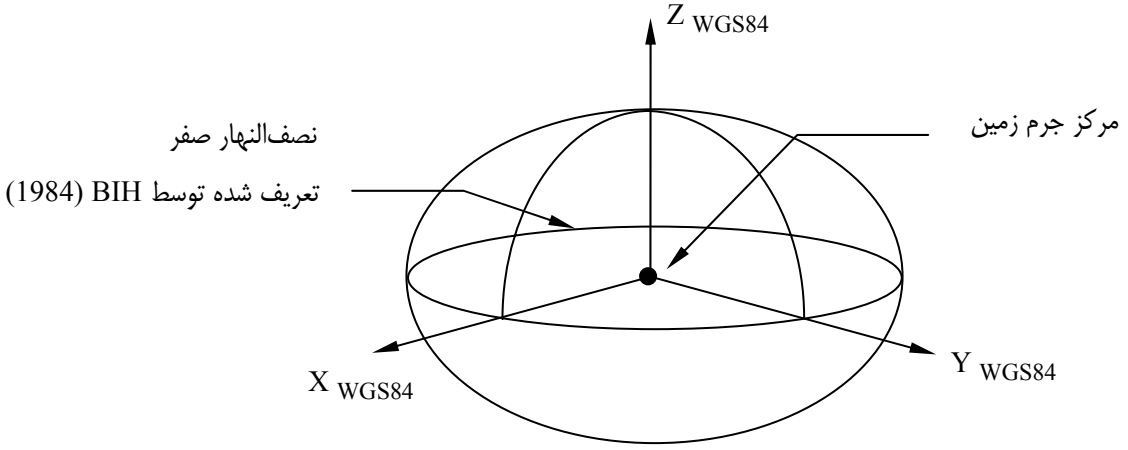
- راست‌گرد.
- مبدأ در مرکز زمین و متصل به آن.
- قائم‌الزاویه؛ زاویه در صفحه استوا اندازه‌گیری می‌شود (این محور یک زاویهٔ ۹۰ درجه به سمت شرق با محور X می‌سازد).

اندازهٔ نصف قطر بزرگ(a) : ۲۶۳۷۸۱۳۷ متر

اندازهٔ نصف قطر کوچک(b) : ۶۳۵۶۷۵۲٫۳۱۴۲ متر

فشردگی (f) : ۱:۲۹۸٫۲۵۷۲۲۳۵۶۳

خروج از مرکزیت (e) : ۰٫۰۸۱۸۱۹۱۹۰۸۴۲۶



شکل ۳-۱: مشخصات بیضوی مرجع WGS84

۳-۲-۳- سطح مبنای ارتفاعی

سطح مبنای ارتفاعات ارتومتریک کشور، سطح متوسط آبهای آزاد است و ایستگاه "بندرعباس" به عنوان مبنای ارتفاعات ایران انتخاب شده است. لازم به ذکر است که ارتفاعات ارتومتریک منسوب به ژئوئید با ارتفاعات ارتومتریک منسوب به سطح متوسط دریاها حداکثر ۱ متر اختلاف دارند.

۳-۲-۴- سیستم تصویر

برای نمایش سطح زمین بر روی صفحه نقشه، از سیستم تصویر جهانی Universal Transverse Mercator (UTM) با مشخصات زیر استفاده می‌شود:

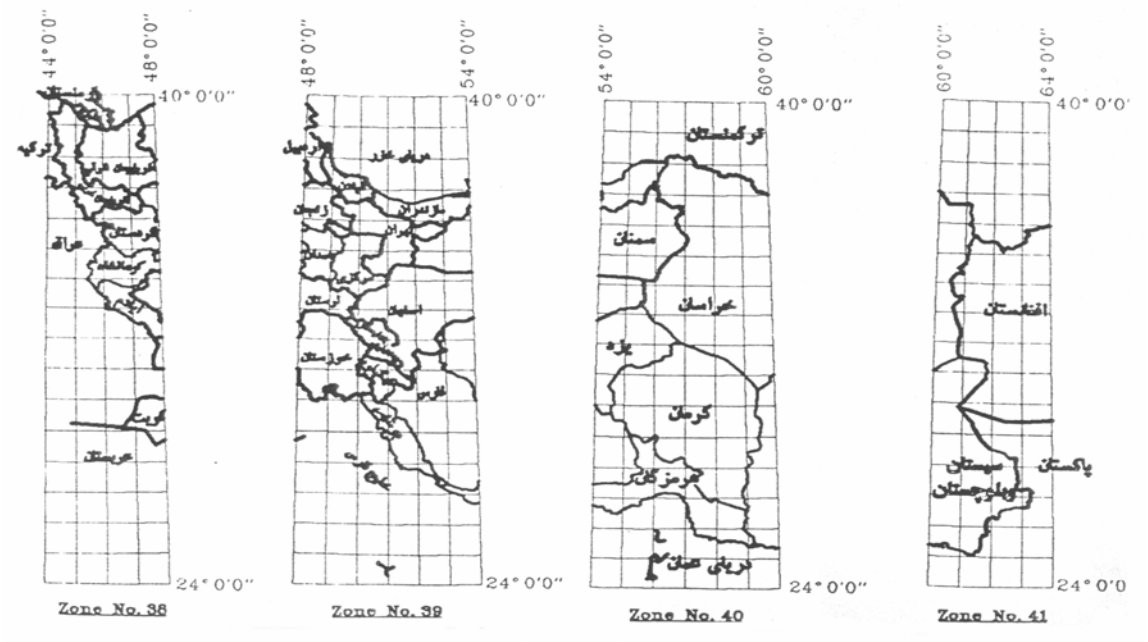
- استوانه‌ای است؛
- متشابه است؛
- نصف‌النهارها و مدارها به جز نصف‌النهار مرکزی و استوا منحنی هستند؛
- شکل زمین بیضوی فرض شده (بیضوی WGS-84)؛
- برای مناطق واقع در فاصلهٔ عرض‌های جغرافیایی 84° N و 80° S بکار می‌رود؛
- متشکل از ۶۰ قاچ[۱] است که هر قاچ آن ۶ درجه طول جغرافیایی را در بر می‌گیرد. (شماره گذاری از نصف‌النهار ۱۸۰ درجه در جهت شرق انجام می‌شود)؛
- ضریب مقیاس نصف‌النهار مرکزی ۰/۹۹۹۶ است؛

---

۱ Zone

- سیستم مختصات قائم‌الزاویه راستگرد است؛
- مختصات بر حسب X (یا E) و Y(یا N) می‌باشد که به ترتیب در امتداد شرق و شمال هستند؛
- مبدا مختصات تقاطع خط استوا و نصف‌النهار مرکزی هر قاچ است؛
- مبدا مختصات در نیم‌کره شمالی دارای مختصات X= 500000 m و Y= 0 m و برای نیم‌کره جنوبی دارای مختصات X= 500000 m و Y=10000000 m است.

در این سیستم تصویر، کشورایران با چهار قاچ سیستم UTM پوشش داده می‌شود. شکل ۳-۲ نحوه پوشش کشور ایران توسط این سیستم تصویر را نمایش می‌دهد (شکل مقیاس خاصی ندارد).



شکل ۳-۲: نحوهٔ قرارگیری کشور ایران در قاچهای سیستم تصویر UTM

۳-۳- دقت و کیفیت

۳-۳-۱- دقت هندسی[۱]

دقت هندسی نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی تهیه شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای +ETM، بستگی مستقیمی به مراحل پردازشهای هندسی تصاویر ماهواره‌ای دارد. با توجه به اینکه بسته به وضعیت منطقه، تصاویر ماهواره‌ای بصورت قائم مختصات دار[۲] و غیر قائم مختصات دار[۳] پردازش می‌شوند، دقتهای قابل قبول در هر مورد به شرح زیر می‌باشد:

---

۱ Positional Accuracy

۲ Georectified

۳ Ungeorectified- Georeferenced

- **تصاویر قائم:** ۹۰ درصد عوارض مشخص در نقشه‌های تهیه شده با استفاده از این تصاویر (نسخهٔ رقومی) نباید بیش از ۰/۳ میلیمتر در مقیاس نقشه با محل واقعی خود اختلاف موقعیت مسطحاتی داشته باشند. منظور از نقاط مشخص، نقاطی مانند تقاطع جاده‌ها و راه‌آهن‌ها، گوشهٔ ساختمانها، گوشهٔ استخرها و ... است که می‌توان به راحتی و با اطمینان زیاد آنها را روی زمین و نقشهٔ تهیه شده مشخص نمود.
هیچ عارضه‌ای نباید بیش از ۰/۵ میلی‌متر در مقیاس نقشه با محل واقعی خود بر روی زمین اختلاف داشته باشد.
عوارض مشابه در تصاویر و برگ نقشه‌های مجاور نباید بیش از ۰/۲ میلی‌متر در مقیاس نقشه با هم اختلاف موقعیت داشته باشند.
- **تصاویر غیرقائم مختصات دار:** به دلیل عدم اعمال کامل تصحیحات هندسی، نقشه‌های تهیه شده با استفاده از این نوع تصاویر دارای دقت متناسب با مقیاس نبوده و تقریبی بودن مختصات و مقیاس باید به نحو مقتضی در برگ نقشه و متادیتای مربوط درج گردد. در مرحلهٔ اعمال تصحیحات هندسی، نحوهٔ کار و تراکم نقاط کنترل باید به گونه‌ای باشد که هیچ عارضه‌ای بیش از ۵ میلی‌متر در مقیاس نقشه با محل واقعی خود بر روی زمین اختلاف نداشته باشد. عوارض مشابه در برگ نقشه‌های مجاور و یا محل اتصال تصاویر اولیه نباید بیش از ۳ میلی‌متر در مقیاس نقشه با هم اختلاف موقعیت داشته باشند.

۳-۳-۲- دقت زمانی[۱]

زمان اخذ داده‌های اولیه و پردازشهای انجام شده برای تهیهٔ نقشه‌های مورد نظر باید با مقادیر درج شده در نقشه و متادیتا کاملاً منطبق باشد. استفاده از داده‌های اولیه با تفاوت زمانی بیش از یک سال در تهیهٔ نقشه از یک منطقه مجاز نیست. در صورت تغییرات جزئی در منطقه و الزام به استفاده از داده‌های با تفاوت زمانی بیش از یک سال در یک پروژهٔ تهیهٔ نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی، اطلاعات مربوط به هر یک از داده‌های اولیه به همراه نقشهٔ راهنمای دقیق که نشان دهندهٔ نحوهٔ تلفیق این داده‌هاست باید به همراه نقشه‌ها ارائه شود.

۳-۳-۳- دقت موضوعی[۲]

- **دقت رادیومتریک:** کیفیت رادیومتریک تصاویر پردازش شده باید به گونه‌ای باشد که از نظر بصری دچار هیچ اشکال قابل رویت مانند فضاهای خالی طولی یا عرضی یا نوارهای تیره و روشن نبوده و بیشترین اطلاعات موضوعی از آن قابل استخراج باشد. بدین منظور، هیچ قسمتی از داخل فریم تصاویر نهایی با ابعاد حداکثر ۲۰۰×۲۰۰ پیکسل نباید دارای مقادیر پیکسلهای یکسان با کمترین یا بیشترین مقدار (صفر یا ۲۵۵ در حالت تصاویر ۸ بیتی) باشند. هیستوگرام تصاویر پردازش شده نهایی (هر باند طیفی بطور جداگانه) باید تمام محدودهٔ گامهای خاکستری را پوشش بدهد (ابتدا و انتهای منحنی بر ابتدا و انتهای محدوده منطبق باشد) و مرکز منحنی

---

[۱] Temporal Accuracy

[۲] Thematic Accuracy

روی مقدار وسط (در تصاویر ۸ بیتی مقدار ۱۲۷) قرار گیرد. عوارض یکسان در تصاویر مجاور باید از نظر رنگ و گامهای خاکستری کاملاً با یکدیگر مطابقت داشته باشند.

- **دقت اطلاعات توصیفی استخراج شده:** منظور از دقت اطلاعات توصیفی، میزان انطباق مشخصات توصیفی استخراج شده از تصاویر (نوع پوشش و کاربری) در مقایسه با واقعیت و با توجه به مشخصات فنی نقشه‌ها است. بدین منظور در نقشه‌های استخراج شده از تصاویر مورد نظر، باید بیش از ۸۰ درصد اطلاعات توصیفی، با اطمینان ۹۰ درصد صحیح باشد. منظور از اطمینان ۹۰ درصد، امکان انجام تستهای آماری در سطح اطمینان (Confidence Region) ۹۰ درصد است.

۳-۴- عوارض و کلاسهای قابل ارائه

۳-۴-۱- فهرست عوارض و کلاسها

با توجه به هدف مطالعه (مطالعات ساماندهی دشت) و همچنین امکانات و قابلیت‌های موجود در تصاویر ماهواره‌ای +ETM ماهواره لندست ۷، سیستم طبقه‌بندی و کلاس‌های پوشش سطح زمین و کاربری اراضی در جدول ۳-۱ نشان شده است.

جدول شماره۳-۱: سیستم طبقه‌بندی عوارض در نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای +ETM

شماره	کلاس	عارضه	نوع	کد
۱	اراضی زراعی آبی Irrigated farming	اراضی زراعی بدون محدودیت	سطحی	I1
		اراضی زراعی با محدودیت	سطحی	I2
۲	اراضی زراعی دیم Dry Farming	اراضی زراعی دیم	سطحی	D1
		دیمزارهای رها شده	سطحی	D2
۳	اراضی باغی آبی Orchad	باغات و تاکستانها	سطحی	O1
		مجتمع های درختی مثمر و غیرمثمر	سطحی	O2
۴	اراضی کشاورزی مخلوط Mixed farming	مخلوط باغ و اراضی زراعی	سطحی	OI
		مخلوط اراضی زراعی و باغ	سطحی	IO
		مخلوط اراضی آبی و دیم	سطحی	ID
		مخلوط دیم و جنگل	سطحی	DF
		مخلوط دیم و مرتع	سطحی	DR
۵	اراضی مرتعی Range land	اراضی مرتعی بسیار کم تراکم (کمتر از ۱۰ درصد تاج پوشش)	سطحی	R4
		اراضی مرتعی کم تراکم (۴۰ ـ ۱۰ درصد تاج پوشش)	سطحی	R3
		اراضی مرتعی نیمه متراکم (۷۰ ـ ۴۰ درصد تاج پوشش)	سطحی	R2
		اراضی مرتعی متراکم (بیشتر از ۷۰ درصد تاج پوشش)	سطحی	R1
۶	اراضی جنگلی Forest	جنگلهای مخروبه بسیار کم تراکم (کمتر از ۱۰ درصد تاج پوشش)	سطحی	F4
		جنگلهای کم تراکم (۴۰ ـ ۱۰ درصد تاج پوشش)	سطحی	F3
		جنگلهای نیمه متراکم (۷۰ ـ ۴۰ درصد تاج پوشش)	سطحی	F2
		جنگلهای متراکم (بیشتر از ۷۰ درصد تاج پوشش)	سطحی	F1

شماره	کلاس	عارضه	نوع	کد
۷	اراضی با پوشش گیاهی مخلوط Mixed land cover	مخلوط جنگل و مرتع با غالبیت جنگل	سطحی	FR
		مخلوط مرتع و جنگل با غالبیت مرتع	سطحی	RF
		مخلوط جنگل و دیم (زیراشکوب)	سطحی	FD
		مخلوط مرتع و دیم	سطحی	RD
۸	اراضی شور Salin land	اراضی شور بایر بدون پوشش گیاهی	سطحی	SL1
		اراضی شور با پوشش گیاهی بومی	سطحی	SL2
۹	عوارض و تاسیسات ساخت انسان Man made features (Urban, Industry and Infrastructure)	مناطق مسکونی	سطحی	U1
		تأسیسات و مناطق صنعتی	سطحی	U2
۱۰	منابع آب Water bodies	بستر رودخانه ها	سطحی	RB
		دریا	سطحی	SE
		دریاچه های طبیعی	سطحی	L
		مخازن سدها	سطحی	L1
		آب بندان	سطحی	L2
		حوضچه های پرورش ماهی	سطحی	L3
		تالاب و مرداب	سطحی	SW
۱۱	اراضی متفرقه Other land cover	اراضی بایر	سطحی	BL
		تپه‌های شنی و شنزار	سطحی	SD
		تپه‌های شنی تثبیت شده	سطحی	SD1
		رخنمونهای سنگی	سطحی	OC
		زمین‌های باتلاقی و زهدار	سطحی	WL
		دشت سیلابی	سطحی	FP
۱۲	عوارض کمکی نقشه Auxiliary map features	مرز بین‌المللی	خطی	-
		مرز استان	خطی	-
		مرز شهرستان	خطی	-
		نقطه ارتفاعی	نقطه‌ای	-
		خطوط منحنی میزان	خطی	-
		رودخانه دائمی	خطی	-
		رودخانه فصلی	خطی	-
		راه اصلی	خطی	-
		راه فرعی	خطی	-
		آزادراه – بزرگراه	خطی	-
		راه‌آهن	خطی	-

نمایش عوارض سطحی در سطح نقشه توسط رنگ، سمبل مناسب و کدهای ذکر شده برای هر عارضهٔ انجام می‌شود.

بدیهی است بسته به شرایط طبیعی منطقه مورد مطالعه، ممکن است بعضی از کلاس‌های فوق در منطقه وجود نداشته باشد. در صورتی که واحد و پوشش خاصی که در فهرست فوق وجود ندارد، در منطقهٔ مورد مطالعه قابل تفکیک و تمیز باشد قبل از اقدام به پردازش داده‌ها و تهیهٔ نقشهٔ مورد نظر، باید کلاس مربوطه شناسایی شده، تعریف مشخصی برای عارضه تعیین و نسبت به کدگذاری مناسب اقدام گردد. به عنوان مثال به احتمال زیاد در مناطق مورد مطالعه به مناطقی که پوشش مخلوطی از عوارض فوق دارند برخورد خواهد شد که نمونه‌های آن عبارتند از:

- مخلوط دیم و مرتع
- مخلوط دیمزارهای زیرکشت و رها شده
- مخلوط اراضی بایر و مرتع
- مخلوط مناطق سکونی و سایر کلاس‌ها
- مخلوط اراضی زراعی و سایر کلاس‌ها

برای نمایش این عوارض بهتر است نسبت کلاس‌های مختلف در یک واحد مخلوط ذکر شود. به عنوان مثال در مخلوط دیم و مرتع ذکر شود که مخلوط ۶۰ درصد دیم و ۴۰ درصد مرتع وجود دارد. نکته دیگر این که در کدگذاری واحد مخلوط ابتدا کد کلاسی آورده شود که دارای مساحت غالب است بنابراین واحد مخلوط دیم و مرتع متفاوت از واحد مخلوط مرتع و دیم خواهد بود.

۳-۴-۲- تعریف کلاسها و عوارض

تعریف کلاسها و عوارض قابل ارائه در نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای +ETM بر اساس نشریهٔ شماره ۲۲ اداره کل آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی به شرح زیر می‌باشد.

۳-۴-۲-۱- کلاس اراضی زراعی آبی

این کلاس شامل اراضی است که برای تولید محصولات زراعی یکساله یا چند ساله توسط انسان، به کار گرفته می‌شود که در آن علاوه بر استفاده از نزولات آسمانی، اراضی مورد آبیاری نیز قرار می‌گیرند.

- **اراضی زراعی بدون محدودیت:** این اراضی فاقد هرگونه محدودیت برای زراعت آبی، از قبیل شیب، شوری، سنگلاخی و... بوده و یا عوامل محدودکننده آنها شدید نیستند و هیچ یک از این عوامل غالب نمی‌باشد.
- **اراضی زراعی با محدودیت:** اراضی زراعی هستند که دارای یک یا چند عامل محدودکنندهٔ عملیات زراعی همچون شوری، زهکشی، توپوگرافی و خاک (سنگریزه، بافت سنگین، کم عمق و...) می‌باشند.

۳-۴-۲-۲- کلاس اراضی زراعی دیم

تعریف این کلاس مانند کلاس اراضی زراعی آبی است با این تفاوت که آب مصرفی آن عمدتاً از نزولات آسمانی تأمین می‌گردد. این کلاس شامل دو عارضهٔ اصلی اراضی زراعی دیم و دیمزارهای رها شده است.

۳-۴-۲-۳- اراضی باغی آبی

این کلاس شامل اراضی است که برای تولید محصولات باغی چند ساله توسط انسان، به کار گرفته می‌شود که در آن علاوه بر استفاده از نزولات آسمانی، اراضی مورد آبیاری نیز قرار می‌گیرند.

- **باغات و تاکستانها:** بخشی از زمینهای کشاورزی است که زیر کشت نباتات دائمی مثمر قرار دارد.
- **مجتمع‌های درختی مثمر و غیرمثمر:** گروههای کوچک و بزرگ درختان مثمر یا غیر مثمر که به طور طبیعی یا دست کاشت، سطحی از زمین را پوشانده‌اند.

۳-۴-۲-۴- اراضی کشاورزی مخلوط

اراضی هستند که انواع عملیات زراعی شامل زراعت (آبی و دیم) و باغداری در آنها تواماً انجام می‌گیرد و یا شامل اراضی مرتعی و جنگلی است که در آن عملیات زراعی نیز بطور توام انجام می‌گیرد. تفکیک کامل این اراضی به اراضی زراعی (دیم یا آبی)، باغ، جنگل یا مرتع بر روی تصاویر ماهواره‌ای امکان‌پذیر نیست. عوارض قابل طبقه‌بندی در این کلاس عبارتند از:

- **مخلوط باغ و اراضی زراعی:** این اراضی عمدتاً باغاتی هستند که در آنها عملیات زراعی دیگر نظیر کاشت علوفه یا صیفی‌جات نیز بطور توام انجام می‌شود.
- **مخلوط اراضی زراعی و باغ:** این اراضی همانند اراضی فوق هستند با این تفاوت که کاربرد اصلی آنها زراعت غیر باغی است که بطور توام برای پرورش گیاهان باغی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- **مخلوط اراضی آبی و دیم:** در این اراضی هر دو نوع کشت آبی و دیم بطور توام انجام می‌شود.
- **مخلوط اراضی دیم و جنگل:** این اراضی عمدتا مناطق حاشیهٔ اراضی جنگلی کم تراکم است که برای کشت دیم نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- **مخلوط دیم و مرتع:** به اراضی مرتعی اطلاق می‌شود که در آن دیمزارها به صورت مزارع کوچک و پراکنده واقع است و در تصاویر ماهواره‌ای قابل تفکیک به دیم و مرتع نمی‌باشند.

۳-۴-۲-۵- اراضی مرتعی

به اراضی اطلاق می‌شود که حداقل مدتی از سال دارای پوشش گیاهی طبیعی (خودرو) با دست کاشت از قبیل گراس (grass)، علف و بوته می‌باشد. اراضی مرتعی عرفاً مرتع شناخته می‌شوند و عمدتاً به منظور چرای دام مورد استفاده قرار می‌گیرند. این تعریف، اراضی آیش زراعی را شامل نمی‌شود (علیرغم این که دارای پوشش گیاهی خودرو می‌باشند).

- **اراضی مرتعی متراکم:** پوشش گیاهی آنها زیاد است و یا بازتاب کلروفیلی بالا است (حدود ۷۰ درصد یا بیشتر).
- **اراضی مرتعی نیمه متراکم:** پوشش گیاهی آنها متوسط و یا بازتاب کلروفیلی حدود ۴۰ ـ ۷۰ درصد داشته است.
- **اراضی مرتعی کم تراکم:** پوشش گیاهی آنها کم و یا بازتاب کلروفیلی آنها ضعیف و حدود ۱۰ ـ ۴۰ درصد باشد.
- **اراضی مرتعی بسیار کم تراکم:** پوشش گیاهی آنها بسیار کم و در نتیجه بازتاب کلوفیلی آنها بسیار ضعیف (کمتر از ۱۰ درصد) می‌باشد.

۳-۴-۲-۶- اراضی جنگلی

جنگل به مناطقی اطلاق می‌شود که تاج پوشش درختان آن ده درصد یا بیشتر است و بر رژیم آب و هوا تأثیر می‌گذارند. اراضی جنگلی با پوشش کمتر از ده درصد که از تعادل خارج شده و هیچ‌گونه کاربری خاصی در آنها انجام نمی‌شود لیکن قابل احیاء هستند نیز جزو این طبقه منظور می‌شوند.

- **جنگلهای متراکم:** میزان پوشش تاج یا بازتاب کلروفیلی آنها از ۷۰ درصد به بالاست.
- **جنگلهای نیمه متراکم:** میزان پوشش تاج یا بازتاب کلروفیلی آنها از ۴۰ تا ۷۰ درصد است.
- **جنگلهای کم تراکم:** میزان تاج پوشش یا بازتاب کلروفیلی از ۱۰ درصد تا ۴۰ درصد است.
- **جنگلهای مخروبه بسیار کم تراکم:** این اراضی شامل مواردی نظیر اراضی تحت قطع یکسره، جنگلکاری یا اراضی جنگلی که در آن چرای دام شدید انجام شده و یا در اثر قطع بی رویه و یا سایر عوامل طبیعی از حالت تعادل خارج شده‌اند می‌باشد که برای کاربری دیگری مورد استفاده نبوده و قابل احیاء به صورت جنگل می‌باشند. بازتاب کلروفیلی این اراضی کمتر از ۱۰ درصد است.

۳-۴-۲-۷- اراضی با پوشش گیاهی مخلوط

مناطق دارای بازتاب کلروفیلی قابل ملاحظه که به دلیل اختلاط بیش از حد و کوچک بودن اراضی زارعی، باغی و یا مرتعی مجاور، قابل طبقه‌بندی در هیچیک از این طبقات نیستند.

۳-۴-۲-۸- اراضی شور

به اراضی اطلاق می‌شود که به علل مختلف، در قشر سطحی آنها مقادیر متنابهی از نمک‌های محلول جمع شده باشند. این اراضی عمدتاً مسطح‌اند و زهکش طبیعی آنها بسیار ضعیف است. همچنین سطح آبهای زیرزمینی این اراضی بالا است.

- **اراضی شور بایر بدون پوشش گیاهی:** اراضی شوری هستند که میزان نمک‌های محلول جمع شده در قشر سطحی آنها به قدری زیاد است که استعداد رویش هیچ‌گونه گیاهی را ندارند.
- **اراضی شور با پوشش گیاهی بومی:** اراضی شوری هستند که تا حدی استعداد رویش گیاهان مقاوم به شوری در آنها وجود دارد. این اراضی معمولاً بر روی عکس‌های ماهواره‌ای از اراضی شور فاقد پوشش گیاهی قابل تشخیص می‌باشند.

۳-۴-۲-۹- عوارض و تاسیسات ساخت انسان

اراضی هستند که برای سکونت و استفاده های صنعتی، رفاهی، ارتباطی و غیره به دست انسان ساخته شده‌اند.

- **مناطق مسکونی:** مراکزی هستند که برای سکونت و فعالیت‌های اجتماعی پدید آمده‌اند و شامل شهرها و آبادی‌ها می‌شوند.
- **تأسیسات و مناطق صنعتی:** تأسیساتی هستند که برای استفاده های صنعتی، رفاهی و ترابری ساخته می‌شوند.

۳-۴-۲-۱۰- منابع آب

شامل کلیه مناطق و اراضی است که غالباً و یا دایماً پوشیده از آب باشند.

- **بستر رودخانه‌ها:** شامل سطح رودخانه‌های دائمی عریض است که در مقیاس نقشه باید به صورت سطحی نمایش داده شد
- **دریا:** قسمتی از اقیانوس که در مجاورت قاره‌ها قرار گرفته باشد مانند دریای عمان. اما در ایران دریای خزر به علت وسعت زیادی که دارد، جزء طبقه‌بندی دریا قلمداد می‌شود.
- **دریاچه طبیعی:** پهنه‌های نسبتاً وسیع آبی هستند که به طور طبیعی به وجود آمده اند و آب آنها از طریق رودخانه‌ها و نزولات آسمانی، ذوب برف، چشمه‌های زیرزمینی و یا ارتباط با دریا تأمین می‌گردد.
- **مخازن سد:** ذخیره آبی که برای مقاصد هیدروالکتریک، صنعتی، آبیاری کشاورزی و آبرسانی شهری و غیره با بستن سد بر روی رودخانه به وجود آمده باشد.
- **آب بند:** ذخایر آبی است که در حفره های طبیعی یا مصنوعی به منظور استفاده های کشاورزی، پرورش ماهی و غیره ایجاد می‌شوند.
- **حوضچه پرورش ماهی:** ذخایر آبی است که در حوضچه‌های مصنوعی یا طبیعی به منظور پرورش ماهی و سایر آبزیان ایجاد می‌شود.
- **تالاب و مرداب:** دریاچه کم عمقی است که به ویژه در یک شنزار یا در میان دشتهای ساحلی به وجود آمده باشد.

۳-۴-۲-۱۱- اراضی متفرقه

این اراضی عمدتا فاقد بازتاب کلروفیلی مناسب می‌باشند ولی به دلیل رفتار رادیومتریک متفاوت در تصاویر ماهواره‌ای، قابل تشخیص و طبقه‌بندی به انواع زیر می‌باشند:

- **اراضی بایر:** به اراضی اطلاق می‌شود که فاقد پوشش گیاهی است و یا در صورت وجود پوشش، قابلیت تعلیف ندارند و به طور کلی دارای محدودیت زیست محیطی است.
- **تپه‌های شنی و شنزار:** به اراضی اطلاق می‌گردد که سطح آنها پوشیده از شنها و ماسه های بادی و آبی، یا تجمع شن و ماسه به صورت تپه باشد و عمدتاً فاقد پوشش گیاهی و سبزینگی مشخص می‌باشند.
- **تپه‌های شنی تثبیت شده:** تعریف این عارضه همانند تعریف فوق است با این تفاوت که به کمک مواد طبیعی یا شیمیایی و یا گیاهان بیابانی در یک محل تثبیت شده‌اند.
- **رخنمونهای سنگی:** شامل اراضی است که سطح آن از تخته سنگ، صخره‌های بزرگ پوشیده شده، واریزه های سنگی، توده های آتشفشانی و یا سنگریزه های پای صخره‌ها پوشیده شده و عمدتاً فاقد پوشش گیاهی و سبزینگی مشخص می‌باشند.
- **زمینهای باتلاقی و زهدار:** به اراضی اطلاق می‌شود که غالباً در اثر نفوذ آبهای سطحی و یا بالا بودن آب زیرزمینی و نوسانات آب دریا، از آب اشباع شده و ممکن است با پوشش گیاهی یا بدون پوشش گیاهی باشند.

- **دشت سیلابی:** اراضی نسبتاً مسطحی است که به دلیل عبور متوالی سیلاب دچار آب شستگی شده و به همین دلیل فاقد پوشش گیاهی خاصی بوده و یا این پوشش بسیار کم تراکم است.

۳-۴-۲-۱۲- عوارض کمکی نقشه

این موارد عمدتاً از نوع عوارض غیر سطحی بوده و برای گویا سازی نقشه‌ها، تعیین محدوده‌های سیاسی، تعیین ارتفاع عوارض، بیان نحوهٔ دسترسی و یا نشان دادن عوارض طبیعی مهم به کار می‌روند.

- **مرز بین‌المللی:** خطوط فرضی و قراردادی جهت تفکیک کشورها براساس توافقات و تقسیمات بین‌المللی .
- **مرز استان:** خطوط فرضی و قراردادی جهت تفکیک استان‌ها براساس تقسیمات کشوری .
- **مرز شهرستان:** خطوط فرضی و قراردادی جهت تعیین حدود شهرستانها بر اساس تقسیمات استانی.
- **نقطه ارتفاعی:** نقطه‌ای با ماهیت غیر فیزیکی که بمنظور نمایش شکل ارتفاعی زمین و همچنین ثبت ارتفاعات در مکانهای خاص استفاده می‌گردد.
- **خطوط منحنی میزان:** خطوطی بر روی نقشه جهت نمایش مکان هندسی نقاط هم ارتفاع که بمنظور نمایش شکل ارتفاعی زمین ترسیم می گردند. منحنی مذکور با توجه به مشخصات نقشه در فواصل معین ترسیم می گردند.
- **رودخانه دائمی:** رودخانه‌ای است که آب در آن دایماً یا در اکثر فصول سال و همچنین در سال‌های متمادی جریان داشته باشد.
- **رودخانه فصلی:** رودخانه‌ای است که فقط در فصول پرباران یا هنگام بارندگیهای شدید آب در آن جریان داشته باشد.
- **راه اصلی:** جاده‌های مهمی هستند که مراکز عمده صنعتی، تجاری و... را به هم متصل می‌کنند. این جاده‌ها مسیر عبور وسائل نقلیهٔ موتوری دارای زیر سازی ، بستر آسفالت و ابنیه فنی در مناطق خارج از شهر است و دارای عرض بیش از ۱۲ متر می‌باشند.
- **راه فرعی:** جاده‌هایی هستند که اهمیت محلی دارند. این جاده‌ها عمدتاً دارای عرض کم و خاکی یا شوسه هستند.
- **آزادراه – بزرگراه:** مسیر عبور وسائل نقلیهٔ موتوری بمنظور اتصال دو نقطه مشخص . این نوع مسیر فاقد تقاطع همسطح بوده، دارای عرض بیش از ۱۲ متر میباشد، مسیر های رفت و برگشت توسط مانع از یکدیگر جدا شده و دارای روسازی آسفالت می‌باشد.
- **راه‌آهن:** مسیری خطی دارای ریل‌های فلزی که جهت عبور و مرور قطار استفاده می شود. این مسیر بصورت یک خطه و یا دوخطه می باشد.

۴- مراحل اجرایی

این فصل در برگیرندهٔ مطالب مورد نیاز جهت مراحل آماده‌سازی و پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای +ETM جهت استخراج نقشه کاربری و پوشش اراضی است.

۴-۱- تهیهٔ داده‌های پایه

۴-۱-۱- تعیین مرز محدوده منطقه مطالعاتی

تعیین محدوده مورد مطالعه یکی از مراحل اساسی پروژه می‌باشد که تأثیر بسزایی بر روی حجم فعالیت‌های اجرایی و هزینه‌های تمام شده پروژه خواهد داشت. بهتر است برای تعیین محدوده مورد مطالعه این پروژه از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ و در صورت عدم وجود این نقشه‌ها، از نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ پوششی استفاده شود. پس از تعیین مرز منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه‌های توپوگرافی، اندکس تصاویر ماهواره‌ای +ETM با این محدوده مطابقت داده شده و تصاویر مورد نیاز انتخاب می‌شوند.

پس از تعیین محدوده مورد مطالعه در هر فریم، پنجره‌ای فراتر از محدوده مطالعاتی با توجه به شرایط ذیل جدا می‌شود:

- حتی الامکان از نواحی مشترک و روی هم افتادگی تصاویر در لبه ها کمتر استفاده شود.
- محدوده‌های پوشش ابری در خارج از منطقه مورد مطالعه از پنجره مورد نظر حذف شوند.
- ترجیحاً نقاط کنترل زمینی[۱] موجود در اطراف محدوده مطالعاتی لحاظ شوند تا در عملیات تصحیح هندسی بتوان از آنها نیز بهره جست.

۴-۱-۲- جمع آوری و آماده سازی نقشه‌های موجود

در این مرحله نقشه‌های توپوگرافی منطقهٔ مورد نظر جمع‌آوری می‌شوند. به منظور استخراج نقاط کنترل مورد نیاز و همچنین گویا سازی عوارض، ترجیحاً از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ پوششی کشور، تولید شده توسط سازمان نقشه برداری کشور استفاده می‌شود. با توجه به اینکه این نقشه‌ها برای برخی مناطق مرزی کشور موجود نمی باشد، در موارد خاص می‌توان از آخرین چاپ نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ پوششی، تولید شده توسط سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح استفاده نمود. بدیهی است که این نقشه‌ها قبل از استفاده باید با روش مناسبی بصورت رقومی درآیند (دیجیتایز نقشه‌ها). موارد قابل توجه در فرایند رقومی نمودن نقشه ها عبارتند از:

- دقت عامل دیجیتایز در روشهای دستی و یا نیمه خودکار
- دقت دیجیتایزر مورد استفاده (دقت دیجیتایزر مورد استفاده باید حداقل بهتر از ۱۰۰ میکرون باشد)
- وضوح و دقت هندسی اسکنر مورد استفاده در روش دیجیتایز از روی صفحهٔ نمایشگر[۲] (حداقل دقت و وضوح هندسی اسکنر مورد استفاده باید بهتر از ۱۰۰ میکرون باشد)

---

[۱] Ground Control Points (GCP) / Tie Points

[۲] On Screen Digitizing

- الگوریتم مناسب جهت رقومی نمودن عوارض به طریق نیمه خودکار و یا خودکار
- باتوجه به تغییر بعد نقشه‌های کاغذی به دلایلی مانند گذشت زمان، رطوبت و تغییر درجه حرارت، اعمال تصحیحات هندسی به نقشه‌های رقومی شده بر اساس شبکه‌های موجود در نقشه ضروری است. بهتر آن است که برای اسکن از فیلم نقشه‌ها که دچار تغییر بعد کمتری است استفاده شود.

علاوه بر نقشه‌های توپوگرافی منطقه، نقشه‌های کاربری اراضی، اقلیم، خاکشناسی و ژئومرفولوژی حاصل از مطالعات قبلی و یا تولید شده در سایر بخش‌های مطالعاتی در مطالعات ساماندهی دشت نیز بایستی جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گیرند.

در این مرحله به منظور تعیین کیفیت داده‌های اولیه، کاربری‌های عمده موجود و نحوه کشت اراضی و نظام‌های بهره‌برداری از اراضی براساس بررسی و ارزیابی نقشه‌های موجود و انجام بازدیدهای صحرایی اولیه تعیین می‌شوند.

۴-۱-۳- انتخاب و تهیهٔ بهنگام‌ترین و مناسب‌ترین داده‌های ماهواره‌ای

انتخاب آخرین و مناسب‌ترین داده‌های ماهواره‌ای بایستی با رعایت شرایط اکولوژیک و اقلیم منطقه مورد مطالعه انجام گیرد. نکات مهم و قابل توجه در انتخاب این تصاویر عبارتند از:

- درست و کامل بودن تصویر (نداشتن gap به دلیل Bad Sector در روی CD-ROM داده‌ها)
- میزان پوشش ابر در تصویر (کمتر از ۵ درصد)
- تطابق تصویر با منطقه مورد مطالعه (از آنجایی که تصاویر +ETM به صورت تصحیح هندسی شده با پارامترهای مداری ارایه می‌گردند لذا با انداختن مرز رقومی حوزه مورد مطالعه بر روی آن به راحتی می‌توان حدود منطقه را شناسایی نمود).
- بررسی هیستوگرام فراوانی بازتابها در هر باند (Digital Numbers)

ترجیحاً تصاویر مورد استفاده دارای پوشش ابر کمتر از ۵ درصد در سطح هر فریم و زاویه میل تصویر کمتر از ۲۰ درجه باشند.

۴-۲- آماده سازی و پردازش داده‌ها

۴-۲-۱- تصحیحات هندسی

تصاویر مورد استفاده بصورت خام، دارای مختصات تصویری می‌باشند و برای استفاده از آنها به عنوان نقشه، به تصحیح هندسی یا زمین مرجع نمودن[۱] نیاز دارند. در این راستا انواع تبدیلات[۲] دو یا سه بعدی می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

تصاویر ماهواره‌ای +ETM در سطوح پایین مورد تصحیحات هندسی قرار گرفته‌اند ولی دقت آنها خیلی کم و در حدود ۵۰۰ متر نسبت به موقعیت واقعی می‌باشد. لذا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ که هم دقت بالایی دارد و هم نسبتاً بهنگام می‌باشند، نقاط کنترل زمینی (تقاطع جاده‌ها، رودخانه ها در مناطق کوهستانی، تأسیسات موجود و غیره) را انتخاب نموده و نسبت به

---

[۱] Georeferencing

[۲] Transformation

زمین مرجع نمودن تصاویر با استفاده از نقاط کنترل زمینی اقدام می‌گردد. در صورت امکان بهتر است از تصاویر تصحیح هندسی شده توسط سازمان نقشه برداری کشور که دارای دقت و پوشش یکنواختی است استفاده نمود.

چنانچه نقشه‌های ۲۵۰۰۰: ۱ موجود نباشد از نقشه‌های توپوگرافی ۵۰۰۰۰: ۱ و یا برداشت صحرایی با گیرنده GPS دستی برای به دست آوردن مختصات نقاط کنترل استفاده می‌شود. در رابطه با نقاط کنترل زمینی نکات زیر قابل توجه است:

- تعداد نقاط کنترل بستگی مستقیمی به روش و مدل انتخاب شده برای اعمال تصحیحات هندسی دارد.
- پراکندگی مسطحاتی نقاط باید طوری باشد که کل پیرامون منطقه را پوشش داده و به طور یکنواخت در داخل منطقه توزیع شوند. در حالتی که از مدلهای ریاضی عمومی (Generic) استفاده می‌شوند بهتر است که نقاط داخل منطقه، بصورت مثلثهای متساوی الاضلاع انتخاب گردند.
- نقاط علاوه بر پراکندگی مسطحاتی، بایستی دارای پراکندگی یکسان ارتفاعی (در ارتفاعات مختلف) نیز باشند.
- نقاط بر روی عوارضی با قابلیت تشخیص و دسترسی آسان (روی تصویر و منبع استخراج مختصات) انتخاب شوند. نمونه‌های این عوارض عبارتند میدانها، تقاطع جاده‌ها و تقاطع عوارض خطی مشخص.
- از عوارضی که دارای اختلاف ارتفاع از سطح زمین هستند مانند ساختمانهای بلند حتی الامکان استفاده نشود چرا که بدلیل وجود اختلاف ارتفاع، مختصات تصویری دستخوش تغییر می‌شود.
- در مواردی که منطقه توسط چندین تصویر دارای پوشش مشترک پوشش داده شود، برای تشکیل مدل با دقت بالاتر، بهتر است نقاط مشترک در منطقهٔ پوشش دار تصاویر انتخاب شوند.

با توجه به اینکه تصاویر +ETM موجود قبلاً نسبت به‌شمال‌توجیه شده‌اند (Image Rectification) لذا بهتر است که انجام هرگونه نمونه‌گیری مجدد[۱] تصویر پس از اتمام مراحل طبقه‌بندی صورت پذیرد تا از تغییرات احتمالی در مقادیر بازتاب‌ها (DNs) اجتناب گردد. در هر صورت برای فرآیند فوق در این روش بهتر است از روش نزدیکترین همسایه استفاده شود و ابعاد سلول شبکه نیز ۳۰ متر انتخاب گردد.

دقت تصحیحات هندسی بستگی به دقت نقاط کنترل زمینی و تعداد و پراکندگی آنها در سطح تصویر دارد. به این دلیل میزان خطای RMS باید کمتر از یک پیکسل و ترجیحاً نیم پیکسل باشد.

چنانچه منطقه کوهستانی باشد، باید با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی زمین، تصحیح ناشی از اختلاف ارتفاع نیز بر تصاویر اعمال گردد. نتیجهٔ این فرایند، تصویر قائم یا ارتو[۲] می‌باشد.

موزائیک نمودن تصاویر باید در آخرین مرحله و پس از اتمام طبقه‌بندی انجام شود زیرا تصاویر ممکن است در تاریخ‌های مختلف و یا شرایط جوی متفاوت برداشت شده باشند و در نتیجه اختلاف بازتاب در عوارض مشابه وجود داشته باشد که سبب ایجاد خطا در طبقه‌بندی می‌گردد. بنابراین تصویر مربوط به هر فریم جداگانه طبقه‌بندی و نتایج نهایتاً در محیط نرم‌افزاری مناسب یکپارچه می‌شود و در لبه شیتها (فریم ها)، تطابق کلاس عوارض، کنترل و یکسان می‌شود.

---

[۱] Resampling

[۲] Orthorectified Image

برای کنترل دقت تصحیح هندسی اعمال شده، می‌توان از روش انطباق لایه‌های عوارض خطی موجود در نقشه‌ها نظیر جاده‌ها و آبراهه‌ها با تصاویر تصحیح شده استفاده نمود.

۴-۲-۲- تصحیحات رادیومتریک

تصحیحات رادیومتریک برای بهبود کیفیت رادیومتریک تصاویر، افزایش وضوح و در نتیجه افزایش میزان اطلاعات قابل استخراج از تصاویر موثر می‌باشد. در این مرحله نسبت به اصلاح دو دسته از خطاهای رادیومتریک به شرح زیر اقدام می‌شود:

الف) خطاهای مکانیکی/ الکترونیکی که بر اثر نقص در سنجنده یا ایستگاه گیرنده زمینی حادث شده که خود به دلیل دو عامل اساسی زیر می‌باشند:

- اختلال در بعضی قسمتهای سنجنده یا ایستگاه گیرنده زمینی. این نقص موجب می گردد که قسمتی از یک تصویر یا خطی از تصویر بصورت نامتجانس با اطراف خود دارای مقادیر ثابت گردد که اصطلاحاً به آن miss line اطلاق می‌گردد. برای رفع این نقیصه، باید به جای این خط از خط بالا یا پائین و یا میانگین خطوط بالا و پایین استفاده شود.
- ایجاد تغییر در خروجی سنسورها با ورودی یکسان با فرض اینکه سنسورها طوری کالیبره شده باشند که برای هر ورودی یک خروجی یکسان تولید کنند. برای تصحیح این خطا از روشهای مختلفی مانند: استفاده از داده‌های کالیبره شده، تصحیح خطی بودن خطا، تطبیق هیستوگرام و یا تبدیل فوریه استفاده می‌شود.

ب) خطاهای اتمسفری که بر اثر فعل و انفعالات فوتون‌ها توسط مولکول‌ها و ذرات معلق گرد و غبار در اتمسفر زمین ایجاد می‌شود. این نوع نیز به دو گروه Haze و Skylight تقسیم می‌شود که خطای اول مربوط به دریافت نور پخش شده از اتمسفر توسط سنجنده و دومی مربوط به دریافت نور پخش شده بعد از انعکاس از سطح زمین توسط سنجنده می باشد.

تصاویر ماهواره‌ای +ETM توسط شرکت تامین کننده مورد تصحیح رادیومتریک قرار می‌گیرد بطوریکه بسیاری از خطاهای مکانیکی/الکترونیکی بر روی آنها اصلاح شده است. سایر اصلاحات رادیومتریک مورد نیاز به شرح زیر می‌باشند.

۴-۲-۲-۱- تصحیح اثر اتمسفر

به دلیل وجود ذرات معلق در اتمسفر، طول موج‌های کوتاه بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند و در اتمسفر منتشر و یا پخش می‌شوند و در نتیجه علاوه بر بازتاب‌های سطح زمین، بخشی از بازتاب‌های رسیده به سنجنده مربوط به اتمسفر خواهد بود که برای رفع اثر آن روش‌های مختلفی وجود دارد. عملی‌ترین روش با توجه به شرایط کشور ما بررسی و مقایسه میزان بازتاب (DNs) در عوارض تیره رنگ شبیه آب عمیق، سایه تاریک، جسم سیاه (سطح آسفالت و یا سنگ سیاه) و غیره در باند ۷ (مادون قرمز میانی) و باندهای ۱، ۲، ۳ و ۴ می‌باشد. سپس به میزان تفاضل DN در باند ۱ و باند ۷، از کلیه مقادیر باند ۱ کم می‌شود و برای باندهای ۲، ۳ و ۴ نیز به روش مشابه اصلاحات مورد نیاز صورت می‌پذیرد. در این روش چون تصاویر تصحیح هندسی شده‌اند، بنابراین به راحتی در هر پیکسل مربوط به باند ۷ می‌توان مقادیر DN های متناظر در سایر باندها را نیز مشاهده کرد و میزان تفاضل متوسط آنها را به دست آورد.

۴-۲-۲-۲- تصحیح زاویه تابش نور خورشید

با توجه به اینکه زاویه تابش نور خورشید در فصول مختلف متفاوت است لذا چنانچه از تصاویر مربوط به فصول یا شرایط اخذ مختلف استفاده می‌شود، تصاویر باید نسبت به یک موقعیت خاص اصلاح شود. بدیهی است چنانچه برای هر منطقه فقط یک تصویر وجود داشته باشد، نیازی به این تصحیح نیست.

۴-۲-۲-۳- تصحیح یکسان‌سازی بازتاب‌ها برای موزاییک سازی تصاویر

برای مناطقی که در بیش از یک فریم قرار می‌گیرند، به منظور ارایه یک تصویر یکپارچه از کل منطقه پس از انجام تصحیح هندسی و حذف مناطق تکراری (همپوشی تصاویر در لبه‌ها)، در صورتی که تصاویر دارای اختلاف زمانی محسوسی باشند، باید مورد تصحیح خاصی قرار گیرند. در این خصوص با مبنا قرار دادن تصویر اخذ شده در یکی از تاریخ‌ها، مقادیر DN تصاویر تاریخ‌های دیگر نسبت به آن اصلاح می‌شوند.

البته به منظور حفظ صحت و دقت مرحله طبقه‌بندی، باید از تصاویر موزائیک نشده جهت این فرایند استفاده گردد و از موزائیک تنها برای تفسیر چشمی و ارائهٔ یک تصویر یکپارچه از منطقه مطالعات استفاده شود.

۴-۲-۲-۴- ترکیب تصاویر

با توجه به اینکه در داده‌های ماهواره‌ای+ETM یک باند پانکروماتیک (باند ۸) با قدرت تفکیک زمینی ۱۵ متر وجود دارد، لذا می‌توان با استفاده از تکنیک‌هایی، تصاویر باندهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۷ را با این باند پانکروماتیک ترکیب نمود و قدرت تفکیک زمینی آنها را در صورت لزوم افزایش داد.

توصیه می‌شود که عوارض خطی نظیر آبراهه‌ها، جاده‌ها و محدوده‌های انسان ساخت (شهر، تأسیسات و ...) با استفاده از باند پانکروماتیک و ترجیحاً پس از اعمال فیلتر بارزکننده مرزها[۱] استخراج شوند. این عمل باعث تشخیص راحت‌تر این عوارض و دقت بیشتری در این عملیات می‌شود. برای کنترل و سهولت تشخیص و بهنگام‌سازی این عوارض می‌توان لایه‌های موجود در نقشه‌های رقومی را بر روی تصویر ماهواره منطبق[۲] نموده و پس از بررسی صحت آنها، در صورت لزوم مورد بهنگام سازی و اصلاح قرار داد.

۴-۳- پردازش نهایی

۴-۳-۱- تفسیر و طبقه‌بندی بصری داده‌ها

تفسیر و طبقه‌بندی بصری یا چشمی تصاویر با استفاده از دانش شخص تفسیر کننده در مورد انواع پارامترهای بصری عوارض از قبیل درجه روشنایی یا رنگ (خصوصیات طیفی)، شکل، اندازه، سایه، الگو، بافت و وابستگی مکانی (خصوصیات مکانی) در یک وهله زمانی خاص انجام می‌شود. این عمل به میزان زیادی تجربه و دانش اولیه در مورد تصاویر، عوارض مورد نظر و رفتار طیفی هر

---

[۱] Edge Enhancement Filter

[۲] Superimpose

عارضه بستگی دارد. یک تحلیلگر تصویر بر روی یک پیکسل منفرد عمل طبقه‌بندی را انجام نمی‌دهد، بلکه ترجیح می‌دهد که به جای آن یک ناحیه کامل را تفسیر کند (نواحی دارای خصوصیات مشابه). به رغم بکارگیری پاره‌ای معیارهای موضوعی و کمی، معمولاً تفسیرهای مرسوم بصری بر مبنای ابتکارات اشخاص است و کمتر از الگوریتمهای آماری تبعیت می کنند. بنابراین نتایج تشخیص آماری الگوها و تکنیکهای پردازش رقومی تصویر در مقایسه با نتایج حاصل از کار یک مفسر عکس ماهر، ناقص می‌باشند.

تفسیر بصری تصویر بیشتر از اینکه به خواندن پیکسلهای موجود در تصویر مربوط شود، به دیدن تصویر و درک آن مربوط است که هم نیازمند تشخیص عناصر الگویی تصویر (مانند درجه روشنایی، رنگ، اندازه، بافت، شکل، الگو، ارتفاع، سایه، موفقیت، وابستگی) است و هم نیازمند آنالیز و الحاق دانش متنی است.

معمولاً با ایجاد ترکیب‌های رنگی مختلف کاذب و حتی حقیقی (۱، ۲، ۳: RGB) و با افزایش کنتراست، می‌توان به افزایش صحت و دقت عملیات تفسیر بصری منطقه و عوارض موجود کمک نمود. با یک ترکیب طیفی مناسب، شناختی کلی از پراکندگی واحدهای مختلف پوشش و کاربری اراضی در منطقه به دست می آید. در صورت ابهام در تفسیر و تشخیص بعضی از مناطق در روی تصویر ماهواره‌ای، از نقشه‌های موضوعی موجود و بازدیدهای صحرایی کمک گرفته می‌شود. به طور کلی تفسیر چشمی در این مطالعه برای تفکیک کلاس‌های مخلوط توصیه می‌گردد. به عنوان مثال، برای جداسازی محدوده اراضی زراعی از مرتعی می‌توان با روش تفسیر بصری از روی ترکیب رنگی مناسب استفاده کرد. از طرف دیگر از تصاویر ماهواره‌ای تصحیح شده می‌توان در سایر بخش‌های مطالعاتی نظیر خاکشناسی، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، فرسایش و ... استفاده نمود.

با توجه به خصوصیات سخت‌افزاری سیستمهای کامپیوتری و امکان نمایش همزمان سه باند طیفی بر روی نمایشگرها، باید ترکیبی از تصاویر را انتخاب نمود که بیشترین اطلاعات ممکن در زمینهٔ مورد نظر را برای مفسر تامین نماید. بدین ترتیب باید برای ساختن تصویر نهایی از باندهایی استفاده شود که کمترین همبستگی[۱] اطلاعاتی را دارا باشند. این کار از طریق انجام آنالیز ماتریس همبستگی[۲] انجام می‌شود. البته با توجه به تجربه و کاربرد می‌توان جهت انتخاب مناسب‌ترین باندها اقدام نمود. مثلاً برای مطالعات پوشش گیاهی و کاربری اراضی ترجیحاً از ترکیب باندهای RGB: ۴،۳،۱، ۳، ۵، ۴ و ۷،۴،۲ استفاده می‌شود.

۴-۳-۲- تفسیر و طبقه‌بندی اتوماتیک داده‌ها

۴-۳-۲-۱- نسبت باندها[۳]

تقسیم و نسبت مقادیر پیکسلها در باندهای مختلف یکی از تکنیکهای معتبر برای برای حذف تأثیر برخی پدیده‌ها در تصویر و تشخیص عوارض خاص در کاربری‌های مختلف سنجش از دور است. به عنوان مثال در تصاویر ماهواره‌ای +ETM، از نسبت‌های Band 4/ Band 3 برای شناخت وضعیت و تراکم تاج پوشش گیاهی، Band 4/ Band 1 برای استخراج مرز منابع آبی (دریا، دریاچه، آب بندان، هور، باطلاق، مرداب و ...)، Band 7/ Band 5 برای تشخیص کانی‌های رسی و سنگهای دگرگونی هیدروترمال، Band 3/ Band 1 برای تشخیص اکسید آهن و Band 5/ Band 4 برای کانی‌های آهن استفاده می‌شود.

---

[۱] Correlation

[۲] Correlation Matrix

[۳] Band Ratio

برای تشخیص کانی‌ها می‌توان از ترکیب رنگی RGB: 5/7 , 5/4 , 3/1 و برای تشخیص سنگ های دگرگونی هیدروترمال RGB: 5/7 , 3/1 , 4/3 استفاده نمود. همچنین بـرای تـشخیص پوشش گیاهی (نوع و تراکم)، می‌توان از انواع شاخص‌های پوشش گیاهی نظیر Nonmalized Diffevence Vegetation Index (NDVI)، Ratio Vegetation Index (RVI) یا Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) استفاده نمود.

۴-۳-۲-۲- طبقه‌بندی نظارت نشده[۱]

در این نوع طبقه‌بندی تصاویر، پیکسلها بر اساس میزان روشنایی باندهای مختلف با استفاده از الگوریتم خاصی، در طبقات مشخصی قرار می‌گیرند. سپس با شناخت موجود از منطقه، طبقات شناسایی شده و صحت جداسازی واحدهای مورد نظر بررسی می‌شود. در صورت قابل قبول بودن این مرحله هر طبقه شناسایی و گویا می‌شوند.

توجه شود که طبقه‌بندی تصاویر با این روش با استفاده از باندهایی که کمترین همبستگی را دارند انجام گیرد. پیکسلها در این نوع طبقه‌بندی باید در حدود ۱۰ الی ۲۰ طبقهٔ مختلف قرار گیرند (این کار به روش سعی و خطا با تغییر پارامترهای مختلف صورت می‌گیرد). سپس با بررسی هرطبقه، واحدهای طبقه‌بندی شده مشخص و گویا شده و همزمان محدودهٔ هر یک بطور جداگانه ذخیره شود.

۴-۳-۲-۳- طبقه‌بندی نظارت شده[۲]

در این روش، طبقه‌بندی تصویر از طریق مقایسهٔ مقادیر و مشخصات طیفی هر پیکسل با مشخصات از پیش تعیین شده انجام می‌شود. به این منظور به اطلاعاتی تحت عنوان مناطق نمونه یا تعلیمی[۳] نیاز داریم که باید از طریق دانش قبلی نسبت به منطقهٔ مورد بررسی یا از طریق مشاهدات زمینی تامین گردند. در مواردی که دانش کافی نسبت به منطقه و نوع پوششهای موجود در آن وجود نداشته باشد، انجام مشاهدات زمینی و جمع‌آوری اطلاعات با رعایت موارد زیر ضروری است:

- تعداد پیکسل نمونه‌های مشاهده شده برای هر طبقه باید حداقل ۱۰ برابر و حداکثر ۱۰۰ برابر تعداد باندهای مورد استفاده در طبقه‌بندی باشد. بدین ترتیب در هنگام استفاده از هر هفت باند تصاویر ماهواره‌ای +ETM ، نمونه‌های تعلیمی باید در برگیرنده حداقل ۷۰ پیکسل و حداکثر ۷۰۰ پیکسل برای هر کلاس باشد.
- هر منطقه نمونه یا تعلیمی باید دارای پوشش یکسان بوده (شامل یکی از طبقات تعیین شده باشد) و ابعاد آن متناسب با وسعت منطقه، نوع پوشش و کاربری اراضی و همچنین تغییرات طیفی هر کلاس مورد مطالعه باشد.
- توزیع و پراکندگی نمونه‌ها باید به گونه‌ای باشد که سطح منطقهٔ مورد بررسی (یا فریم تصویر، هر کدام کوچکتر باشد) را بطور همگن پوشش دهد.

---

[۱] Unsupervised Classification

[۲] Supervised Classification

[۳] Sample or Training Area

- زمان مراجعه به زمین برای جمع‌آوری نمونه‌ها باید به نحوی باشد که با زمان اخذ تصویر اختلاف زیادی نداشته باشد. در صورت عدم امکان مراجعه در همان سال، با حصور اطمینان از عدم وجود تغییرات زیاد در پوشش گیاهی و کاربری اراضی، می‌توان در مدت مشابه سال (یا سالهای بعد) نسبت به این کار اقدام نمود.
- بهتر است موقعیت نمونه‌ها از قبل بر روی تصویر مشخص شود تا از پراکندگی و چگالی مناسب این نمونه‌ها اطمینان حاصل گردد. بدین منظور می‌توان با استفاده از یک طبقه‌بندی نظارت نشده، موقعیت مناسب برای بررسی کلاسهای مختلف بر روی زمین را مشخص نمود.
- در هنگام مشاهدهٔ زمینی، موقعیت هندسی مناطق تعلیمی باید بر روی تصاویر مشخص شده و مختصات آن توسط گیرندهٔ GPS دستی برداشت گردد. این عمل متضمن کیفیت مناسب عملیات نمونه‌برداری است.

در این نوع طبقه‌بندی تصاویر رقومی، طبقات مورد نظر نبایستی با یکدیگر همپوشانی طیفی داشته باشند زیرا در این صورت جداسازی عوارض به طور قابل اعتماد ممکن نخواهد بود. با استفاده از امکانات نرم‌افزارهای پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای می‌بایست پراکندگی نمونه‌ها و به خصوص میانگین و واریانس آنها در فضای دو بعدی بررسی و اصلاحات لازمه صورت پذیرد. در عمل، بعضی از کلاس‌ها ممکن است همپوشانی طیفی زیادی با یکدیگر داشته باشند. در این صورت کلاس‌های همپوشان نمی‌توانند به روش طبقه‌بندی طیفی از همدیگر تفکیک شوند. راه‌حل عملی برای تفکیک این کلاس‌ها، استفاده از روش طبقه‌بندی ترکیبی[۱] (به بند ۴-۳-۲-۴ مراجعه شود)، استفاده از تصاویر با ترکیب طیفی یا زمانی دیگر و یا استفاده از داده‌ها و اطلاعات جانبی می‌باشد که معمولاً این روش به روش طبقه‌بندی دانش پایه[۲] معروف است.

پس از مرحله نمونه‌برداری و با حصول اطمینان از صحت این نمونه‌ها، طبقه‌بندی کل تصویر انجام می‌شود. الگوریتم‌های مختلفی برای این مرحله وجود دارد که روش مناسب باید با توجه به امکانات موجود درنرم‌افزار، صحت عملیات و با در نظر گرفتن کمترین خطا انتخاب شود. توصیه می‌شود از روش طبقه‌بندی براساس بیشترین شباهت[۳] و با در نظر گرفتن احتمالات اولیه مساوی، به دلیل تئوری قوی آماری آن استفاده شود.

۴-۳-۲-۴- طبقه‌بندی ترکیبی نظارت شده و نظارت نشده

نکته اصلی در این روش، تفاوت بین کلاس‌های اطلاعاتی و کلاس‌های طیفی است. بر اساس تحقیقات انجام شده، طبقه‌بندی ترکیبی جهت افزایش دقت نتایج طبقه‌بندی و جداسازی کلاس‌های طیفی از کلاس‌های اطلاعاتی به دو روش اصلی زیر امکان پذیر می‌باشد:

- روش اول: ابتدا چند منطقه حاوی نمونه‌های زمینی بر روی تصاویر انتخاب می‌گردند، به طوری که هر کدام از آنها شامل بیش از یک نوع پوشش باشند. سپس طبقه‌بندی طیفی به روش طبقه‌بندی نظارت نشده انجام شده و پارامترهای آماری از

---

[۱] Hybrid Classification

[۲] Knowledge Based Image Classification

[۳] Maximum Likelyhood

قبیل میانگین‌ها و واریانس‌ها استخراج می‌شوند. با استفاده از این داده‌ها، طبقه‌بندی نظارت شده براساس بیشترین شباهت برای کل تصویر انجام گردد.

- روش دوم: نمونه‌های زمینی یا آزمایشی از نقاط همگن برای هر کلاس انتخاب می‌گردند. بر روی این نقاط طبقه‌بندی نظارت نشده انجام می‌گردد تا کلاس‌های طیفی مشخص گردند. پارامترهای آماری از روش نظارت نشده استخراج گردیده تا به روش طبقه‌بندی نظارت شده براساس بیشترین شباهت، کل تصویر طبقه‌بندی گردد.

۴-۳-۳- تهیه نقشه طبقه‌بندی نهایی

نقشه طبقه‌بندی نهایی از ترکیب نتایج روش‌های فوق‌الذکر و حتی استفاده از نتایج باندهای ترکیبی (مثلاً NDVI) به دست می‌آید. با توجه به خصوصیات هر کلاس عوارض، می‌توان به جای استفاده از یک الگوریتم طبقه‌بندی برای کل منطقه، هر کلاس را با توجه به ویژگی آن با یکی از تکنیکهای مناسب طبقه‌بندی استخراج نمود.

به منظور حذف پیکسل‌های منفرد می‌توان از فیلتر اکثریت[۱] استفاده نمود ولی برای پرهیز از جابجایی مرز واحدهای دیگر توصیه می‌شود بیش از یک بار از این فیلتر استفاده نشود و در صورت لزوم از الگوریتم خاص حذف پیکسل‌های منفرد در نرم‌افزار مورد استفاده استفاده شود. در پیوست شماره ۲ نحوهٔ اعمال این فیلتر در نرم‌افزار ILWIS توضیح داده شده است.

مرحلهٔ بعد از مراحل اجرایی، تلفیق و یکپارچه‌سازی لایه‌های اطلاعاتی است. چنانچه منطقه مورد مطالعه در چند فریم واقع شده باشد نتایج به دست آمده از هر فریم پس از تطابق و کنترل واحدهای مرزی (واقع در لبه تصاویر) باید یکپارچه شده و قسمت‌های اضافی[۲] حذف گردند.

۴-۴- تهیه خروجی نهایی

۴-۴-۱- تبدیل فرمت

با توجه به این که فرمت انتخاب شده جهت ارایه لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS، فرمت EOO.* نرم‌افزار Arc/Info و یا فرمت Shape File نرم‌افزار ArcView می‌باشد، لذا لایه کاربری اراضی تهیه شده نهایی می‌بایست ابتدا از ساختار شبکه‌ای[۳] به ساختار برداری[۴] تبدیل و سپس به یکی از فرمتهای مذکور تبدیل شود. فرمت استاندارد مورد نظر برای ساختار شبکه‌ای، فرمت داده‌های نرم‌افزار ERDAS (GIS.* یا LAN.* و یا IMG.*) و یا فرمت EOO.* در محیط نرم‌افزار Arc/Info تحت سیستم عامل Windows NT می‌باشد. البته از یک فرمت رستری عمومی نیز مثل tif.* هم که تقریباً در همهٔ نرم‌افزارها قابل نمایش و خواندن است به شرط آن که سیستم مختصات جغرافیایی تصویر را حفظ کند می‌توان استفاده نمود (فرمت GeoTiff).

---

[۱] Majority Filter

[۲] Overlap

[۳] Raster

[۴] Vector

۴-۴-۲- ارایه نتایج کارتوگرافی

با توجه به این که مقیاس مورد نظر جهت ارایه نتایج کارتوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ می‌باشد، لذا کلیه ضوابط کارتوگرافی در این مقیاس باید مورد توجه قرار گیرد. بدین منظور رعایت قواعد قطع‌بندی، شبکه‌گذاری و ارائهٔ نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور الزامی است. به منظور گویاسازی نقشه، علاوه بر واحدهای کاربری اراضی، باید لایه راههای ارتباطی، آبراهه‌های اصلی و فرعی (از رتبه ۳ به بالا)، مناطق مسکونی و شبکه طول و عرض جغرافیایی در نقشه خروجی آورده شود. ضمناً اسامی روستاها، شهرها و رودخانه‌ها باید به صورت فارسی آورده شود.

برای رنگ آمیزی و کارتوگرافی واحدهای کاربری اراضی از سمبل‌هایی مشابه نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ کاربری و پوشش اراضی تهیه شده توسط اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی سابق استفاده شود. در این رابطه بهتر است از سمبل‌ها و رنگ‌های موجود در محیط نرم‌افزاری ArcView یا ArcGIS استفاده گردد.

سازماندهی، کارتوگرافی و شیت‌بندی نقشه‌های خروجی به صورت ArcView Project انجام می‌شود. ضمناً تهیه و ارائهٔ نسخه‌ای از تصاویر ماهواره‌ای موزاییک شده براساس محدوده مورد مطالعه و همچنین لایه نقطه ای پراکندگی نقاط کنترل زمینی الزامی است.

۴-۵- کنترل کیفیت

۴-۵-۱- کنترل دقت نتایج طبقه‌بندی

کنترل کیفیت طبقه‌بندی انجام شده بر روی تصاویر ماهواره‌ای +ETM با استفاده از روش کنترل صحرایی کلاسهای مورد نظر و یا مطابقت آنها با اطلاعات موجود انجام می‌شود. بدین منظور برای هر یک از کلاس‌های کاربری اراضی تفکیک شده، تعدادی نقطه جهت کنترل انتخاب می‌شود و با استفاده از گیرنده‌های دستی GPS و اطلاعات جانبی (نقشه راههای ارتباطی، آبراهه‌ها، موقعیت روستاها و ...) و یا مطابقت آنها با اطلاعات صحیح موجود، نقاط مورد نظر شناسایی و صحت آنها کنترل می‌گردد. تعداد نقاط به مساحت منطقه، تعداد و مساحت کلاس‌ها بستگی دارد ولی به هر صورت تعداد این نقاط نباید از ۳۰ نقطه در فریم کمتر باشد.

در مرحلهٔ بعد، براساس نتایج بررسی‌های صحرایی و یا عملیات دفتری بر روی اطلاعات موجود، ماترس خطا[۱] مطابق شکل ۴-۱ تهیه می‌شود. در این شکل تعداد ۲۱۳ نمونه برای کنترل طبقه‌بندی در ۵ کلاس (A تا E) در نظر گرفته شده است. در این مثال متوسط درصد صحت[۲] عملیات طبقه‌بندی ۸۱٫۸ درصد و متوسط درصد اطمینان[۳] عملیات ۷۹٫۸ درصد می‌باشد. لازم به ذکر است که حداقل درصد صحت مورد قبول برای نتایج طبقه‌بندی ۸۰ درصد میباشد.

---

[۱] Confusion Matrix

[۲] Accuracy

[۳] Reliability

		کلاسهای طبقه‌بندی شده					مجموع	درصد صحت
		A	B	C	D	E		
کلاسهای مشاهده شده	A	۲۶	۱	۰	۰	۱	۲۸	۹۳
	B	۱	۵	۰	۰	۳	۹	۵۶
	C	۲	۰	۴۳	۱	۲	۴۸	۹۰
	D	۴	۱	۲	۷۶	۱۳	۹۶	۷۹
	E	۰	۰	۲	۱	۲۹	۳۲	۹۱
مجموع		۳۳	۷	۴۷	۷۸	۴۸	۲۱۳	
درصد اطمینان		۷۹	۷۱	۹۲	۹۷	۶۰		

شکل ۴-۱: نمونهٔ یک ماتریس خطا

روش دیگر کنترل صحت طبقه‌بندی، قطع دادن لایه نهایی کاربری اراضی تهیه شده با لایه‌های اطلاعاتی موجود در نقشه‌ها و پایگاههای اطلاعاتی موجود نظیر ارتفاع، شیب، جهت شیب، خاکشناسی، زمین‌شناسی، ژئومرفولوژی، قابلیت اراضی و غیره است. با این کار بررسی درصد مساحت کاربری‌ها در هر یک از واحدهای لایه‌های دیگر امکان پذیر می‌باشد (به عنوان مثال از طریق تهیه Pivot Table در محیط Microsoft Excel) که ازبررسی و تحلیل این نتایج می‌توان پی به تناقض‌های احتمالی موجود برد. به عنوان مثال در شیب‌های تند نباید زراعت آبی وجود داشته باشد. حال باید بررسی شود که در کدامیک از لایه‌ها اشتباه رخ داده است (در مثال فوق باید بررسی شود که آیا نقشه شیب نادرست است (مقایسه با نقشه توپوگرافی منطقه) و یا این که نقشه کاربری اراضی تهیه شده حاوی اطلاعات غلط می‌باشد). به عنوان مثال دیگری از این تناقضها می‌توان به وجود کلاس مرتع خوب در جایی که در نقشه ژئومرفولوژی به عنوان رخنمون سنگی محسوب شده است اشاره نمود.

۴-۵-۲- اصلاح خطاها

پس از تشخیص خطاها در صورت لزوم، مراحل طبقه‌بندی تکرار و بازنگری می‌شوند و یا اینکه با استفاده از اطلاعات جانبی و تکمیلی در نقشه‌ها و پایگاههای اطلاعاتی موجود، مناطقی که اشتباهاً ادغام شده‌اند، تفکیک شده و خطاها رفع می‌گردند (طبقه‌بندی دانش مبنا). به عنوان مثال، چون بازتاب جاده خاکی و خاک لخت مشابه یکدیگر است، لذا براساس طبقه‌بندی، این عوارض ممکن است در یک کلاس قرار گرفته باشند که با استفاده از لایه راه های ارتباطی در نقشه‌های موجود می‌توان آن را اصلاح نمود.

در روش طبقه‌بندی دانش مبنا که در آن داده‌های جمع‌آوری شده از منطقه همراه با داده‌های مربوط به سیستم اطلاعات جغرافیایی و کلاس‌های طیفی به دست آمده از تصویر با یکدیگر ترکیب می‌گردند، افزایش دقت طبقه‌بندی مدنظر می‌باشد.

۵- متادیتا

تبادل و مدیریت داده های رقومی ایجاب می کند که داده ها همراه با مشخصات و توضیحات مربوطه باشند تا این اطلاعات برای تشخیص میزان کاربری داده ها مورد استفاده قرار گیرد. در این زمینه می‌توان این مشخصات و توضیحات را که اصطلاحاً متادیتا نامیده می شود به دو دسته تقسیم نمود :

- متادیتا برای فعالیتهای درون سازمانی
- متادیتا برای ارائه به کاربران در سازمانهای دیگر

در ارتباط با بخش درون سازمانی ، هر سازمانی بر حسب نیازهای خاص خود ممکن است اطلاعات ویژه‌ای را نگهداری نماید که برای آن سازمان اهمیت اجرایی دارد ولی برای ارائه اطلاعات به سازمانهای دیگر بایستی مشخصات و توضیحات ضروری برای کاربران ذکر گردد.

مـواردی که در زیر ارائه خواهند شد مربوط به متادیتای استانـداردی است که به همـراه فایلهای نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای +ETM به کاربران ارائه می‌شود.

۵-۱- تعریف متادیتا

متادیتا عبارتست از " داده در بارهٔ داده‌ها ". به عبارتی دیگر متادیتا اطلاعاتی در رابطه با مشخصات، محتویات، کیفیت، شرایط و دیگر ویژگی های مجموعه داده‌ها را شامل می‌شود.

۵-۲- کاربرد و اهداف متادیتا

دو هدف عمده از مشخص کردن متادیتا برای داده ها دنبال می‌شود:

- ایجاد شناسنامه ای برای داده ها که گویای وضعیت و مشخصات آنها باشد .
- ارائه اطلاعات لازم در مورد داده ها به کاربران جهت تشخیص تناسب داده ها برای کاربرد مورد نظر.

۵-۳- ساختار متادیتا

بر اساس تعاریف فوق، برای هر مجموعه داده‌ها باید متادیتای منحصـر بـه فردی تعریف شود. متادیتای تنظیم شده از طرفی دارای یک ساختار مناسب و استاندارد بوده و از طرفی دیگر رقومی است بنابر این می‌توان با جستجوی رایانه ای به هدف مورد نظر رسید. در این ارتباط، برای هر عنوان ذکر شده در این استاندارد، موارد زیر مشخص می گردد:

- عنوان (Data Element)
- تعریف (Definition)
- نوع (Type)

- دامنه تغییرات (Domain)
- فرمت (Format)

توجه شود که در فایل متادیتا فقط بندهای " عنوان " (همراه اطلاعات مربوط به عنوان) و توضیحات مربوطه آورده می‌شوند. موارد " تعریف " ، " نوع " ، " دامنهٔ تغییرات " و "فرمت " در درون فایل قید نمی‌شوند ولی در هنگام ایجاد فایل متادیتا رعایت می گردند. تا زمان نهایی شدن استاندارد ملی کد تبادل اطلاعات فارسی، اطلاعات متادیتا به زبان انگلیسی در یک فایل ASCII آورده شده و با نام پروژه با پسوند mdt ذخیره خواهد شد.

۵-۴- لیست عناوین و جزئیات مربوط به متادیتا

۵-۴-۱- اطلاعات شناسایی پروژه

عنوان	تعریف	نوع	دامنهٔ تغییرات	فرمت
نام پروژه	نام پروژه‌ای که مجموعه داده‌ها به آن تعلق دارد	Character	-	نام پروژه نوشته شود
مشخصات پروژه	توضیحی کلی در مورد مشخصات پروژه از قبیل مقیاس و منطقه تحت پوشش کل پروژه و همچنین هدف و منظور از اجرای پروژه	String	-	مشخصات پروژه نوشته شود

۵-۴-۲- اطلاعات شناسائی مجموعه داده‌ها

عنوان	تعریف	نوع	دامنهٔ تغییرات	فرمت
نام مجموعه داده‌ها	نامی که مجموعه داده‌های مورد نظر را به صورت منحصر به فرد نسبت به سایر داده‌های پروژه مشخص نماید.	Character	-	نام مجموعهٔ داده‌ها نوشته شود.
نام منطقه	نام منطقه‌ای که مجموعه داده‌ها به آن تعلق دارد.	Character	-	نام منطقه
مقیاس	مقیاس مجموعه داده ها	Character	-	1 / < عدد مقیاس >
تعداد فایلهای پروژه	تعداد فایلهای نقشه و یا تصاویر در برگیرنده منطقه	Numeric	-	تعداد فایلها نوشته شود

۵-۴-۳- استاندارد

عنوان	تعریف	نوع	دامنهٔ تغییرات	فرمت
نام استاندارد بکار رفته	نام و شماره نگارش استانداردی که برا ی جمع آوری و پردازشهای مجموعه داده بکار رفته است	Character	-	نام استاندارد / شماره نگارش

۵-۴-۴- منابع اطلاعاتی و تاریخ آنها

عنوان	تعریف	نوع	دامنهٔ تغییرات	فرمت
نوع منبع اطلاعاتی	منبعی که برای استخراج اطلاعات و تهیه مجموعه داده‌ها بکار رفته	Character	نقشه موجود، تصویر ماهواره‌ای ، غیره	اگر بیش از یک منبع اطلاعاتی بکار رفته است این منابع بترتیب اهمیت بشکل زیر آورده شوند : منبع اول / منبع دو م / ... مشابه موارد ذکر شده در "دامنه تغییرات"
تاریخ ایجاد منبع اطلاعاتی	تاریخی که وضعیت موجود زمین بر روی منبع اطلاعاتی ثبت گردیده (تاریخ شمسی)	Date	روز (۳۱-۱) ، ماه (۱۲-۱) ، سال	YYYY/MM/DD
تاریخ تهیه یا بازنگری	تاریخ تهیه یا آخرین بازنگری مجموعه داده ها (تاریخ شمسی)	Date	روز (۳۱-۱) ، ماه (۱۲-۱) ، سال (۱۳۰۰-)	YYYY/MM/DD

۵-۴-۵- اطلاعات لازم برای انتقال داده‌ها

عنوان	تعریف	نوع	دامنهٔ تغییرات	فرمت
فرمت داده‌های شبکه‌ای	شکل کد نرم افزاری که داده های رستری تحت آن موجود می باشند	Character	-	فرمت اول / فرمت دوم / ...
فرمت داده‌های برداری	شکل کد نرم افزاری که داده های برداری تحت آن موجود می باشند	Character	-	فرمت اول / فرمت دوم / ...
اندازه مجموعه داده‌ها	فضای ذخیره سازی لازم برای مجموعه داده ها وقتی که داده ها طبق ساختار و فرمت های ذکر شده در بندهای"ساختار داده ها"و "فرمت داده ها"ذخیره شده باشند (واحد اندازه گیری "Byte" می باشد)	Numeric	عدد صحیح مثبت	Byte _ اندازه مجموعه داده ها
محیط ذخیره‌سازی فیزیکی	محیط های فیزیکی ذخیره سازی که تولید کننده می‌تواند داده‌ها را روی آنها ارائه دهد	Character	Diskette, Tape, CD, DVD, Network	محیط ذخیره سازی اول / محیط ذخیره سازی دوم / ... مشابه موارد ذکر شده در "دامنه تغییرات"

۵-۴-۶- کیفیت ودقت

عنوان	تعریف	نوع	دامنهٔ تغییرات	فرمت
دقت هندسی	دقت مختصات برحسب واحد اصلی اندازه گیری طول (سطح اطمینان 90% در نظر گرفته شود)	Numeric	عدد حقیقی مثبت بزرگتر از صفر	ابتدا میزان دقت برآورد شده وسپس حرف مشخصه واحداندازه گیری نوشته شود x دقت = < دقت > _ m y دقت = < دقت > _ m z دقت = < دقت > _ m
توضیحات در خصوص موارد خاص	نکات قابل ملاحظه در مورد دقت، نحوهٔ جمع‌آوری داده‌ها و یا سایر مواردی که ممکن است برای کاربران اهمیت داشته باشد.	String	-	توضیحات مورد نظر نوشته شود.

۵-۴-۷- سیستم مختصات و سیستم تصویر

عنوان	تعریف	نوع	دامنهٔ تغییرات	فرمت
بیضوی مبنا	نام بیضوی مقایسه بکار رفته به عنوان سطح مبناء مسطحاتی	Character	WGS-84	مشابه موارد ذکر شده در "دامنه تغییرات"
سطح مبنای ارتفاعی	نام رویه ای که ارتفاعات نسبت به آن سنجیده شده اند	Character	-	سطح متوسط آبهای آزاد / <سال تعیین>
سیستم تصویر	نام سیستم تصویر بکار رفته برای نمایش داده‌ها	Character	UTM	مشابه موارد ذکر شده در "دامنه تغییرات"
شماره قاچ	شماره zone سیستم تصویر	Numeric	38-41	شماره قاچ ذکر گردد
واحد اندازه‌گیری	نام واحد اندازه گیری طول	Character	SI	مشابه موارد ذکر شده در "دامنه تغییرات"

۵-۴-۸- مسائل حقوقی

عنوان	تعریف	نوع	دامنهٔ تغییرات	فرمت
نام تولید کننده داده‌ها	نام ارگان، سازمان، شرکت یا شخص حقیقی که بطورقانونی مسئولیت تولید داده هارا دارد.	Character	-	عنوان تولید کننده (سازمان ، شرکت ، شخص حقیقی)/ نام تولید کننده
مالکیت داده‌ها	نام ارگان ، سازمان ، شرکت یا شخص حقیقی که بطور قانونی مالکیت داده ها را دارد.	Character	-	عنوان مالک (سازمان ، شرکت ، شخص حقیقی) / نام مالک
حق تکثیر	مشخص شود که آیا حق تکثیر این داده ها محفوظ است یاآنکه دراختیارعموم می باشد. ضمنا" نام دارنده حق تکثیر قید شود	Character	محفوظ ، آزاد	< محفوظ > یا < آزاد > / نام دارنده حق تکثیر

۵-۴-۹- محدوده جغرافیایی مجموعه داده ها

عنوان	تعریف	نوع	دامنهٔ تغییرات	فرمت
محدوده جغرافیایی بر حسب طول و عرض جغرافیایی	مختصات محدوده جغرافیائی مجموعه داده ها برحسب طول (λ) و عرض (φ) جغرافیائی	Numeric	λ(42°,66°) φ(24°,40°)	بترتیب گردش در جهت عقربه های ساعت بدور محدوده λ1(° ′ ″) φ1(° ′ ″) ..... λn(° ′ ″) φn(° ′ ″)
محدوده جغرافیایی بر حسب X و Y در سیستم مربوطه	مختصات محدوده جغرافیایی مجموعه داده ها بر حسب x وy در سیستم تصویر مربوطه	Numeric	-	بترتیب گردش در جهت عقربه های ساعت بدور محدوده x1= y1= ..... xn= yn=
محدوده جغرافیایی تقریبی مناطق حذف شده از مجموعه	مختصات محدوده تقریبی منطقه ای در درون مجموعه داده ها که فاقد اطلاعات می‌باشد (بر حسب x و y)	Numeric	-	بترتیب گردش در جهت عقربه‌های ساعت بدور محدوده x1= y1= ..... xn= yn=
محدوده جغرافیایی کل پروژه	عبارتی که توضیح دهنده پوشش منطقه کل پروژه باشد	Character	-	منطقهٔ تحت پوشش توصیف گردد

۵-۴-۱۰- اطلاعات مربوط به متادیتا

عنوان	تعریف	نوع	دامنهٔ تغییرات	فرمت
آخرین تاریخ تکمیل متادیتا	آخرین تاریخی که اطلاعات درون فایل Metadata به هنگام شده است	Date	روز (۳۱-۱) ، ماه (۱۲-۱) ، سال	YYYY/MM/DD
مسئولیت تولید کننده متادیتا	نام ارگان، سازمان، شرکت یا شخص حقیقی که مسئولیت صحت داده‌های متادیتا را دارد	Character	-	عنوان مسئول (سازمان، شرکت، شخص حقیقی)/ نام مسئول

منابع و مآخذ

۱- دستورالعمل تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تفسیر اطلاعات ماهواره‌ای، نشریه شماره ۲۲ اداره کل آ,ار و اطلاعات وزارت جهادکشاورزی، علیرضا مجد، ۱۳۷۲.

۲- سیستمهای اطلاعات جغرافیایی، Stan Aronoff، ترجمه سازمان نقشه برداری کشور.

۳- کاربرد فنی آوریهای سنجش از دور، GIS و GPS در تولید دقیقتر نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی استان همدان، علی نصیری.

۴- بررسی روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده داده‌های رقومی ماهواره‌ای در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی، مسعود مسعودی و سیدکاظم علوی پناه.

۵- کاربرد سنجنده TM در برآورد پوشش گیاهی مراتع حفاظت شده جهان نما گرگان، عادل سپهری.

۶- کاربرد تلفیقی سیستمهای اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در تهیه نقشه پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک، ابوالقاسم دادرسی.

۷- بررسی پوشش گیاهی منطقه تیر یزد بااستفاده از داده‌های TM، علیرضا خوانین زاده و سید جمال‌الدین.

۸- تعیین بهترین شاخص برای نشان دادن تراکم پوشش گیاهی در منطقه نمرود فیروزکوه با استفاده از سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، علیرضا محمدی .

۹- بررسی امکان تهیه نقشه پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های رقومی لندست TM در مناطق بیابانی سبزوار، اسماعیل فیله کش، حسین ارزانی و....

۱۰- دستورالعمل‌های همسان نقشه‌برداری؛ جلد ششم: داده‌های شبکه‌ای و تصویری، دفتر فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، معاونت امورفنی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۵

11- Knowledge-Based Classification Method for Crop Inventory Using High Resolution Satellite Data, MSc. Thesis, ITC, Enschede, The Netherlands, Abkar, A. A. (1994).

12- Knowledge-Based Classification Method for Mapping of Land Cover Using High Resolution Satellite Data, Proceedings of the 1 st Conference on Space Technology and Developing Countries, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran, STC-95-143: 1-19, Abkar, A. A. and Sharifi, M. A. (1995).

13- Computational Image Interpretation Models: An Overview and a Perspective, Photogrammetry Engineering and Remote Sensing, Vol. 56, No. 6, 871-886, Argialas, D. P. (1990).

14- Knowledge-Based Land Use and Land Cover Mapping, Proceedings of Annual Convention of American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Vol, 3, 276-291, Baltimore, Maryland, Civco, D. (1989).

15- A comparison of sampling schemes used in generation error matrices for assessing the accuracy of maps generated from remotely sensed data, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 54, No. 5, 593-600, Congalton, R. G. (1988).

16- Sampling Issues for Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data, file:// localhost/ F:/ RESEARCH/ Dast/ GLOBE 4th Annual GLOBE Conference Science Reports. Htm, Congalton, R. G. (2001).

17- Techniques for Combining Landsat and Ancillary Data for Digital Classification Improvement, Photogrammetry Engineering and Remote Sensing, Vol. 48, No. 1, 123-130, Hutchinson, C. (1982).

18- Remote Sensing and Image Interpretation, 3rd ed. Gaussian Maximum Likelihood Classifier in Chapter 7, Digital Image Processing, New York, John Wiley and Sons. 594-596, Lillesand, Thomas M. and Kiefer, Ralph W. (1994).
19- Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction, Third Revised and Enlarged Edition, Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, Richards, J. A. (1999).
20- Crop Inventory Through Remote Sensing: Problems of Operationalization, 2nd International Symposium on Operationalization of Remote Sensing, Enschede, The Netherlands, Sharifi, M. A., and Abkar, A. A. (1999).
21- Accuracy Assessment of Remote Sensing-Derived Change Detection, Simak Khorram, et. Al..
22- Principles of Remote Sensing, An Introductory Textbook, ITC, Enschede, The Netherlands (2004).

پیوست ۱: مشخصات فنی ماهوارهٔ TERRA و سنجندهٔ ASTER

ماهوارهٔ TERRA که با نام EOS AM-1 نیز شناخته می‌شود، در سال ۱۹۹۹ توسط سازمان ملی فضایی و هوانوردی آمریکا (NASA) به فضا پرتاب شد. ماموریت اصلی این ماهواره همانند ماهواره‌های خانوادهٔ Landsat، اخذ داده‌های مورد نیاز از سطح زمین برای پایش منابع طبیعی، مدیریت بلایای طبیعی و امور سنجش از دور بوده است. این ماهواره در مداری قطبی و خورشیدآهنگ (Sun Synchronous) به ارتفاع ۷۰۵ کیلومتر از سطح زمین قرار دارد و در یک دوره ۱۶ روزه، پوشش مداری خود به دور زمین را کامل کرده و توسط پنج سنجندهٔ خود داده‌های مختلفی از سطح زمین برداشت می‌نماید. سنجنده‌های نصب شده بر روی این ماهواره عبارتند از:

- سنجندهٔ ASTER (مخفف Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) که داده‌های تصویری در ۱۵ باند مختلف با قدرت تفکیک ۱۵ تا ۹۰ متر از سطح زمین برداشت می‌کند. مشخصات کامل این سنجنده در ادامه آمده است.
- سنجندهٔ CERES (مخفف Clouds and Earth's Radiant Energy System) که در سه باند مختلف داده‌های تصویری با قدرت تفکیک پایین (۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ متر) از سطح زمین برداشت می‌نماید.
- سنجندهٔ MISR (مخفف Multi-angle Imaging Spectro Radiometer) که در چهار باند مختلف، داده‌های تصویری مختلف از سطح زمین اخذ می‌نماید. عرض باند این سنجنده ۳۶۰ کیلومتر بوده و در نتیجه قادر است از هر نقطه از سطح زمین در فاصلهٔ زمانی ۹ روز مجدداً تصویر برداری نماید.
- سنجندهٔ MODIS (مخفف Moderate Resolution Imaging Spectrometer) که داده‌های تصویری از سطح زمین را در ۳۶ باند طیفی اخذ می‌نماید. قدرت تفکیک این سنجنده در باندهای مختلف از ۲۵۰ متر تا ۱۰۰۰ متر متفاوت بوده و با عرض نوار حدود ۲ کیلومتر خود قادر است از هر نقطه از سطح زمین ظرف مدت ۲ روز تصویربرداری مجدد نماید.
- سنجندهٔ MOPITT (مخفف Measurment Of Pollution in the Troposphere) که داده‌هایی در یک باند با قدرت تفکیک ۲۲۰۰۰ متر در مورد آلودگی‌های جوی برداشت می‌نماید.

سنجندهٔ ASTER همانند سنجندهٔ +ETM ماهوارهٔ Landsat از نوع اسکنرهای خطی Pushbroom بوده و قادر است در هر گذر بر فراز زمین، نواری با عرض ۶۰ کیلومتر را برداشت نماید. این سنجنده قادر است بطور همزمان دو باند تصویری در طیف مرئی نور (رنگهای سبز و قرمز) و ۱۳ باند مادون قرمز نزدیک، میانی و حرارتی را برداشت نماید. تصاویر باندها ۱ تا ۹ بصورت ۸ بیتی و باندهای ۱۰ تا ۱۴ که باندهای مادونقرمز حرارتی هستند بصورت ۱۲ بیتی دریافت می‌شود. طراحی باندهای چند طیفی به نحوی انجام شده که پاسخگوی بیشترین نیاز کاربران سنجش از دور باشد. جدول زیر مشخصات کلی هر باند تصویری را به اختصار شرح می‌دهد.

مشخصات باندهای طیفی سنجندهٔ ASTER ماهواره TERRA

باند	طول موج (میکرون)	قدرت تفکیک زمینی	عمق تصویر (بیت)
باند ۱ (سبز)	۰٫۵۲ – ۰٫۶	۱۵ متر	۸
باند ۲ (قرمز)	۰٫۶۳ – ۰٫۶۹	۱۵ متر	۸
باند ۳ *(3b)* (مادون قرمز نزدیک)	۰٫۷۶ – ۰٫۸۶	۱۵ متر	۸
باند ۳ *(3n)*(مادون قرمز نزدیک)	۰٫۷۶ – ۰٫۸۶	۱۵ متر	۸
باند ۴ (مادون قرمز میانی)	۱٫۶ – ۱٫۷	۳۰ متر	۸
باند ۵ (مادون قرمز میانی)	۲٫۱۴۵ – ۲٫۱۸۵	۳۰ متر	۸
باند ۶ (مادون قرمز میانی)	۲٫۱۸۵ – ۲٫۲۲۵	۳۰ متر	۸
باند ۷ (مادون قرمز میانی)	۲٫۲۳۵ – ۲٫۲۸۵	۳۰ متر	۸
باند ۸ (مادون قرمز میانی)	۲٫۲۹۵ – ۲٫۳۶۵	۳۰ متر	۸
باند ۹ (مادون قرمز میانی)	۲٫۳۶ – ۲٫۴۳	۳۰ متر	۸
باند ۱۰ (مادون قرمز حرارتی)	۸٫۱۲۵ – ۸٫۴۷۵	۹۰ متر	۱۲
باند ۱۱ (مادون قرمز حرارتی)	۸٫۴۷۵ – ۸٫۸۲۵	۹۰ متر	۱۲
باند ۱۲ (مادون قرمز حرارتی)	۸٫۹۲۵ – ۹٫۲۷۵	۹۰ متر	۱۲
باند ۱۳ (مادون قرمز حرارتی)	۱۰٫۲۵ – ۱۰٫۹۵	۹۰ متر	۱۲
باند ۱۴ (مادون قرمز حرارتی)	۱۰٫۹۵ – ۱۱٫۶۵	۹۰ متر	۱۲

پیوست ۲: نحوه حذف سلولهای منفرد پس از طبقه‌بندی در نرم‌افزار ILWIS

این فرایند با عنوان حذف سلول‌های منفرد از طریق ادغام آنها در واحدهای مجاور بزرگتر شناخته می‌شود. در اکثر آنالیزهای مربوط به داده‌های شبکه‌ای (رستری) نظیر Slicing ، نقشه حاصله دارای سلولهای منفردی است که معمولاً با توجه به مقیاس نقشه ارزش ارایه و نمایش ندارند. چنانچه از فیلتر اکثریت استفاده شود نه تنها سلولهای منفرد حذف میشوند بلکه مرز واحدهای دیگر نیز تغییر خواهد نمود. با استفاده از توابع همسایگی در نرم‌افزار ILWIS می‌توان نسبت به حذف و ادغام آنها در واحدهای مجاور به شکلی عمل کرد که تا حد امکان مرزهای واحدها حفظ گردد.

در ابتدا باید نقشه‌ای تهیه کرد که سلولهای منفرد و یا دوتایی که نسبت به ۸ همسایه خود در اقلیت هستند را به صورت صفر و یک مشخص نماید بدین منظور در Command Line نرم‌افزار فوق عبارت ذیل درج و اجرا می‌شود.

MAPNBL2 = IFF (NBCNT8 (MAP # = MAP)< 2,1,0)

نقشه حاصل از این عملیات نقشه‌ای است که تمامی پیکسل‌هایی که در اطراف آنها ۲ پیکسل مشابه یا کمتر یافت می‌شود (که با آن در یک کلاس و طبقه قرار می‌گیرد) را با کد ۱ یا با کد ۰ نشان می‌دهد. سپس با استفاده از عبارت بعدی که در ذیل آمده است می‌توان نقشه ادغام شده را به دست آورد.

MAPR = IFF (MAPNBL2 = 1, IFF (NBCNT8 ((MAP # = MAP) AND (MAPNBL2 # = 1)) <= 2, NBPRD (MAP#), MAP), MAP)

نتیجهٔ حاصله از این فرایند نقشه‌ای است که پیکسلی را که در مجاورت آن حداکثر ۲ پیکسل با همان کلاس یافت می‌شود را با پیکسل غالب مجاور جایگزین می‌کند به شرط آن که پیکسل‌های مجاور آن نیز حداکثر دارای ۲ پیکسل با همان کلاس باشند.

تکرار مراحل فوق می‌تواند پیکسل‌های غیرضرور بیشتری را که در گروههای چندتایی قرار دارند را نیز ادغام نماید. طبیعی است که این تکرارها متناسب با نوع پروژه می‌باشد.

توضیح: در عبارات فوق معنی برخی از الفاظ به شرح زیر است:

MAP: نام نقشه مورد نظر می‌باشد.

NBCNT: تابعی است که تعداد پیکسل‌های مجاوری را که شرط داخل پرانتز برای آنها صادق است را بر می‌گرداند.

NBPRD: تابعی است که مقدار پیکسلی را که بیش از همه در پیکسل مجاور تکرار شده است را بر میگرداند.

پیوست ۳: تعاریف و اصطلاحات فنی به انگلیسی

Glossary of Technica1 Terms (English version)

Band: can refer to either a narrow spectral channel selected out of the electromagnetic spectrum, or to a larger portion of the spectrum.

Bi-linear (BL): this is a resampling method in which a bi-linear function is applied to the surrounding four points. The spectral data will be smoothed after the interpolation

Change detection: is the extraction of change between multi-date images (or map & image).

Class accuracy: the number of correctly classified pixels divided by number of pixels belonging to that particular class in the classified map

Classification: in conventional definition is a decision making process in which one places the original image ordinal value (or image derived data) in nominal classes. Classes are themes so the resulting image is a thematic map. In fact a classification procedure is a function that maps the pixel values into pixel labels.

Clustering: is a grouping of data with similar characteristics. The similarity of a cluster is evaluated using a distance measure. This method dose not need any known pixels and only needs the number of the clusters. In the case where there is less information in an area to be classified, only the image characteristics are only used.

Color Composite: A color image can be generated by composing three selected multi-band images with the use of three primary colors. Different color images may be obtained depending on the selection of three band images and the assignment of the three primary colors.

Confusion Matrix: To access the accuracy of an image classification, it is common practice to create a confusion matrix. In a confusion matrix, the classification results are compared to additional reference data (ground truth information). The strength of a confusion matrix is that it identifies the nature of the classification errors, as well as their quantities.

Cubic convolution (CC): this is a resampling method in which the spectral data will be interpolated by a cubic function using the surrounding sixteen points. The cubic convolution results in sharpening as well as smoothing, though the computation takes a longer time when compared with the other methods.

Digital Elevation Model (DEM): is a regular grid of the height spots with the known planimetric and elevation coordinate in a specific coordinate system.

Digital Number (DN): is the value for each pixel measured by the sensor in a specific spectral band.

Edge Enhancement : image processing technique that emphasizes the appearance of edges and lines.

ETM+: a new version of the Thematic Mapper sensor deployed on the LANDSAT 7. This new version has an additional panchromatic band to the TM and has an improvement in spatial resolution of the thermal band (Band 6).

False Color Composite: in remote sensing multi-band images are not coincided always to the same spectral regions as the three primary color filters. In addition invisible regions, such as infrared, are often used, which are required to be displayed in color. As a color composite with an infrared band is no longer natural color and is called a false color composite.

Feature Space: a spectral space in which the available bands are axis of the space. Pixels are plotted in this space and construct the clusters of the spectral/information classes.

Geographic Information System (GIS): is defined as an information system that is used to input, store, retrieve, manipulate, analyze and output geographically referenced data or geospatial data, in order to support decision making for planning and management of land use, natural resources, environment, transportation, urban facilities, and other administrative records.

Geometric correction: is undertaken to avoid geometric distortions from a distorted image, and is achieved by establishing the relationship between the image coordinate system and the geographic coordinate system using calibration data of the sensor, measured data of position and attitude, ground control points, atmospheric condition etc.

Georeferencing: The process of referencing elements in an image to a known coordinate system, such as latitude/longitude or Universal Transverse Mercator (UTM).

GPS: is a technique, used to determine the coordinates of a GPS receiver which receives radio signals from more than four navigation satellites. The received navigation message includes exact time and orbit elements which can be converted into the satellite position.

Ground Control Points (GCP): In order to achieve accurate geometric correction, ground control points with known coordinates are needed. The requirements of GCPs are that the point should be identical and recognizable both on the image and on the ground or map, and its image coordinates (pixel number and line number) and geographic coordinates (latitude, longitude and height), should be measurable.

Use of a topographic map is the easiest way to determine the position of ground control point. However maps are not always available as up-to-date, especially in developing countries. In such cases, control surveys had previously been required.

Today, however GPS (global positioning system) can provide geographic coordinates in a short time using a GPS receiver to measure time information from multiple navigation satellites.

Ground truth: data is defined as the observation, measurement and collection of information about the actual conditions on the ground in order to determine the relationship between remote sensing data and the object to be observed. Investigation on the sea is sometimes called sea truth. Generally ground data should be collected at the same time as data acquisition by the remote sensor, or at least within the time that the environmental condition does not change. It should not be inferred that the use of the word "truth" implies that ground truth data is not without error. Ground data is used as for sensor design, calibration and validation, and supplemental use.

Histogram: a means of expressing the frequency of occurrence of values in a data set within a series of equal ranges or bins, the height of each bin representing the frequency at which values in the data set fall within the chosen range. A cumulative histogram expresses the frequency of all values falling within a bin and lower in the range.

Hybrid Classification: in this method both clustering and supervised classification are used to classify the image.

Image: the image I, is defined as a function I: G⇒X that maps grid cells (coordinates), (r, c) ε G into feature vectors x ε X. The vector space X is called the feature space. A grid cell(r, c) is the element at row r and column c of the grid space G = {1,…, rmax}& {1,…, cmax}, which is a subset of the discrete two-dimensional space.

Image enhancement: can be defined as conversion of the image quality to a better and more understandable level for feature extraction or image interpretation. This process can be considered as conversion of the image data. Image enhancement is applied mainly for visual image interpretation in the

form of an image output. Typical image enhancement techniques include gray scale conversion, histogram conversion, color composition, color conversion between RGB and HSI, etc.

Image Fusion: a process in which some images with the different spatial resolution are merged in a specific way in which can improve the (visual) information extraction from the images.

Image Interpretation: is defined as the extraction of qualitative and quantitative information (usually in the form of a map), about the shape, location, structure, function, quality, condition, relationship of and between objects, etc. by using human knowledge or experience. As a narrow definition, photo-interpretation is sometimes used as a synonym of image interpretation. Information extraction can be made by human or computer methods.

Image Processing: remotely sensed data are usually digital image data. Therefore data processing in remote sensing is dominantly treated as digital image processing. These processing procedures usually accept the image data and result the same conceptual data (e.g. another image).

Information & data: the aim of image processing is information extraction from RS data. Information is the answer to a (potential/likely) question. It is distinguished from data by its relevance to a specific question domain. The first action of a user of an information system should be to define the question domain. This avoids looking for answers which cannot be found in a (sub) domain of the information system. Data is the plural of datum. Data can, but need not carry information in relation to a certain question domain.

Knowledge-Based Classification: knowledge-based classification methods use the external knowledge to modify their performance and results. Then we can call them as multisource methods versus the conventional methods that are single source methods. Today there are many sources of information about the earth surface and various sciences are active in this field. In the area of remote sensing also, multitemporal, multisensor, multisource data are available for different parts of the earth. Therefore using these data and information can hopefully improve the classification results.

Land Cover: is the observed (bio)physical cover on the earths surface.

Land Use: is characterized by the arrangements, activities and inputs by people to produce, change or maintain a certain land cover type. Land use defined in this way establishes a direct link between land cover and the actions of people in their environment.

Line Drop out: the loss of data from a scan line caused by malfunction of one of the detectors in a line scanner.

Majority Filter: For each group of pixels considered in the input map (image), a majority filter assign the predominant (i.e. mostly frequently occurring) value or class name of these to the center pixel in the output map (image).

Map Projection: is used to project the rotated ellipse representing the earth's shape, to a two-dimensional plane. However there will remain some distortions because the curved surface of the earth cannot be projected precisely on to a plane. Some of the commonly used map projections are: Transverse Mercator (TM),Universal Transverse Mercator (UTM), Lambertian conical projection(Conical projection).

Maximum Likelihood Method: One of the most popular supervised classification methods, by which an unknown pixel is classified into the class with the maximum likelihood or probability on the assumption that the class forms a Gaussian distribution.

Metadata: the documentation associated with a data set, including a description of the data, the data were collected, and a source, date of collection and so on.

Mosaic: a composite image or photograph made by piecing together individual images or photographs covering adjacent areas.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index): values are a measure for the presence and condition of green vegetation. NDVI values are calculated from two satellite bands; one band containing visible or red reflectance values, the other band near-infrared reflectance values.

The NDVI is calculated as:

near infrared band - red band

near infrared band + red band

NDVI values range from -1 to 1, which is normally scaled to different values ranges, e.g. 0..255.

Vegetated areas will generally yield high values because of their relatively high near-infrared reflectance and low red reflectance. In contrast, water, clouds, and snow have larger red reflectance than near-infrared reflectance. Thus, these features yield negative index values. Rock and bare soil areas have similar reflectance in the two bands and result in vegetation indices near zero.

Nearest neighbor (NN): this is a resampling method in which the nearest point will be sampled. The geometric error will be a half pixel at maximum. It has the advantage of being easy and fast.

On Screen Digitizing: Screen digitizing is the process of creating and/or editing a vector map while an existing raster map is displayed as a background in a map window. The raster map can be for instance a band of a satellite image, a color composite, a scanned map, or a scanned photograph. By using the cursor, you can directly digitize elements of interest on the background map. Computer in this sense is used only for displaying the data and storing them.

Optical Mechanical Scanner: is a multispectral radiometer by which two dimensional imagery can be recorded using a combination of the motion of the platform and a rotating or oscillating mirror scanning perpendicular to the flight direction. Optical mechanical scanners are composed of an optical system, spectrographic system, scanning system, detector system and reference system.

Ortho image: an image that is transformed into geographic coordinate system or orthogonal coordinate system by correcting the terrain relief distortions resulting from non-orthogonal geometry of the sensor. In case of aerial photograph, it is called orthophoto.

Picture Element (Pixel): in a digitized image, is the area on the ground represented by each digital number. Commonly is contracted to pixel.

Radar: Acronym for radio detection and ranging. Radar is an active form of remote sensing that operates in the microwave and radio wavelength regions.

Radiometric Correction: as any image involves radiometric errors as well as geometric errors, these errors should be corrected. Radiometric correction is to avoid radiometric errors or distortions.When the emitted or reflected electro-magnetic energy is observed by a sensor on board an aircraft or spacecraft, the observed energy does not coincide with the energy emitted or reflected from the same object observed from a short distance. This is due to the sun's azimuth and elevation, atmospheric conditions such as fog or aerosols, sensor's response etc. which influence the observed energy. Therefore, in order to obtain the real irradiance or reflectance, those radiometric distortions must be corrected.

Raster form: In the raster form, the object space is divided into a group of regularly spaced grids (sometimes called pixels) to which the attributes are assigned. The raster form is basically identical to the data format of remote sensing data. As the grids are generated regularly, the coordinates correspond to the pixel number and line number, which is usually represented in a matrix form (row & column).

Relief: is called to the vertical irregularities of a surface, that in the remote sensing causes some distortions in the correct place of the pixels.

Remote Sensing: is a technique for measuring objects and processes in the environment for the purpose of understanding and managing the Earth's resources and environment without direct physical contact between the measurement device (from aircraft, spacecraft, ship, photographic cameras, or video cameras) and the object (Earth surface). Interpretation and analysis of the data acquired by remote sensing techniques is commonly regarded as an integral part of remote sensing. Remote sensing, as such, includes both data acquisition and data interpretation.

Resampling: The calculation of new DN for pixels created during geometric correction of a digital scene, based on the values in the local area around the uncorrected pixels.

Root Mean Square Error (RMSE): the mean square root of the sum of the squared differences between the evaluated and known coordinates of the check points. This parameter is calculated for accuracy assessment of the geocoding the images and maps.

Sensor: is a device that receives electromagnetic radiation and converts it into a signal that can be recorded and displayed as either numerical data or an image (photo).

Slicing: classifies the values of a raster map (image). Ranges of values of the input map are grouped together into one output class.

Striping: a defect produced in line scanner and pushbroom imaging devices produced by the non-uniform response of a single detector, or amongst a bank of detectors. In a line-scan image the stripes are perpendicular to flight direction, but parallel to it in a pushbroom image.

Sub Window: this operation allows you to cut out a part (polygon) of your raster map (image).

Superimpose: Overlaying the various data on each other in a common coordinate system. Usually vector data are overlaid on the raster map or images.

Supervised Classification: supervised algorithms have a learning stage that is the difference between them and unsupervised classifiers. In the learning or training stage, user defines some known pixels of each class for the procedure. Thus each class has some known samples, which are used in labeling the other unknown pixels. On of the most popular supervised classification methods is the Maximum Likelihood classifier.

Thematic Map: map with a focus on a specific theme.

Thematic Mapper(TM): is one of the optical mechanical sensors of the LANDSAT satellites. TM records seven bands of data from the visible through the thermal IR regions.

Training Area/Site: a sample of the Earth's surface with known properties; the statistics of the imaged data within the area are used to determine decision boundaries in classification.

Training: one of the important steps of the supervised classification in which the user defines some known pixel for each class. Using this data classifier can assign proper labels to the pixels.

Unsupervised Classification: refer to the clustering.

Vector model: a model to represent spatial objects with points, lines and/or areas corresponding to the attributes. vector model has advantages of precise expression, less data volume, full topology, fast retrieval and fast conversion.

پیوست ۴: واژه نامه

Band ratio	نسبت باندها
Classification	طبقه‌بندی
Confusion Matrix	ماتریس خطا یا ابهام
Correlation Matrix	ماتریس همبستگی
Digital Elevation Model (DEM)	مدل ارتفاعی رقومی زمین
Digital Terrain Model (DTM)	مدل رقومی زمین
Digitized map	نقشه رقومی شده
False Color Composite	ترکیب رنگی کاذب
Feature extraction	استخراج عارضه
Feature space	فضای عارضه
Field Check	کنترل میدانی و صحرایی
Filter	فیلتر
Filtering	فیلتر گذاری
Geocoding	کدگذاری
Geographic Information Systems (GIS)	سیستم اطلاعات جغرافیایی
Geometric Correction	تصحیحات هندسی
Georefrencing	زمین مرجع نمودن
Global Positioning System (GPS)	سیستم تعیین موقعیت جهانی
Gray-level	گام خاکستری
Ground Control Point (GCP)	نقطه کنترل زمینی
Ground Resolution	قدرت تفکیک زمینی
Ground truth data	داده‌های واقعی زمینی- داده‌های مرجع زمینی
Hard copy	نسخه چاپی یا کاغذی
Hybrid Classification	طبقه‌بندی ترکیبی
Image	تصویر
Image Fusion	تلفیق تصاویر
Infra-red	مادون قرمز
Knowledge-based	دانش- پایه، مبتنی بر دانش

Land Use	کاربری اراضی
Land Cover	پوشش زمین
Landsat	ماهواره لندست
Maximum Liklihood Method	روش بیشترین شباهت
Methodology	روش کار
Multi-spectral	چندطیفی
Multi-temporal	چندزمانه
Nearest Neighbor	نزدیکترین همسایه
On-screen digitizing	رقومی سازی بر روی نمایشگر
Overall Accuracy	دقت کلی
Panchromatic	پانکروماتیک
Pattern	شکل و الگو
Pixel (picture element)	المان تصویر
Point Spread Function (PSF)	تابع انتشار نقطه‌ای
Post Classification Operation	عملیات بعد از طبقه‌بندی
Resampling	نمونه‌گیری مجدد
Resolution	قدرت تفکیک
Root Mean Square Error (RMSE)	خطای ریشه مربعی میانگین
Sampling	نمونه گیری
Segmentation	قطعه‌بندی- مرزبندی
Sun angle correction	یکسان‌سازی بازتابها
Supervised Classification	طبقه‌بندی نظارت شده
Temporal resolution	قدرت تفکیک زمانی
Texture	بافت
Tie Points	نقاط مرجع
Training areas	نواحی تمرینی یا تعلیمی
Training Samples	نمونه های تعلیمی
Transverse Mercator (TM)	سیستم تصویر TM
Universal Transverse Mercator	سیستم تصویر UTM
Unsupervised Classification	طبقه‌بندی نظارت نشده

Islamic Republic of Iran

Management and Planning Organization (MPO)

Ministry of Jihad-e-Agriculture

General Regulations and Procedure for

LandSat ETM+ Digital Image Processing

For Land Cover/ Land Use Map Production

Preapared by:

A. A. Abkar

M. S. Mesgar

A. Mirghasemi

Edited by:

A. Eslami Rad

R. Ahmadieh

Consultants:

A. R. Dowlatshahi (MPO)

KH. Esfandiari (MPO)

S. H. Kazemi (APERI)

E. Saeidnia (APERI)

M. Palouj (APERI)

Collaboration:

Management and Planning Organization (MPO)

Agricultural Planning & Economic Research Institute (APERI)

Publication Number: 356

November, 2006

متن پشت جلد

مجلد حاضر، اولین مجموعهٔ منتشر شده توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور است که به موضوع پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای می‌پردازد. این مجموعه به صورت خاص برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای Landsat ETM+ به منظور تهیهٔ نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی طراحی شده ولی کلیات امور و مراحل فرایندهای کاری به نحوی درج شده که جهت کار با تصاویر ماهواره‌ای مختلف و برای سایر کاربردهای علم سنجش از دور قابل استفاده است.

این مجموعه شامل ۵ فصل بوده و بر اساس آخرین استانداردها و دستورالعملهای کاری تدوین شده توسط مراجع داخلی و خارجی تنظیم شده است. در نگارش این مجلد سعی شده تا تمامی متغیرهای موجود در فرایند پردازش تصاویر ماهواره‌ای برای کاربرد مربوطه مورد توجه قرار گیرند که این امر باعث ایجاد رویهٔ واحد در بین مجریان مختلف و در نتیجه اطلاعات خروجی مطلوب از نظر کمی و کیفی خواهد شد.