تهیه نقشه کاربری پوشش اراضی در محدوده جنگلهای شمال کشور با استفاده از داده‌های ماهواره Landsat7 ETM+

خسرو میرآخورلو[1]

چکیده

امروزه جنگلهای شمال کشور، نیازمند مناسبترین و سریعترین روش تهیه اطلاعات و تلفیق آنها با یکدیگر برای برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه می‌باشد. تلفیق داده‌های رقومی ماهواره‌ای با سایر داده‌ها در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (ساج) می‌تواند اطلاعات دقیق و بهتری را برای تصمیم‌گیریهای چند جانبه که عوامل مختلفی در آنها دخالت دارند، فراهم نماید.

در این بررسی، شناسایی انواع کاربریها و ارزیابی روند تغییرات آنها، مشخص کردن موقعیت دقیق مکانی و سطح آنها در اکوسیستم جنگلهای شمال انجام شده است، به طوری که با استفاده از اطلاعات استخراج شده می‌توان زمینه مطالعات مربوط به اکولوژی، احیا، اصلاح و مدیریت جامع و چند منظوره جنگلهای شمال و همچنین کنترل و ارزیابی مدیریت پایدار آن را با استفاده از اطلاعات رقومی فراهم کرد.

به این منظور داده‌های+ETM ماهواره Landsat7 که شامل هشت فریم مربوط به ماههای ژوئن و ژوئیه سال ۲۰۰۰ میلادی بودند مورد استفاده قرار گرفت.

براساس شاخص OIF[2] و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در باندها و با توجه به اینکه باندهای ۵ و ٤ لندست برای تشخیص پوشش گیاهی و باند ۳ برای اراضی لخت مناسب می‌باشند طبقه‌بندی نظارت نشده در نظر گرفته شد. در ضمن در برداشت مشاهدات صحرایی ٤۵۰ سایت که شامل ۳۸٦۰ پلات ۳۰X۳۰ متر بود مورد بررسی قرارگرفت.

۱- عضو هیأت علمی و مسئول مرکز RS-GIS مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران صندوق پستی ۱۱٦-۱۳۱۸۵
mirakhorlo@rifr-ac.ir

2- OIF= Optimum Index Factor

بعد از انجام مراحل پردازش، تفسیر، تجزیه و تحلیل داده‌ها و تلفیق آن با اطلاعات مربوط به برداشتهای صحرایی، نقشه محدوده مورد مطالعه شامل شش کاربری (کلاس) تهیه گردید.

براساس اطلاعات استخراج شده به ترتیب اراضی پوشیده از جنگل انبوه، جنگل تنک، مرتع، زراعت، اراضی فاقد پوشش گیاهی و آبگیر یا آب بندان، به ترتیب ۸٤۰٥٤۰، ۸٦۱۸۷۰، ٦۲۳۸۲۰، ٦۱٤۱۱۷، ۱٦۱۱٦٥، ۲۳۱۲ هکتار از سطح کل محدوده جنگلهای شمال را در ماههای ژوئن و ژوئیه سال ۲۰۰۰ میلادی به خود اختصاص داده‌اند.

براساس نتایج حاصل از ارزیابی دقت طبقه‌بندی، طبقات جنگل انبوه، جنگل نیمه انبوه، مرتع، زراعت، خاک لخت و آبگیر(آب بندان) به ترتیب ۸۳٪ ، ۷۸٪، ٥٤٪، ٤٦٪، ۷٦٪ و ۹۸٪ ارزیابی گردید.

واژه‌های کلیدی: جنگل انبوه، طبقه‌بندی، جنگلهای شمال، داده‌های ماهواره‌ای، مونه‌های آموزشی، نمایش مکانی، پیکسل، ارزیابی دقت، نقشه و تاج پوشش.

مقدمه

جنگلهای شمال کشور به لحاظ اهمیت خاص آن از نظر زیست محیطی، تولید چوب و محصولات فرعی، اشتغال‌زایی، حفظ خاک و از نظر منحصر به فرد بودن به عنوان تنها جنگل طبیعی پهن برگ باقی مانده از دوران سوم زمین شناسی، نیازمند برنامه‌ریزی جامع می‌باشد. داده‌های ماهواره‌ای به عنوان یکی از منابع مهم تهیه اطلاعات زمینی و استفاده در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی(GIS) مورد توجه می‌باشد. مدیریت مستمر بر اکوسیستم جنگلهای شمال کشور شامل فرآیندهای پیچیده برنامه‌ریزی است که با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره‌ای در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی(GIS) و تلفیق آنها با داده‌های زمینی، می‌تواند اطلاعات دقیق و بهتری را برای تصمیم‌گیریهای چند جانبه که عوامل مختلفی در آنها دخالت دارند، فراهم نماید. این داده‌ها می‌توانند نقشه‌های موضوعی جنگلهای شمال را به طور دائم و پیوسته بهنگام کرده و خروجی‌های بهنگام و مورد نیاز از آنها تهیه شود.

تغییرات قابل توجه در مرز جنگلهای شمال کشور که توسط دامداران، کشاورزان و مردم شهرها و روستاهای حاشیه جنگل از مرزهای نوار جنگلی (ارتفاعات بالا دست و دشتهای پایین دست) و هم از داخل جنگل توسط جنگل نشینان، اجرای طرحهای عمرانی (برق، گاز، جاده و غیره) و تبدیلها و تجاوزات مختلف باعث نگرانی شدید مسئولان اجرایی، کارشناسان جنگل کشور و دوستداران جنگلهای سرسبز شمال شده است. از طرفی اطلاعات و آمار موجود از جنگلهای شمال یا بسیار قدیمی است که تغییرات پدید آمده در طول سالهای اخیر را در بر ندارد و یا به لحاظ تهیه این آمار و اطلاعات با روشهای قدیمی از دقت خوبی برخوردار نیستند، بنابراین تهیه آمار و اطلاعات دقیق و بهنگام برای جنگلهای شمال نیازی مبرم و یکی از ابزارهای مهم مدیریت جنگل می‌باشد.

یکی از مهمترین اهداف این طرح، شناسایی انواع کاربریها و ارزیابی روند تغییرات آنها، مشخص کردن موقعیت دقیق مکانی و سطح آنها در مقاطع زمانی مشخص در اکوسیستم جنگلهای شمال است، به طوری که بتوان زمینه مطالعات مربوط به اکولوژی، احیا، اصلاح و مدیریت جامع و چند منظوره جنگلهای شمال و همچنین کنترل و ارزیابی مدیریت پایدار آن را با استفاده از اطلاعات رقومی فراهم کرد. نقشه‌ها و اطلاعات حاصل از این مطالعه می‌تواند مبنای مناسب و دقیقی برای تحقیقات آینده در عرصه‌های جنگلی شمال کشور قرار گیرد.

آشنایی پژوهشگران و کارشناسان تحقیقاتی و اجرایی با کارایی فن‌آوری دور سنجی و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی از دیگر اهداف این طرح می‌باشد که بدون شک این فن‌آوری می‌تواند طرحهای تحقیقاتی را با زمینه منابع طبیعی از نظر کمی و کیفی بهبود بخشد و به کمک آن بتوان در زمان کمتر، اطلاعات بیشتری بدست آورد.

سابقه استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در کشور ما حداکثر به ۲۷ سال قبل بر می‌گردد.

برای اولین بار در ایران اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی سابق با همکاری شرکتی مهندسان مشاور فرانسوی F.M.C در سال ۱۹۷۵ میلادی با استفاده از داده‌های MSS ماهواره Landsat سطح مراتع کشور را ۹۰ میلیون هکتار برآورد کرد که از این مقدار ۱٤میلیون هکتار مراتع خوب، ۱٦ میلیون هکتار مراتع متوسط و ٦۰ میلیون هکتار بقیه را مراتع فقیر شامل می‌شود.

اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی در سال ۱۳۷۳ و ۱۳۷٦ از داده‌های ماهواره‌ای و GIS با هدف تعیین کاربری کشاورزی در استانهای گیلان و مازندران اقدام به

تهیه نقشه استفاده از زمین (کاربری اراضی) نموده است.

شتایی جویباری، در سال (۱۳۷۵) برای تهیه نقشه پارک جنگلی نور از داده‌های TM ماهواره Landsat استفاده نموده و با روش طبقه‌بندی نظارت شده منطقه را به چهار طبقه جنگل، دریا، زراعت و آب‌بندان تقسیم کرد. دقت نقشه تهیه شده ۹۵٪ بود.

درویش صفت (۱۹۹۵) با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای برای یک منطقه جنگلی در سوئیس، اراضی جنگلی را از اراضی غیر جنگلی و همچنین گونه‌های پهن برگ را از سوزنی برگ تفکیک نمود.

Yousef (۱۹۹۹) در مقاله خود کاربرد داده‌های ماهواره‌ای را در مدیریت پایدار جنگلها توصیه کرده و استفاده از داده‌های ماهواره‌ای را همراه اطلاعات زمینی برای تهیه نقشه‌های جوامع جنگلی، تخمین موجودی توده‌های جنگلی، بررسیهای کمی وکیفی جوامع جنگلی و به هنگام کردن اطلاعات مورد نیاز برای مدیریت پایدار جنگلها مناسب تشخیص داده است.

Rikimarus و Miataka در سال ۱۹۹۷ شاخصهای AVI^1, BI^2, SI^3 و تهیه شده از داده‌های TM ماهواره لندست۵ را برای تهیه نقشه تراکم تاج پوشش جنگل و اراضی بدون پوشش جنگلهای ایسلند، لوزن فیلیپین، سوماترا در اندونزی، جنگلهای ساب تروپیکال در چین، مایی در تایلند و ترای در نپال استفاده کردند. دقت ارزیابی شده در مورد جنگلهای سوماترا در اندونزی ۹۲٪ بوده است.

Li Xueqian (۱۹۹۹) با ترکیب باندهای مختلف داده‌های ماهواره لندست ۵ TM استان هینان چین گزینه‌های متفاوتی را برای ترکیب RGB بدست آورد. که از میان آنها ترکیبهای

1- AVI: Advance Vegetation Index (B1~B7: TM Band 1~7 data)
2- BI:Bare soil Index, BI=((B5+B3)-(B4+B1))/((B5+B3)+(B4+B1))X100 +100;
0<BI <200
3- SI: Shadow Index, SI=((256-B 1)x (256-B2) x (256-b3))$^{1/3}$

7(R) , 4(G), 3(B) و 4(R), 5(G), 3(B) را به عنوان بهترین ترکیب به لحاظ داشتن بهینه مقدار انعکاس امواج الکترومغناطیسی از جنگلهای این منطقه معرفی کردند.

مواد و روشها

در این بررسی، تعاریف زیر به صورت قراردادی بکار گرفته شده است:

جنگل انبوه: به اراضی جنگلی‌ایی اطلاق می‌شود که تاج پوشش درختان آن بیشتر از ٦٠٪ باشد.

جنگل نیمه انبوه (تنک): به اراضی جنگلی‌ایی اطلاق می‌شود که تاج پوشش درختان آن کمتر از ٦٠٪ باشد.

اراضی زراعی: به زمینهایی اطلاق می‌شود که پوشیده از محصولات زراعی سالانه یا دائمی باشد.

مرتع: کلیه اراضی غیر زراعی و غیر جنگلی که دارای پوشش طبیعی باشند در این طرح مرتع نامیده می‌شود.

اراضی آبگیر: کلیه اراضی آب بندانها، ماندابها، استخرهای پرورش ماهی و سطوح آب گرفته شده در زما ن ثبت داده‌ها توسط ماهواره را شامل می‌شود.

خاک لخت: به تمامی اراضی صخره‌ای و خاکهای بدون پوشش گیاهی اطلاق می‌شود.

مواد

این طرح در چهار مرحله اصلی به شرح زیر انجام شده است:

تهیه داده‌های ماهواره‌ای از منابع قابل دسترس و جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مطالعات انجام شده در زمینه جنگلهای شمال کشور (Data Collection).

نوع و مشخصات داده‌های ماهواره‌ای بکار گرفته شده در طرح:

داده‌های ماهواره‌ای توسط یک شرکت ایرانی و به واسطه مرکز ملی سنجش از دور (NRSC) در لندن از مرکز مطالعات جغرافیایی آمریکا (U.S.G.S) خریداری گردید. این داده‌ها شامل هشت فریم +ETM به شماره‌های (۰۳٤-۱٦۲، ۰۳۵-۱٦۲، ۰۳۵-۱٦۳، ۰۳۵-۱٦٤، ۰۳٤-۱٦۵، ۰۳۵-۱٦۵، ۰۳٤-۱٦٦، ۰۳۳-۱٦۷) از ماهواره Landsat7 بودند.

سری Landsat از اولین ماهواره‌های مشاهده زمینی هستند که جهت تهیه پوشش کامل و نظاممند تصاویر رقومی از سطح زمین به فضا پرتاب شده‌اند. اولین نسل از این ماهواره در سال ۱۹۷۲ به فضا پرتاب شد Chris and Nicki (۱۹۹۷) که تا به امروز هفتمین نسل آن یعنی ماهواره (Landsat7) از تاریخ ۱۵ آوریل ۱۹۹۹ در مداری به ارتفاع ۷۰۵ کیلومتر از زمین در حال تهیه تصاویر رقومی از عوارض سطح زمین می‌باشد. همزمان با شروع اجرای طرح، تهیه پوشش تصاویر رقومی این ماهواره برای کشور ما از اواخر سال ۱۹۹۹ و اوایل ۲۰۰۰ میلادی مقدور گردید که مشخصات کامل آن در جدول شماره ۱، ۲ و ۳ آمده است.

جدول شماره ۱- مشخصات عمومی ماهواره Landsat7

زمان پرتاب (Date of Launch)	۱۵ آوریل ۱۹۹۹
نوع مدار (Orbit)	Sun Synchronous, Near Polar هماهنگ با خورشید
ارتفاع اسمی از زمین (Nominal Altitude)	۷۰۵ کیلومتر
زاویه کجی (Inclination)	۹۸/۲ درجه
زمان یکبار گردش به دور زمین (Nodal Period)	۹۸/۸ دقیقه
اندازه فریم (Scene Size)	۱۸۰ در ۱۷۰ کیلومتر
زمان عبور از روی خط استوا (Equatorial Crossing Time)	۱۰ صبح به وقت محلی

جدول شماره ۲- مشخصات طیفی باندهای ماهواره Landsat7

شماره باند	نام طیف	گسترش طیفی μ (Spectral Range)	تفکیک زمینی پیکسلها(متر)
۱	آبی	۰/٤٥۰-۰/٥۱٥	۳۰ X۳۰
۲	سبز	۰/٥۲٥-۰/٦۰٥	۳۰ X۳۰
۳	قرمز	۰/٦۳۰-۰/٦۹۰	۳۰ X۳۰
٤	مادون قرمز نزدیک	۰/۷۷٥-۰/۹۰۰	۳۰ X۳۰
٥	مادون قرمز میانی	۱/۳۳۰-۱/۷٥۰	۳۰ X۳۰
٦	مادون قرمز حرارتی	۱۰/٤۰-۱۲/٥۰	٦۰X ٦۰
۷	مادون قرمز دور	۲/۰۹۰-۲/۳٥۰	۳۰ X۳۰
۸	پانکروماتیک	۰/٥۲۰-۰/۹۰۰	۱٥ X ۱٥

جدول شماره ۳- مشخصات زمانی دادههای ETM ماهواره Landsat7 استفاده شده در طرح

شماره فریم	(Patch) مسیر	(Row) ردیف	زمان اخذ (Acquisition Date) داده	فرمت
L71162034	162	034	20 Jul. 2000	GeoTIFF
L71162035	162	035	20 Jul. 2000	GeoTIFF
L71163035	163	035	22 Apr. 2000	GeoTIFF
L71164035	164	035	18 Jul. 2000	GeoTIFF
L71165034	165	034	25 Jul. 2000	GeoTIFF
L71165035	165	034	25 Jul. 2000	GeoTIFF
L71166034	166	034	30 Jun. 2000	GeoTIFF
L71167033	167	033	5 Jun. 2000	GeoTIFF

سایر اطلاعات جمع‌آوری شده

این اطلاعات شامل موارد زیر بودند:

- نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰، سفارش سازمان جنگلها و مراتع، تهیه شده از عکسهای هوایی با مقیاس متوسط ۱/۲۰۰۰۰، سال ۱۳٤٥، سازمان نقشه برداری کشور به تعداد ۲۹۹ برگ.
- نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰، تهیه شده از عکسهای هوایی با مقیاس متوسط ۱/۵۰۰۰۰، سال ۱۳٤٥، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح به تعداد ۸۲ برگ.
- نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰، سفارش سازمان جنگلها و مراتع، تهیه شده از عکسهای هوایی با مقیاس متوسط ۱/۲۰۰۰۰، سال ۱۳۷۳، سازمان نقشه برداری کشور به

تعداد ۲۷۹ برگ.

- اطلاعات و آمار مربوط به طرح جنگل تحقیقاتی واز تهیه شده توسط مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام ساری، سال ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰.
- اطلاعات و آمار مربوط به طرح جنگلداری حوزه ۳۰ رامسر تهیه شده به وسیله دفتر فنی جنگلداری، سازمان جنگلها و مراتع.

ابزارها و وسایل مورد استفاده در طرح

- دستگاه GPS (Global Positioning System) مارک ماژلان مدل Pro-Mark, XM با دقت تعیین موقعیت حدود یک متر.
- نرم افزار ERDAS Imagine 8.3.1 نرم افزار تخصصی پردازش و تفسیر تصاویر رقومی ماهواره، طراحی شده توسط NASA, Chris and Nicki (۱۹۹۷).
- نرم افزار ILWIS 3.0 (Integrated Land and Water Information System) نرم‌افزاری با قابلیت GIS و پردازش و تفسیر داده‌های ماهواره‌ای با فرمت وکتوری و رستری (Nijmeijer و Budde ۱۹۹۷).
- نرم افزار Microsatation 95 جهت استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰، سفارش سازمان جنگلها و مراتع، تهیه شده از عکسهای هوایی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰، سال ۱۳۷۳، سازمان نقشه برداری کشور.
- نرم افزار Arcveiw GIS 3.2a طراحی شده توسط شرکت ESRI آمریکا.

روش تحقیق

پردازش و تفسیر داده‌های ماهواره‌ای

بر اساس درخواست، بیشتر پردازشهای اولیه لازم از قبیل تصحیح‌های هندسی و رادیومتری بر روی همه باندهای تصاویر خریداری شده انجام گرفته بود. داده‌های ETM با فرمت(Geo TIFF) تهیه شده است که در محیط نرم افزارERDAS Imagine نسخه8.3.1 وارد سیستم شدند.

سپس بر روی تمام فریم‌ها مراحل زیر به ترتیب انجام گردید:

جدا کردن اراضی جنگلی به فاصله حدود ۲ کیلومتر از مرز بالا و پایین دست جنگل در هر فریم: این مرحله با تفسیر چشمی تصاویر ماهواره‌ای انجام گردید.

انتخاب بهترین ترکیب باندها (Color Composite):

در بسیاری از منابع داخلی و خارجی استفاده شده در این طرح از جمله شتایی جویباری، (۱۳۷۵)، Rikimarus and Miataka (۱۹۹۷) Chris and Nicki, (۱۹۹۷) Nijmeijer و Budde (۱۹۹۷) Nijmeijer and Budde, (۲۰۰۱) برای انتخاب بهترین ترکیب باندها جهت طبقه‌بندی عوارض و پدیده‌های زمین، از محاسبه همبستگی آماری میان تمامی باندهای اصلی استفاده شده است. بعد از محاسبه، باندهایی که کمترین همبستگی را باهم داشته باشند می‌توانند به عنوان دو باند اصلی در ترکیب سه تایی باندها وارد شوند. براساس جدول شماره ٤ کمترین همبستگی بین باندهای ۳ و ٤ مشاهده گردید.

جدول شماره ٤- کمترین همبستگی مشاهده شده میان باندها در ۸ فریم استفاده شده در طرح

شماره فریم	باندها	کمترین همبستگی
162-034	B3 , B4	0.84
162-035	B3 , B4	0.73
163-035	B3 , B4	0.78
164-035	B3 , B4	0.76
165-034	B3 , B4	0.84
165-035	B3 , B4	0.80
166-034	B3 , B4	0.86
167-035	B3 , B4	0.88

برای بدست آوردن اطلاعات از چند متغیر آماری روی یکسری کامل از داده‌های ماهواره‌ای، می‌توان با محاسبه شاخص OIF بهترین ترکیب سه باندیRGB را از میان سایر ترکیبهای سه‌تایی بدست آورد (Nijmeijer و Budde، ۱۹۹۷). OIF یک ارزش یا یک عدد آماری است که از آن برای پیدا کردن مناسبترین ترکیب سه باندی RGB استفاده می‌شود. بر اساس این شاخص بهترین ترکیب سه تایی باندها ترکیبی است که بیشترین ارزش عددی (انحراف معیار) یا بیشترین اطلاعات را از پدیده‌ها یا عوارض زمین با توجه به هدف ما داشته باشد Budde و Nijmeijer (۲۰۰۱). در جدول شماره ۵ اطلاعات مربوط به تعیین شاخصOIF ذکر گردیده است.

جدول شماره ۵- تعیین شاخص OIF (Optimum Index Factor)
برای انتخاب بهترین ترکیب سه باندی.

شماره فریم	ترکیب باندی	شاخص OIF	ترکیب انتخاب شده
	1: b3 b4 b5	**24.47**	
	2: b4 b5 b7	24.31	
	3: b1 b4 b5	23.41	
162-034	4: b2 b4 b5	23.02	**b3 b4 b5**
	5: b3 b4 b7	22.53	
	6: b1 b3 b4	22.07	
	1: b3 b4 b5	**42.88**	
	2: b4 b5 b7	41.88	
	3: b1 b4 b5	39.54	
162-035	4: b3 b4 b7	39.37	**b3 b4 b5**
	5: b2 b4 b5	39.19	
	6: b1 b3 b4	38.00	
	1: b4 b5 b7	38.52	
	2: b3 b4 b5	**38.40**	
	3: b3 b4 b7	36.06	
163-035	4: b1 b4 b5	35.45	**b3 b4 b5**
	5: b2 b4 b5	35.20	
	6: b1 b4 b7	34.31	
	1: b3 b4 b5	**50.01**	
	2: b4 b5 b7	49.19	
	3: b1 b4 b5	48.19	
164-035	4: b2 b4 b5	46.82	**b3 b4 b5**
	5: b1 b4 b7	45.06	
	6: b1 b3 b4	45.01	
	1: b3 b4 b5	**26.26**	
	2: b4 b5 b7	25.88	
	3: b1 b4 b5	25.02	
165-034	4: b2 b4 b5	25.02	**b3 b4 b5**
	5: b3 b4 b7	23.14	
	6: b2 b3 b5	22.66	
	1: b3 b4 b5	**49.16**	
	2: b4 b5 b7	48.50	
	3: b1 b4 b5	46.30	
166-034	4: b2 b4 b5	45.44	**b3 b4 b5**
	5: b1 b3 b5	45.23	
	6: b3 b4 b7	44.95	
	1: b1 b4 b5	44.09	
	2: b3 b4 b5	**42.60**	
	3: b4 b5 b7	42.05	
167-035	4: b2 b4 b5	41.57	**b3 b4 b5**
	5: b1 b3 b4	39.77	
	6: b1 b4 b7	39.54	
	1: b1 b4 b5	49.86	
	2: b3 b4 b5	**47.81**	
	3: b2 b4 b5	47.63	
	4: b4 b5 b7	46.54	
	5: b1 b3 b4	44.40	
	6: b1 b2 b4	44.14	

تهیه نقشه مقدماتی با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت نشده

(Unsupervised Classification)

براساس جدول شماره ۵ شاخص OIF و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در باندهای مختلف و با توجه به اینکه باندهای ۳ و ٤، داده‌های+ETM برای تشخیص پوشش گیاهی مناسب می‌باشند (Chris and Nicki، ۱۹۹۷) ترکیب ۳، ٤ و ۵ برای طبقه‌بندی نظارت نشده در نظر گرفته شد.

تهیه نقشه مقدماتی با استفاده از این روش طی پنج مرحله برای کل ۸ فریم محدوده جنگلهای شمال به شرح زیر انجام پذیرفت:

- اجرای الگوریتم ISODATA
- ارزیابی و اصلاح تعداد و محدوده طبقات
- طبقه‌بندی تصویر
- شناسایی طبقات جدا شده
- ارزیابی طبقه‌بندی

عملیات صحرایی

نقشه مقدماتی تهیه شده در ۷ طبقه (جنگل انبوه، جنگل تنک، مرتع، محدوده‌های آبگیر، زراعت ۱، زراعت ۲ و خاک لخت) از هم جدا شده بودند که در مرحله بعد با ادغام دو طبقه زراعت ۱ و ۲ در یک طبقه به نام زراعت، تعداد آنها به ٦ طبقه کاهش یافت. از این نقشه به عنوان راهنما جهت بازدید و برداشت مشاهدات صحرایی استفاده شد.

در برداشتها و بازدیدهای صحرایی موارد زیر مد نظر قرار گرفت:

- چون تغییرات زیادی در حاشیه محل جدا کردن طبقات مختلف مشاهده می‌شد به همین منظور نمونه‌های بیشتری نسبت به مناطق یکنواخت از نظر پوشش مورد نیاز بود و در صورت امکان سعی براین بود که برداشت نمونه ها از نزدیک مرز تغییر یک طبقه به طبقه دیگر صورت گیرد
- برداشت و مشاهدات از محلهایی صورت گرفت که تغییر طبقات زیادتر در نقشه مشاهده می‌شد. محل این تغییرات در حاشیه پایین دست جنگل بیشتر از بالا دست آن دیده می‌شد.
- محلهای بازدید و برداشتهای صحرایی با توزیع و پراکنش مناسبی در سطح منطقه طرح در نظر گرفته شد.
- محلهای برداشت اطلاعات زمینی به نحوی انتخاب شد که نمونه‌های کاملی از طبقات جدا شده در نقشه باشد.
- محل مشاهده و برداشت نمونه‌ها با وسیله نقلیه و یا با مقدار کمی پیاده روی قابل دسترس باشد.

شکل، اندازه وتعداد نمونه‌های برداشت شده

شکل نمونه‌ها به صورت مربعهای ۹۰ × ۹۰ متر داخل آن شامل ۹ پیکسل ۳۰ × ۳۰ متر بودند و به صورت تصادفی انتخاب شدند. به محض قرارگرفتن در پیکسل مرکزی موقعیت آن نقطه که به وسیله GPS برحسب سیستم تصویر UTM و (Lat., Lan.). نشان داده می‌شد ثبت گردید. بعد از برداشت اطلاعات سایر پیکسلها به همین ترتیب مورد بررسی قرار گرفت.

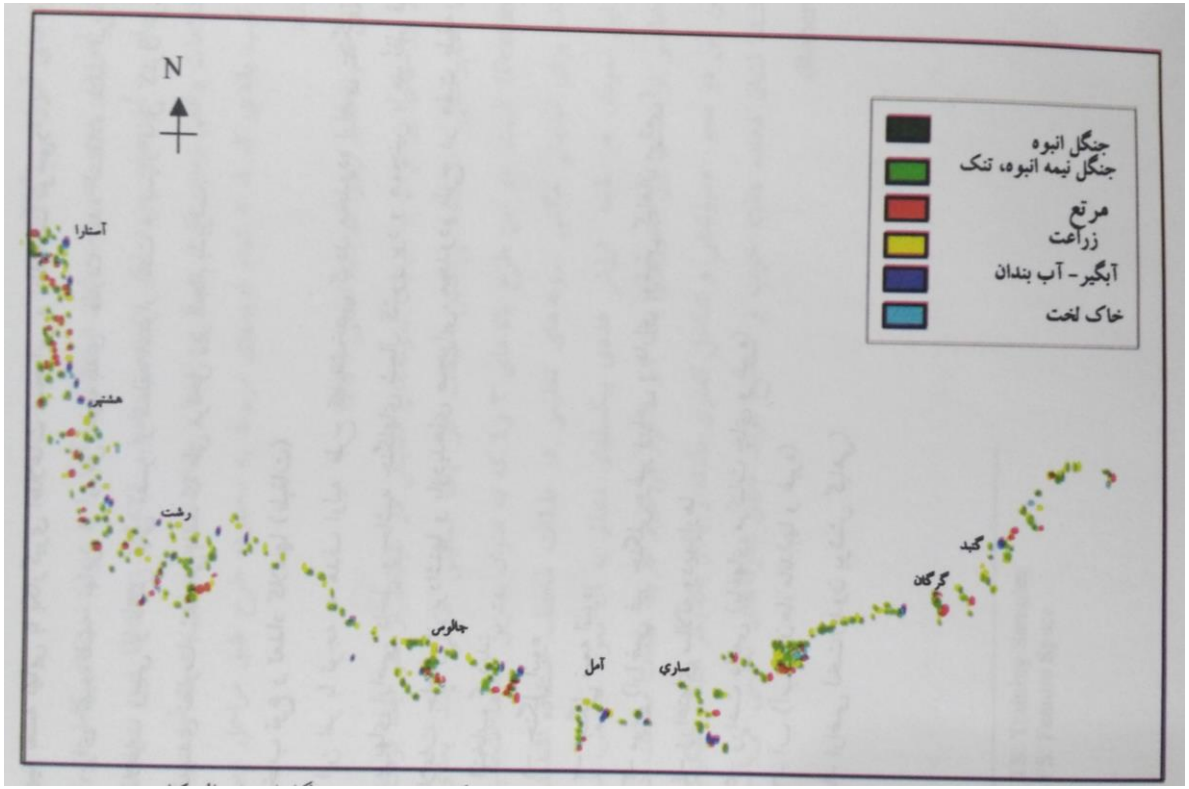
با استفاده از همین روش تعداد ٤٥٠ سایت که شامل ۳۸٦۰ پلات مربع شکل ۳۰ X۳۰ متر بود و همچنین از منطقه طرح مشاهده و اطلاعات آن برداشت گردید (شکل شماره ۱).

شکل شماره ۱- موقعیت نمونه‌ها، شکل و اندازه آنها در یک سایت

۳	۲	۳۰متر ۳۰متر ۱
٦	۵ پیکسل مرکزی	٤
۹	۸	۷

۹۰ متر

شکل شماره ۲، موقعیت نمونه‌ها و محلهای مورد بازدید در جنگلهای شمال کشور را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۲- موقعیت نمونه‌ها و محلهای مورد بازدید قرار گرفته شده در جنگلهای شمال کشور

تهیه نقشه نهایی با بکارگیری اطلاعات صحرایی و اطلاعات موجود

برای تهیه نقشه نهایی از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شد. این روش بر اطلاعات زمینی و دانش قبلی مفسر از منطقه استوار است و بسیار قابل کنترل تر از روش طبقه‌بندی نظارت نشده می‌باشد که طی مراحل زیر انجام پذیرفت:

انتخاب نوع و تعداد کلاسها (طبقات)

این امر با توجه به هدف اولیه طرح که مشخص کردن محدوده اراضی جنگلی و سایر کاربریهای اراضی داخل و حاشیه جنگلهای شمال کشور بود و همچنین با مد نظر قرار دادن اطلاعات حاصل از برداشتها و بازدیدهای صحرایی، محدوده طرح در هفت طبقه به شرح زیر انتخاب گردید:

۱- جنگل انبوه

۲- جنگل نیمه انبوه

۳- مرتع (اراضی غیر جنگلی وغیر زراعی و دارای پوشش گیاهان مرتعی)

٤- زراعتهای سالانه ودیمزارها

٥- زراعت دائمی (باغهای مرکبات چای و غیره)

٦- آب (آب‌بندان‌ها، ماندابها و غیره)

۷- اراضی لخت(بدون پوشش گیاهی)

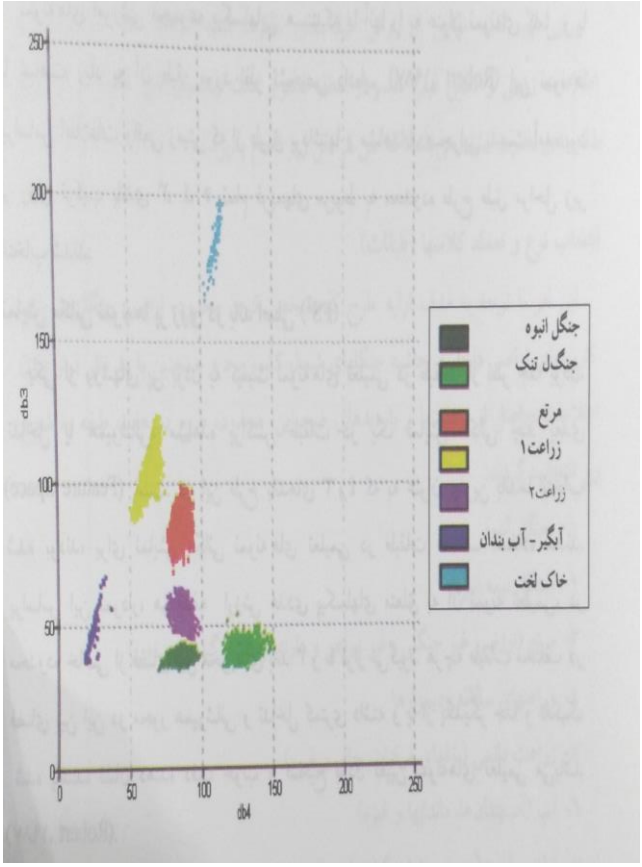
انتخاب نمونه‌های آموزشی (TS[1])

نمونه‌های آموزشی مجموعه پیکسلهایی هستندکه ما آنها را به عنوان نمونه‌ای کامل و یا با شباهت زیاد به آن طبقه مورد نظر تشخیص داده‌ایم (Robert ،۱۹۸۷) این نمونه‌ها براساس اطلاعات واقعی زمینی که از طریق برداشتها و مشاهدات صحرایی بدست آمده بود بر روی ترکیب باندی ۳، ٤، ٥ تمام فریمهای مربوط به محدوده طرح طبق مراحل زیر انتخاب شدند:

نمایش مکانی نمونه‌ها بر روی دو باند اصلی (FS[2])

یکی از روشهای پی بردن به کیفیت نمونه‌های تعلیمی در طبقات از نظر جدا بودن، تداخل یا همپوشانی، مشاهده پراکنش طبقات در یک نمایش مکانی چند بعدی (Feature Space) است. در این طرح باندهای ۳ و٤ که به عنوان بهترین باندها انتخاب شده بودند، برای نمایش مکانی نمونه‌های تعلیمی در طبقات مختلف استفاده شدند. براساس این نمودار، هر طبقه ارزش عددی پیکسلهای متعلق به آن نمونه تعلیمی، در محدوده خاصی از فضای بین محورهای باند ۳ و ٤ قرار می‌گیرد. هرچه طبقات مختلف در فضای بین این دو محور همپوشانی و تداخل کمتری داشته و یا از یکدیگر جدا و تفکیک شده باشند، نشان دهنده دقت خوب و صحیح بودن تعیین نمونه‌های تعلیمی می‌باشد (Robert ،۱۹۸۷).

1- TS: Training Samples
2- FS: Feature Space



شکل شماره ۳- نمایش مکانی نمونه‌ها بر روی دو باند اصلی۳ و ٤ در فریم ۰۳٤ -۱٦۲

همان‌طور که در شکل شماره ۳ ملاحظه می‌شود بر اساس ارزش عددی پیکسلهای متعلق به هر طبقه در نمونه تعلیمی، محدوده‌های خاصی از فضای بین محورهای باند ۳ و ٤ اشغال شده است. هرچه طبقات مختلف در فضای بین این دو محور همپوشانی و تداخل کمتری داشته و یا از یکدیگر بهتر تفکیک شده باشند، نشان دهنده دقت بالا و صحیح بودن انتخاب نمونه‌های تعلیمی در ترکیب باندی مورد نظر می باشد.

تعداد نمونه‌های آموزشی و پراکنش آنها

بر اساس خواص طیفی طبقات انتخاب شده (محدوده تغییرات ارزش عددی پیکسلها) در این طرح و سطح اراضی جنگلی موجود در هر فریم از تصاویر ماهواره‌ای، تعداد پیکسلهای هر نمونه آموزشی و همچنین تعداد نمونه‌های آموزشی در هر فریم متفاوت بود. برای بدست آوردن مولفه‌های آماری مربوط به هر طبقه، حداقل حدود ۱۰۰ پیکسل در هر طبقه مورد نیاز است (Robert ،۱۹۸۷).

بنابراین هرچه تعداد نمونه های آموزشی بیشتر و توزیع و پراکنش آنها در سطح منطقه طرح یکنواخت تر باشد در برگیرنده خصوصیات طیفی بهتری از آن طبقه خواهد بود. جدول شماره ٦، تعداد این پیکسل‌ها را در فریم شماره ۰۳٤-۱٦۲ نشان می‌دهد.

جدول شماره ٦- تعداد پیکسل‌های انتخاب شده و مولفه‌های آماری نمونه‌های آموزشی

شماره فریم	نوع کاربری	باند	میانگین ارزش پیکسل	St. D.	تعداد پیکسل مد	ارزش پیکسل مد	مجموع پیکسلها
162-034	جنگل انبوه	۳	۲٤/۳	۱/۳	٥۹۳	۲٤	۱۷۱۸
		٤	۸۳/۸	٤/۳	۱٦٥	۸٥	۱۷۱۸
		٥	٤۹/۰	۳/۲	۲٤۸	٤٥	۱۷۱۸
	جنگل تنک	۳	۲۷/۸	۱/٦	۲۹۱	۲۸	۱۲۷۱
		٤	۱۲۹/٥	۳/۹	۱۳۰	۱۲۹	۱۲۷۱
		٥	۷٤/٤	۳/۳	۱٥٥	۷٤	۱۲۷۱
	مرتع	۳	٥۰/۲	٥/۱	٤٦	٤۸	۳۸۳
		٤	٦۳/۳	۳/۸	٤۷	٦۲	۳۸۳
		٥	۷۲/۲	٥/۹	۳۱	۷۸	۳۸۳
	زراعت ۱	۳	۳۹/۹	٥/٤	۱۱۸	۹٦	۱٥۱۲
		٤	۸۱/۳	٤/٤	۱٥۱	۸۲	۱٥۱۲
		٥	۱۱٦/۱	٥/۸	۱۰۸	۱۱٦	۱٥۱۲
	زراعت ۲	۳	٥۹/٥	٥/٤	۲۱	٥۸	۲۱٦
		٤	۹٤/۰	۳/٥	۲۹	۹۱	۲۱٦
		٥	۸۷/۲	۷/٦	۱٤	۸٥	۲۱٦
	خاک لخت	۳	۱۳۱/۱	۸/٥	٥۱	۱۳۳	۹۳۲
		٤	۱۱٥/۰	٥/٤	۷٥	۱۱۳	۹۳۲
		٥	۱٤٦/۲	۹/٦	٥۱	۱٥۳	۹۳۲
	آبگیر	۳	۲۸/۲	۱/٦	۲۱۸	۲۸	٦٥٥
	آب	٤	۱٦/۸	۱/۲	۲۹۰	۱٦	٦٥٥
	بندان	٥	۱۱/٦	۰/۸	۲۸٦	۱۱	٦٥٥

طبقه‌بندی تصاویر رقومی با الگوریتم بیشترین احتمال (Maximum Likelihood)

بر اساس بررسی بعمل آمده در این طرح و با توجه به هدف طرح، الگوریتم بیشترین احتمال نسبت به سایر الگوریتمها نظیر نزدیکترین فاصله (Minimum Distance) و Mahalanobis Distance، با دقت بیشتری طبقات جنگل انبوه، نیمه انبوه و سایر طبقات را تفکیک نموده است.

با الگوریتم بیشترین احتمال، ابتدا میانگین، واریانس و همبستگی میان داده‌ها در نرم افزار بدست می‌آید. در مرحله بعد، با پیش فرض اینکه توزیع داده‌ها در هر طبقه نرمال است، مرکز این توزیع که همان میانگین داده‌ها است محاسبه می‌شود. سپس در یک شعاع جستجوی معین(Threshold Distance) پیکسلهای طبقه‌بندی نشده را در طبقه‌ای که با حداکثر احتمال به آن تعلق دارد قرار می‌دهند Lillesand و همکاران (۱۹۸۷). اگر شعاع جستجو را بیشتر بگیریم احتمال اینکه پیکسلی در هیچ طبقه‌ای قرار نگیرد خیلی کم است ولی دقت طبقه‌بندی کمتر می‌شود. بر عکس اگر شعاع جستجو را کمتر بگیریم تعداد پیکسلهای ناشناخته بیشتر می‌شود، ولی دقت پیکسلهای طبقه‌بندی شده بیشتر است. در این طرح شعاع جستجوی ۲۰ – ۳۰ پیکسل بهترین نتیجه را در برداشت.

ارزیابی دقت طبقه‌بندی (Evaluating Classification)

بعد از انجام مرحله طبقه‌بندی، به منظور اطمینان از صحت طبقه‌بندی انجام شده، ارزیابی دقت آنها امری ضروری می‌باشد. روشهای متفاوتی برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی وجود دارد. در این طرح از روش رایج Accuracy Assessment که بر مبنای مقایسه طبقات جدا شده درنقشه از داده‌های ماهواره‌ای با اطلاعات واقعیت زمینی نظیر برداشتها و

بازدیدهای صحرایی، عکسهای هوایی، نقشه‌های موجود و دانش کارشناسی مفسر استوار است (Congalton، ۱۹۹۱) استفاده شده است.

با استفاده از همین روش نقشه‌های استخراج شده با دو منبع مختلف از اطلاعات واقعی زمینی مقایسه شدند یکی از این اطلاعات مربوط به نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰، سفارش سازمان جنگلها و مراتع، تهیه شده از عکسهای هوایی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰، سال ۱۳۷۳، سازمان نقشه برداری کشور شامل ٦ برگ به شماره‌های ۷۱٦٤ IV NE, 5864 II NE, 6163 II NE, 6662 IV SE, 4765 II NE, 6963 I SW بود.

محدوده برگهای ذکر شده از نقشه طبقه‌بندی شده داده‌های ماهواره‌ای جدا شدند و با استفاده از روش Accuracy Assessment به طور ۱۰۰ X ۱۰۰ یا پیکسل به پیکسل، در محیط GIS نرم افزار ILWIS 3.0 مورد مقایسه قرارگرفتند. در این ارزیابی ۱۰۲٦۰۰۰۰ پیکسل ۹۰۰ متر مربعی (۳۰ × ۳۰) از دو نقشه مقایسه شدند.

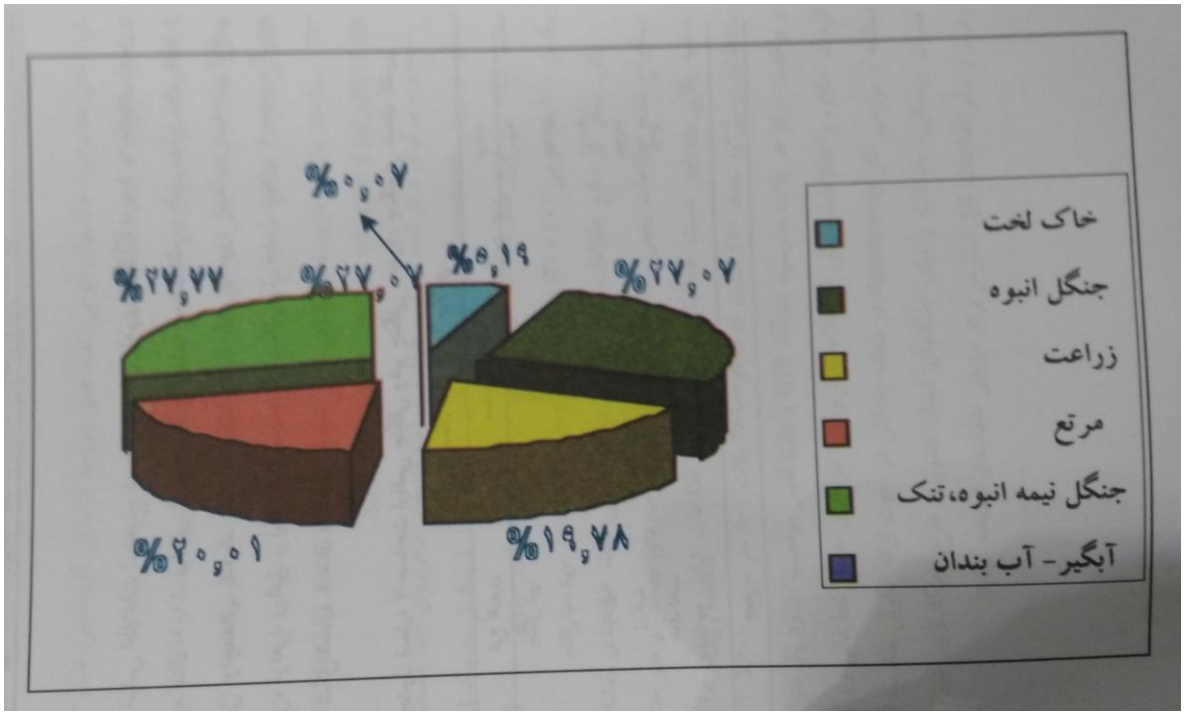
یکی دیگر از منابع اطلاعات مورد استفاده برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی نقشه‌های استخراج شده، اطلاعات زمینی برداشت شده و بازدید از عرصه‌های جنگلی و غیر جنگلی حاشیه بالایی و پایین دست جنگلهای شمال بود. این اطلاعات شامل محلهای برداشت مشاهدات زمینی به تعداد ٤۵۰ سایت که دارای ۳۸٦۰ پلات ۹۰۰ متر مربعی (۳۰X۳۰) بود و موقعیت مرکز هر پلات به وسیله دستگاه GPS با دقت تعیین موقعیت حدود یک متر ثبت گردید. علاوه بر اطلاعات مذکور از اطلاعات مربوط به طرحهای جنگل تحقیقاتی واز رود، مطالعه و بررسی آثار Agroforestry در منطقه یخکش در جهت ارائه الگویی مناسب برای عمران روستایی، حفاظت واحیای جنگلهای شمال کشور و طرح جنگلداری حوزه ۳۰ رامسر و سایر اطلاعات قابل دسترس برای ارزیابی طبقه‌بندی استفاده گردید.

نتایج

بر اساس اطلاعات استخراج شده از داده‌های ماهواره +ETM مربوط به ماههای ژوئن و و ژوئیه سال ۲۰۰۰ میلادی از محدوده جنگلهای شمال کشور، طبق روش بیان شده و مساحی واحدهای تفکیک شده با امکانات نرم افزاری مورد استفاده، مساحت اراضی جنگلی، مرتعی، زراعی و آبگیر حاشیه و داخل جنگل طبق جدول شماره ۷ محاسبه گردید که در شکل شماره ٤ نشان داده شده است.

جدول شماره ۷- مساحت اراضی جنگلی وغیر جنگلی محدوده جنگلهای شمال کشور در تابستان سال ۲۰۰۰ میلادی

نوع کاربری	مساحت (ha)	درصد
جنگل انبوه	۸٤۰٥٤۰	۲۷/۰۸
جنگل نیمه انبوه	۸٦۱۸۷۰	۲۷/۷۷
مرتع	٦۲۳۸۲۰	۲۰/۰۱
زراعت	٦۱٤۱۱۷	۱۹/۷۸
خاک لخت	۱٦۱۱٦٦	٥/۱۹
آبگیر یا آب بندان	۲۳۱۲	۰/۰۷
جمع	۳۱۰۳۸۲۷	۱۰۰



شکل شماره ٤- درصد اراضی کاربریهای مختلف در محدوده جنگلهای شمال

ارزیابی دقت نقشه‌های استخراج شده

همان‌طور که در بند ٤-٤ شرح داده شد دقت نقشه خروجی با استفاده از دو روش جداگانه و دو نوع اطلاعات متفاوت به عنوان نقشه‌های واقعی زمینی مورد ارزیابی قرار گرفتند که نتایج آنها به شرح زیر می‌باشد:

نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰، سفارش سازمان جنگلها و مراتع، تهیه شده از عکسهای هوایی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰، سال ۱۳۷۳

براساس نتایج حاصل از این ارزیابی، دقت کلی نقشه ۵۳٪، متوسط دقت ٤۲٪ و متوسط قابلیت اطمینان طبقه‌بندی ۳۷٪ می‌باشد. طبق جدول شماره ۸ دقت طبقه‌بندی در طبقات جنگل انبوه، جنگل نیمه انبوه یا تنک، مرتع و زراعت به ترتیب ۵۹٪ ، ٤۱٪، ۱۰٪ و ٦۰٪ ارزیابی گردیدند که کمترین دقت، با ۱۰٪ مربوط به اراضی تحت کاربری مرتع و بالاترین دقت، با ٦۰٪ مربوط به اراضی زراعی می‌باشد.

جدول شماره ۸- ارزیابی دقت نقشه استخراج شده براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰، سفارش سازمان جنگلها و مراتع، تهیه شده از عکسهای هوایی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ ، سال ۱۳۷۳ واحد(پیکسل)

نقشه خروجی / نقشه توپوگرافی	جنگل انبوه	جنگل تنک	مرتع	زراعت	خاک لخت	آبگیر، آب بندان	جمع	دقت طبقه‌بندی
جنگل انبوه	۲۸۰۷۴۷	۱۷۰۱۷۳	۱۲۱۳۲	۱۳۱۷۹	۲۰۱	۰	٤٦٧٢٣٢	٪۵۹
جنگل تنک	۱۲۰۱۱	۱٤۸۸۲۸	۱۷۹۱۳	۳۸۸۱۷	۲۰٦	۱۰	۲۸۷۹٦۸	٪٤۱
مرتع	۵۲٤۵	۷۵۰۲	۹۹٦	۲۲٤٦	۰	۰	۱۵۹۸۹	٪۱۰
زراعت	۱۱۲۹٦	۲٦٦۹٦	۲۱۵۵۵	۸٦۲۹۳	۲٤۸٦	٤٦	۱٤۳۷۲	٪٦۰
خاک لخت	-----	======	=====	=====	===	=====	-----	-----
آبگیر، آب بندان	-----	======	=====	=====	===	=====	-----	-----
قابلیت اطمینان	٪٦۷	٪۳۹	٪۲.۲	٪٦۱	===	=====	-----	-----

اطلاعات زمینی برداشت شده و بازدید از عرصه‌های جنگلی و غیر جنگلی حاشیه بالایی و پایین دست جنگلهای شمال

براساس نتایج حاصل از ارزیابی دقت کلی نقشه ٦۸/۰۸٪، متوسط دقت ۷۲/٦۳٪ و متوسط قابلیت اطمینان طبقه‌بندی ٦۸/۱٪ می‌باشد. طبق ارقام جدول شماره ۹ دقت طبقه‌بندی در طبقات جنگل انبوه، جنگل نیمه انبوه یا تنک، مرتع، زراعت، خاک لخت و آبگیر (آب‌بندان) به ترتیب ۸۳٪ ، ۷۸٪، ٥٤٪، ٤٦٪، ۷٦٪ و ۹۸٪ ارزیابی گردید که کمترین

دقت، با ٤٦٪ مربوط به اراضی تحت کاربری زراعت و بالاترین دقت، با ۹۸٪ مربوط به اراضی آبگیر یا آب بندان می‌باشد.

جدول شماره ۹- ارزیابی دقت نقشه استخراج شده براساس اطلاعات زمینی برداشت شده و بازدید از عرصه‌های جنگلی و غیر جنگلی حاشیه بالایی و پایین دست جنگلهای شمال

نقشه خروجی / نقشه توپوگرافی	جنگل انبوه	جنگل تنک	مرتع	زراعت	خاک لخت	آبگیر، آب بندان	جمع	دقت طبقه‌بندی
جنگل انبوه	٥٣٧	۹۸	۲	٥	۰	۳	٦٤٥	٪۸۳
جنگل تنک	۱٥٥	۸۷۸	٦۰	۱٦	۱	۱۰	۱۱۲۰	٪۷۸
مرتع	۲٤	۸٤	۲۹۳	۱۱۰	۱٤	۱٦	٥٤۱	٪٥٤
زراعت	۲٦	۱۸۹	۲۱٥	٤٥۹	٤۲	۷۰	۱۰۰۱	٪٤٦
خاک لخت	۰	۱	۱٤	۲٦	۱٦۷	۱۲	۲۳٤	٪۷٦
آبگیر، آب بندان	۰	۰	۰	٤	۰	۲۱۹	۲۲۳	٪۹۸
قابلیت اطمینان	٪۷۲	٪۷۰	٪٥۰	٪۷٤	٪۷٥	٪٦٦	----	----

نتایج کلی این بررسی عبارتند از:

۱- بر اساس اطلاعات حاصل از نتایج قسمت اول این طرح مساحت محدوده جنگلهای شمال کشور با استفاده از داده‌های ماهواره Landsat7 ETM+ در ماههای ژوئن و ژوئیه سال ۲۰۰۰ میلادی معادل، ۱/۷۰۲/٤۱۰ هکتار محاسبه گردید که معادل ٤۹٪ درصد آن به مساحت ۸٤۰٥٤۰ هکتار جنگل انبوه و ٥۱٪ بقیه آن معادل ۸٦۱۸۷۰ هکتار را جنگل نیمه انبوه یا تنک تشکیل می دهد.

۲- استخراج نقشه محدوده جنگلهای شمال کشور با استفاده از داده‌های ماهواره Landsat7 ETM+ بادقت ۸۳٪ در طبقه جنگل انبوه و ۷۸٪ در طبقه جنگل نیمه انبوه برای مقیاسهای ۱/٥۰۰۰۰ و کوچکتر مناسب می باشد.

۳- ترکیب باندی (Color Composite) ۳٤٥ با کمترین همبستگی بین داده‌های باندهای ۳ و ٤ و همچنین داشتن بیشترین ارزش عددی شاخصOIF بهترین ترکیب برای طبقه‌بندی کردن اراضی جنگلی از سایر کاربریهای اراضی می‌باشد.

٤- بر اساس منابع موجود و همچنین بررسیهای بعمل آمده در این طرح، الگوریتم بیشترین احتمال (Maximum Likelihood) نتایج بهتری را نسبت به سایر الگوریتمهای طبقه‌بندی نظارت شده نشان می‌دهد.

٥- استفاده از شاخص OIF برای انتخاب ترکیب باندی مناسب جهت طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای با توجه به هدف طرح، به لحاظ داشتن معیار عددی تصمیم گیری در مورد انتخاب مناسبترین ترکیب باندی، منطقی تر و آسانتر می‌نماید.

بحث

ضعیف بودن دقت طبقه‌بندی در طبقه زراعت(٤٦٪) و در طبقه مرتع(٥٤٪) بنا به دلایل زیر قابل توجیه می باشد:

- رفتار طیفی مشابه یا خیلی نزدیک به هم در مراتع و دیمزارها در حاشیه بالا دست جنگلهای شمال به خصوص در خرداد ماه یعنی زمان اخذ داده‌ها توسط ماهواره.
- رفتار طیفی مشابه یا خیلی نزدیک به هم اراضی زراعی محصولات دائمی مثل باغهای مرکبات در مازندران و باغهای چای در گیلان با جنگلهای نیمه انبوه، تنک و مخروبه حاشیه پایین دست جنگلهای شمال.

همچنین مناسب بودن دقت طبقه‌بندی در طبقه جنگل انبوه(٨٣٪) و در طبقه جنگل نیمه انبوه یا تنک(٧٨٪) بنا به دلایل زیر معقول به نظر می رسد:

- جنگلهای انبوه به لحاظ داشتن تاج پوشش متراکم و تقریبا یکنواخت به خصوص در باندهای ۳ و٤ داده‌های +ETM ماهواره Landsat، دارای ارزش طیفی تقریبا مشابه و با تغییرات کم هستند و به همین دلیل، انحراف معیار نمونه‌های تعلیمی در طبقه جنگل انبوه بسیار پایین تر از سایر طبقات می‌باشد.
- جنگلهای نیمه انبوه به لحاظ داشتن تراکم تاج پوشش کمتر از جنگلهای انبوه و تاثیر عوارض و پدیده‌های کف جنگل بر رفتار طیفی داده‌های ماهواره‌ای، دارای ارزشهای طیفی کم و بیش متفاوت هستند. به همین دلیل جنگلهای نیمه انبوه با داشتن میانگین ارزش پیکسل بیشتر و انحراف معیار بالاتر نسبت به جنگل انبوه در ترکیب باندی ٢،٣،٤ و ٣،٤،٥ به مراتب روشنتر دیده می‌شوند، ولی به لحاظ داشتن یکنواختی و تجانس بهتر و انحراف

معیار پایین‌تر در نمونه‌های تعلیمی نسبت به طبقات مرتع و اراضی زراعی ناهمگن با دقت بیشتری طبقه‌بندی می‌شوند.

پیشنهادها

۱- به منظور بالا بردن دقت طبقه‌بندی برای طبقات زراعت و مرتع در حاشیه بالا دست اراضی جنگلی، از دو مقطع زمانی داده‌های ماهواره‌ای به فاصله دو الی سه ماه مانند اوایل خرداد تا نیمه دوم مرداد یا اوایل شهریور استفاده شود.

۲- در صورت موجود بودن عکسهای هوایی بهنگام با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰، استفاده از آنها به عنوان اطلاعات واقعی زمینی و نمونه‌های آموزشی برای تفکیک اراضی باغهای مرکبات، چای و صنوبر کاریها از جنگلهای طبیعی و نیمه انبوه در حاشیه پایین دست مناسب می‌باشد و توصیه می‌گردد. درغیر این صورت استفاده از باند پانکروماتیک داده‌های ETM+ ماهواره Landsat با پیکسلهای ۱۵×۱۵ متر برای این منظور مناسب می‌باشد.

۳- اجرای طرحهای مشابه به منظور کمک به مدیریت جامع و مستمر بر جنگلهای بلوط غرب کشور و همچنین جنگلهای گرمسیری جنوب، ضروری به نظر می‌رسد و اجرای آن پیشنهاد می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱- اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی، ۱۳۷۳. تهیه نقشه کاربری و پوشش گیاهی اراضی استان گیلان با استفاده از تفسیر ماهواره‌ای. نشریه شماره ۷۳/۲۳: ٦٤-٤٨.

۲- اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی، ۱۳۷٦. اطلس کاربری و پوشش گیاهی اراضی استان مازندران با مقیاسهای ۱/۲۰۰/۰۰۰ و۱/۱۰۰/۰۰۰. نشریه شماره ۷٦/۹: ۳۵. -۵۷

۳- درویش صفت، علی اصغر، ۱۹۹۵. کاربرد اطلاعات ماهواره‌های لندست و اسپات و ترکیب آنها جهت طبقه‌بندی و آمار جنگل. خلاصه رساله دکتری.

٤- اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی، ۱۳۷۳. تهیه نقشه کاربری و پوشش گیاهی اراضی استان گیلان با استفاده از تفسیر ماهواره‌ای. نشریه شماره ۷۳/۲۳، تهران.

۵- شتایی جویباری، شعبان، ۱۳۷۵. تهیه نقشه جنگل به کمک تصاویر ماهواره‌ای به روش رقومی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

6- Budde P. and Nijmeijer, R. 1997. ILWIS 3.0 Reference Guide. ILWIS department, ITC, Enschede, The Netherlands: 209 - 258.

7- Chris, S. and Nicki, B. 1997. Erdas Field Guide, Chapter 1 & Chapter 6. Erdas, Inc. 4th Edition, Atlanta, Gorgia, 213 - 257.

8- Congalton, R. 1991. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed data. Remote Sensing of Environment, Vol. 37: 35 - 46.

9- Lillesand, Thomas M. and Ralph W. Kiefer, 1987. Remote Sensing and Image Interpretation. New York: John wiley & Sons, Inc, 124 - 158.

10- Li Xueqian, 1999. Researches on Monitoring by Remote sensing the Tropical Forests in Hainan Island China. Meteorological Bureau of Hainan Provincial, China, 4p.

11- Nijmeijer, R., Budde, P. 2001. ILWIS 3.0 Academic, User's Guide. ILWIS department, ITC, Enschede, The Netherlands: 260 - 276.

12- Rikimarus A., S. Miataka, 1997. Development of Forest Canopy Density Mapping and Monitoring Model Using Indices of Vegetation, Bare soil and Shadow. Hosei University, Tokyo, Japan, 7 p.
13- Robert, A. S. 1987. Techniques for Image Processing and Classification. Remote Sensing University of Arizona, Academic Perss, New york: 115 - 165.
14- Star, J. and John, E. 1990. Geographic Information Systems:An Introduction. Englewood Cliffs, New Jersey: Printice – Hall, 85 - 127.
15- Yousef, A. H., 1999. Remote Sensing Applications for Sustainable Management of Forests. ITC, Enschede, The Netherlands, 7 p.