نشریه‌ی جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)، سال ۱۴، شماره‌ی ۲۷، بهار ۱۳۸۸، صفحات ۶۰-۴۷

تاریخ دریافت: ۸۶/۲/۱
تاریخ پذیرش نهایی: ۸۶/۱۱/۲۸

برآورد سطح زیرکشت تاکستان‌های شهرستان ملکان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای SPOT 5

بختیار فیضی‌زاده[۱]
خلیل ولیزاده کامران[۲]
حسن حیدری[۳]

چکیده

در تحقیق حاضر جهت تعیین سطح زیرکشت تاکستان‌های شهرستان ملکان از تصاویر ماهواره‌ای SPOT 5 استفاده شد. ابتدا تصحیحات مورد نیاز برای مرحله‌ی پیش پردازش داده‌ها انجام و سپس از انواع روش‌های آشکارسازی برای شناسایی تاکستان‌ها استفاده گردید. در مرحله‌ی بعد پوشش گیاهی منطقه با استفاده از شاخص گیاهی (NDVI) استخراج و گونه‌ی گیاهی تاک از سایر گونه‌های گیاهی موجود با نمونه‌برداری میدانی به وسیله‌ی دستگاه GPS و با اعمال روش طبقه‌بندی شاخه‌ی درختی مجزا شد. پس از آن نقشه‌ی حاصله به محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) انتقال یافته و سطح زیرکشت تاکستان‌ها با دقت ۹۵٪ معادل ۴۰۵۰ هکتار برآورد و نقشه‌ی تاکستان‌ها تهیه شده است.

واژگان کلیدی

سنجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای SPOT 5 ، تاکستان، طبقه‌بندی شاخه‌ی درختی، شهرستان ملکان.

۱ـ کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). B.feizizade@yahoo.com
۲ـ مربی گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز.
۳ـ استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه ارومیه

مقدمه

ارزیابی کشت محصولات کشاورزی جهت اطلاع از میزان محصول تولیدی و قابلیت کشت در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و سیاسی از اهمیت بالایی برخوردار است. آگاهی از نوع و درصد کاربری‌های کشاورزی و قابلیت بالقوه‌ی کشت هر یک از مناطق کشاورزی در تأمین غذای انسان‌ها اهمیت داشته و در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی مورد توجه بوده است. تعیین سطح زیرکشت محصول برای اهداف مدیریتی در مرحله‌ی داشت و برداشت محصول، برنامه‌ریزی جهت ذخیره‌سازی، بازاریابی برای فروش و دیگر سیاست‌های اقتصادی کاربرد بسیاری دارد. به منظور دست‌یابی به یک کشاورزی دقیق[1] برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران نیازمند اطلاعات به هنگام و دقیق از سطح زیرکشت محصولات کشاورزی هستند. روش‌های سنتی تعیین سطح زیرکشت مبتنی بر گزارشات زمینی و آمارهای کشاورزی است که کاری وقت‌گیر، پرهزینه و زمان‌بر است علاوه بر این نتایج منتشر شده به صورت جداول آماری بوده که امکان تجزیه و تحلیل اطلاعات را محدود می‌سازد. شکل متراکمی از این اطلاعات که ارتباط مکانی از عوامل مؤثر برای توزیع محصول و تولید بالقوه را مشخص کند وجود ندارد. در این راستا استفاده از تکنولوژی سنجش از دور به عنوان یک تکنولوژی برتر و کارآمد در جهت برآورد سطح زیرکشت محصولات کشاورزی محسوب می‌شود. توسعه‌ی فنون پردازش تصویر و داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی، طیفی و زمانی مناسب موجب شده که از این تکنولوژی نوین در مقایسه با روش‌های سنتی در جهت برآورد سطح زیر کشت محصولات کشاورزی استفاده شود. از این‌رو در سال‌های اخیر از تصاویر ماهواره‌ای با تفکیک بالا، برای تعیین سطح زیرکشت و نقشه‌برداری محصولات استفاده می‌شود. این ویژگی سنجش از دور مبتنی بر خصوصیات بازتابی گیاهان است. بر این اساس هر کدام از گیاهان متناسب با شرایط سبزینگی در طول موج خاصی از طیف نور بازتاب

1- Precision Agriculture

بالایی دارند. با بررسی منحنی‌های انعکاس طیفی گیاهان که ویژگی‌های بازتابی آنها را در باندهای مختلف نشان می‌دهد می‌توان باند مناسب برای تشخیص انواع گیاهان را تعیین و سپس به تجزیه تحلیل آنها پرداخت (فیضی‌زاده، ۱۳۸۶).

در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی در این زمینه انجام شده که به چند مورد از آنها اشاره می شود.

احدنژاد (۱۳۸۲، ص ۳) از تصاویر ماهواره‌ای +ETM لندست ۷ استفاده کرده و با بهره‌گیری از الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال سطح زیرکشت زیتون در منطقه‌ی طارم را محاسبه کرده است. بویر[1] (۱۹۹۸، ص ۷) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای +ETM نقشه‌ی تاکستان‌های ایالت ورجینیا در آمریکا را طراحی کرده و بعد از شناسایی تاکستان‌های منطقه‌ی مورد مطالعه را از نظر قابلیت توسعه‌ی تاکستان مورد مطالعه قرار داده است. جانسون و همکاران[2] (۲۰۰۱، ص ۱۱) از تصاویر ماهواره‌ای آیکنوس استفاده نموده و نقشه‌ی باغات را برای منطقه‌ی هیوچیکا[3] و توکالون[4] در آمریکا تهیه کرده‌اند. در این ارتباط محققان از شاخص پوشش گیاهی NDVI[5] استفاده کرده و سپس با تعریف رابطه‌ی خطی برای NDVI سطح برگ در باغات را محاسبه کرده و نتیجه می‌گیرند که NDVI برای محاسبه‌ی سطح برگ از قابلیت بالایی برخوردار است. کاهوبیر[6] (۲۰۰۲) با استفاده از داده‌های سنجش از دور و با اعمال روش منطق فازی، سطح زیرکشت محصولات ذرت، لوبیا، بادام زمینی و برنج را در کشور غنا برآورد کرده است. ساواسا[7] (۲۰۰۳) ابتدا به کمک تصاویر ماهواره‌ای و انجام عملیات میدانی شاخص NDVI را استخراج و سپس سطح زیرکشت و میزان محصول

1- Boyer
2- Johnson et.al
3- Huchica
4- Tokalon
5- Normalized Difference Vegetation Index
6- Kahubire
7 -Sawasa

برنج در نظام‌آباد هندوستان را برآورد کرده است. این محقق نتیجه می‌گیرد که رابطه‌ی معنی‌داری بین NDVI استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای و تخمین محصول برنج وجود دارد. ینال[1] و همکاران (۲۰۰٤) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Landsat 7 وIRS به شناسایی باغات زیتون، پسته و انگور در منطقه غازیان تب ترکیه پرداخته و با استفاده از فنون پردازش تصاویر، از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده کرده و نقشه‌ی مناطق کشت این محصولات را تهیه کرده است.

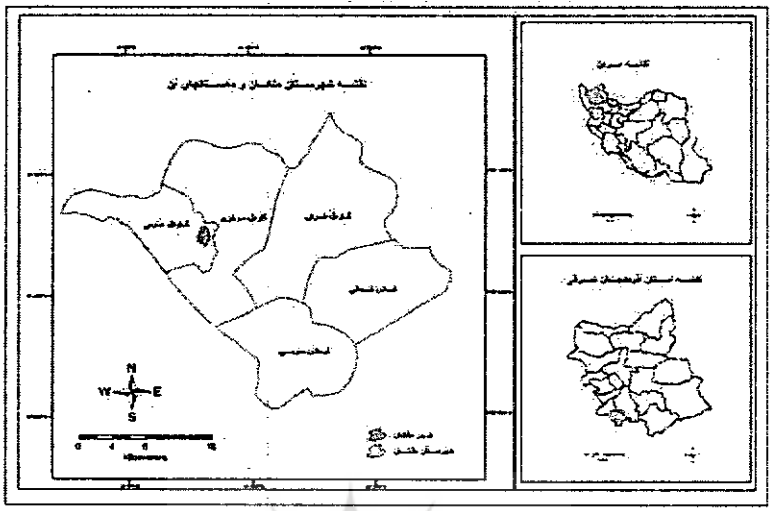
انجمن صنعتی انگور میشگان[2] MGAWI (۲۰۰۵) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و GIS مکان‌های مناسب جهت توسعه‌ی تاکستان در شهرهای لیلاند و برین را مشخص کرده‌اند. آنها برای تعیین سطح زیرکشت تاکستان‌ها از شاخص گیاهی NDVI استفاده و با طبقه‌بندی NDVI سطح زیرکشت تاکستان‌ها را محاسبه کرده‌اند. جمع‌بندی پیشینه‌ی تحقیق نشان می‌دهد که در حال حاضر تصاویر رقومی سنجش از دور بهترین وسیله برای تعیین سطح زیرکشت محصولات کشاورزی می‌باشد و در میان انواع روش‌های تعیین سطح زیر کشت، شاخص NDVI توسط محققین به کرات به کار گرفته می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

محدوده‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه

محدوده‌ی مورد مطالعه شهرستان ملکان می‌باشد که یکی از شهرستان‌های استان آذربایجان شرقی است که در محدوده‌ی " ١٤ ٥٥ ٤٥° تا "١٤ ٢٦ ٤٦° طول شرقی و "١٠ ٥٧ ٣٦° تا "٣٤ ١٧ ٣٧° عرض شمالی واقع شده است. مساحت کل این منطقه‌ی جلگه‌ای ٨٣٧/٤٦ کیلومترمربع و ارتفاع آن ١٣٠٠ متر از سطح آب‌های آزاد است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ١٣٨٤). شکل شماره‌ی ١ موقعیت محدوده‌ی مورد مطالعه را در سطح کشور و استان نشان می‌دهد.

1- Unal
2- Michigan Grap and Wine Industory



شکل شماره‌ی (۱) موقعیت محدوده‌ی مورد مطالعه در سطح کشور و استان آذربایجان‌شرقی

مواد و روش‌ها

برای انجام تحقیق از داده‌های بیست و هفتم ماه می ۲۰۰۵ سنجنده HDR ماهواره SPOT 5 در چهار باند با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر، داده‌های حاصل از GPS از نوع ETREX-Vista مدل گارمین و هم‌چنین از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ استفاده شده است. برای تحلیل داده‌ها نیز از نرم‌افزارهای Envi 4.0, PCI Gomatica 9.1, Arc GIS 9.1 استفاده شده است. فرایند تحلیل داده‌ها مبتنی بر مراحل زیر صورت گرفته است.

الف- پیش‌پردازش داده‌های ماهواره‌ای

این مرحله شامل تصحیحات هندسی و اتمسفری است در این مرحله ابتدا تصاویر موزاییک شده و سپس از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ استفاده شده و تصاویر زمین مرجع[1] شده است. برای انجام زمین مرجع کردن تصاویر ۱۵ نقطه کنترل با

1- Georeferencing

پراکنش مناسب از سطح منطقه‌ی مورد مطالعه جمع‌آوری و در محیط نرم‌افزار PCI Geomatica بر سطح تصویر پیاده شد. در ادامه برای نمونه‌گیری ارزش مجدد پیکسل‌ها، از روش نزدیک‌ترین همسایه استفاده و تصاویر با خطای RMS ۰/۴۲ پیکسل زمین مرجع شدند. در مرحله‌ی بعدی تصحیحات اتمسفری بر روی داده‌ها انجام و با توجه به واقع شدن منطقه در ضلع جنوب‌شرقی دریاچه‌ی ارومیه، به منظور حذف اثرات تیرگی، از روش چاوز در تصحیحات اتمسفری استفاده و ارزش عددی پیکسل‌های تیره کاهش داده شد. تکنیک کاهش ارزش عددی پیکسل‌های تیره بر این فرض استوار است که کمترین DN یک پیکسل در هر باند باید صفر باشد و ارزش رادیومتری DN نتیجه‌ای است که از خطای اتمسفری حاصل شده است (Chavez, 1988). بنابراین اگر ارزش عددی تعریف شده برای پیکسل‌ها بر اثر خطای اتمسفری را از تمامی پیکسل‌ها کسر نماییم در واقع نسبت به تصحیحات اتمسفری اقدام کردیم.

ب ـ پردازش تصاویر ماهواره‌ای

نظر به این که اصولاً به هنگام استفاده از داده‌های چند طیفی برای آشکارسازی پدیده‌های متنوع موجود در سطح تصویر باید از ترکیب متفاوتی از باندها استفاده شود، لذا این موضوع در استفاده از سنجش از دور برای اهداف کشاورزی به علت متفاوت بودن گونه‌های گیاهی کشت شده، شرایط رطوبتی خاک، وضعیت توپوگرافیکی و اقلیمی، روش‌های مدیریت محصول یا مجموعه‌ای از آنها از اهمیت خاصی برخوردار است. به این علت در تحقیق حاضر از انواع روش‌های مختلف آشکارسازی تصویر شامل بسط تباین خطی،[1] نسبت‌گیری طیفی[2] و کشیدگی کنتراست استفاده شد تا کلاس کاربری تاکستان از سایر کلاس‌های کاربری اراضی کشاورزی مجزا شود. در پردازش تصویر مشخص شد که در نسبت‌گیری باندها، نسبت باند ۲ بر ۳ نتیجه‌ی بهتری را

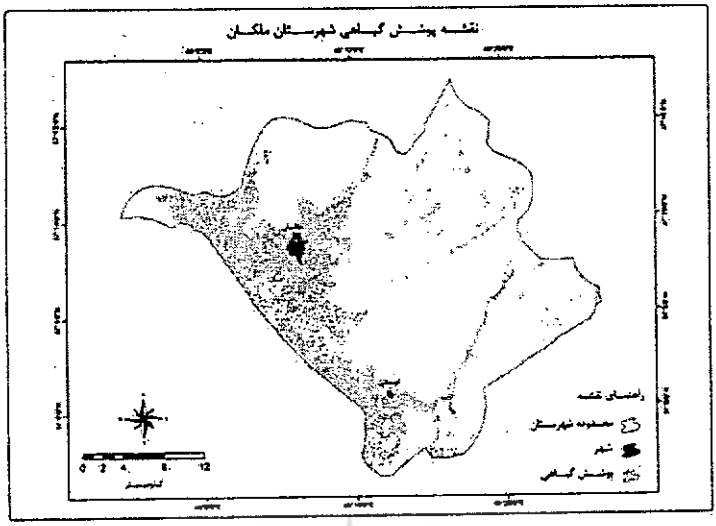
1- Liner Stretching
2- Spectral Rationing

در آشکارسازی تاکستان‌ها به دست می‌دهد همچنین استفاده از کشیدگی کنتراست در آشکارسازی تاکستان‌ها نتیجه بهتری را ارایه می‌دهد.

در تفسیر بصری عوارض نیز از عوامل بافت و نقش برای تفکیک تاکستان‌ها استفاده شد. تحلیل بافت به عنوان یکی از مهم‌ترین استراتژی‌ها جهت تفسیر و تعیین نواحی تاکستان بود. تحلیل بافت، بافت داخلی یا الگوی شکل گرفته برای گروهی از پیکسل‌ها در نواحی همسایه را مورد نظر قرار می‌دهد. بنابراین ازدحام مشخصه‌های مکانی می‌تواند برای تشخیص شباهت‌ها در کلاس‌های کاربری اراضی مورد استفاده قرار گیرد. این امر به خصوص در جایی که کلاس‌های کاربری اراضی الگوهای پیچیده‌ای را نشان می‌دهند یا هنگامی که کلاس‌های کاربری متفاوت ویژگی‌های طیفی شبیه به هم دارند بسیار مهم است (فیضی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶). علاوه بر این، عامل نقش که به معنی طرز قرار گرفتن اجسام و عوامل جزئی آنها در کنار یکدیگر است (زبیری و دالکی، ۱۳۷۸)، به عنوان عاملی مؤثر برای تشخیص تاکستان‌ها از اراضی زراعی مورد استفاده قرار گرفت.

ج ـ شاخص پوشش گیاهی

شاخص‌های گیاهی در سنجش از دور کاربرد گسترده‌ای داشته و هدف از ایجاد آنها پیش‌بینی و ارزیابی برخی ویژگی‌های پوشش گیاهی نظیر خصوصیات تاج پوشش، بیومس، تولید، سطح برگ یا درصد پوشش گیاهی است (علوی‌پناه، ۱۳۸۲). این شاخص در واقع عملیات جبری بین باندها است و برای آشکار کردن مناطقی که ارزش‌های مختلف طیفی دارند مؤثر است و بر این اساس عمدتاً از باندهای قرمز و مادون قرمز استفاده شده و در تصاویر SPOT هم از تقسیم باندهای ۲ بر۳ حاصل می‌شود. این شاخص برای منطقه‌ی مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار Envi 4.0 استخراج شد که نتیجه‌ی آن در شکل ۲ نشان داده شده است.



از NDVI اعمال شاخص شکل شماره‌ی (۲) نقشه‌ی پوشش گیاهی شهرستان ملکان که با استخراج شده است. SPOT 5 تصویر ماهواره‌ای

پ ـ طبقه‌بندی تصویر

برای طبقه‌بندی تصویر و استخراج کلاس کاربری تاکستان، از روش طبقه‌بندی شاخه درختی استفاده شد. این نوع طبقه‌بندی یک روش طبقه‌بندی چند مرحله‌ای بوده که با استفاده از یکسری تصمیم‌گیری‌های باینری پیکسل‌ها را در کلاس‌های معینی قرار می‌دهد. در این روش در هر مرحله پیکسل‌های یک تصویر براساس هدف مورد نظر به دو گروه تقسیم می‌شود که در مرحله‌ی بعدی هر کدام از گروه‌ها می‌تواند به زیرگروه‌های دیگری تقسیم شود و این کار در چندین مرحله می‌تواند انجام شود تا هدف مورد نظرحاصل شود (ENVI User Guide, 2006).

برای طبقه‌بندی تصویر با استفاده از GPS[1]، مختصات ۳۵ نقطه‌ی نمونه، از سطح تاکستان‌های موجود در منطقه‌ی جمع‌آوری و در محیط نرم‌افزار ENVI 4.0 با نقشه‌ی پوشش گیاهی منطقه انطباق داده شد تا ارزش NDVI برای کلاس تاکستان

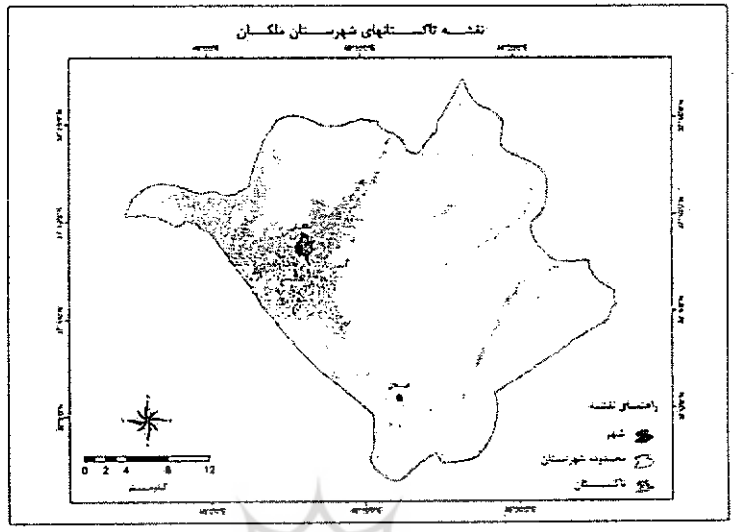
1- Global Position System

مشخص شود. در این تحقیق مقدار NDVI برای تاکستان‌ها درحدود ۰/۲۷ تا ۰/۳۰ محاسبه شد. در مرحله‌ی بعد، این آستانه به عنوان ارزش NDVI برای کلاس تاکستان در نظر گرفته شد و از روش طبقه‌بندی شاخه درختی استفاده و تصویر طبقه‌بندی شد.

ت ـ مرحله‌ی پس از طبقه‌بندی

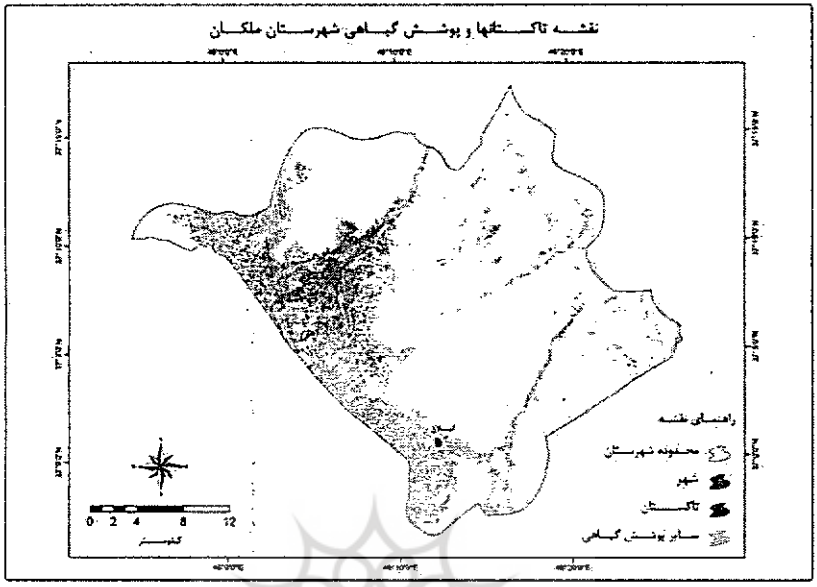
پس از طبقه‌بندی تصویر با روش شاخه‌ی درختی، دقت طبقه‌بندی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این کار با استفاده از دستگاه GPS به صورت تصادفی اقدام به نمونه‌برداری میدانی شد که در مجموع ۲۵ نقطه از سطح منطقه مورد مطالعه برداشت شد. این نقاط بر روی تصویر طبقه‌بندی شده پیاده شده و با استفاده از آنها دقت طبقه‌بندی ارزیابی شد. برای محاسبه‌ی میزان دقت طبقه‌بندی از شاخص کاپا استفاده شد. این شاخص دقت طبقه‌بندی را نسبت به یک طبقه‌بندی تصادفی نشان می‌دهد. دقت کلی معمولاً دارای مقدار بیشتری از دقت نهایی (شاخص کاپا) می‌باشد. اگر شاخص کاپا مساوی ۱ باشد طبقه‌بندی کاملاً صحیح و اگر مقدار شاخص برابر صفر باشد طبقه‌بندی کاملاً تصادفی است اما وجود مقدار منفی برای شاخص کاپا، به معنی ضعف در طبقه‌بندی است (Lillesand & Kiefer, 2001). در تحقیق حاضر ضریب کاپای محاسبه شده برای تصویر طبقه‌بندی شده ۰/۹۲۸۷ برآورد شد. پس از محاسبه‌ی ضریب کاپا اقدام به برآورد دقت کلی نقشه شد که دقت کلی طبقه‌بندی معادل ۹۵/۱۵٪ محاسبه شد.

پس از کسب اطمینان از صحت طبقه‌بندی، تصویر طبقه‌بندی شده به محیط سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) منتقل شد سپس براساس محاسبات آماری سطح زیرکشت تاکستان‌ها معادل ۴۰۵۰ هکتار برآورد و در مرحله‌ی بعد نقشه‌ی تاکستان‌ها در سطح شهرستان مطابق شکل ۳ تهیه شد.



شکل شماره‌ی (۳) نقشه‌ی تاکستان‌های شهرستان ملکان

پس از مشخص نمودن تاکستان‌ها در سطح شهرستان، برای مقایسه‌ی توزیع فضایی تاکستان‌ها با سایر پوشش‌های گیاهی در سطح منطقه‌ی مورد مطالعه، نقشه‌ی تاکستان‌ها با نقشه‌ی سایر پوشش‌های گیاهی در سطح شهرستان، تطبیق داده شد که نتیجه‌ی آن در شکل ٤ آورده شده است. همانگونه که این شکل نشان می‌دهد بیشترین تراکم تاکستان‌ها در اطراف شهر ملکان می‌باشد که مهم‌ترین دلیل آن شغل ساکنان این شهر است که باغداری مهم‌ترین فعالیت اقتصادی آنها محسوب می‌شود.



شکل شماره‌ی (٤) نقشه‌ی پوشش گیاهی و تاکستان‌های شهرستان ملکان

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای SPOT 5 استفاده و با اعمال روش طبقه‌بندی شاخه‌ی درختی برای NDVI سطح زیرکشت تاکستان‌های شهرستان ملکان با دقت ۹۵٪ معادل ٤۰۵۰ هکتار محاسبه شد. نتیجه‌ی تحقیق نشان می‌دهد که NDVI برای ارزیابی تاکستان‌ها از قابلیت بالایی برخوردار است چرا که شاخص NDVI سبزینگی موجود در تصویر را استخراج می‌کند، بنابراین با در نظر گرفتن تراکم بالای پوشش گیاهی در تاکستان‌ها می‌توان گفت که شاخص NDVI نتیجه‌ی مطلوبی را در استخراج سطح زیرکشت تاکستان‌ها ارایه می‌دهد.

دقت بالای نقشه‌ی استخراج شده برای تاکستان‌های شهرستان ملکان نشان می‌دهد که سنجش از دور کارایی بالایی در برآورد سطح زیرکشت محصولات و تهیه‌ی نقشه‌های محصول دارد و چون به منظور دست‌یابی به یک کشاورزی مناسب برنامه‌ریزان ملی و

تصمیم‌گیران، نیازمند اطلاعات به‌روز و صحیح از سطح زیرکشت محصولات کشاورزی و تخمین میزان محصول هستند، در حال حاضر بهترین روش برای این منظور استفاده از داده‌های سنجش از دور است که با هزینه‌ی پایین و سرعت بالا دست‌یابی به چنین اطلاعاتی را میسر می‌سازد.

با توجه به کارایی داده‌های سنجش از دور در استخراج سطح زیرکشت محصولات کشاورزی، پیشنهاد می‌شود که از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بالا نظیر Ikonos و Quick Bird استفاده شود تا بتوان با دقت و اطمینان بیشتری نسبت به ارزیابی محصولات کشاورزی و سطح زیر کشت آنها پرداخت، همچنین با در نظر گرفتن دقت بالای طبقه‌بندی شاخه‌ی درختی، پیشنهاد می‌شود که در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، از روش‌های جدید طبقه‌بندی نظیر روش شاخه‌ی درختی استفاده شود.

منابع

۱. احدنژاد، محسن (۱۳۸۲)، «*برآورد سطح زیرکشت محصول زیتون با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مطالعه موردی (منطقه طارم)*»، http://www Map Asia 2003.com.

۲. زبیری، محمود و دالکی، احمد (۱۳۷۸)، *اصول تفسیر عکس‌های هوایی با کاربرد در منابع طبیعی*، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۳. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان آذربایجان شرقی (۱۳۸٤)، «*طرح توسعه شهرستان ملکان*».

٤. علوی‌پناه، سیدکاظم (۱۳۸۲)، *کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)*، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۵. فیضی‌زاده، بختیار، عزیزی، حسین و ولیزاده کامران، خلیل (۱۳۸٦)، *«استخراج کاربری‌های اراضی شهرستان ملکان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای +ETM لندست ۷»*، مجله‌ی آمایش، شماره‌ی سوم.

٦. فیضی‌زاده، بختیار (۱۳۸٦)، *«مقایسه‌ی روش‌های پیکسل پایه و شیءگرا در تهیه‌ی نقشه‌های کاربری اراضی»*، پایانامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

7. Boyer, John D. (1998), "***Geographic***" Analysis of Viticulture Potential in Virginia.
8. http://www.schholarlib.vt.edu/theses/available/etd/92-198-02524.
9. Chavez, P.S., Jr., (1988), An Improved Dark-object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multi-spectral Data, ***Remote Sensing of Environment***, Vol. 24, No. 3, PP. 459-479.
10. Envi, 9 (2003), ***"Envi User Guide"***, Version 4.0.
11. Johnson, L. Roczen, D. and Youkhana, S. (2001), ***"Vineyard Canopy Density Mapping with IKONOS Satellite Imagery"***, Proceedings of 3rd International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry, Denver, Colorado (ERIM International Inc.: Ann Arbor, MI, USA).
12. Kahubire, Edith (2002), ***"Spatial De-aggregation of Crop Area Statistics Using Remote Sensing, GIS and Expert Knowledge"***, www.itc.com.
13. Lillesand, T.M and Kiefer, R.W. (2001), "***Remote Sensing and Image Interpretation***", 4th ed., john Wiley, and Sons, Inc USA.2001, ISBN: 0471255157.
14. Michigan Grape and Wine industry Council (2005), ***"Evaluation of the Use of a Geographic Information System for Wine Vineyard Site Selection in Leelanau and Berrien Counties"***, Michigan http://www.Michigawines.com.
15. Sawasawa, Haig, L.A. (2003), "***Crop Yield Estimation: Integrating RS, GIS and Management Factors***". www.itc.com
16. Unal Ediz, Mermer Ali, Mate Dogan Hakan (2004), "Determining Major Orchard (Pistachio, Olive, Vineyard) Areas in Gaziantep Province Using Remote Sensing Techniques", "***The International***

Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 34, Part xxx.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی