تهیه نقشه ی نهشته های کواترنری با استفاده از تصاویر ماهواره ای چند طیفی

نادر جلالی و جعفر غیومیان
اعضای هیات علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

مقدمه

مهمترین واقعه زمین‌شناسی که در دوران کواترنر اتفاق افتاده، تشکیل و تکامل خاکهاست. سازندهای کواترنر و بویژه خاکهای این دوره به لحاظ اینکه بستر توسعه تمدنها و فعالیت‌های اقتصادی و کشاورزی است از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند. وجود منابع آب زیرزمینی و معادن شن و ماسه و خاک‌های مناسب برای آجرپزی و همچنین خاکهای مناسب امر کشاورزی در مجموعه سازندهای کواترنر، به اهمیت این دوره می‌افزاید. توجه به رشد جمعیت و نیاز به منابع جدید برای توسعه منابطق شهری، صنعتی و کشاورزی نیز اهمیت به شناخت نهشته‌های کواترنر را افزون‌تر می‌سازد اگرچه شناخت نهشته‌های دقیق از نظر خصوصیات فیزیکی- شیمیایی، منابع آب و استعدادهای زیست محیطی و منابع اقتصادی، امری پرهزینه و زمان‌بر است ولی امری لازم و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد که در زمان مقتضی باید به انجام برسد.

مقدمه شناخت نهشته‌های کواترنر، تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی کواترنر است که توسط سازمان زمین‌شناسی و تحقیقات معدنی کشور و همچنین شرکت ملی نفت ایران تهیه می‌گردند. از آنجا که سازمان زمین‌شناسی کشور در تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی جنبه‌های اقتصادی و اکتشاف معادن را بیشتر مورد توجه قرار می‌دهد و از طرفی شرکت ملی نفت ایران در تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی به ساختارهای زمین‌شناسی و سازندهای دارای منابع نفت و گاز توجه خاص دارد، با توجه به این موارد، طبیعی است آنطور که باید نهشته‌های کواترنری مورد ریز بینی و بررسی جزئیات قرار نگیرند.

معمولاً در نهشته‌های زمین‌شناسی، سازند کواترنر به واحدهای اصلی نظیر تراس‌های جدید و قدیمی، مخروط افکنه‌ها و رسوبات آلودیال و کفه‌های رسی یا ماسه‌ای تفکیک می‌گردند که البته این اطلاعات در نقشه‌ها از ارزش بالایی برخوردار است و تاکنون نیز مورد بهره‌برداری‌های فراوان قرار گرفته است.

یکی دیگر از علل محدود بودن اطلاعات مربوط به نهشته‌های کواترنری در نقشه‌های زمین‌شناسی، احتمالاً مربوط به روش‌های سنتی است که تاکنون با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی و بررسیهای موردی زمین‌شناسی انجام می‌شده است و ممکن است استفاده از فن‌آوری‌های نوین و بهره‌گیری از اطلاعات چند طیفی ماهواره‌ای این نقیصه را در آینده برطرف نماید. در این تحقیق، سعی بر آن است تا با استفاده از داده‌های چند طیفی ماهواره‌ای و بررسی‌های زمین‌شناسی محلی، واحدهای کواترنر را در حد امکان به زیر واحدهای مربوطه تفکیک نمود.

بدیهی است پارامترهای کانی‌شناسی، رنگ، دانه‌بندی مواد آلی، املاح موجود در رسوبات و غیره پارامترهای مؤثر در تفکیک نهشته‌های کواترنر به زیر واحدهای مربوطه در حد امکان می‌باشند.

این تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، سنجنده TM و ETM به انجام رسیده و نتایج بدست آمده در فصل‌های بعدی ارائه گردیده است.

نهشته‌های کواترنر ایران

پیش از ۵۱ میلیون هکتار از سطح ایران زمین را نهشته‌های کواترنری تشکیل می‌دهند که حدود ۱۰ میلیون هکتار از آن متعلق به مخروط‌افکنه‌های با کاربری غیرکشاورزی است (غیومیان- جلالی- ۱۳۸۲). با توجه به سطح گسترده نهشته‌های کواترنری و بویژه مخروط‌افکنه‌ها با توجه به اهمیت آنها به عنوان منابع طبیعی در توسعه پایدار کشور، شناخت این بخش از سطح کشور و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی کواترنر، ضرورت پیدا می‌کند.

نهشته‌های کواترنری براساس اهمیت نسبی فرایندهای کواترنر در ایران به رسوبات آبرفتی و پادگانه‌های آبرفتی، رسوبات تبخیری، رسوبات بادی، رسوبات دریایی، نهشته‌های آتشفشانی دوره کواترنر، نهشته‌های لغزشی، رسوبات دریاچه‌ای و یخچالی تقسیم‌بندی شده است (احمدی- فیض‌نیا- ۱۳۷۵). با توجه به اهمیت نسبی نهشته‌های آبرفتی و بادی در ایران در ادامه برخی ویژگیهای این نهشته‌ها معرفی می‌گردد.

نهشته‌های آبرفتی به صورت رسوبات رودخانه‌ای و دشت‌های سیلابی دیده می‌شوند. وجه مشترک این رسوبات حمل این نهشته‌ها توسط آبهای جاری است. رسوبات کف بستر معمولاً از ذرات دانه‌درشت (گراول و ماسه‌درشت) تشکیل می‌شوند که در کف آبراهه بر اثر کاهش انرژی حمل رسوب بر جای می‌مانند این نوع رسوبات معمولاً گرد شده و از جور شدگی نسبی برخوردار می‌باشند. در رودخانه‌های کم‌شیب که نوعاً به صورت پیچان‌رود ظاهر می‌شوند، بافت رسوبات ممکن است ریزتر شده و به اندازه سیلت و رس تغییر یابد.

همانطور که از نقشه زمین شناسی محدوده طرح و جدول شماره ۲، بر می آید بیشترین سطح نهشته های کواترنر را در این محدوده، واحد تراس های جوان معروف به Qt2 تشکیل می دهد که در بخش مرکزی و جنوبی محدوده مورد مطالعه گسترش دارد. تراس های قدیمی کواترنر (Qt1) با گسترش نسبتا زیادی در درجه ی دوم اهمیت از نظر وسعت قرار می گیرند. نهشته های مخروط افکنه ای (Qf1) و نهشته های رودخانه ای (Qal) به ترتیب با ۴۳۷ و ۲۱۱ هکتار مساحت، مهمترین واحدهای کواترنری موجود پس از واحد های یاد شده، در محدوده مورد مطالعه می باشند. قدیمی ترین واحد کواترنری مربوط به زمان پلیوستوسن می باشد که در تپه های پارک چیتگر تهران، رخنمون دارند. در واقع بیشترین سطح نهشته های کواترنر در محدوده مورد مطالعه را تراس های قدیم و جدید به خود اختصاص می دهند. به عبارت دیگر با احتساب نهشته های مخروط افکنه ای (Qf1)، فقط ۳ واحد بارز نهشته های کواترنری در محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه به نقشه در آمده است. در حالی که تنوع رنگها و الگوهای ظاهر شده در تصاویر حاکی از اختلاف نهشته ها و تنوع آنهاست.

مبانی و روش های تهیه نقشه واحدهای کواترنری

در تهیه نقشه زمین شناسی معمولا از تفسیر استریوسکوپی عکسهای هوایی (روش فتوژئولوژی) استفاده می شود. حاصل تفسیر عکسهای هوایی علاوه بر داده های ساختاری و تکتونیکی نقشه ای است که اطلاعات مرز واحدهای سنگ شناسی و سازند ها را در بردارد. این نقشه‌ها طی انجام عملیات صحرایی و توصیف واحدهای سنگ‌شناسی و لحاظ نتایج آزمایشات به عمل آمده از تجزیه نمونه های خاک وسنگ، تکمیل گردیده و پس از طی مراحل نهایی و کنترل های لازم به چاپ می رسند. این روش که بطور مختصر توضیح داده شد همچنان از اعتبار کافی برخوردار است و طرح روش های جایگزین برای روش فتوژئولوژی به معنی نقص روش های موجود نیست. علی ایحال وجود تصاویر چند طیفی و توانایی های سیستم های اطلاعات جغرافیایی ایجاب می کند که روش های ممکن و کم هزینه مورد ارزیابی قرار بگیرند. از طرفی اعتقاد بر این است که توجه به اهداف اکتشاف مواد معدنی و منابع نفت و گاز در سازمانهای متولی تهیه نقشه های زمین شناسی سبب کم توجهی ناخواسته به وضعیت نهشته های کواترنری و تهیه نقشه آنها می گردد. لذا ضرورت دارد با توجه به اهمیت حیاتی نهشته های کواترنر در زندگی بشر، بویژه آیندگان، توان اطلاعاتی و کارشناسی جهت شناخت نهشته های کواترنر که تهیه نقشه های تفصیلی نیز یکی از مراحل آن است، مورد توجه جدی قرارگیرد. امروزه، روشها ی دور سنجی بطور گسترده در بررسیهای زمین شناسی مورد استفاده قرار می گیرند زیرا مطالعات زمین شناسی در سطح گسترده ووسیع علاوه بر وقتگیر بودن نیازمند صرف هزینه های زیادی می باشد. کاربردهای سنجش از دور درمطالعات زمین شنا سی، بیشتر به منا طق خشک و نیمه خشک محد ود می شوند. علت این امر محدود بودن پوشش گیاهی است که عامل محدود کننده ای برای اینگونه مطالعات به شمار می رود. در منا طقی که پوشش گیاهی وجود ندارد ویا فقیر است معمولا با زتابهای امواج نوری از سطوح خاک وسنگ به سنجنده می رسند در حالیکه در منا طق دارای پوشش گیاهی و پوشیده از آب، بازتا ب امواج نورانی که مرتبط با ویژ گیهای خاک وسنگ است به صورت اطلاعا ت رقومی در دسترس قرار نمی گیرند. به هر حا ل روشهای مختلفی برای تهیه نقشه های زمین شناسی مناطق بدون پوشش گیاهی با استفاده ازداده های سنجش از دور مورد توجه قرار گرفته است.

از مجموعه مطالبی که در بررسی منابع مورد توجه قرار گرفت، چنین نتیجه می شود که سنجش از دور در شناخت نهشته های خاص و دارای ترکیبات مشخص کاربردهای گسترده ای دارد. مثلا شناخت خاکهای با مواد آلی مختلف و یا با میزان مختلف مواد معدنی نظیر اکسید آهن با استفاده از تصاویر ماهواره ای میسر است. هنگامی که ترکیبی از حالت های مختلف وجود داشته باشد شناخت نهشته ها با مشکل مواجه می شود. نظر به اینکه بازتاب و یا جذب امواج الکترومغناطیس از سطح نهشته ها و واحدهای کواترنری، تابع مجموعه شرایط فیزیکی، محیطی و طبیعی حاکم بر این نهشته ها می باشد لذا شناخت اجزاء تشکیل دهنده این واحدها با توجه به رفتار

طیفی و پیچیدگی آنها عملی نمی باشد مگر اینکه نهشته های سازنده این واحدها از یکنواختی از نظر بافت، کانی شناسی و رنگ برخوردار باشند و یا اینکه در شناخت آنها از تصاویر فراطیفی استفاده شود. بدیهی است مجموعه عوامل تاثیرگذار بر میزان جذب و یا انعکاس امواج الکترومغناطیس در طی یک فرایند توام و پیچیده سبب بروز رفتار و بازتابندگی طیفی خاص می شوند که این رفتار ها ناشی از ویژگی های ذاتی و واقعی این نهشته ها می باشند و با توجه به این رفتارها و علائم طیفی می توان به ماهیت کلی و برخی ویژگی های بارز نهشته ها پی برد.

(Anderson) و (Weber & Dunno, 2001)، ازآخرین افرادی هستند که در تهیه ی نقشه های زمین شناسی با استفاده از داده های دور سنجی تلاش نموده اند. طبق نظر این محققین، خواص نوری وطیفی خاکها، در درجه اول به ترکیب کانی شناسی آنها بستگی دارد زیرا خاک حاصل هوا زدگی و آلتراسیون سنگ هایی می باشد که از کانی های مختلف تشکیل شده اند. رفتار وخواص طیفی خاکها در واقع رفتار وخواص کا نیهای تشکیل دهنده آن است. خاکها نیز همانند کانیها دارای بازتاب افزایشی از امواج نورهای مرئی به سمت امواج قرو سرخ کوتاه با نوار جذبی در حدود ۱/۴و ۱/۹ میکرو متر هستند. این نوارهای جذبی مربوط به رطو بت خاک می باشد. که در واقع یکی دیگر از فاکتور های تأ ثیرگذار بر رفتار و خواص طیفی خاکها به شمار میرود. فاکتور سومی که بر رفتار و خواص طیفی خاکها تأثیر می گذارد میزان مواد آلی موجود در خاکهاست. فاکتور بسیار مهم دیگری که می تواند بر رفتار و خواص طیفی خاکها تأ ثیر بگذ ارد، زبری ونا همواریهای سطوح خاک است که به نوعی به بافت خاک مربوط میشود. بعنوان مثال مواد دانه درشت، سطحی زبر دارند که نور را به نوعی به تله می اندازند این موضوع سبب تغییر توزیع نور در مناطق سایه و روشن ودر نتیجه کاهش یا زتاب می گردد. در تایید این نظریه (Clark,1999)، معتقد است که سطح ناهموار و زبر حتی سطح زبری که در نتیجه اندازه دانه ها و کانی های سنگ در سطح سنگها ظاهر می شوند بر میزان بازتاب امواج مادون قرمز و مرئی تاثیر می گذارد و میزان آن را کاهش می دهد. طبق تعریفی که (Floyd F. & Sabins LR,1986) در رابطه با معیار زبری و ناهمواریهای سطحی ارایه نموده اند، آستانه زبری تابع طول موج تابیده شده و زاویه تابش می باشد و این آستانه در تئوری برای امواج مایکرو ویو برابر با ۲۳/۵ سانتیمتر با زاویه تابش۷۰ درجه نسبت به افق Depression Angle برابر با ۳/۱ سانتیمتر می باشد. به عبارت دیگر نهشته هایی که اختلاف ارتفاع بین ذرات تشکیل دهنده ی آنها بیشتر از آستانه ی یاد شده باشد سطوح زبر و ناهموار شناخته می شوند. با توجه به طول موجهای بسیار کوتاه امواج الکترومغناطیس مورد استفاده در سنجش از دور از نوع معروف به غیر فعال و رابطه مستقیم مقدار طول موج با آستانه زبری و یا ناهمواری، بدیهی است که این آستانه برای سنجنده های ماهواره لندست که از تصاویر آنها در این بررسی ها استفاده شده است، کمتر از آستانه مذکور خواهد بود.

سطح خاک برای طبقه بندی تصاویر ماهواره ای، باید عاری از پوشش گیاهی باشد. معمولا شاخص های گیاهی برای پشتیبانی طبقه بندی تصاویر، تولید ومورد استفاده قرار می گیرند. شاخص گیاهی بیشتر در تشخیص مناطق بدون پوشش (Bare soils) و لحاظ آن در طبقه بندی چند طیفی تصاویر مورد استفاده واقع می شود. Pavel (Sedlak, 2002)، از تصاویر ماهواره ای لندست TM به منظور تهیه نقشه نهشته های کواترنری در سوئد استفاده نموده است. نامبرده با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده اقدام به طبقه بندی تصاویر چندطیفی نموده و نتیجه گرفته است که به این روش فقط ۶ واحد از نهشته های کواترنری منطقه مورد مطالعه به نقشه درآمده و صحت طبقه بندی ۵۰ درصد برده است. همچنین نامبرده نسبت به انتخاب تصاویر با پوشش گیاهی حداقل تاکید کرده است

مواد و روش ها

در انجام این تحقیق، از داده های رقومی و چند طیفی سنجنده TM ماهواره ی لندست به شماره گذر و ردیف ۳۵-۱۶۴، نقشه ی زمین شناسی شیت ۱:۱۰۰۰۰۰ تهران و داده های زمینی جمع آوری شده در محیط یک سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. در تهیه نقشه ی واحدهای کواترنری با بیشترین جزئیات ممکن و در مقیاسی که توان تفکیک زمینی سنجنده TM ماهواره ی لندست فراهم می آورد، روشهای تفسیر چشمی، طبقه بندی خودکار و طبقه بندی نظارت شده مورد توجه قرار گرفتند. لازمه ی به کارگیری هر سه روش تبدیل داده های ماهواره ای به اطلاعات نقشه ای، انجام پیش پردازش های لازم نظیر زمین مرجع سازی، تصحیحات هندسی و اتمسفری می‌باشد که این امر به روشهای معمول و استاندارد صورت پذیرفته است.

تطبیق واحدهای زمین شناسی با تصاویر ترکیب رنگ

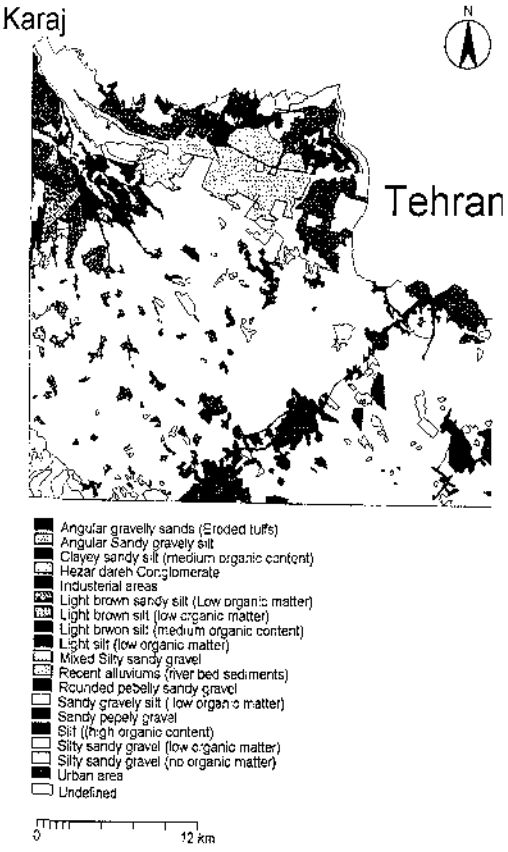
با توجه به اهداف این تحقیق که بررسی امکان تفکیک واحدهای کواترنری به واحدهای کوچکتر ممکن با استفاده از تصاویر ماهواره ای می باشد، بررسی های اولیه ای به عمل آمد تا اطمینان لازم از امکان پذیری و دستیابی به این عمل فراهم آید. به این منظور مزر واحدهای زمین شناسی موجود در نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ بر روی ترکیبات متعددی از باندهای تصاویر سنجنده **TM**، پهن گردید. این بررسی ها نشان می دهند که در تمام ترکیبات رنگی باندها، مرز واحدهای زمین شناسی بویژه مرز واحدهای غیرکواترنری از نهشته های کواترنری کاملا متمایز و مشخص می باشد در حالی که تشخیص مرز واحدهای کواترنری در مناطق پوشیده از گیاهان و مناطق شهری و صنعتی با مشکل مواجه و در مواردی نیز غیر ممکن است. تغییرات در نهشته های کواترنری و یا به عبارت دیگر واحدهای کوچکتر موجود در پهنه های وسیع تر کواترنری در ترکیباتی که در آنها از باند های ۵ و ۷ استفاده می شود بهتر آشکار می شوند. با توجه به محدودیت هایی که وجود پوشش گیاهی در تشخیص واحدهای زمین شناسی و خاک ایجاد می کند و جهت جلوگیری از تفسیرهای نادرست، از اطلاعات باند مادون قرمز نزدیک (باند ۴ سنجنده **TM**) نیز در ترکیب رنگی استفاده می شود تا حضور پوشش گیاهی، مشهود و در تفسیرهای چشمی مورد توجه قرار گیرد. از بررسی های به عمل آمده برروی تصاویر رنگی چنین نتیجه گیری

می شود که علیرغم وجود محدودیت ها می توان نهشته های کواترنری را بر روی تصاویر ماهواره ای تشخیص داده و آنها را به نقشه درآورد. در شکل شماره ۱، زمین شناسی بخشی از محدوده مورد بررسی که در آن مرز واحدهای کواترنری بر روی تصویر رنگی کاذب ۷۵۲ **RGB** مشخص گردیده است، نشان داده شده است.

تفسیر چشمی

معمولا تصاویر ماهواره ای به دو روش تفسیر چشمی و یا پردازش های رقومی و آنالیز های محاسباتی و مقایسه ای، به منظور استخراج اطلاعات موضوعی، مورد تفسیر قرار می گیرند. در مواردی که تفسیر تصویر مناطق کوچک و محدودی در نظر باشد معمولا روش تفسیر چشمی به لحاظ دقت بالای این روش، مورد توجه قرار می گیرد چرا که مفسر به واسطه تجربه و شناخت کافی که از محل و موضوع تفسیر دارد به تفسیر مبادرت می ورزد و نقشه هایی که با این پشتوانه های تخصصی تهیه شوند از اعتبار بالایی برخوردار می باشند. اگر چه تفسیر چشمی تصاویر می تواند بر روی باندهای مستقل نیز انجام شود ولی به لحاظ افزایش دقت تفسیرها، استفاده از تصاویر رنگی، به دلیل داشتن اطلاعات باندهای مختلف قویاً توصیه می گردد. ولی زمانی که وسعت منطقه مورد مطالعه زیاد و واحدهای تشکیل دهنده سطح زمین نیز از تنوع زیادی برخوردار باشند، معمولا روش تفسیر چشمی پرهزینه و وقت گیر خواهد بود. به هر حال برای آماده سازی تصاویر برای تفسیر چشمی، و به لحاظ سیستم تولید تصاویر رنگی، لازم است بعد از بارزسازی هر یک از نوار (باند) ها، عمل ترکیب باند ها با استفاده از ۳ رنگ قرمز، سبز و آبی **(RGB)**، به منظور نمایش در صفحه نمایش و تفسیر، صورت پذیرد.

شکل(۱) نمایش مرز واحدهای کواترنری بر روی تصویر رنگی کاذب RGB ۷۵۲



شکل(۲) نقشه ی واحدهای کواترنری تهیه شده به روش تفسیر چشمی

طبقه بندی خودکار و تلفیق آن با تفسیر چشمی (روش هیبرید)Hybrid Method

تصاویر چند طیفی با استفاده از پردازشهای لازم به نقشه های موضوعی، نظیر پوشش، کاربری و زمین شناسی تبدیل می شوند. در امر طبقه بندی، مهم این است که روش طبقه بندی حتی الامکان خودکار بوده و وابستگی کمتری به نظرات مفسر و پردازشگر تصویر داشته باشد. در طبقه بندی خودکار، نرم‌افزار فقط اطلاعات طیفی را در نظر می گیرد در حالیکه بسیاری از واحد های تشکیل دهنده سطح زمین، علیرغم اختلاف در برخی ویژگیها، علائم و اطلاعات طیفی یکسانی را دارا می باشند و این امر خطای طبقه بندی را سبب میگردد. از طرف دیگر، مفسر چشمی تصویر میتواند اطلاعات مکانی و طیفی هر یک از واحد های تشکیل دهنده سطح زمین را به خوبی تفسیر و اطلاعات مربوطه را استخراج نماید. اگر چه این امر در مقایسه با روشهای خودکار از اعتبار بیشتری برخوردار است ولی بسیار وقت گیر می باشد و بخصوص هنگامی که منطقه مورد مطالعه وسیع باشد، قطعا تفسیر چشمی تصویر و تعیین ویژگیهای مکانی و طیفی واحدهای تشکیل دهنده ی سطوح زمین توجیه پیدا نمی کند. با توجه به نقاط قوت و ضعف هر یک از روشهای یاد شده در طبقه بندی خودکار و تفسیر چشمی تصاویر ماهواره ای، روش تلفیقی این دو روش که به نام روش هیبرید شناخته شده است (Kramber W. J. and Morse, 2002) جایگاه خاصی در بین مفسران و پردازشگران تصویر پیدا کرده است. در این قسمت از تحقیق، با استفاده از روشهای خودکار، تصاویر نوارهای ۷، ۵، ۴، ۲ به تعداد ۱۰ طبقه، طبقه بندی گردید. پس ازطبقه بندی مشخص شد که حداقل چهار طبقه بوجود آمده مربوط به آب، خاکهای مرطوب و پوشش گیاهی با تراکم و سبزینگی های مختلف بوده است. لذا ابتدا بخشهایی از تصاویر را که در آنها شاخص سبزینگی Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Rouse et al, 1974) بزرگتر از ۰/۱ بود حذف نموده و برنامه طبقه بندی خودکار برای بخش های باقیمانده تصاویر به اجرا در آمد. به این طریق، اثر پوشش گیاهی در طبقه بندی حذف می شود و تمام سطوحی که دارای پو شش گیاهی و آب هستند در یک طبقه جای می گیرند. با استفاده از اطلاعات مربوط به نمونه های برداشت شده از منطقه و ویژگیهای آنها، طبقات حاصل از طبقه بندی خودکار، نام گذاری می شوند. درحین نام گذاری طبقات حاصل، تضادهای موجود بین واقعیت های زمینی و طبقات نقشه شناسایی می شوند. این خطاها بیشتر مربوط به اطلاعات طیفی و خصوصیا ت مربوط به محدوده طبقات بوده و کمتر خطاهای مکانی و هندسی را شامل می شوند. با استفاده از داده های مربوطه به واقعیت های زمینی و تفسیر چشمی تصاویر ماهواره ای، طبقات دارای خطا و اشتباه طبقه بندی شده، اصلاح شده ونام واقعی دریافت نموده اند. اگر چنانچه در مرز واحدها و طبقات نیز خطایی وجو د داشته باشد، می توان به راحتی وبه روش

تفسیر چشمی تصاویر، بعد از پهن نمودن نقشه ی محدوده ی طبقات به روی تصویر رنگی، نسبت به اصلاح مرز ها، به روش تفسیر چشمی و رقومی سازی از صفحه نمایش، اقدام نمود.

بررسی نقشه‌ها نشان میدهند که روش طبقه بندی خودکار با دقت بسیار زیادی هرگونه تغییرات طیفی را در تصاویر، دسته بندی و طبقه بندی نموده است. با توجه به این واقعیت و تنوع محدود واحدهای کواترنری در محدوده مورد مطالعه، استفاده از ۱۰ طبقه (کلاستر)، در پنجره تصویر استفاده شده برای طبقه بندی خودکار کافی به نظر میرسد. در صورت تنوع زیاد واحد های نقشه، می توان، تعداد طبقات بیشتری را در طبقه بندی خودکار در نظر گرفت

طبقه بندی نظارت شده

یکی از روش‌های شناخته شده در تبدیل داده های ماهواره ای چند طیفی به نقشه های موضوعی و اطلاعات مفید و کاربردی، استفاده از روشهای طبقه بندی است. یکی از متداول ترین روشهای طبقه بندی تصاویر ماهواره ای، روش طبقه بندی نظارت شده می باشد. در این روش، ابتدا تصاویر نوارهایی که در طبقه بندی مورد استفاده قرار می‌گیرند، انتخاب می شوند و سپس یک تصویر، ترجیحا تصویر ترکیب رنگی را که بیشترین اطلاعات و وضوح را داشته باشد به عنوان نقشه یا تصویر زمینه در نظر می گیرند. با استفاده از داده های واقعیت زمینی و اطلاعات به دست آمده از بررسیهای صحرایی و سایر منابع موقعیت پیکسل های خالص، شناسایی شده و نمونه های تعلیمی گرفته می شوند. در این مرحله، با گرفتن نمونه ها، به سامانه آموزش های لازم در خصوص ماهیت طیفی واحدهای تشکیل دهنده سطح زمین داده می شود. با مد نظر قرار دادن جایگاه هر یک از دسته نمونه های گرفته شده برروی نمودار۳ بعدی که محورهای آن را باندهای استفاده شده در طبقه بندی تشکیل می دهند و کنترل پارامترهای آماری نمونه های جدید نسبت پارامترهای آماری نمونه های مشابهی که قبلا انتخاب شده اند، دقت نمونه گیری برروی تصویر زمینه کنترل می گردد. پس از نهایی شدن عمل نمونه‌گیری، با استفاده از طبقه بندی کننده ها (classifiers)عمل طبقه بندی با استفاده از اطلاعات ذخیره شده برای نمونه های گرفته شده و نوارهای مورد استفاده صورت می پذیرد. برای انجام این طبقه بندی از تمام نوارهای سنجنده TM بجز نوار ۶ و از روشهای طبقه بندی کننده جعبه‌ای Box classifier و ماکزیمم شباهت Maximum Likelihood استفاده شده است

ارزیابی صحت

معمولا صحت پردازش های تصاویر ماهواره ای مخصوصا طبقه بندی تصاویر چند طیفی ماهواره ای، با استفاده از داده های معروف به واقعیت زمینی مورد ارزیابی قرار می گیرند. با توجه به اینکه هدف اصلی این تحقیق، تفکیک واحدهای کواترنری به واحدهای کوچکتر و ممکن می باشد در نتیجه واحدهای تشکیل دهنده نقشه حاصل با واحدهای نقشه زمین شناسی (به عنوان نقشه واقعیت زمینی) موجود متفاوت خواهد بود و در عمل امکان ارزیابی صحت به روش مقایسه واحدهای نقشه های تولید شده با واحدهای نقشه موجود، وجود نخواهد داشت. لذا ارزیابی صحت به روش نقطه ای به جای مقایسه سطح واحدهای نقشه مورد توجه قرار گرفت. در این رابطه بطور پراکنده و تصادفی از ۵۰ نقطه از منطقه مورد مطالعه بازدید و نمونه های لازم تهیه گردید. اطلاعات این نقاط به عنوان داده های واقعیت زمینی در ارزیابی صحت نقشه های تولید شده مورد استفاده قرار گرفت.

ارزیابی صحت کلی از نسبت پیکسلهای صحیح طبقه بندی شده به تعداد کل پیکسل های نمونه محاسبه می گردد. صحت کلی طبقه بندی به روش‌های مختلف محاسبه و در جدول(۱) ارائه شده است.

جدول (۱) صحت کلی طبقه بندی به روش های مختلف

ردیف	توصیف ویژگی های هر واحد	تفسیر چشمی	روش Maximum L.	روش Box	روش هیبرید
۱	مناطق شهری و پوشش آسفالت	۱۲	۱۱/۲۹	۱۰/۷	۲۶
۲	نهشته های شنی درشت دانه	۱۸	۲۹/۸	۳۴/۴۵	۲۰
۳	نهشته های رسی و سیلتی	۷۰	۲۷/۴	۳۰/۴	۱۹/۴۶
۴	پوشش گیاهی	۸/۴	۲۳/۳	۱۴/۷	۸/۷
متوسط درصد مساحتها نسبت به تفسیر چشمی	–	۱	۱/۴۴	۱/۲۴	۱/۱۲
صحت کلی طبقه بندی (درصد)	–	۱۰۰	۵۸/۵	۷۰/۲	۴۶/۸

نتایج و بحث

از مجموعه مطالبی که در بررسی منابع مطرح گردید چنین نتیجه می‌شود که سنجش از دور در شناخت نهشته های خاص و دارای ترکیبات مشخص کاربردهای گسترده ای دارد. مثلا شناخت خاکهای با مواد آلی مختلف و یا با میزان مختلف مواد معدنی نظیر اکسید آهن با استفاده از تصاویر ماهواره ای میسر است. هنگامی که ترکیبی از حالت های مختلف وجود داشته باشد شناخت نهشته ها با مشکل مواجه می شود. نظر به اینکه بازتاب و یا جذب امواج الکترومغناطیس از سطح نهشته ها و واحدهای کواترنری، تابع مجموعه ی شرایط فیزیکی، محیطی و طبیعی حاکم بر این نهشته ها می باشد، لذا شناخت اجزاء تشکیل دهنده ی این واحدها با توجه به رفتار طیفی و پیچیدگی آنها عملی نمی باشد مگر اینکه نهشته های سازنده ی این واحدها از یکنواختی از نظر بافت، کانی شناسی و رنگ برخوردار باشند. بدیهی است مجموعه عوامل تاثیرگذار بر میزان جذب و یا انعکاس امواج الکترومغناطیس در طی یک فرآیند توام و پیچیده سبب بروز رفتار طیفی خاصی می شوند که این رفتار ها ناشی از ویژگی های ذاتی و ظاهری این نهشته ها می باشند و با توجه به این رفتارها و بازتابندگی یا علائم طیفی می توان به ماهیت کلی و برخی ویژگی های بارز نهشته ها پی برد. آنچه که مسلم است با استفاده از تصاویر ماهواره ای چند طیفی می توان محدوده واحدهای بیشتری از آنچه که در نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ وجود دارد را مشخص نموده و به نقشه در آورد. به عبارت دیگر تعیین محدوده های جغرافیایی واحد های تشکیل دهنده زمین ونهشته های کواترنری با استفاده از تصاویر ماهواره ای کاملا امکان پذیر است و آنچه که مهم و دستیابی به آن مشکل است ویژگی های واحدهای تفکیک شده است که با روش های آزمون شده با صحت حدود ۶۰ درصد قابل حصول می باشد. بررسی ها نشان می دهد با استفاده از تجربه، دانش و اطلاعات قابل اعتماد صحرایی و به روش تفسیر چشمی می توان با صحت کلی بیش از ۹۰ درصد، نهشته های کواترنری را به واحدهای کوچکتر ممکن تفکیک نمود. ولی وقت گیر بودن این روش، بخصوص زمانی که وسعت منطقه بررسی بزرگ باشد سبب می شود تا روشهای جایگزین و سریعتر مورد توجه قرار گیرند. بررسی ها نشان داد که روش طبقه بندی نظارت شده مشروط به آنکه نمونه های تعلیمی کافی برای آموزش سیستم گرفته شود نسبت به سایر روش های طبقه بندی آزمون شده، روشی سریع و مطمئن و جایگزین مناسب برای روش تفسیر چشمی به شمار می آید. بررسی‌ها و مقایسه روشهای طبقه بندی چند طیفی تصاویر منطقه جنوب غرب تهران، صحت روش طبقه بندی نظارت شده با استفاده از طبقه بندی کننده جعبه ای را در مجموع برای تفکیک نهشته های کواترنری مناسب تر معرفی می کند. استفاده از این روش در طبقه بندی تصاویر مناطق گرمسار و شمال شرق اصفهان، صحت طبقه بندی ۶۱ درصد برای منطقه اصفهان، و ۵۵ در صد برای منطقه گرمسار را به دست می دهد در حالی که با استفاده از روش طبقه بندی به روش طبقه بندی کننده حد اکثر مشابهت، صحت مطلوبتری برای منطقه ورامین حاصل می شود. لذا می توان چنین نتیجه گرفت که مناسب بودن روش طبقه بندی کننده جعبه ای تصاویر چند طیفی، جامعیت ندارد و ممکن است سایر روش ها در مناطق دیگر نتیجه بهتری در بر داشته باشند. همان گونه که از بحث های به عمل آمده بر می آید تمام روش ها، اعم از روش تفسیر چشمی و سایر روش های جایگزین برای تفسیر چشمی تصاویر، با سطح اعتماد قابل قبولی که از تصاویر ماهواره ای انتظار می رود، توانایی تبدیل تصاویر چند طیفی ماهواره ای به نقشه موضوعی نهشته های کواترنری را دارا می باشند. انطباق نسبی مرز واحدهای نقشه حاصل از روش طبقه بندی نظارت شده با استفاده از یکی از طبقه بندی کننده ها با تصویر ماهواره ای در منطقه شمالشرق اصفهان (شکل ۱۴ج) و میزان صحت های ارزیابی شده موید این موضوع هستند. بدیهی است به منظور افزایش صحت طبقه بندی ها و به حداقل رساندن مناطق طبقه بندی نشده و تولید نقشه های موضوعی (نظیر نهشته های کواترنری) دقیقتر از تصاویر ماهواره ای، لازم است علاوه بر دقت در انتخاب زمان تصویر (به طوری حداقل پوشش گیاهی وجود داشته باشد) از تعداد زیاد و به اندازه کافی از نمونه های تعلیمی استفاده شود.

منابع مورد استفاده

۱- احمدی حسن و فیض نیا سادات، سازند های گواترنر (مبانی نظری و کاربردی آن در منابع طبیعی) انتشارات دانشگاه تهران شماره ۲۴۲۴، شابک ۸-۴۱۲۵-۰۳-۹۶۴

۲- جلالی نادر و غیومیان جعفر، ۱۳۸۱ تعیین ویژگیهای مخروط افکنه های غیر مزروعی به عنوان نقاط مستعد برای پخش سیلاب، با استفاده از تفسیر تصاویر ماهواره ای. گزارش داخلی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی

3- Floyd, F. and J.R. Sabinz. 1986. Remote sensing, Principles and interpretation. ISBN: 0-7167-1793-X

4- Kramber, W. J. and M. Morse. 1994. Integrating image interpretation and unsupervised classification procedures, *ASPRS/ACSM (1994), copyright ASPRS/ACSM*

5- Pavel, S. 2002. Using Landsat TM data for mapping of the Quaternary deposits in central Sweden, Journal of Geographica 37, 2002, Department of Geoinformatics, faculty of science, Palacky University, Olomouc

6- Rouse, N. 1974. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI),