



# تهیه نقشه آبرفت‌های کواترنری استان زنجان

## با استفاده از RS-GIS

پرویز عبیدی

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات منابع طبیعی استان زنجان

### مقدمه

علی‌رغم اهمیت شناخت نهشته‌های کواترنری در کشور ماکار تحقیقاتی جامع و سیستماتیک بر روی این نهشته‌ها صورت نگرفته است. یکی از قابلیت‌های بسیار مهم این نهشته‌ها برای جامعه انسانی، ذخیره سازی منابع آب است که از نیازهای طبیعی و اساسی انسان می‌باشد. به هر صورت هدف از این مقاله بررسی مشخصه‌های زمین‌شناسی آبرفت‌های کواترنری استان زنجان می‌باشد.

نقشه‌های آبرفت‌های کواترنری یکی از لایه‌های اطلاعاتی مهم و اساسی برای انجام بررسی‌ها و مطالعات ژئوتکنیکی می‌باشد که نحوه پراکنش و ویژگی‌های نهشته‌های آبرفتی را نشان می‌دهد. این نقشه‌ها کاربردهای بسیار مناسبی در جهت شناسایی و استفاده از قابلیت‌ها و پتانسیل‌های نهشته‌های آبرفتی دارند. از این نقشه‌ها برای ارزیابی گسترش سفره‌های آب زیرزمینی، روانگرایی، گسترش خاک‌های مسئله دار، مکانیابی برای اجرای پروژه‌های عمرانی بزرگ، راهسازی و غیره استفاده می‌شود.

تصاویر رقومی ماهواره‌های منابع زیرزمینی با طول موج‌های مختلف و با قدرت تفکیک بالا همراه با بهره‌گیری از سیستم‌های کامپیوتری و نرم‌افزارهای ویژه پردازش داده‌ها، این امکان را برای مفسران فراهم کرده که با دقت و سرعت خیلی زیاد به مطالعه و اکتشاف منابع زمینی بپردازند. در زمین‌شناسی و به ویژه مطالعه آبرفت‌های کواترنری کارآیی این تکنولوژی بسیار زیاد است.

از این روش می‌توان برای اکتشاف مواد فلزی سنگین که در سنگ مادر به صورت پراکنده (Dessiminate) و با عیار پایین وجود دارد و ممکن است در آبرفت‌ها به صورت متمرکز وجود داشته باشد استفاده کرد. به طور مثال در اکتشاف طلا در پلاسرها همچنین شناخت کانی‌هایی مانند اوارنیوم که امکان حل شدن آنها در آب و تمرکزشان در آبرفت‌ها وجود دارد و در زمین‌شناسی مهندسی برای اکتشاف مصالح ساختمانی و منابع قرضه مناسب و بدون

### چکیده

از آنجایی که تشکیلات کواترنری بستر اصلی زندگی جامعه انسانی را تشکیل می‌دهد، مطالعه کواترنری، مطالعه ذخیره عظیم و باقی‌مانده طبیعی هر مملکتی است که باید زیربنای مطالعاتی توسعه پایدار قرار گیرد.

تصاویر رقومی ماهواره‌های منابع زیرزمینی با طول موج‌های مختلف و با قدرت تفکیک بالا همراه با بهره‌گیری از سیستم‌های (GIS) و نرم‌افزارهای ویژه پردازش داده‌ها، این امکان را برای مفسران فراهم کرده که با دقت و سرعت خیلی زیاد به مطالعه و بررسی موضوعات مختلف مرتبط با منابع طبیعی بپردازند.

برساین اساس در این مقاله سعی شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (ETM) روشی برای تهیه نقشه آبرفت‌های کواترنری ارائه گردد. برای انجام این تحقیق بعد از گردآوری داده‌های مورد نیاز و تصاویر ماهواره‌ای لندست (ETM) این داده‌ها مورد پردازش قرار گرفته و در محیط برنامه (GIS) اقدام به تهیه نقشه کواترنری گردید. با جمع‌بندی نتایج بدست آمده می‌توان گفت از ترکیب ۶ باندها (باندهای ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۷) از هفت باندها اطلاعات (ETM) در محدوده طول موج مرئی تا نزدیک مادون قرمز حرارتی، تصاویر رنگی (Colour Composites) مختلف به منظور تفکیک واحدهای سنگی ساخته شده که بهترین آن ترکیبی از سه باند ۵ و ۳ و ۱ است.

در این تصویر واحدهای مختلف سنگی به خوبی از هم تفکیک شده و با انجام بررسی‌های لازم دقت آن در حدود ۹۰ درصد برآورد گردید که دارای ضریب اطمینان بسیار مناسبی است. با استفاده از نتایج حاصل از این بررسی‌ها می‌توان پتانسیل‌های موجود در این تشکیلات را با توجه به خصوصیات تصویری آنها مورد شناسایی و بهره‌برداری قرار داد.

### واژه‌های کلیدی

آبرفت‌های کواترنری، تصاویر ماهواره‌ای، لندست (ETM)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، استان زنجان

شرقی و  $13^{\circ} 36' 27''$  تا  $27^{\circ} 05'$  درجه عرض شمالی در حوزه آبریز قزل اوزن و در محدوده شهرستان زنجان قرار دارد. وسعت کل حوزه آبریز دشت زنجان حدود  $4705$  کیلومتر مربع است که  $2469$  کیلومتر مربع آن سازندهای زمین‌شناسی می‌باشد و سطح نهشته‌های آبرفتی دشت زنجان و سایر دشتهای پراکنده را در بر می‌گیرد. (نگاره (۳))



نگاره (۳): موقعیت قرارگیری دشتهای استان زنجان

#### ۲ - دشت ماهنشان - انگوران - دندی

دشت ماهنشان - انگوران در غرب استان زنجان بین مختصات جغرافیایی  $15^{\circ} 47' 47''$  تا  $31^{\circ} 48' 47''$  طول شرقی و  $12^{\circ} 36' 37''$  تا  $37^{\circ} 05'$  عرض شمالی قرار دارد. وسعت کل حوزه آبریز دشت ماهنشان - انگوران  $6815$  کیلومتر مربع است که  $996$  کیلومتر مربع آن را دشتهای پراکنده و دره‌ای و بقیه را سازندهای زمین‌شناسی و ارتفاعات تشکیل می‌دهند. (نگاره (۳)) در این حوزه به استثنای دشت دندی دشت مسطحی وجود ندارد و اغلب دشتهای در بستر مسیر رودخانه‌های قدیمی و کنار رودخانه‌ها با وسعت کم دیده می‌شوند.

#### ۳ - دشت سجاس - حلب

دشت سجاس - حلب در جنوب غربی شهر زنجان بین مختصات  $16^{\circ} 48' 48''$  تا  $27^{\circ} 48' 47''$  طول شرقی و  $6^{\circ} 36' 39''$  تا  $36^{\circ} 39'$  درجه عرض شمالی قرار دارد. براساس مطالعات انجام شده حدود  $2494$  کیلومتر مربع وسعت دارد که  $1298$  کیلومتر مربع آن را نهشته‌های آبرفتی و بقیه را ارتفاعات تشکیل داده‌اند. در این حوزه آبریز، دشتهای صورت تپه ماهوری و دره‌ای و ناهموار هستند که توسط ارتفاعات بلند و یا نهشته‌های پلیو پلیستوسن کم ارتفاع از هم جدا می‌شوند. (نگاره (۳))

#### ۴ - دشت زرین آباد

دشت زرین آباد در متپه‌الیه جنوبی استان زنجان، در مجاورت استان همدان بین مختصات جغرافیایی  $53^{\circ} 47' 48''$  تا  $48^{\circ} 48' 48''$  طول شرقی و  $39^{\circ} 35'$  تا  $36^{\circ} 36'$  عرض شمالی قرار دارد. (نگاره (۳)) در این محدوده، دشت مسطح و هموار با گسترش زیاد وجود ندارد و بجز بخشهای شرقی حوزه که دشت پوشیده از رسوبات پادگانه آبرفتی و آبرفتهای جوان است، در سایر نواحی

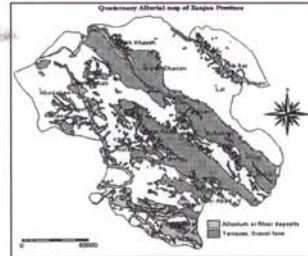
وجود مواد مزاحم مانند گچ، نمک، میکاو... از این روش استفاده کرد. شناخت دقیق و سریع محدوده این آبرفتهای برای برنامه ریزی نمونه برداری ژئوشیمی بدون استفاده از روش پردازش تصویر (Image Processing) تقریباً غیر ممکن است. با این روش امکان تفکیک گستره آبرفتی حاصل از فرسایش و حمل هر توده سنگی با سرعت و دقت بالا وجود دارد. با این توضیحات هدف از ارائه این مقاله تهیه نقشه آبرفتهای کوآترنری استان زنجان با استفاده از (RS-GIS) می‌باشد که در ادامه بحث به روش کار و نتایج بدست آمده پرداخته می‌شود.



نگاره (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

#### موقعیت پراکنش آبرفتهای کوآترنری در سطح استان

نهشته‌های کوآترنری استان زنجان با گستردگی بیش از  $8941$  کیلومتر مربع که در حدود  $40$  درصد مساحت کل استان را شامل می‌شود، با مشخصه‌های متنوع، قابلیت‌هایی برای اهداف مختلف مورد نیاز زندگی بشری دارند. شناسایی این قابلیت‌ها در استفاده بهینه از آنها کمک مؤثری خواهند نمود. (نگاره (۲))



نگاره (۲): نقشه پراکنش آبرفتهای کوآترنری در سطح استان زنجان

با توجه به مطالعات و بررسیهای انجام شده در این تحقیق و براساس نقشه پراکنش تهیه شده برای آبرفتهای استان زنجان، مناطق و محلهای دارای نهشته‌های آبرفتی کوآترنری در سطح استان تحت عنوان دشتهای سلطانیه - زنجان، سجاس، زرین آباد، ماهنشان - انگوران و ابهر می‌باشند که جهت مطالعه دقیق‌تر و ارائه مشخصات آنها در ادامه بحث به بررسی هر کدام از آنها بطور جداگانه پرداخته می‌شود.

#### ۱ - دشت زنجان

دشت زنجان - سلطانیه بین مختصات جغرافیایی  $5^{\circ} 47' 49''$  تا  $49^{\circ} 05'$  طول



حوزه ناهموار و بصورت تپه ماهوری و دره‌ای می‌باشد.

## ۵- دشت گیلوان

دشت گیلوان در منتهی‌الیه شمال شرقی شهرستان زنجان بین مختصات جغرافیایی ۳۳° ۴۸' تا ۱۰° ۴۹' طول شرقی و ۴۰° ۳۶' تا ۳۷° ۳۷' استقرار یافته است. در این محدوده دشت وسیعی وجود ندارد و در واقع دشت شامل اراضی حاشیه رودخانه قزل اوزن است که از رسوبات پادگانه‌های آبرفتی تشکیل شده است. (نگاره (۳))

## ۶- دشت قیدار

دشت قیدار بین مختصات جغرافیایی ۵۳° ۴۸' تا ۳۵° ۴۹' طول شرقی و ۳۶° ۲۸' تا ۳۶° ۲۸' درجه عرض شمالی در جنوب شرقی شهرستان قیدار قرار دارد. (نگاره (۳)) و وسعت کل حوزه آبریز دشت قیدار حدود ۲۵۴۹/۳۷ کیلومتر مربع است که ۱۳۳۱/۲۷ کیلومتر مربع آن را سازندهای زمین‌شناسی مختلف و فدیمی ۱۳۱۸ کیلومتر مربع را نهشته‌های آبرفتی تشکیل می‌دهد.

## ۷- دشت ابهر

این دشت در شرقی‌ترین منطقه استان زنجان بین طولهای شرقی ۳۴° ۴۸' تا ۱۶° ۴۹' و عرضهای شمالی ۳۸° ۳۵' تا ۱۹° ۳۶' واقع شده است. وسعت دشت ابهر که در حوزه شور، کرج و جاجرود قرار دارد بالغ بر ۱۱۴۲ کیلومتر مربع است و جهت کشیدگی آن از شمال غربی به سمت جنوب شرقی است. (نگاره (۳)) گسترش آبرفتها و افزایش عمق آنها در امتداد رودخانه ابهر و در طول دره می‌باشد. سنگ کف ناحیه با توجه به مطالعات زمین‌شناسی و نتایج ژئوفیزیک از نوع آذرین خروجی می‌باشد و در بعضی از نقاط به علت تجزیه سنگهای خروجی لایه‌های رس بر روی کف اصلی قرار گرفته است. ضخامت آبرفت بسیار متفاوت و نامنظم است.

## معرفی ماهواره لندست (ETM)

در برنامه توسعه ماهواره‌ای در سال ۱۹۹۳ لندست-۶ قرار بود به منظور داده‌های ماهواره‌ای پیشرفته مربوط به نقشه‌های موضوعی معروف به ETM (Enhanced Thematic Mapper) با نقشه موضوعی بارز شده در مدار زمین قرار گیرد که متأسفانه با شکست مواجه شد.

در برنامه‌ها سیاست توسعه‌ای ماهواره‌های لندست سازمان فضانوردی امریکا (NASA) نصب لندست - ۷ در برنامه کاری بوده که قرار بود در سال ۱۹۹۷ در مدار قرار گیرد. این ماهواره طوری طراحی شده است که سنجنده‌های پیشرفته بر روی آن نصب گردیده و تصاویر ماهواره‌ای با رزولوشن نقشه‌های موضوعی (Enhanced Thematic Mapper) با قدرت تفکیک ۱۵ متر برای باندهای پانکروماتیک و ۶۰ متر برای باندهای حرارتی را تهیه می‌کند.

مختصات تصاویر ماهواره لندست-۷ (ETM) بشرح زیر است:  
TMI=تهیه نقشه سواحل آبی، حساس به کلروفیل و برای تفاوت‌های خاک و

پوشش گیاهی، درختان خزان شده

TM2=حساس به تابشهای بازتاب پوشش گیاهی شاداب و سالم

TM3=حساس به جذب کلروفیل برای مشخص نمودن تفاوت‌های گونه‌ای

TM4=حساس به بازتابهای فرسوخ نزدیک پوشش گیاهی سالم و شاداب و برای مطالعات توده گیاهی

TM5=حساس به رطوبت پوشش گیاهی و تفاوت‌های بازتابی برف ابر

TM6=تهیه نقشه‌های بازتابهای طیفی و حرارتی مشخص‌کننده رطوبت خاک

TM7=حساس به رطوبت گیاهی و یونهای هیدروکسیل (OH)، تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و معدنی.

## مواد و روشها

برای انجام این تحقیق مراحل زیر به ترتیب به انجام رسیده است.

### الف- جمع آوری اطلاعات و داده‌های موردنیاز

در این مرحله با مراجعه به سازمانهای ذیربط نظیر مرکز سنجش از راه دور، سازمان نقشه برداری کشور، سازمان جغرافیای ارتش و غیره اطلاعات موردنیاز بشرح زیر جمع آوری گردید:

- نقشه زمین‌شناسی چهارگوش زنجان با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰

- نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

- دستگاه (GPS)

- داده‌های رقومی (ETM) لندست ۷ مربوط به سال ۲۰۰۲ میلادی

### ب- پردازش تصاویر ماهواره‌ای

ورود داده‌های رقومی ماهواره‌ای در محیط سامانه (GIS) در نرم‌افزار (ILWIS) بمنظور پردازش تصاویر ماهواره‌ای که در این مرحله در تصویر ماهواره‌ای لندست ۷ (ETM+7) مورد پردازش قرار گرفتند.

## ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای

بمنظور تحقق اهداف پیش‌بینی شده در این تحقیق نسبت به تهیه تصویر ماهواره‌ای لندست ۷ مربوط به سال ۲۰۰۲ (Land sat-7-ETM, 8ban) اقدام گردید.

## ۲- تصحیحات زمین مرجعی (Geometric correction)

با توجه به اینکه دو فریم از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ دارای مختصات جغرافیایی بودند ولیکن بدلیل افزایش دقت در این تصویر، با مراجعه به منطقه نسبت به تعیین مختصات جغرافیایی نقاط مشخص و با استفاده از (GPS) بمنظور استفاده در تصمیمات زمین مرجعی اقدام گردید. سپس با استفاده از مختصات جغرافیایی نقاط کنترلی نسبت به تصحیح هندسی مجدد تصویر ماهواره‌ای (ETM) سال ۲۰۰۰ که دارای مختصات جغرافیایی بود، بمنظور افزایش دقت مطابقت سطوح و مستون تصاویر با مختصات جغرافیایی اقدام و با انجام برنامه (Resampling) تصویر بروز تصحیح و کوردیت دار می‌گردد. برنامه نمونه‌گیری مجدد یا (Resampling) از طریق روش استفاده از نزدیکترین همسایه (Nearest Neighboring) انجام گرفته است. در تصحیح هندسی (زمین مرجعی)

بمنظور آماده سازی تصاویر ماهواره‌ای لندست-۷ سال ۲۰۰۲ میلادی برای انجام مرحله‌ای مطالعه و تحقیق از کلیه باندهای تصاویر تصحیح زمین مرجعی شده با استفاده از برنامه (Submap) در (Rastermap Operation) براساس سطر یا ستون و با مختصات جغرافیایی محدوده مطالعاتی بر روی تصویر را مشخص و نسبت به تهیه آن از تصویر اصلی زمین مرجعی شده اقدام می‌گردد که با نام sb1, sb2, sb3, ... در محیط GIS مشخص شدند. سپس برای واضح سازی و بالا بردن قدرت تفکیک تصویر اقدام به بارزسازی بشرح زیر گردید.

### بارزسازی تصاویر (Image Enhancement)

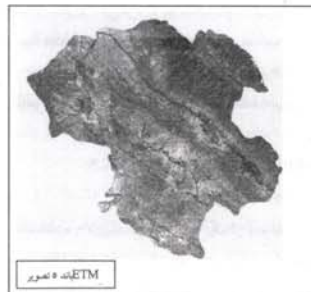
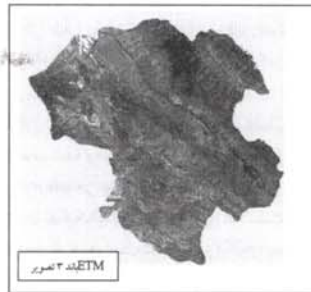
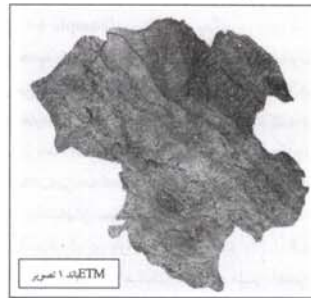
قبل از تهیه نقشه رسیوات کواترنری با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، بارزسازی تصاویر بمنظور استخراج داده‌های رقومی (Data extraction) و تفسیر چشمی تصاویر (Visual Interpretation) نقش مهمی را بازی می‌کند، لذا جهت تحقق این امر روشهای مختلفی است که شامل انواع بسط داده‌های (Stretching)، بارزسازی لبه (Edge Enhancement) فیلترگذاری (Filtering) نسبت بانندی (Band Ratio) ترکیب مجازی رنگ (Composite False Color) با باندهای مختلف، تجزیه مؤلفه‌های اصلی (Principle Component analysis) و ترکیب بانندی از مجموعه‌ای از باندهای تصاویر ماهواره‌ای و PC می‌گردند. با اعمال هر کدام از این روشهای بارزسازی با توجه به تخصص، تشخیص و مهارت، سلیقه، هنر و اطلاعات محلی کارشناس دستیابی به داده رقومی مورد نیاز و استفاده از آنها، تفسیر و نتیجه‌گیری مورد نظر را امکانپذیر می‌سازد.

در این تحقیق قبل از اعمال بارزسازی تصاویر بین باندهای مختلف جدول ماتریس همبستگی تشکیل و مشخص شده باندهای ۷ و ۴ و ۱ و ۲ به ترتیب از درجه وارپانس (انحراف معیاری) بالایی برخوردارند و در نتیجه همبستگی بین باندهای مزبور بسیار کم بوده و بازتابهای طیفی در این باندها از تباین (Contrast) بهتری برخوردار هستند، که بهترین تصویر ترکیب مجازی رنگی (FCC) از این باندها قابل تهیه است. لذا در ترکیب بانندی از باندهای ۱، ۳، ۴، ۵ و ۷ (R.G.B) بمنظور تهیه تصویر ماهواره‌ای استفاده گردید. بهترین تصاویر مجازی رنگی تهیه شده در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد. (نگاره ۵)



نگاره (۵): تصویر رنگی مجازی سه باند ۱، ۳ و ۵

تصویر ماهواره‌ای که با استفاده از نقاط کنترل زمین (Ground Control Points) دقت حاصله تابعی از زیگمای برنامه می‌باشد هر چقدر  $6 < 1$  باشد دقت عمل بیشتر خواهد بود که زیگما مربوط به این تصویر حدود  $0.28/0$  بوده است. نقاط کنترل زمینی که بوسیله دستگاه (GPS) مختصات آنها تعیین می‌گردد بایستی از نقاطی باشند که هم بر روی تصویر و هم نقشه براحتمی قابل تشخیص باشند و سعی می‌شود این نقاط در مکانهایی باشند که زمان تهیه تصویر ماهواره‌ای تغییر مکان نداشته باشد نظیر تقاطع جاده‌های اصلی، راه‌آهن، میادین شهر، تقاطع خیابانهای اصلی مناطق مسکونی، گوشه دیوار کارخانجات بزرگ، پل‌های بزرگ، ساختمانهای بزرگ و مشخص داخل شهرها، مسیر غیر قابل تغییر رودخانه‌ها و نظیر اینها.



نگاره (۴): نمایی از باندهای ۱، ۳ و ۵ تصویر ماهواره‌ای لندست (ETM)



## ایجاد تصاویر رنگی مجازی (Colour Composite)

بانداهای تصویر ماهواره‌ای به تنهایی دارای تن خاکستری وابسته به بازتاب طیفی پدیده‌های مختلف در محدوده طول موج ویژه همان باند هستند. از آنجا که قابلیت تن‌های خاکستری مختلف به وسیله چشم انسان محدود است (نگاره ۴) تصاویر رنگی ترکیبی (Colour Composite) که

نتیجه نمایش همزمان سه باند تصویری از یک منطقه بر روی صفحه نمایش و به کاربردن سه فیلتر رنگی قرمز، سبز و آبی برای این باندها به وجود می‌آیند کارایی بیشتری در تفکیک پدیده‌های مختلف دارند. حال اگر انتخاب باندها بر اساس شناخت بازتاب طیفی سنگها و خاکها در باندهای مختلف باشد، تصویر رنگی دارای کیفیت بهتری خواهد شد و به کارگیری برنامه‌های آشکار ساز بهترین و امکانپذیر ترین نتیجه ممکنه را خواهد داشت و سرانجام آشنایی با پدیده‌های تصویری مانند تن، رنگ، اندازه شکل، بافت و طرح می‌تواند در تشخیص پدیده‌های مختلف و تفسیر نهایی کمک بسیاری به مفسر کند. برای این منظور قبل از ساختن تصاویر رنگی مجازی (Colour Composite) به دوروش زیر اقدام به افزایش کیفیت تصاویر گردید:

- ۱- به کارگیری برنامه افزایش کنتراست (Contrast Enhancement) برای هر باند به طور جداگانه قبل از ساختن تصویر رنگی
- ۲- به کارگیری برنامه افزایش کنتراست پس از ساختن تصویر رنگی در روش اول، با بکارگیری دو برنامه متفاوت تصاویر رنگی مختلفی به شرح زیر ساخته شد.

الف) روش Linear Contrast Enhancement که در نتیجه آن محدوده درجات روشنایی پیکسل‌های هر باند بین مینیمم و ماکزیمم صفر تا ۲۵۵ به صورت خطی پخش شد. پس از افزایش کنتراست برای شیبی باند مختلف، تصاویر رنگی مجازی گوناگونی با ترکیب سه باند ساخته شد که بهترین آنها عبارت بودند از:

در تصاویر رنگی متشکل از باندهای ۱و۴ و ۱و۳ و ۱و۳و۴ در محیط RGB واحدهای سنگی مختلف قابل شناسایی بودند و در این تصاویر پس از بکارگیری فیلتر Average از نوع Low Pass و به ابعاد ۳x۳ پیکسل می‌توان تشکیلات آبرفتی کوآترنری را مشخص نمود. (نگاره ۴)

ب) روش Equalization Contrast Enhancement با این روش در هر باند محدوده بیشترین تمرکز درجات روشنایی پیکسلها بین صفر تا ۲۵۵ پخش شده و در نتیجه این عمل که با تغییر شکل هیستوگرام اولیه همراه بود اطلاعات بیشتری به دست آمد. پس از به کارگیری این برنامه آشکار سازی تصاویر رنگی مجازی مختلفی با ترکیب سه باند تصویری و در محیط RGB ساخته شد که بهترین آنها تصویر رنگی باندهای ۱و۴ یا ۱و۳و۴ پس از به کارگیری فیلتر Average به ابعاد ۳x۳ پیکسل بود. در این تصاویر درحالی که مقداری از عوارض توپوگرافی حذف شد ولی واحدهای کوآترنری قابل شناسایی شدند. روش دوم برنامه افزایش کنتراست پس از ساختن تصویر رنگی و انتخاب بیشترین درجات روشنایی به دست آمده از مجموع سه بانداست. از آنجا که از ترکیب سه باند با محدوده روشنایی و میانگین مساوی و یا شدت روشنایی نزدیک هم تصویر رنگی مجازی با

کیفیت بهتری به دست می‌آید، با استفاده از توابع مکعبی (Cubic) و سهمی (Parabolic) می‌توان درجات روشنایی پیکسلها را بدون تغییر شکل هیستوگرام اولیه کشش داده و یا فشرده کرد و میانگین و محدوده مساوی روشنایی برای سه باند به دست آورد. این روش به نام (Balance Contrast Enhancement Technique) نامیده می‌شود.

## تهیه نقشه آبرفتیهای کوآترنری

برای تهیه نقشه کوآترنری از تصویر ماهواره‌ای (ETM) از روش طیفی استفاده گردید. در این روش پس از تهیه ترکیب مجازی رنگی (FCC) برای تصویر ماهواره‌ای (ETM) سال ۲۰۰۲ با توجه به رابطه همبستگی بین باندهای آنها، از باندهای ۳، ۵ و ۱ به ترتیب قرمز سبز آبی (۳، ۱ و ۵) (RGB) با اجرای برنامه (Sample set) نسبت به نمونه‌گیری از ارزش طیفی پیکسلهای تصاویر با توجه به بازتاب طیفی که بر روی تصاویر با رنگهای متفاوت از هم مشخص می‌شوند و بر اساس شناخت و اطلاعات لازم از منطقه مورد تحقیق با نظر کارشناسی اقدام می‌گردد و از آنجا که کلیه باندهای تصاویر ماهواره‌ای در برنامه (Maplist) موجود می‌باشند، بهنگام نمونه‌گیری طیفی با توجه به امکانات برنامه که میانگین طیفی، انحراف معیار، تعداد پیکسل غالب از تعداد پیکسلهای نمونه‌گیری شده را بصورت جدول نشان می‌دهد. همزمان با نمونه‌گیری پارامترهای فوق نیز بدقت کنترل می‌گردد، تا پیکسلهای انتخابی نزدیک به میانگین بازتاب طیفی تصویر بوده و انحراف معیار نیز بسیار کم باشد، یعنی ارزش طیفی نمونه‌های انتخابی بسیار نزدیک به میانگین ارزش طیفی بوده و یا در محدوده قابل قبول ۹۵٪ منحنی نرمال قرارگیرند تا با کاهش خطا و افزایش دقت نمونه‌گیری تعیین کلاسهای موردنظر در برنامه طبقه بندی (Classification) با دقت بالایی صورت گیرد، و از طرفی با فعال نمودن و نمایش سیمایی فضایی (Feature space) نمونه‌های انتخاب شده وضعیت آنها را از نظر تفکیکی هر یک از کلاسها مورد بررسی قرار داد، هر چقدر دقت نمونه‌گیری با توجه به جدول اشاره شده کنترل شود، تفکیک پذیری و جدایی کلاسهای انتخابی مشهودتر خواهد بود. لازم به توضیح است که برای هر یک از تصاویر ماهواره‌ای فوق قبل از نمونه‌گیری طبقه‌ای، نام کلاسها در برنامه ایجاد قلمرو و Create Domain) تهیه و تدوین می‌گردد تا بهنگام نمونه‌گیری در برنامه ویرایش قلمرو و کلاسها (Domain Edit) برای هر نمونه انتخابی کلاس مربوط به آن نمونه را در جدول طبقه بندی کلاسها منظور کرد. برای افزایش دقت نمونه‌گیری طیفی در سطح ۹۵٪ از فرمول زیر استفاده گردیده است:

$$N = 4pq/E_2 \quad P = 95\% \text{ سطح اطمینان}$$
$$N = 4 * 0.95 * 0.05 / (0.05)^2 = 70 \quad q = 1 - p = 1 - 0.95 = 0.5$$
$$N = 0.5 \quad E = \text{تعداد پیکسل}$$

بنابراین با انتخاب ۷۰ پیکسل برای هر یک از نمونه‌های ارزش طیفی هر کلاس دقت عمل ۹۵٪ افزایش می‌یابد که برای ضریب اطمینان بالا و کاهش خطا و افزایش دقت بهنگام نمونه‌گیری طیفی ده برابر این تعداد یعنی حدود ۷۰۰ پیکسل برای هر یک از نمونه‌ها، پیکسل انتخاب گردید. (نگاره‌های ۵و ۶)

متوسط (Average Accuracy) برای نقشه تهیه شده از تصویر ماهواره‌ای در حدود ۹۰٪ است که رقم بسیار مناسب و قابل قبولی می‌باشد.

پس براین اساس می‌توان گفت با استفاده از این داده‌ها و روش بیان شده نسبت به تهیه‌های موردنیاز از وضعیت آبرفت‌های کوآترنری در مناطق مختلف اقدام نمود.

Average Accuracy=89.64%

Average Reliability=50.00%

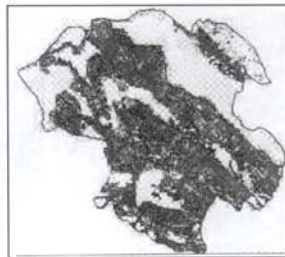
Overall Accuracy=89.64%

### نتیجه‌گیری

براساس نتایج بدست آمده از این تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (ETM) می‌توان نسبت به تهیه نقشه‌های موضوعی در ارتباط با تشکیلات زمین‌شناسی و بخصوص آبرفت‌های کوآترنری اقدام نمود. بطوری که در مورد منطقه مورد مطالعه با استفاده از این روش چند تصویر رنگی مجازی مختلف برای مطالعه رسوبات کوآترنری انتخاب شد که نتیجه بررسی آنها شرح زیر ارائه می‌گردد. تصویر رنگی مجازی استاندارد که از ترکیب باندهای ۳ و ۴ در محیط RGB بوجود آمد، قابلیت لازم برای جدا کردن واحدهای سنگی مختلف نداشت. در تصویر رنگی باندهای ۷ و ۴ ساخته شد، که واحدهای آتشفشانی بازیگ به خوبی قابل تفکیک نبودند. در نهایت با مقایسه تصاویر ایجادشده تصویر رنگی مجازی که از ترکیب باندهای ۳ و ۴ به دست آمد، بهترین کنتراست و بیشترین اختلاف بین واحدهای سنگی و واحدهای کوآترنری را نشان داده و مناسب برای تهیه نقشه آبرفت‌های کوآترنری می‌باشد. (نگاره ۵) در این تصویر مرز رسوبات کوآترنری و رخنمون سنگی بسیار مشخص است و رسوبات کوآترنری بخوبی آشکار شدند. (نگاره ۶) با جمع بندی نتایج بدست آمده می‌توان گفت از ترکیب ۶ باندهای (۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۷ و ۸) از هفت باندهای اطلاعات (ETM) در محدوده طول موج مرئی تا نزدیک مادون قرمز حرارتی، تصاویر رنگی (Colour Composites) مختلفی به منظور تفکیک واحدهای سنگی ساخته شده که بهترین آن ترکیبی از سه باند ۱ و ۳ است. در این تصویر واحدهای مختلف سنگی به خوبی از هم تفکیک شده و با انجام بررسی‌های لازم دقت آن در حدود ۹۰ درصد برآورد گردید که دارای ضریب اطمینان بسیار مناسبی است.

### منابع مورد استفاده

- عبدی، پرویز، ۱۳۷۹، بررسی مشخصه‌های زمین‌شناختی نهشته‌های کوآترنری دشت زنجان به منظور تعیین محل‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- مهندسان مشاور شبناک، مهندسان مشاور معماری و شهرسازی و برنامه‌ریزی، ۱۳۷۴، مطالعات جامع و برنامه‌ریزی توسعه اقتصادی و اجتماعی استان زنجان - اقلیم و آب (سطحی و زیرزمینی)، سازمان برنامه و بودجه استان زنجان.
- مهندسین مشاور آب و خاک، ۱۳۵۱، مطالعات ژئوالکتریک منطقه اهر - خرمدره.



نگاره (۶): نقشه آبرفت‌های کوآترنری استان زنجان تهیه شده از تصویر

ماهواره‌ای لندست (ETM)

### طبقه بندی (Classification)

در این مرحله با توجه به کلاس‌های تعیین شده براساس بازتاب طیفی تصاویر ریز ماهواره‌ای که این بازتابها در محدوده صفر تا ۲۲۵ بصورت رنگهای مختلف ترکیبی پدیدار می‌گردند، در برنامه ایجاد طبقات کلاسها که در ابتدای کار بازتابهای طیفی مجموعه پیکسلها در کلاسهای زیر قرار گرفتند: تعیین ۲۸ کلاس برای بازتابهای طیفی در ترکیب مجازی رنگی که بر روی تصویر به رنگهای مختلف نمایان می‌گردند، بدلیل طبقه بندی با دقت بالاست. در طبقه بندی بررسی طیفی چنانچه چندین کلاس بدلیل بازتاب طیفی نزدیک بهم دارای سیمای فضایی متداخل هستند، یعنی دو یا چند کلاس متداخل بازتابی دارند. در این حالت بهتر است، تحت کلاسهای (sub-class) مختلفی برای یک کلاس تعریف کرد، تا سیمای فضایی سایر کلاسها از همدیگر جداگانه تفکیک قابل تشخیص باشد. (2001, ILWIS.3.0.) نقشه‌های مجموعه یا سری نمونه (Sample set) بصورت شبکه‌ای بوده و این نقشه‌ها با انتخاب برنامه (Classify) طبقه بندی می‌شوند.

در برنامه نرم‌افزاری ILWIS چهار نوع روش طبقه بندی وجود دارد:

- ۱) طبقه بندی جعبه‌ای The Box-classifier
- ۲) طبقه بندی حداقل فاصله The Minimum Distance Classifier
- ۳) طبقه بندی فاصله مایانلانیویس The Mahalanobis Distance Classifier
- ۴) طبقه بندی حداکثر احتمال The Maximum Likelihood Classifier

در این تحقیق از روش طبقه بندی حداقل فاصله بدلیل اعمال دقت لازم با توجه به اطلاعاتی که از مشاهدات صحرایی بدست آمده است، استفاده شد. بعد از انجام طبقه بندی کلاسها برای تصویر ماهواره‌ای، دقت طبقه بندی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

### تعیین دقت طبقه بندی (Classification - Accuracy)

برای ارزیابی میزان دقت نقشه تهیه شده (نگاره ۵) براساس تصاویر ماهواره، نقشه تهیه شده از این تصاویر با نقشه‌ای که از روی نقشه زمین‌شناسی استان تهیه شده و مبنای اطلاعات قابل اعتماد در این زمینه است تلفیق (Crossing) می‌گردد. بعد از انجام تلفیق در محیط برنامه (GIS) براساس (Matrix Confusion) محاسبه شده برای این دو نقشه، دقت