کاربرد سنجش از دور(RS)و سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS)

در اکتشاف معادن

سید علی المدرسی، مجید دانش

دکتری ژئومورفولوژی، دانشیار گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه آزاد اسلامی، یزد ،ایران

(E-mail:almodaresi@iauyazd.ac.ir)

دانشجوی کارشناسی ارشد GIS، سنجش از دور، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

E-mail: mdaneshgis@gmail.com

۱- چکیده

علم اکتشاف مواد معدنی به صورت یک علم پویا در حال تکوین و تکامل است و با به‌کارگیری فناوری‌های نو به‌سوی یافتن روش‌های نوین و یا پویاتر کردن روش‌های اکتشافی شناخته شده گام برمی‌دارد. لذا آشنایی با روش‌های نوین اکتشاف از جمله ضروریات است در چنین شرایطی عدم به‌کارگیری نیروهای کارآمد و مدیریت با تجربه و آشنا با تکنولوژی‌های روز در حیطه اکتشاف مواد معدنی سبب هدر رفتن سرمایه‌های ملی، از دست دادن زمان جهت دستیابی به معادن جدید و در نتیجه سد کردن توسعه اقتصادی در دید کلان آن می شود. از این رویکی از روش های کم هزنیه و سریع برای پی جویی و اکتشاف مواد معدنی بویژه در نواحی وسیع، استفاده از تکنیک های سنجش از دور می باشد.در این مقاله شیوه های مختلف اکتشافات مورد بحث قرار گرفته و با سنجش از دور مقایسه می گردد. کاربرد سنجش از دور در اکتشاف معادن، سنجش از دور حرارتی، سنجش از دور راداری، ماهواره های مناسب جهت اکتشافات مواد معدنی، نرم افزارهای سنجش از دور، توانایی و نقش سیستم اطلاعات جغرافیایی در زمین شناسی و اکتشاف مورد بحث قرار می گیرند.

کلید واژه ها: کاربرد سنجش ازدور، اکتشاف مواد معدنی ، ماهواره های مناسب جهت اکتشافات مواد معدنی ، روش‌های نوین اکتشاف

۲- مقدمه

سنجش از راه دور به معنای کاویدن اشیاء وپدیده های روی زمین از فاصله دور می باشد که توسط افزاری به نام ماهواره از فاصله ی دور وخارج از جو زمین انجام می گیردکه طی اقداماتی اطلاعات دریافتی از سنجنده ماهواره به پایگاه هایی در زمین مخابره می شود. اطلاعات دریافتی مورد پردازش قرار گرفته و در زمینه هایی گوناگون مورد استفاده قرار می گیرند. سنجش از دور مقوله ای نوین می باشد که در دنیای امروزی کاربردهای زیادی دارد و با توجه به پیشرفتهای علمی، بشر ناگزیر از استفاده از این فناوری می باشد . بررسی‌های دورسنجی به دلیل داشتن داده‌هایی با دید وسیع و یکپارچه و محدوده طول موجی مختلف، از بهترین روش‌ها در پی‌جویی کانسارها می‌باشد. در این میان اطلاعات ماهواره ای سنجش از راه دور به همراه سیستم اطلاعات جغرافیای (GIS) می تواند بهترین روش و راهکار را برای جغرافیدانان وبرنامه ریزان و دانشمندان مرتبط با این مقوله ارائه نماید. سنجش از دور می تواند بهترین پیشنهاد را، آن طور که در واقعیت بهتر می نماید برای کاربری زمین ارائه دهد. استفاده از داده های ماهواره ای به دلیل میدان دید فرا منطقه ای، تکرار داده ها در مدت زمان کم، دسترسی آسان، چند باندی بودن، توانایی بارز سازی و

www.noandishaan.com

فراهم نمودن تصاویر رنگی جهت انجام مهمترین کارهای صحرایی از قبیل تعیین موقعیت زون های آلتراسیون، تعیین موقعیت قرار گیری، نقشه برداری ساختاری و سنگ شناسی به کار گرفته شده و روشن است که سبب صرفه جویی در زمان ، هزینه و نیروی انسانی با کسب دقت بیشتر در بررسی های مختلف منابع معدنی شده است به طور کلی روش های دورسنجی می توانند در پتانسیل سنجی و مراحل اولیه اکتشاف مواد معدنی به عنوان ابزاری مناسب جهت کاهش هزینه ها و یافتن محدوده های مستعد اکتشافی، به کار برده شوند برخی دیگر از کاربردهای سنجش از دور در زمینه های هواشناسی ، مدیریت منابع طبیعی، مطالعه تغییرات دوره ای، مطالعات زمین شناسی ، مطالعات کشاورزی و جنگلی ، مطالعات منابع آب، مطالعات دریایی، پیش بینی و مطالعه بلایای طبیعی ، توسعه و برنامه ریزی شهری، پایش محیطی، اکتشافات نفت و گاز را می توان نام برد.در زمینه اکتشاف معادن با استفاده از سنجش از دور مقالات زیادی به نگارش در آمده است که نشان از اهمیت این موضوع دارد، چند نمونه از مقالات انجام گرفته به شرح ذیل می باشد:

نسرین امیرمطلبی و همکاران، در تحقیقی با عنوان گزارش بررسی‌های اکتشافات سیستماتیک ناحیه‌ای وشناسایی نواحی امید بخش معدنی در زون طارم ، به بررسی اکتشافی سیستماتیک ناحیه ای به منظور پی جوئی مواد معدنی در ناحیه زون طارم با بهره گیری از داده های مربوط به نقشه های زمین شناسی، نقشه های ژئوشیمیایی، داده های ماهواره ای، ژئوفیزیک هوایی وهمچنین نشانه ها ی معدنی پرداختند ، آنها باتلفیق ومدلسازی وتبدیل این داده ها به اطلاعات مفیدی مانند ساختار،منشأ،سنگ میزبان وفرآیندهای کانی سازی دست یافتند ودر نهایت نواحی امید بخش معدنی را شناسایی کردند.

دکتر هوشنگ اسدی هارونی در تحقیقی با عنوان شناسایی و مقایسه آلتراسیونهای محدوده های معدنی طلای شیئر زون موته و مس-طلا پوفیری دالی با استفاده از آنالیز طیفی داده های ماهواره ای استر ، با استفاده از تصاویر ماهواره ای استر و پردازش روی آنها به بررسی و مقایسه دو محدوده طلای موته و مس-طلای دالی پرداخت، که علاوه بر شناسائی آلتراسیون های مختلف در رابطه مستقیم با کانی سازی، در اطراف این دو کانسار زون های آلتراسیون دیگری نیز تشخیص داده شد که به منظور بررسی پتانسیل کانی سازی احتمالی آنها مورد پی جوئی صحرایی قرار گرفتند.

سعید اسدزاده در تحقیقی با عنوان زمین شناسی طیفی و طیف سنجی زمینی برای اکتشاف مواد معدنی ، به بررسی دو فناوری همزاد دورسنجی طیفی و طیف سنجی زمینی پرداخت و عنوان کرد که با تکیه بر زمین شناسی طیفی و مدل های کانی سازی علاوه بر تسهیل (هزینه-زمان) فرآیندهای تعریف/ تشخیص/ تفکیک کانی ها و دگرسانی های همراه با نهشته های معدنی، امکان استخراج یکنواخت، یکدست و استاندارد تغییرات کانی شناسی سطحی را فراهم کرده اند. در این مطلب سعی بر آن است تا ضمن معرفی اصول تئوریک زمین شناسی طیفی و ابزارهای اجرایی زمینی و یا آزمایشگاهی آن، دستاوردهای عملی آن در بخش اکتشافی با ارائه مطالعه موردی مرور شود.

محمدحسن کریم‌پور در تحقیقی با عنوان تهیه نقشه آلتراسیون و کانی‌سازی بر اساس پردازش داده‌های ماهواره‌ی استر تشخیص کانی‌سازی مس پورفیری و انواع سیستم‌های طلا و برآورد سطح فرسایش ، او با استفاده از تصاویر لندست و استر به روشهای پردازش تصویر جهت شناسایی کانیها پرداخت وروشهای ترکیب رنگی نسبتهای باندی ، آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA)، نقشه‌برداری زاویه طیفی (SAM) را با هم مقایسه نمود و بیان نمود که روش نقشه‌برداری زاویه طیفی (SAM) از جمله روشهای مرسوم طبقه‌بندی نظارت شده است که از بانک اطلاعات طیفی نرم‌افزار برای مقایسه مقادیر هر پیکسل با طیف کانیهای مختلف استفاده کرده و با حداقل اختلاف زاویه طیفی پیکسل‌ها، موقعیت کانیهای زون‌های آلتراسیون را در تصویر مشخص می‌کند. از مزیتهای این روش شناسایی دقیق نوع و محل کانیها، گسترش و شدت آلتراسیون به تفکیک زون‌های مختلف است. در این روش حتی کانیهایی که با میکروسکوپ نمی‌توان آنها را تشخیص داد، مانند کانیهای رسی، بر اساس تفاوت طیفی در تصویر بارزسازی می‌شوند.

حجت اله رنجبر، مهدی هنرمند، جمشید شهاب پور در تحقیقی با عنوان روشهای طبقه بندی با استفاده از طیفهای مختلف برای نقشه برداری مناطق دگرسان شده در کمان ماگمایی کرمان ، با استفاده از تصاویر سنجنده استر اقدام به شناسایی سنگ های دگرسان شده گرمایی مرتبط با کانی سازی از نوع پورفیری نمودند آنها بیان

www.noandishaan.com

نمدند که هاله های دگرسانی با استفاده از روشهای نقشه بردار زاویه طیفی و فیلتر پالایش تطبیقی تنظیم شده آمیخته نقشه برداری شدند. طیف های مختلفی شامل طیف های صحرایی، طیف های آزمایشگاهی سازمان زمین شناسی ایالات متحده آمریکا و طیفهای استخراج شده از روش شاخص خلوص پیکسلی جهت طبقه بندی تصویر استفاده شدند. بهترین نتیجه با استفاده از طیفهای صحرایی بدست آمد. مطالعات صحرایی شامل نمونه برداری، بررسی ویژگی های کلی دگرسانی ها در صحرا، طیف نگاری و عکسبرداری از رخنمونها گردید

حمید رضا پیروان و همکاران در تحقیقی با عنوان شناسایی و تفکیک زون های آلتراسیون هیدروترمال و سنگهای ماگمایی با استفاده از فن و دانش سنجش از دور ، با استفاده از تصاویر لندست و ترکیب رنگهای مختلف و باندهای تفاضلی و طبقه بندی نظارت شده و نمونه های تعلیمی نقشه های مناسبی تولید نمودند و بیان نمودند حدود ۱۵ درصد از سنگهای ولکانوکلاستیک منطقه طارم دگرسان شده هستند که نشان از گسترش وسیع این پدیده در ارتفاعات طارم دارد

۳- شیوه های مختلف اکتشافات

شیوه های گوناگونی دراکتشاف وجود دارد. هر روش با فناوری خاصی صورت می گیرد که در زیر به آنها اشاره می شود

۳-۱- اکتشافات ساده

این نوع اکتشاف، بدون فناوری خاصی صورت می گیرد و به دو نوع اکتشاف تصادفی (اکتشافی که توسط افراد غیر متخصص و به صورت تصادفی کشف گردیده اند) و اکتشاف شدادی (اکتشافی که توسط افراد بومی در آن منطقه در زمان قدیم صورت گرفته است) تقسیم می شوند(معدن گل گهر سیرجان از نوع اکتشاف شدادی می باشد)

۳-۲- اکتشاف چکشی

این نوع اکتشافات توسط زمین شناسی و معدن شناسان انجام می گیرد. در این روش مناطق مختلف با آگاهی های علمی و انتخاب آگاهانه با پیگردی جهت دار صورت می گیرد. در چند سال گذشته، این روش، نتایج خوبی نیز به همراه داشته است، مانند پیدا شدن افق های فسفات در بسیاری از مناطق ایران، افق های نسوز در ایران مرکزی و البرز و افق های استرونسیم دار در زاگرس و ... و به آگاهی، درجه هوش، مهارت زمین شناسان و به خصوص به تاریخ معدن کاری یک ملت بر می گردد و می توان گفت که ایران در این نوع اکتشاف، دارای جایگاه نخست است و کمتر کشوری را می توان سراغ داشت که به پای آن برسد.

۳-۳- اکتشافات زمین شناختی

ذخایر معدنی در محیط زمین شناسی خاص تشکیل می گردند و یا به بیان بهتر، ذخایر معدنی قانونمند هستند. پیدایش یک ذخیره خاص، شواهدی دارد که قابل مقایسه با مناطق دیگر است. زمین شناسان با مطالعه کانسارهای کشف شده، اطلاعاتی به دست می آورند و در نقاط دیگر به جستجوی آن می پردازند. امروزه این روش اکتشاف، پایه اکتشافات جدید است.

۳-۴- اکتشاف آگاهانه

علمی است که ابتدا بررسی می کند که یک منطقه میتواند چه ذخایری را دارا باشد و اگر از نظر زمین شناسی، یک منطقه سودمند واقع شد، آن گاه اکتشاف دقیق تر و البته پرهزینه، پیشنهاد و شروع می شود این مسئله، در کشور ما از نظر نفت و گاز جایگاه خوبی دارد. به طور کلی، مناطقی که می توانند نفت و گاز داشته باشند، به ویژه در زاگرس، مشخص است، هرچند هنوز برای البرز و ایران مرکزی در زمینه اکتشاف نفت وگاز به اطلاعات بیشتری نیاز داریم.در این راستا، در مورد اکتشافات مواد معدنی تا جایگاه خود بسیار فاصله داریم. ایالت های معدنی در اغلب کشورهای پیشرفته مشخص شده و نقشه های فلززایی آنها تهیه گردیده است. ما فقط در منطقه انارک و تا حدودی منطقه کرمان، نقشه های فلززایی داریم. تهیه نقشه های فلززایی هرچند به فناوری بالایی نیاز ندارد، ولی نیروی انسانی متخصص و کارآزموده ای نیاز دارد که کشور ما در آغاز این راه است

۳-۵- اکتشافات ژئوشیمیایی

www.noandishaan.com

اکتشافات ژئوشیمیایی بر پایه این واقعیت استوار است که طبیعت، همانطور که مواد را به وجود می آورد، آنها را از بین می برد. در این راستا، فرآیندهای هوازدگی در سطح زمین، موجب پراکنده شدن عناصر سازنده ذخایر معدنی در آبها، خاکها، گیاهان و هوای اطراف شده و هاله های ژئوشیمیایی به نام بی هنجاری های ژئوشیمیایی را به وجود می آورد.در بررسی های ژئوشیمیایی میدان های نفت و گاز، از نشت صعودی گازهایی مانند متان و اتان نیز استفاده می شود. واپاشی هسته ای اورانیم، تولید هلیم و رادون می کند که می تواند از خلل و فرج خاک، به سمت بالا حرکت کند. بررسی های ژئوشیمیایی در کشورهای پیشرفته و شرکت های معدنی بزرگ دنیا، به طور جدی دنبال می شود و تا کنون نتایج خوبی را هم داشته است. این بررسی ها در کشورهای کمتر توسعه یافته به وسیله سازمان ملل متحد برای تشویق اکتشافات معدنی به کار گرفته شده است. درایران اکتشافات ژئوشیمیایی توسط سازمان ژئوشیمیایی به صورت تهیه نقشه های ۱:۱۰۰۰۰۰ صورت می گیرد که تاکنون حدود ۲۰ درصد از کل کشور راپوشش داده است(همچنین اکتشافات ژئوشیمیایی به طور موضعی توسط اداره های کل صنایع و معادن در استان ها انجام می شود)

۳-۶- اکتشافات ژئوفیزیکی

در اکتشافات ژئوفیزیکی کانسارها، خواص فیزیکی سنگ ها مانند: شدت میدان مغناطیسی، رسانایی الکتریکی، پرتوزایی و سرعت امواج لرزه ای (ضربه ای) عبور کننده از آنها، اندازه گیری می شود. اگرچه بیشتر این اندازه گیری ها، فقط ماهیت عمومی سنگها را بازتاب می کنند ولی برخی از آنها در حقیقت می تواند وجود عنصر و یا کانی مورد جستجو را آشکار سازند. در برنامه های اکتشافی نفت و فلزها، معمولاً از روش های گوناگون اکتشافات ژئوفیزیکی بهره می جویند، چرا که ذخایر خواص متفاوتی داشته و ویژگی های سنگ میزبان آنها نیز با هم فرق می کند.روش های اصلی ژئوفیزیکی در اکتشاف مواد فلزی، عبارت است: از روش های پرتوسنجی، الکتریکی، مغناطیس،گرانی سنجی و ...

اکتشافات ژئوفیزیکی در موقعیت های مطلوب اندازه گیری هایی که در سطح زمین انجام می گیرد، می تواند وجود توده های معدنی فلزی را در ژرفای یک صدمتری و بیشتر را مشخص کند. می توان با استفاده از این نوع اندازه گیری ها، از میان رسوبات جوان تری که سنگ های کانی دار را پوشانده است، به مطالعه ذخایر زیرزمینی پرداخت. این توانایی در نواحی گسترده ای از کانادا و شمال اروپا که شن و ماسه یخچالی پلیستوسن قسمت اعظم سنگ میزبان دارای مواد معدنی را می پوشاند، کاربرد گسترده ای دارد. امروزه روش های مختلف ژئوفیزیکی در سازمان های دولتی و شرکت های خصوصی بسیاری از کشورها به کار گرفته می شود. در کشور ما، سازمان های دولتی مانند شرکت نفت، سازمان زمین شناسی کشور، شرکت ملی فولاد، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه مؤسسه تهران، مؤسسه بین المللی زلزله و سازمان انرژی اتمی، دارای ابزارهای ژئوفیزیکی با توجه به میدان های کاری خود می باشند که در این راستا، سازمان زمین شناسی از امکانات بسیار بیشتری درزمینه های نرم افزاری و سخت افزاری برخوردار هست. از آنجا که تجهیزات ژئوفیزیکی گران است، کمتر شرکت خصوصی را سراغ داریم که دارای همه ابزارها برای همه روش ها باشند. هرچند که معدودی شرکت خصوصی دارای برخی امکانات ژئوفیزیکی هستند، ولی فاقد تمام روش ها می باشند

۴- تاریخچه اکتشافات فن آوری ماهواره ای

بخش سنجش از دور در سازمان زمین‌شناسی در سال ۱۳۶۲ با هدف بهره گیری از فن آوری روز ماهواره ای در بررسی‌های زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی شکل گرفت. داده های ماهواره ای موجود بصورت دو پوشش کامل سراسری از داده‌های لندست (TM & ETM)و یک پوشش سراسری داده های رادار و بطور پراکنده داده های اسپات و کاسموس می‌باشد.

۵- کاربرد سنجش از دور در اکتشاف معادن

امروزه دانشمندان در تلاش‌اند، که از دانش بشری در راستای شناخت هر چه بیشتر محیط و منابع آن بهره ببرند. کانسارها، یکی از این منابع هستند که می‌توانند به لحاظ اقتصادی نقش مؤثری در توسعه صنایع و امور تولید،

www.noandishaan.com

تأمین انرژی و تأمین پشتوانه‌های مالی هر کشوری داشته باشند. باید توجه داشت که این منابع در تمام مناطق به صورت همگن گسترده نشده است، پس برای اکتشاف، در مرحله اول، مطالعات اولیه برای مشخص نمودن مناطقی که باید مورد جستجو قرار بگیرند، صورت می‌گیرد. انجام این مطالعات، نقش چشم‌گیری در استفاده بهینه از امکانات، برای پیشبرد هدف اکتشاف کانسارها، خواهد داشت. یکی از راه‌های انجام مطالعات اکتشاف مواد معدنی، تهیه نقشه زمین‌شناسی و اکتشاف معادن به روش کلاسیک و بازدید محلی و پیمایش‌های صحرایی است که در صورت بهره‌گیری از متخصصین با تجربه، می‌تواند تا حدی راه‌گشا باشد. در این روش، خواص فیزیکی سنگ‌ها و خاک‌ها، مثل کانی‌شناسی، ویژگی‌های هوازدگی، خواص ژئوشیمیایی و اشکال سطحی زمین به کار گرفته می‌شوند تا طبیعت و توزیع واحدهای زمین‌شناسی را تعیین کنند و همچنین مشخص کنند، که برای اکتشاف فلزات و کانی‌های صنعتی کدام مناطق باید به عنوان اهداف، مورد بررسی‌های اکتشافی قرار بگیرند.تهیه نقشه اختلافات بسیار ظریف کانی‌شناسی، که اغلب برای تمیز قائل شدن بین سازندهای سنگی، یا برای تشخیص زمین‌های بی ثمر در مقابل معادن دارای پتانسیل اقتصادی، بسیار با اهمیت است، از روی زمین و کار میدانی، کاری بسیار مشکل، همراه با صرف هزینه و زمان می‌باشد امروزه استفاده از فن‌آوری سنجش از دور راه‌گشای این مشکل شده و در فاز مطالعات اولیه می‌تواند اطلاعات بسیار ارزشمندی را برای مدیران، در جهت تصمیم‌گیری فراهم کند. سنجش از دور علم کسب، پردازش و تفسیر تصاویر و اطلاعات و داده‌هایی است که از روی هواپیما یا ماهواره کسب گردیده‌اند. این اطلاعات در واقع ثبت تاثیر بر هم کنش ماده و انرژی الکترومغناطیسی تابیده به آن می‌باشد.

تصاویر سنجش از دوری در زمینه اکتشاف کانسارها از دو جهت حائز اهمیت هستند، در درجه اول تهیه نقشه زمین‌شناسی و زمین‌شناسی ساختاری (نقشه گسل‌ها و شکستگی‌هایی که موقعیت ماده معدنی را مشخص می‌کنند)، و در درجه دوم شناسایی سنگ‌های دگرسانی گرمایی به وسیله نشان‌های طیفی آنها (Sabins 1999). تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی از طریق فن‌آوری سنجش از دور، بسیار کم هزینه است؛ به طوریکه قیمت تمام شده آن در حدودِ یک دهمِ روشهای سنتی تهیه نقشه‌های زمین شناسی می‌باشد (Xiaojia, et al. 2010). تکنیک‌های سنجش از دور نسبت به دیگر روش‌های جمع‌آوری داده‌ها، دارای مزایایی چون متنوع بودن، نسبتا ارزان بودن، امکان به دست آوردن داده‌های به روز و رقومی بودن اغلب آنها می‌باشد؛ که علاوه بر متمایز نمودن این تکنیک‌ها از روش‌های دیگر، موجب ایجاد کاربردهای فراوانی در علوم مختلف شده است (مهرمنش ۱۳۸۹)

یکی از مهم ترین ابزارهای مورد استفاده در تولید داده های علوم زمین، بر میدان های پتانسیل و انرژی الکترومغناطیسی استوار است. روش های مبتنی بر اندازه گیری میدان های پتا نسیل نظیر مغناطیس سنجی(Magnetic surveying) و گرانی سنجی(Gravity surveying) هستند ، در حالی که روش های ژئوفیزیکی الکترومغناطیسی (Electromagnetic surveying) و پرتوسنجی (Radiometric surveying) در کنار روش های مدرن دورسنجی (بازتابی، حرارتی و راداری) همگی مبتنی بر اندازه گیری انرژی الکترومغناطیسی در تعامل با مواد عمقی و سطحی زمین یعنی سنگ ها در حا لت عام و کانی ها و کانی سازی در حالت خاص هستند. روش های یاد شده که امکان به کارگیری آن ها بر روی سکوهای در حال حرکت مثل هواپیما نیز فراهم است برداشت داده در گستره های وسیع را به آسانی میسر می کنند و از این رو مزیت ویژ ه ای در زمین شناسی و اکتشاف مواد معدنی دارند.به طور کلی روش های دورسنجی می توانند در پتانسیل سنجی و مراحل اولیه اکتشاف مواد معدنی به عنوان ابزاری مناسب جهت کاهش هزینه ها و یافتن محدوده های مستعد اکتشافی، به کار برده شوند. بررسی ناهنجاری های مغناطیسی بر اساس برداشت های ژئوفیزیک هوایی ، در شناسایی ساختارهای زیرزمینی و نیز اکتشاف منابع سنگ آهن یکی از روش های شناخته شده در این زمینه است. اما برخی از ماهواره ها که در مدار زمین قرار دارند با استفاده از مگنتومترهای تعبیه شده در آنها، داده های مغناطیسی زمین را برداشت می نمایند. از این داده ها در تلفیق باداده های ژئوفیزیک هوایی برای تشخیص ناهنجاری های

www.noandishaan.com

مغناطیسی و پتانسیل یابی محدوده های مستعد اکتشاف سنگ آهن استفاده می شود. به طور مثال نقشه شدت میدان مغناطیسی در اطراف معدن سنگ آهن گل گهر بر اساس داده های مغناطیس سنجی ماهواره ای به خوبی ناهنجاری مغناطیسی حاصل از این کانسار را نشان می دهد

۶- بررسی‌ها در گروه دورسنجی

- ✓پیش پردازش و پردازش داده های ماهواره های گوناگون و تهیه عکس- نقشه ارتو در مقیاس‌های مختلف برای تمامی کاربران
- ✓توسعه روش‌های مختلف پردازش تصویر و الگو سازی برای آشکار سازی و شناسایی عوارض و پدیده های مختلف زمین‌شناسی- اکتشافی
- ✓بررسی و مطالعه داده های ماهواره ای مختلف و گسترش کاربرد آنها در بررسی های زمین‌شناسی مهندسی زیست محیطی و اکتشافی یا انجام پروژه های نمونه
- ✓تهیه نقشه های موضوعی بر اساس داده های ماهواره ای مانند واحدهای سنگی، دگرسانی‌ها، شکستگی‌ها، کاربری اراضی، زمین ریخت شناسی، رسوبات عهد حاضر نواحی امید بخش معدنی و....
- ✓بررسی و مطالعه در مورد پدیده های پویای زمین‌شناسی با استفاده از فن‌آوریهای نوین ماهواره ای(ماهواره های موقعیت یاب و منابع زمینی) به منظور پیش بینی و جلوگیری از خسارات جانی و مالی ناشی از عملکرد آنها
- ✓تهیه مدل ارتفاعی(DEM) و انجام شبیه سازی پرواز با استفاده از داده های ماهواره ای و نقشه های توپوگرافی
- ✓بررسی طرح‌ها و پروژه های ملی و ناحیه ای دورسنجی در زمینه زمین‌شناسی و اکتشاف
- ✓انجام بررسی های دورسنجی به منظور اکتشاف در زونهای ۲۰ گانه
- ✓انجام بررسی های دورسنجی بمنظور اکتشافات موضوعی از قبیل اکتشاف طلا، پتاس و ....
- ✓اجرای دوره های آموزشی در زمینه دورسنجی با کاربرد در زمین شناسی و اکتشاف

۷- سنجش از دور حرارتی

مناسب‌ترین ویژگی‌های حرارتی کانی‌ها، در محدوده‌ی طول موج‌های ۸ تا ۱۴میکرومتر تشخیص داده شده است.این ناحیه‌ی مادون قرمز حرارتی، با خصوصیات جذبی تعدادی مواد تشکیل‌دهنده در سنگ‌ها، مانند سیلیکات‌ها، کربنات‌ها، اکسیدها، فسفات‌ها، سولفات‌ها، نیترات‌ها، هیدروکسیل‌ها و غیره مشخص می‌شوند. برخی ویژگی‌های فیزیکی نظیر اندازه‌ی ذرات (بافت) و ساختمان می‌توانند تغییراتی در طیف تشعشعی از نظر عمق نسبی جذب، ایجاد کنند.

مهمترین قدم در اکتشاف ، مشخص کردن واحد زمین شناسی بارور است که بر اساس عوارض سطحی ایجاد شده توسط عوامل دخیل در تشکیل کانسار شناخته می شود . یکی از این عوارض ها ، آلتراسیون ها می باشند که در اثر واکنش بین سنگ دیواره با محلول های کانسار ساز ایجاد می گردند . همچنین اغلب کانسارهای شناخته شده الگوی منطقه بندی مناسبی از کانی سازی و آلتراسیون سنگ دیواره را که بصورتهای مختلفی توسط اکسیدهای مهم و یا تمرکز عناصر اصلی تعریف شود ، ارائه می دهند . از طرفی کانی سازی کانسارهای فلزی ارتباط نزدیکی با فعالیت های گرمایی دارد و از آنجا که فعالیت های گرمایی و اثرات آن را بطور مستقیم نمی توان روی نقشه زمین شناسی نشان داد و نیز گاهی تشخیص آن روی زمین مشکل است ، لذا شناسایی این گونه پدیده ها ، در انتخاب محل کانی سازی و بررسی محدوده کانی سازی ، از روی تصاویر ماهواره ای مفید و مناسب می باشد.

www.noandishaan.com

۸- سنجش از دور راداری

سنجش از دور راداری ابزار نوین با اهمیتی برای نقشه برداری، زمین شناسی، کانی شناسی و اکتشافات معدنی و تعیین مخاطرات ژئوتکنیکی فراهم می نماید. در روشهای کاربردی، تصاویر رادار منبع اضافی مهمی از اطلاعات مربوط به بررسی های علوم زمین و نقشه برداری زمین فراهم می نماید. این تصاویر به سادگی می تواند اطلاعات را نه از طریق تکنیک های رایج نقشه برداری بلکه از طریق امکان استفاده از تصاویر تکراری مورد نظر زمین بدون توجه به شرایط جوی فراهم آورد. رادار دارای توانمندی تصویربرداری توپوگرافی و اشکال مربوط به مناظر در نواحی و مقیاسهای حد واسط است. توانمندی تصویربرداری از اشکال مناظر در این سطوح، به صورت مهمی در طبقه بندی و تعیین آنها (اشکال مناظر) کمک مینماید. با درک چگونگی زمین شناسی منطقه ای که مناظر آن تفسیر شده است، یک زمین شناس می تواند اطلاعات ریشه ای با ارزشی را از تصاویر دورسنجی مربوط به سطوح مناظر استنتاج نماید. در این روش با توجه به محدودیت های موجود، کاربر می تواند به طور موثری از اطلاعات رادار به عنوان ابزار نقشه کشی در مقیاس ناحیه ای تا مقیاس حد واسط استفاده نماید.خلاصه ای از داده های موضوعی را که به صورت بالقوه می توان از تصاویر رادار استنتاج نمود؛ به صورت زیر می توان برشمرد

- استخراج عوارض زمین و توپوگرافی نظیر سیستم زهکشی، خطوط ساحلی، لندفرم ها؛ یخچالها، زونهای کافتی
- شناسایی و برداشت از سنگ بستر نظیر شناسایی انواع سنگها، گسلها، شیب، لایه بندی و ضخامت و نحوه چین خوردگی
- اکتشافات معدنی نظیر شناسایی آلتراسیون ها، کانی سازی مرتبط با وضعیت ساختاری و سنگ شناسی
- اکتشافات هیدروکربنی
- تعیین مخاطرات زمین شناسی نظیر زمین لرزه، زمین لغزش، فرسایش ساحلی

۹- راهنمایی های کلی به منظور انتخاب داده های رادار برای استخراج و توصیف کاربردهای زمین شناسی

- تصاویر کوچک مقیاس تا متوسط مقیاس، اطلاعات بهینه و مناسبی به منظور نقشه برداری ساختارهای زمین شناسی مهیا می کند.
- تصاویر متوسط مقیاس تا کلان (مقیاس ناحیه ای) را می توان برای استنتاج پوشش کلی پهنه ها، به ویژه برای مشخص نمودن و تعریف الگوهای ساختاری اصلی و لندفرم ها به کار برد.
- زاویه انتشار سایه (بزرگتر از ۴۰ درجه) می تواند برای تعیین حد مطلوب تعاریف ساختاری سودمند باشد.
- در صورتی که عوارض ساختاری تقریباً عمود بر راستای دید ماهواره ردیف شده باشند؛ خطواره های توپوگرافی یا دیگر سیماهای ساختاری، برای شناسایی بارزسازی می گردد
- برای سرزمین های با پستی و بلندی متوسط تا بالا، اخذ هر دو گذر صعودی و نزولی در بالای همان منطقه، امکان شناسایی عوارض ساختاری بیشتری را تا آخرین حد ممکن افزایش می دهد
- تلفیق داده های رادار با داده های ژئوفیزیکی اطلاعات سطحی و تحت الارضی را فراهم می کند

۱۰-مطالعات ماهواره‌ای

بطور کلی در اجرای عملیا ت اکتشافی، مطالعه تصاویر ماهواره ای یک منطقه قبل از کار صحرائی بدلایل ذیل یک امرکاملامفیداست

توجه خاص به مناطقی که در آنها مطالعه جزئیات روی زمین یا کنترل زمینی دارای اهمیت بیشتری است.

- مطالعه تصاویر ماهواره ای سبب آشنایی بیشتر با جغرافیای ناحیه شده و میتواند در انتخاب محل ، مسیر و غیره کمک شایانی نماید.

www.noandishaan.com

- استفاده از تصاویر ماهواره ای بعلت دید بسیار وسیع (نسبت به عکسهای هوائی) این اجازه را به مفسر می دهد که همبستگی بین عوارض مختلف زمین شناسی ناحیه را تعیین کند

داده‌های حاصل از ماهواره‌ها در تشخیص برخی کانی‌ها زون‌های آلتراسیون، ساختمان‌های زمین‌شناسی و تکتونیکی، استفاده در توپوگرافی، تشخیص تقریبی نوع سنگ کاربرد دارند. ماهواره‌هایLandsat ، Aster JERS-1 از آن جمله‌اند که مجهز به سنسورهای جذب امواج EM در دامنه طول موجی مرئی تا مادون قرمز (۴ تا ۱۵ باند) هستند در چند سال اخیر به‌منظور افزایش قدرت تفکیک امواج و شناسایی دقیق‌تر انواع کانی‌ها سنسورهای Hyperspectralکه قادر به تفکیک 220 باند هستند ابداع شده‌اند. این سنسورها برای اولین‌بار در سال ۲۰۰۰ در ماهواره ۱ OE-به‌کار گرفته شدند و حدود ۲۰ کانی را با استفاده از داده‌های هایپرین می‌توان تشخیص داد و بدین ترتیب می‌توان اطلاعات با ارزشی جهت شناسایی نواحی مستعد معدنی با استفاده از این داده‌ها کسب کرد

علاوه بر به‌کارگیری ماهواره، ثبت داده‌های حاصل از انعکاس امواج EM از طریق اسکنرهای Hyperion با نصب سنسورهای مذکور در هواپیما نیز انجام می‌یابد (Airborne Hyperspectral) در این روش اسکنر درهر روز حدود ۶ـ۵ گیگابایت داده را جمع‌آوری می‌کند و در هر روز می‌توان حدود ۳۵۰۰ کیلومتر مربع از سطح زمین را برداشت کرد. بنابراین در مدت کوتاهی منطقه وسیعی را می‌توان زیر پوشش قرار داد که این امر باعث شناسایی اولیه نواحی مستعد معدنی در زمان کوتاه می‌شود و انواع زون‌های آلتراسیون و زون‌های اکسیدی آهن(هماتیتی، گوتیتی، ژاروسیتی) با این روش قابل تفکیک هستند. با استفاده از سنسورهای (SAR(Synthetic Aparture Radarکه امواج مایکروویو را فرستاده و انعکاس آنها را از زمین دریافت می‌کند(سنسورهای نوع Active) امکان تشخیص انواع سنگ‌ها وجود دارد، امواج مذکوراز ابرها و گیاهان هم عبور می‌کنند و بنابراین در مناطق با پوشش ابری گسترده و جنگلی کاربرد بیشتری دارند. ضمنا با استفاده از امواج TIR(Thermal Infrared) نیز که توسط ماهواره‌های Asterو Hyperion نیز ثبت می‌شوند با تشخیص میزان سیلیس در سنگ‌ها تا حدودی نوع سنگ‌ها قابل تفکیک است. بدیهی است این تکنولوژی در تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی به‌خصوص در مناطق صعب‌العبور و کوهستانی کاربرد دارد. ضمنا با استفاده از سنسورهای SAR مناطق تکتونیکی که ممکن است جایگاه ذخایر معدنی باشند نیز به خوبی شناسایی می‌شوند. از امواج TIR علاوه بر تشخیص سنگ‌ها، در اندازه‌گیری گرادیان حرارتی زمین نیز استفاده می‌شود که جهت شناسایی مناطق ژئوترمالی و ذخایر سطحی سولفوره (حرارت محیط بر اثر اکسیداسیون سولفورها افزایش می‌یابد) کاربرد دارند .

۱۱-نرم افزارهای سنجش از دور

تکنولوژی مطالعات ماهواره‌ای به سرعت در حال پیشرفت است و کارآیی نرم‌افزارهای مربوطه در تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز در حال افزایش است از جمله نرم افزارهای سنجش از دور می توان به , ERDAS ENVI IDRISI اشاره نمود.

ERDAS

نرم افزاری برای پردازش تصویر در حوزه سنجش از دور می باشد.این نرم افزار به کاربر اجازه می دهد تا طیف گسترده ای از تصاویر گرفته شده رو از پلت فرم های ماهواره ای و هوایی را وارد کرده و اطلاعات مفیدی را روی داده ها تولید کند.

IDRISI

یک سیستم یکپارچه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور است که برای تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات مکانی دیجیتال توسعه یافته است.نرم افزار ادریسی برای اولین بار توسط پروفسور رونالد ایستمن در سال ۱۹۸۷ در دانشگاه کلارک ابداع شد.نام نرم افزار به افتخار ابوعبدالله محمدالادریسی اهل شمال افریقا انتخاب شده است

ENVI

نرم افزاری برای استخراج سریع و راحت و با دقت اطلاعات از تصاویر فضا زمینی است.از مزایای ان می توان به خواندن هر نوع تصویر با هر فرمت توسط نرم افزار اشاره نمود

www.noandishaan.com

۱۲- سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

استفاده از سیستم های جغرافیایی در دهه ۱۹۸۰ گسترش فوق العاده ای یافته است بطوری که در کشورهای پیشرفته، اکثر دانشگاهها، سازمانهای تجاری و دولتها از این سیستم برای مقاصد گوناگونی استفاده می کنند. تعاریف مختلفی از سیستم اطلاعات جغرافیایی ارائه شده است که جامع ترین آن بشرح زیر است:

مجموعه سازمان یافته ای از سخت افزار و نرم افزار کامپیوتری، اطلاعات جغرافیایی و افراد متخصصی است که به منظورکسب، ذخیره، بهنگام سازی، پردازش، تحلیل و ارائه کلیه اشکال اطلاعات جغرافیایی طراحی و ایجاد شده است.

۱۳- اهمیت و نقش GIS در زمین شناسی و اکتشاف

غنای اطلاعاتی داده های دورسنجی از یک سو و امکانات بی شمارGIS از سوی دیگر موجب پیوند ناگسستنی و نیاز متقابل این دو به هم شده است. به طور کلی GIS در زمین شناسی و اکتشاف سه کارکرد اساسی دارد:

۱. محیطی برای سامان دهی، نگهداری، نمایش، ترسیم و ویرایش انواع داده ها و اطلاعات

۲. محیطی برای افزایش دانسته های اکتشافی با تفسیر و تلفیق اطلاعات

۳. محیطی برای کارتوگرافی و تولید انواع نقشه

کارکرد اول و سوم در هر دو زمینه مشترک و کارکرد دوم خاص اکتشاف است

۱۴- توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در زمین شناسی و اکتشاف

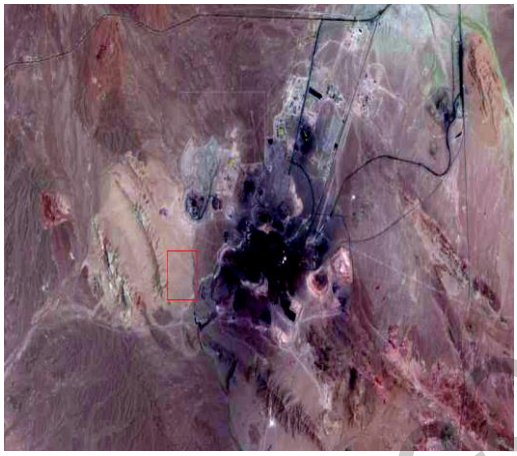
- ساخت پایگاه داده مکانی
- تفسیر و اعتبارسنجی اطلاعات اکتشافی
- تفسیر کانی شناسی
- تحلیل ساختاری
- تفسیر سنگ شناسی
- ارتباط دورسنجی با ژئوفیزیک و ژئوشیمی
- تلفیق اطلاعات اکتشافی
- رده بندی و انتخاب آنومالی های اکتشافی
- استانداردهای خروجی گیری و نمایش اطلاعات استخراجی
- تهیه نقشه و عکس -نقشه
- جدول ها و متون
- خروجی های چندرسانه ای(Multimedia)

۱۵- نتیجه‌گیری

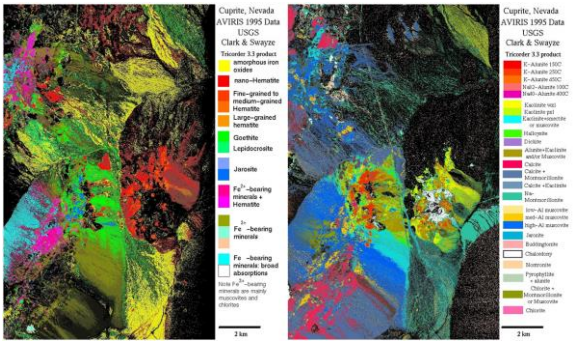
با توجه به کشف و شناسایی معادن زیادی در چند دهه گذشته در سطح جهان ،کشف ذخایر جدید به‌خصوص در مناطقی که تحت پوشش فعالیت‌های اکتشافی در گذشته بوده‌اند دشوار و دشوارتر می‌شودو هر چه زمان می‌گذرد با کشف شدن معادنی که شواهد و نشانه‌های بیشتری را بروز داده‌اند کاوشگر معدنی به ناچار به‌سوی کشف معادنی باید باشد که از دید تیزبین گذشتگان مخفی مانده‌اند و معمولا آثار عمده‌ای در سطح زمین از خود به‌جا نگذاشته‌اند از دیگر سو دورسنجی یکی از جدیدترین و موثرترین رو شهای تولید انبوه داده های مرتبط با زمین است .کشور ایران با خاک وسیع، منابع سرشار زمینی، پوسته فعال، زمین شناسی پیچیده و قرارگیری در کمربند خشک کره زمین، برای به کارگیری توانمندی های متنوع و یکتای فناوری دورسنجی مناسب است. دورسنجی منبع تولید اطلاعات سطحی و مکمل سایر داد ههای علوم زمین است .سرعت تولید داده در دورسنجی بسیار بالا و هزینه آن بسیار پایین است .با وجود قدمت چندین ساله به کارگیری داده های دورسنجی در بررسی های زمین شناسی و اکتشاف مواد معدنی، خلا ناشی از نبود رویه ای استاندارد و جامع، استفاده های نامناسب و سلیقه ای از این داده ها را به دنبال داشته که حاصل آن اغراق در توانایی های دورسنجی و یا به کل، نادیده انگاشتن آن بوده است.

۱۶- تصاویر وجداول

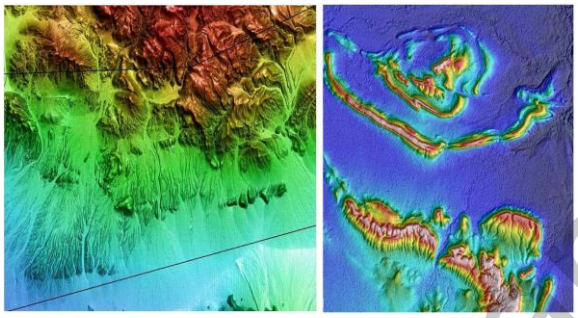
www.noandishaan.com



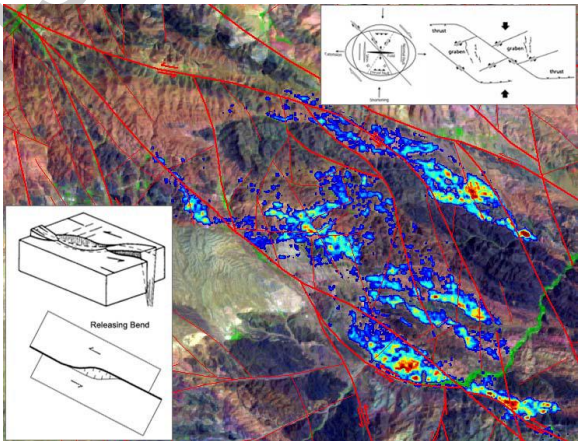
شکل ۱: قسمتی از تصویر(RGB) ماهواره لندست سال ۲۰۱۴ در محیط نرم افزار ENVI در این تصویر معدن گل گهر سیرجان به رنگ مشکی نمایش داده شده است



شکل۳: نمونه ای از نقشه های کانی شناسی تولید شده با داده های AVIRIS در نوادا توسط سازمان زمین شناسی آمریکا

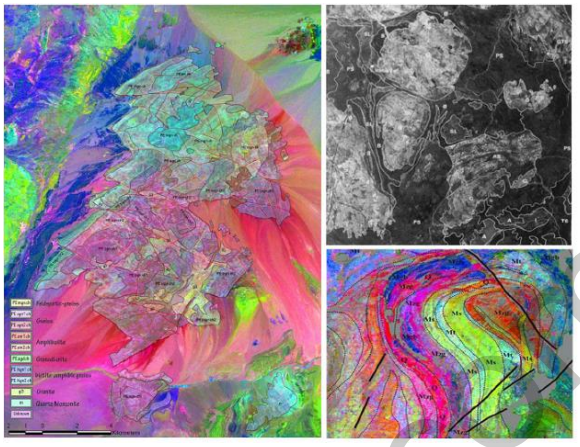


شکل۴:تولید DEM با داده های ماهواره ای، سمت راست تولید شده با ALOS-PRISM و وضوح 5 و سمت چپ با GeoEye-1 و وضوح 1متر

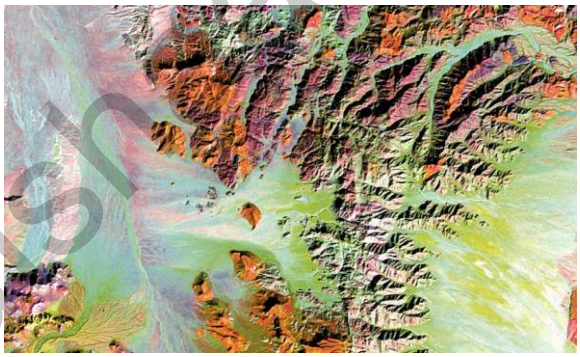


شکل ۲:بخش های خمیده رهایی در گسل های امتدادلغز محتمل ترین نقاط برای شکل گیری دگرسانی / کانه سازی در رژیم های فشارشی

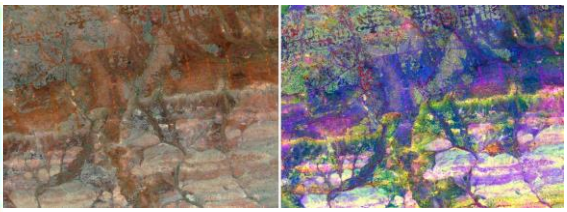
www.noandishaan.com



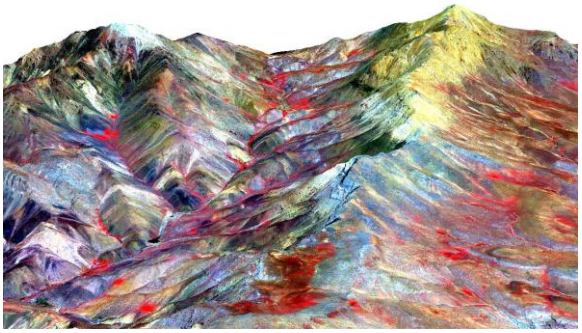
شکل۵:نمونه هایی از تفاسیر انجام یافته بر روی تصاویر ماهواره ای بر اساس روش های فتوژئولوژی



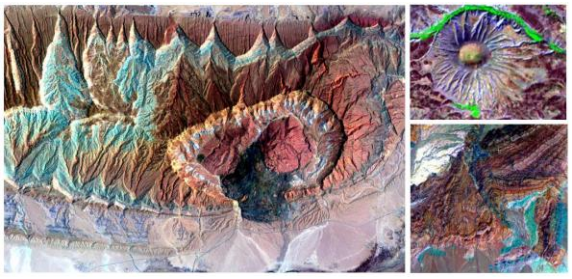
شکل۶:مثالی از تصویر 2/5 بعدی بارز شده حاصل ترکیب داده ماهواره ای با داده های رقومی ارتفاع



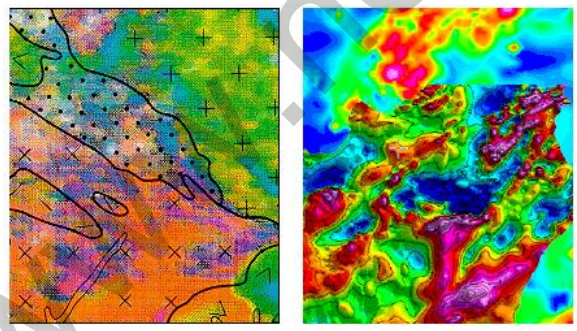
شکل ۷:تصویر رنگی (RGB=532) و بارز شده داده ماهواره WorldView- 2 در محدوده یک سازند آهن دار



شکل ۸:نمای سه بعدی ساخته شده با داده های رنگی واضح شده با باند Pan (RGB,431) ماهواره QuickBird



شکل۹: غنای اطلاعاتی تصاویر ماهواره ای در کاربردهای زمین شناسی بر اساس فتوژئولوژی



شکل ۱۰:نقشه سیگنال تحلیلی شدت کلی میدان مغناطیسی(راست) و ترکیب سه تایی پرتوسنجی(چپ)

www.noandishaan.com

جدول ۱:مهم ترین سنجنده ها/ماهواره های چندطیفی/فراطیفی تجاری قابل استفاده در بررسی های زمی نشناسی و عملیات اکتشافی

گروه	سنجنده/ ماهواره	تاریخ شروع برداشت	ویژگی‌های مداری		تعداد باند و وضوح مکانی			پهنای رویش (کیلومتر)	سطح کمی‌سازی (بیت)	قابلیت سکارش	برداشت استریو
			ارتفاع (کیلومتر)	زمان عبور از استوا	تعداد باند	تعداد باند (چندطیفی) وضوح (متر)	وضوح باند Pan (متر)				
منابع زمینی	Landsat ETM+	۱۹۹۹	۷۰۵	۱۰	۷	۳۰	۱۵	۱۸۴	۸	غیر	غیر
	ASTER	۲۰۰۰	۷۰۵	۱۰:۳۰	۱۴	۱۵-۹۰	-	۶۰	۸-۱۱	بله	-
	SPOT-5	۲۰۰۲	۸۳۲	۱۰:۳۰	۴	۱۰	۲.۵	۶۰	۸	بله	بله
	Cartosat-1	۲۰۰۵	۶۱۸	۱۰:۳۰	۱	-	۲.۵	۲۰	۱۰	بله	بله
	Resourcesat-1	۲۰۰۳	۸۱۷	۱۰:۳۰	۴	۲۰	۵۸	۲۳-۷۰	۷-۱۰	غیر	غیر
	ALOS	۲۰۰۶	۶۹۱	۱۰:۳۰	۴	۱۰	۲.۵	۳۵-۷۰	۸	بله	-
کرامکانی	IKONOS	۱۹۹۹	۶۸۱	۱۰:۳۰	۴	۴	۱	۱۳	۱۱	بله	بله
	QuickBird	۲۰۰۱	۴۸۵	۱۰:۳۰	۴	۲.۴	۰.۶	۱۶.۵	۱۱	غیر	غیر
	GeoEye-1	۲۰۰۸	۶۸۳	۱۰:۳۰	۴	۱.۶	۰.۴	۱۵.۲	۱۱	بله	بله
	WorldView-1	۲۰۰۷	۴۹۶	۱۰:۳۰	-	-	۰.۵	۱۷.۶	۱۱	بله	بله
	WorldView-2	۲۰۰۹	۷۷۰	۱۰:۳۰	۸	۲	۰.۵	۱۶.۵	۱۱	بله	بله
فراطیفی	Hyperion	۲۰۰۰	۷۰۵	۱۰:۰۱	۲۲۰	۳۰	-	۷.۵	۱۲	-	-

جدول ۲: مهم ترین سنجنده ها/ماهواره های راداری تجاری قابل استفاده در بررسی های زمین شناسی و عملیات اکتشافی

نوع	سنجنده/ ماهواره	تاریخ شروع برداشت	وضوح مکانی (متر)	پهنای رویش (کیلومتر)	باند
راداری	JERS-1	۱۹۹۲	۱۸	۷۵	L
	ERS-1	۱۹۹۱	۲۶	۱۰۰	C
	ERS-2	۱۹۹۵	۲۶	۱۰۰	C
	RADARSAT-1	۱۹۹۵	۳۰	۱۰۰	C
	RADARSAT-2	۲۰۰۷	۳	۲۰	C
	EnviSat (ASAR)	۲۰۰۲	۳۰	۱۰۰	C
	ALOS(PALSAR)	۲۰۰۶	۱۰	۷۰	L
	TerraSAR-X	۲۰۰۷	۱	۱۰	X
	TanDEM	۲۰۱۰	۱	۱۰۰	X
	Cosmo Skymed	۲۰۰۷	۱	۲۰	X

جدول ۳:فهرست خدمات دورسنجی در مرحله پی جویی برای کاربردهای زمین شناسی، توپوگرافی و اکتشافی

گروه اهداف		داده پیشنهادی				کاربرد	توصیف کاربرد	سایر داده‌های زمین (Geodata)
		چندطیفی	فراطیفی	راداری	عکس هوایی			
توپوگرافی	تهیه نقشه توپوگرافی مدل رقومی ارتفاع (DEM)	ASTER SPOT-5	-	ERS-1,2	-	D1	باند‌های با فاصله کمتر از ۳۰ تا ۵۰ متر و وضوح مکانی ۱۵ تا ۳۰ متر	-
زمین‌شناسی	تهیه نقشه زمین‌شناسی	ETM ASTER Resourcesat-1	-	ERS-1,2	به	R1, R2 S2, S1	-	-
	سایر کاربردهای زمین‌شناسی	ETM ASTER Resourcesat-1	-	ERS-1,2 JERS-1 RadarSat-1 PALSAR	به	S4, S5, S6, D2	-	-
اکتشافی / کانی‌سازی فلزی	مس پورفیری (+/- طلا و مولیبدن)	ASTER ETM	HYPERION	-	-	M1, R3, S3	تولید آلومالی‌های اکتشافی	زمین‌شناسی آلوماسی مناطق کانه‌دار
	مس استکارانی	ASTER	-	-	-	R3, M1, S3	تولید آلومالی‌های اکتشافی	زمین‌شناسی آلوماسی
	مولیبدن کلایمکس	ASTER ETM	HYPERION	-	-	M1, R3, S3	تولید آلومالی‌های اکتشافی	مناطق‌شناسی حوزه‌ای آلوماسی زمین‌شناسی
	پلی‌متالیک چالشیتی ارگه‌ای	ASTER	-	-	-	R3, M1, S3	تولید آلومالی‌های اکتشافی	زمین‌شناسی آلوماسی
	ماسیوسولفید کیپرسی	ASTER ETM	HYPERION	-	-	R3, M1, S3	تولید آلومالی‌های اکتشافی	مناطق‌شناسی حوزه‌ای زمین‌شناسی

www.noandishaan.com

۱۷- مراجع

۱-رضا قائدرحمتی ،نادر فتحیان پور،آشکارسازی دولومیت های ماس های آهندار مرتبط با کانی سازی سرب وروی به روش تحلیل مؤلفه های اصلی داده های ماهواره ایTM کنفرانس مهندسی معدن ایران- ۸۳

۲-علویپناه 1389 کابرد سنجش از دوردر علوم زمین انتشارات دانشگاه تهران چاپ سوم 380صفحه.

۳-کتاب ژئوفیزیک نویسنده فرداد

۴-کتاب اکتشاف ذخایر معدنی تالیف خانم ملک زاده ، اقای کریم پور،اقای قیدریان ماهنامه علوم زمین و معدن

۴-فصل نامه علمی پژوهشی علوم زمین

۵-کتاب ژئوفیزیک نویسنده فرداد

۶-کتاب اکتشاف ذخایر معدنی تالیف خانم ملک زاده ، اقای کریم پور،اقای قیدریان

۷-ماهنامه علوم زمین و معدن

۸-فصل نامه علمی پژوهشی علوم زمین

۹-اینترنت

۱۰-(نسرین امیرمطلبی و همکاران، زمستان ۹۱)گزارش بررسی‌های اکتشافات سیستماتیک ناحیه‌ای وشناسایی نواحی امید بخش معدنی در زون طارم

۱۱-داوود عقیلی (انجمن دانشجویان ایران) سایت کشف و شناسایی معادن(اینترنت)

۱۲-دکتر هوشنگ اسدی هارونی ، شناسایی و مقایسه آلتراسیونهای محدوده های معدنی طلای شیئر زون موته و مس-طلا پوفیری دالی با استفاده از آنالیز طیفی داده های ماهواره ای استر(اینترنت)

۱۳-سایت پایگاه ملی داده های علوم زمین

۱۴-انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن ایران، (1391)

۱۴-سایتهای معدن در اینترنت

16-Nagamani K and Ramachandran S. 2003. Land use/land cover in Pondicherry using remote sensing and GIS, Proceedings of the Third International Conference on Environment and Health, Chennai, India, Department of Geography,University of Madras and Faculty ofEnvironmental Studies, York University, India, 15-17 December, 300-305.

17-Xia L and Yeh AG-O. 2004. Analyzing spatial
restructuring of land use patterns in a fast growing
region using remote sensing and GIS. Landscape and Urban planning, 69(4): 335-354

18-Billah M and Rahman GA. 2004. Land cover
mapping of Khulna city applying remote sensingtechnique. Geoinformatics: 707-714

19-Kevin O'Donnell T, Goyne KW, Miles RJ, Baffaut
C, Anderson SH, Sudduth KA. 2010. Identification
and quantification of soil redoximorphic features
by digital image processing. Geoderma, 157(3): 86-96

www.noandishaan.com