

استفاده از سامانه اطلاعات مکانی در کنترل پروژه‌های لرزه‌نگاری

حمیدرضا صادقی، نفت خزر

مقدمه

دستیابی سریع به اطلاعات به‌منظور برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری، بهره‌برداری، نظارت و اجرا در شاخه‌های گوناگون علوم در جهان سبب رشد فن‌آوری‌های نوین و از جمله سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی شده است. درحال حاضر مراکز علمی و فنی جهان در تلاش‌اند تا با ابداع روش‌های خاص، بتوانند بالاترین بهره‌وری را توسط سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی حاصل کنند. به کارگیری این ابزار با امکان استفاده در شبکه‌های اطلاع‌رسانی جهانی، یکی از زمینه‌های مناسب و مساعد در جهت معرفی توان‌ها و استعدادهای هر کشوری در سطح جهانی است.

برای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)^۱ تعاریف متعدد و متنوعی ارائه شده است. پیدایش سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به دهه ۱۹۶۰ در کشور کانادا برمی‌گردد. اما، با عمومیت یافتن این سیستم در دهه‌های اخیر در کل کشورهای دنیا، اکثر کشورها به استفاده از آن روی آورده‌اند. تعاریف متعدد GIS دارای نقاط اشتراک زیادی هستند و اگر بخواهیم تعریفی کلی از آن ارائه دهیم می‌توان گفت GIS نوعی از سیستم‌های اطلاعاتی است که شامل پایگاه‌های داده از مشاهداتی است که در فضا به صورت نقاط، خطوط و یا سطوح، قابل تعریف هستند. این سیستم اطلاعات، این نقاط، خطوط یا سطوح را نگهداری و پردازش کرده و داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد تا نتایج خاصی از آنها استخراج گردد؛ در واقع GIS ترکیبی از چندین لایه‌ی اطلاعاتی است که به‌شما این امکان را می‌دهد تا به بهترین وجه ممکن فضای موردنظر را

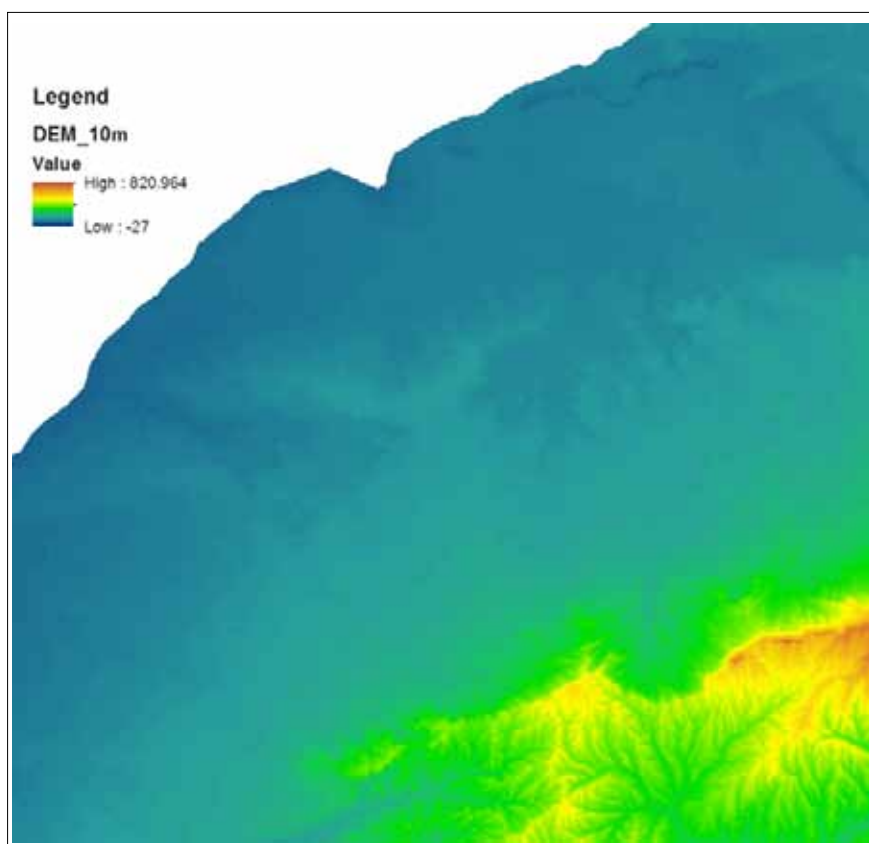
بررسی و ارزیابی کنید.

لایه‌های مختلف ساخته شده در پروژه‌های لرزه‌نگاری

استفاده از GIS در پروژه‌های لرزه‌نگاری مستلزم ساخت و به‌روزرسانی لایه‌های مورد نیاز در نرم‌افزار است؛ در طول پیشرفت پروژه لرزه‌نگاری از ابتدای نخستین شناسایی^۲ گروه‌های مختلف حفاری و نقشه‌برداری، پایگاه داده پروژه شامل لایه‌های اطلاعاتی مختلف رفته‌رفته کامل و کامل‌تر می‌شود که این لایه‌ها در دو دسته لایه‌های وکتوری^۳ و رستری^۴ طبقه‌بندی می‌شوند:

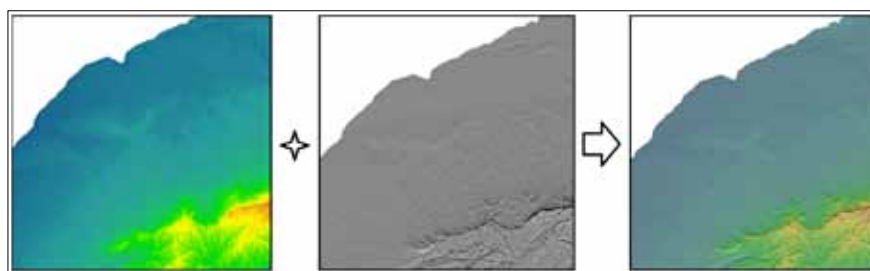
۱- لایه‌های وکتوری (برداری)

نخستین لایه‌های اطلاعاتی پروژه نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور است که شامل مرزهای قانونی خشکی و دریایی و استان‌ها و بخش‌های کل کشور و لایه‌هایی به صورت خطی، نقطه‌ای و پلی‌گونی استان محل پروژه از قبیل ساختمان‌های مهم، مراکز تفریحی، چاه‌های آب، گاز و نفت موجود، مراکز صنعتی، مسیل‌ها، رودخانه‌ها، زمین‌های کشاورزی و باغ‌های میوه و بسیاری دیگر، تهیه و به بانک اطلاعاتی اضافه می‌شود. این لایه‌های اطلاعاتی به صورت شیت‌هایی با ابعاد ۲۵ کیلومتر در ۲۵ کیلومتر



شکل ۱ | نمونه‌ای از DEM یک پروژه

تشخیص مناطقی که دسترسی به آن‌ها مشکل است و یا مناطقی که نیاز به شناسایی دقیق‌تری دارند، می‌توان از آن استفاده کرد. به‌علاوه تخمین زمان مسافرت وسایل نقلیه از یک نقطه پروژه به نقطه دیگر و نیز میزان تخمینی مصرف سوخت به‌طور متوسط در این مسافرت‌ها، تشخیص محل احداث نقاط مبنای نقشه‌برداری^{۱۱}، اتاق رادیو و محل استقرار Repeater Man برای داشتن حداکثر پوشش از دیگر مواردی است که می‌توان به آن اشاره کرد. در شکل ۱- نمونه‌ای از DEM یک منطقه دیده می‌شود.



شکل ۲ | ترکیب DEM منطقه و Hillshade آن برای دید بهتر سه بعدی



شکل ۳ | نمونه‌ای از خروجی‌های مدل مسیر پیشنهادی

می‌باشند که بر اساس راهنمای شیت‌بندی ساخته‌شده برای کل ایران توسط سازمان نقشه‌برداری کشور به فروش می‌رسند. بعد از آن به ترتیب لایه‌های نقشه‌های رقومی و دیجیتال‌شده زمین‌شناسی، موقعیت خطوط لرزه‌نگاری و نقاط چشمه و گیرنده طراحی شده در ابتدای پروژه، موقعیت نقاط مبنای شبکه ژئودزی ماهواره‌ای نقشه‌برداری و در ادامه و در طول انجام پروژه و با پیشرف آن محدوده فواصل ایمنی عوارض موجود برای شوت‌های دینامیتی و ویبراتوری و همچنین نقاط پیاده شده نقشه‌برداری در طول پروژه است که به‌طور مجزا برای نقاط گیرنده^۶ و چشمه^۷ به‌روزرسانی می‌شوند. لایه آخر نیز وضعیت عوارض موجود در پروژه است که در ابتدا تمامی عوارض استخراج شده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری به این لایه وارد شده و در ادامه شناسایی‌ها، هر عارضه دیگری که در نقشه‌ها وجود نداشت و در طی شناسایی خط‌ها مشاهده می‌شود، ترسیم و به آن اضافه می‌شود. علاوه بر این موقعیت روزبه‌روز ماشین‌آلات راه‌سازی و کابین و آمبولانس‌ها و نیز شناسایی بازه‌های عملیات لرزه‌نگاری از لحاظ دینامیت و ویبراتور نیز هریک در لایه مخصوص به خود در این مجموعه داده^۸ وجود دارد.

۲- لایه‌های رستری

مهم‌ترین لایه‌های رستری در هر پروژه معمولاً شامل تصاویر ماهواره‌ای Google، BING و Landsat ETM+ و دیگری لایه DEM ساخته‌شده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ و مشتقات آن‌ها، TIN^۹ و نقشه‌های کاغذی زمین‌مرجع شده منطقه پروژه می‌باشند.

مدل رقومی ارتفاعی

مدل‌های رقومی ارتفاعی (DEM)^{۱۰} به علت

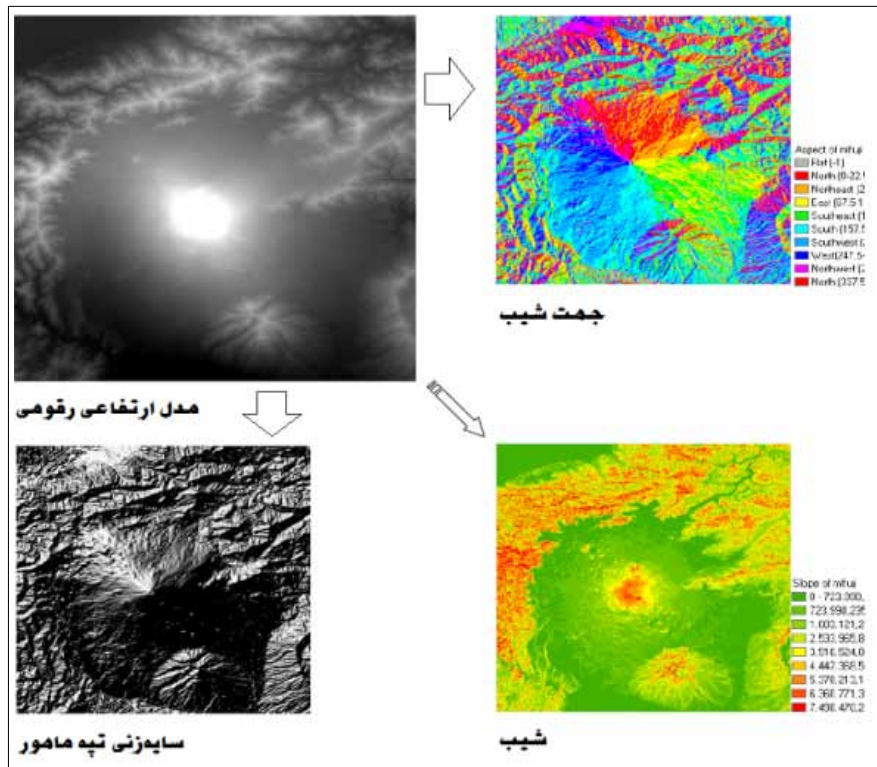
از دیگر قابلیت‌های این مدل‌ها ترکیب نمایش آن‌ها با نقشه‌های HillShade و تجسم سه بعدی از زمین می‌باشد که در شکل ۲- نمونه‌ای از آن دیده می‌شود.

تجزیه و تحلیل مکانی

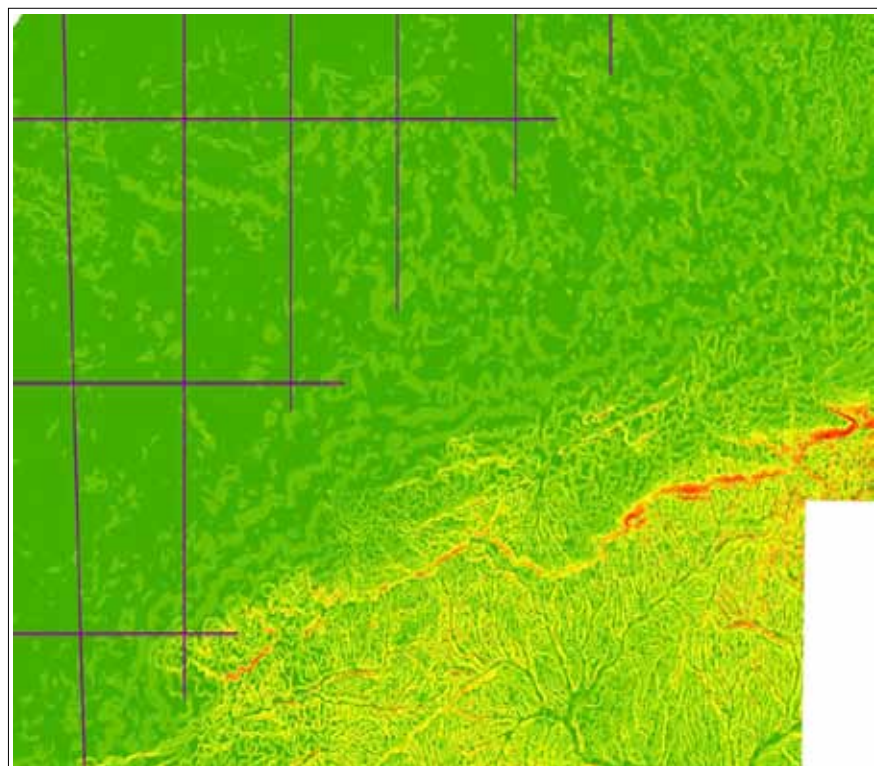
اهمیت رسترها در آنالیزهای مکانی^{۱۲} و توابع نقشه‌سازی از فاصله و مکان‌یابی‌هاست که به مجموع این توابع تحلیلی، Spatial Analysis گفته می‌شود. علاوه بر این می‌توان روی این مدل‌ها عملیات ریاضی مانند جمع، تفریق، ضرب، تقسیم، مشتق و تبدیلات فوریه و لاپلاس و ... انجام داد و هر یک از محصولات این توابع معنی خاص خود را خواهد داشت. برخی از این توابع مانند کلاسه‌بندی‌ها^{۱۳}، شیب^{۱۴} و ... قابل اعمال روی مدل‌های وکتوری نیز هستند اما، حجم داده و زمان انجام آن بالاتر می‌رود. در کل به کمک GIS تبدیلات ریاضی را روی مدل‌های رستری انجام داده و نتایج را به شکل یک وکتور که توانایی اندازه‌گیری روی آن داشته باشیم، تبدیل می‌کنیم.

۱- مدل پیشنهادی تعیین کمترین فاصله

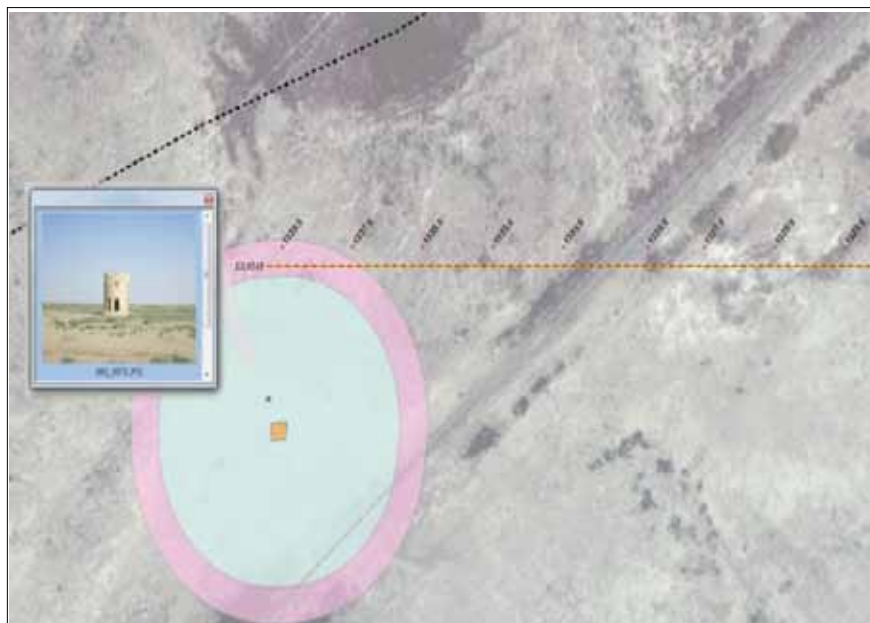
از نمونه‌های کاربردی این دسته از مدل‌سازی در یک پروژه لرزه‌نگاری، می‌توان از تعیین کوتاه‌ترین فاصله برای گروه‌های راه‌سازی حفاری و گروه ویراتور نام برد که با چهار محدودیت^{۱۵} شیب، جهت شیب، فاصله از مسیرهای خاکی موجود و فاصله از آبراهه‌ها در فضای Model Builder نوشته شده است (شکل ۳-). در این مدل نقاط ابتدا و انتهای مسیر به عنوان پارامتر ورودی به مدل معرفی شده و پس از اجرای مدل، خروجی آن روی تصاویر ماهواره‌ای BING و Landsat بررسی شده و تغییرات لازم در دنیای واقعی اعمال می‌گردید و در مواقع لازم روی گیرنده GPS



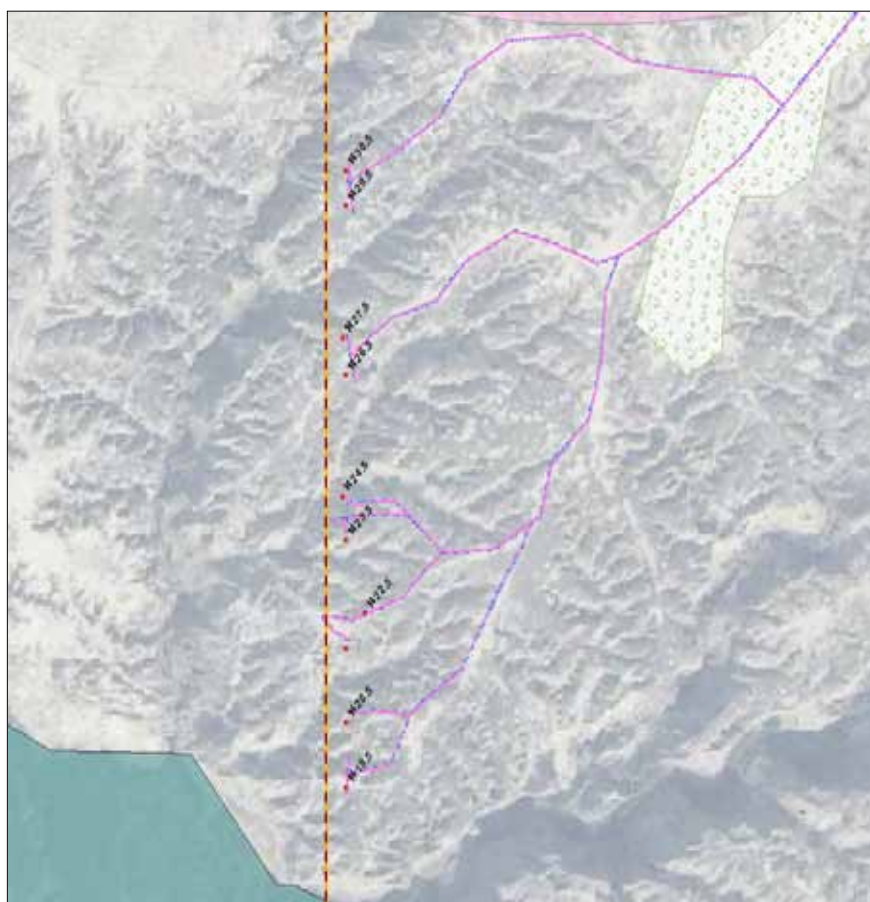
شکل ۴ | مدل‌های مختلف نمایش یک منطقه



شکل ۵ | نقشه شیب بر حسب درجه



شکل ۶ | نمونه ای از کروکی تهیه شده توسط گروه شناسایی



شکل ۷ | نمایش مسیرهای حفاری تراکتوری (دسترسی آنتنی)

دستی اپراتور راهسازی ریخته می شود تا برای ادوات راهسازی اقدام به مسیریابی کند.

۲- مدل پیشنهادی شیب و موارد مرتبط با آن

استفاده از مدل های شیب، جهت شیب، سایه زنی و غیره بسته به هدف مورد نظر برای کارهای محاسباتی یا صرفاً دید بهتر از منطقه انجام می گیرد. در شکل-۴، مدل های مختلف از یک منطقه برای مقایسه دیده می شوند. در شکل-۵ نقشه رستری شیب بخشی از محدوده ی یک پروژه که توسط نرم افزار ArcGIS تهیه شده است مشاهده می شود.

قابلیت های GIS و اهمیت آنها در پروژه های

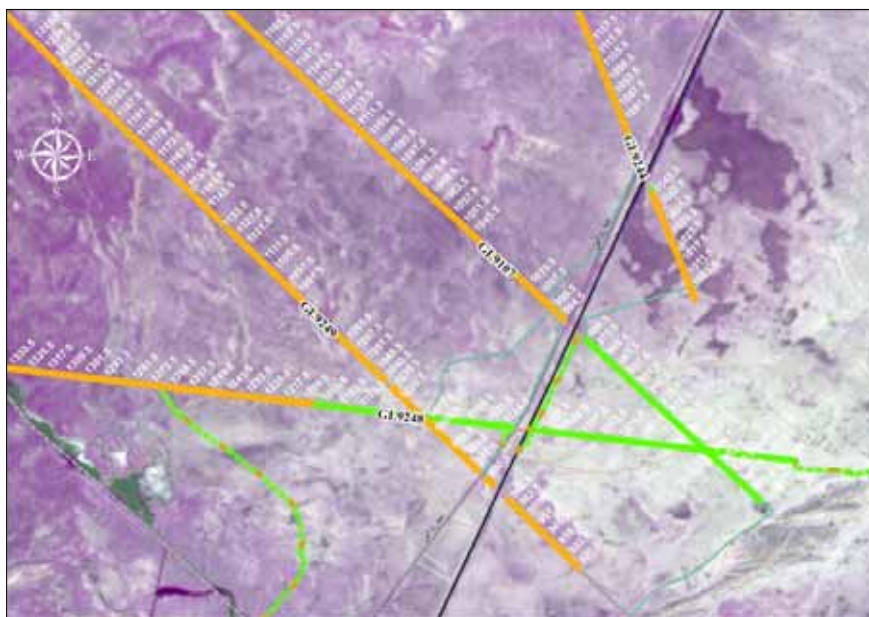
لرزه نگاری

۱- گزارش شناسایی خطوط لرزه نگاری: پس از اتمام شناسایی هر لاین دوبعدی گزارشی از وضعیت عوارض مجاور لاین، منابع نویز موجود، وضعیت مسیرهای دسترسی و مشکلات و موانع کندکننده عملیات لرزه نگاری از قبیل وضعیت و جنس زمین به همراه نقشه و عکس های متعدد زمینی و ماهواره ای، شمار نقاط و بیراتوری و دینامیتی، مختصات ابتدا، انتها و آزیموت^{۱۷} خط طراحی شده تهیه شده و پس از تایید نماینده کارفرما برای پیاده سازی نقاط در اختیار گروه نقشه برداری قرار می گیرد. سپس فایل MDB نقاط تهیه شده و به بخش جی آی اس تحویل می گردد. وضعیت عبور لاین و موانع سر راه آن با نقشه ها و عکس های ماهواره ای و نیز وضعیت توپوگرافی نقاط برای استقرار گروه های حفاری و ویراتوری بررسی شده و جابجایی ها و نقاط بازگشتی لازم به همراه نقشه و فایل پلان نقطه گذاری در اختیار نقشه بردارهای فیلد قرار می گیرد. بعد از پیاده کردن نقاط خط روی زمین، مجدداً فایل MDB نقاط کیل گذاری شده^{۱۸} به پایگاه داده^{۱۹} افزوده شده و با وضعیت طراحی اولیه

را بصورت بهینه پیاده‌سازی کند. از جمله این عوارض می‌توان به جاده‌ها، پل‌ها، ساختمان‌ها، خطوط برق فشار قوی و ضعیف، خطوط لوله، سدها، خطوط فیبر نوری و ... اشاره کرد. در مراحل اولیه پیکربندی و ایجاد لایه‌های پایگاه داده، جداول فواصل مجاز تنظیم و سپس با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS این فواصل ایجاد و با پیاده‌سازی نقاط چشمه



شکل ۸ | جابجایی محل شوت‌ها و رعایت حریم ساختمان‌ها و جاده‌ها



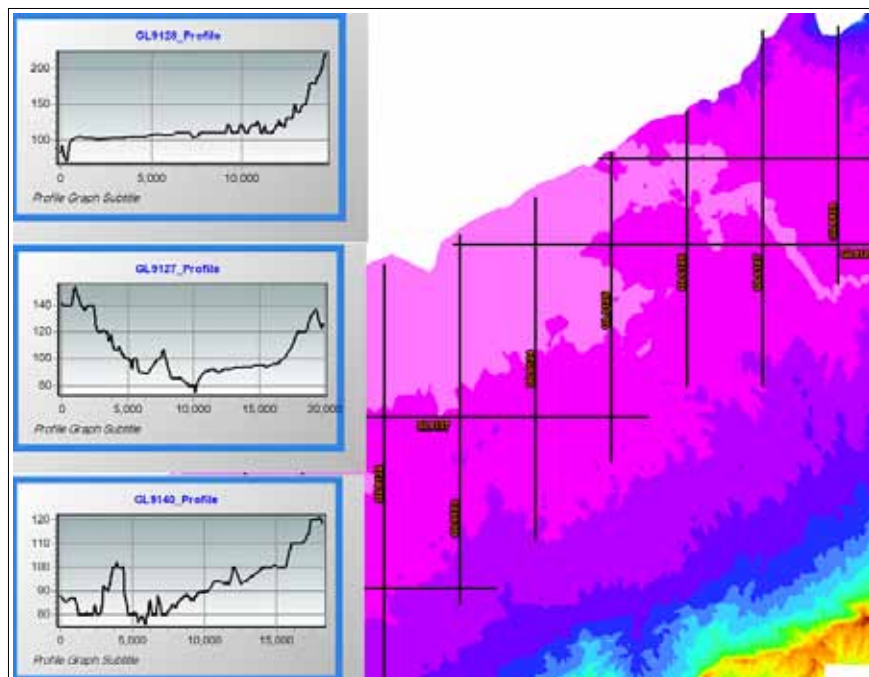
شکل ۹ | وضعیت انطباق مناطق مرطوب روی شکل و مرز نقاط دینامیتی با ویراتوری

مقایسه شده و چنانچه انحرافی از آن مشاهده شود به سرپرست واحد گزارش داده می‌شود. در شکل-۶ یک سازه تاریخی دیده می‌شود که دو نوع بافر^{۲۰} بر اساس شوت و ویراتوری و دینامیتی (بافر شوت دینامیتی نسبت به شوت و ویراتوری کمی بیشتر بوده و به رنگ صورتی در شکل دیده می‌شود) برای آن ساخته شده و عکس آن نیز در نرم‌افزار ArcGIS دیده می‌شود.

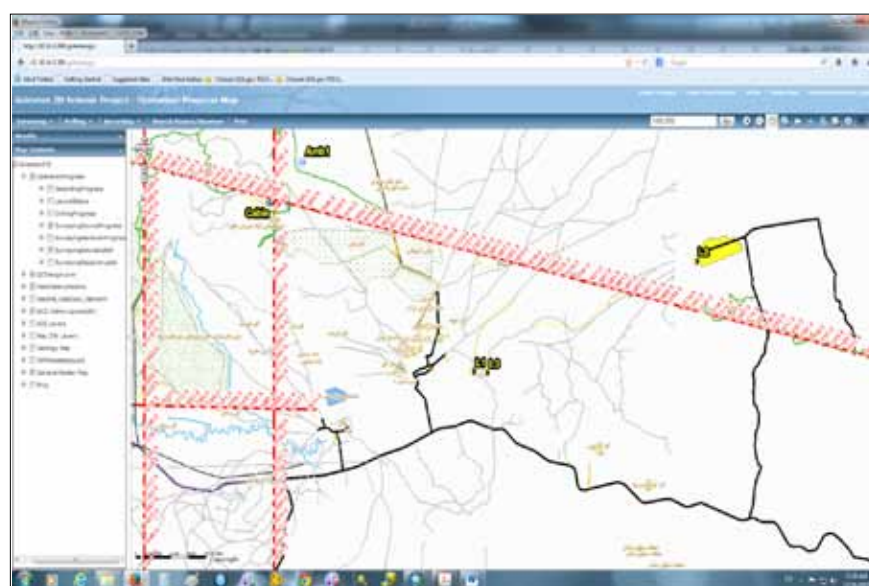
۲- تهیه نقشه پیشرفت^{۲۱}: جداول پیاده‌سازی نقاط، شوت و حفاری و چیدمان در غالب نقشه‌های پیشرفت پروژه به صورت دائمی و روزانه به‌روز می‌شوند که از قابلیت دیداری بسیار خوبی برخوردار بوده و با نگاه به آن‌ها می‌توان وضعیت کلی پیشرفت گروه‌های مختلف و گلوگاه‌های احتمالی را سنجیده و در صورت نیاز بر سرعت گروه‌ها افزود یا آن‌ها را هماهنگ کرد.

۳- شناسایی مسیرهای دسترسی به نقاط مختلف خطوط لرزه‌نگاری به‌جهت برنامه‌ریزی برای انجام عملیات حفاری پرتابل و تراکتوری در قسمت‌هایی از پروژه که امکان راه‌سازی و در نتیجه حضور دستگاه‌های ویراتور یا کامیون‌های حفاری سنگین میسر نیست از دیگر موارد قابل دسترسی می‌باشد که در شکل-۷ نمونه‌ای از این نقشه‌ها دیده می‌شود. ۴- ساخت لایه حریم فاصله ایمنی^{۲۲} برای عوارض: بدون تردید موضوع رعایت فواصل ایمنی و حفاظت از محیط‌زیست از اصول پایه‌ای و اساسی در هر پروژه زمینی و به‌خصوص پروژه‌های لرزه‌نگاری می‌باشد. بدین منظور جدولی در اختیار پیمانکار هر پروژه قرار می‌گیرد که بر اساس آن فواصل حداقلی هر شوت (انفجار دینامیت یا دستگاه ویراتور) از تاسیسات مختلف مشخص شده است و گروه نقشه‌برداری پیمانکار موظف است بر اساس این جدول محل نقاط چشمه

یافته و زمان شناسایی کاهش پیدا می‌کند، به خصوص در مقاطعی که وسعت منطقه‌ای که راه باید از آن عبور کند زیاد باشد و یا عملیات در منطقه‌ای دچار بحران یا مسائل گلوگاهی شود و نیاز به سرعت بیشتری در عملیات احساس شود. برای پیشبرد بهتر



شکل ۱۰ | پروفیل طولی خطوط



شکل ۱۱ | نمایی از محیط وب GIS در مرورگر Mozilla

روی نقشه بصورت کاملا دیداری رعایت فواصل ایمنی قابل کنترل و ارزیابی است. در شکل ۸، ساختمان‌های روستایی به رنگ تیره‌تر و حریم ساخته‌شده توسط نرم‌افزار که بر اساس حداقل فاصله ایمنی نقاط شوت از سازه‌ها ساخته‌شده به رنگ روشن‌تر در اطراف سازه‌ها دیده می‌شوند و به صورت دیداری مشخص است که با جابجایی نقاط شوت در نزدیکی روستا، این فواصل ایمنی به خوبی رعایت شده‌اند. همچنین در مورد جاده‌ها رعایت حریم در شکل ۸- به خوبی دیده می‌شود.

۵- تهیه نقشه‌های زمین مرجع شده کاغذی پروژه مانند نقشه‌های راه‌ها و مناطق حفاظت شده محیط زیست و به کاربری آن‌ها در طراحی خطوط لرزه‌نگاری
۶- انجام گزارش‌گیری از پیشرفت واحدهای عملیاتی در یک زمان یا بازه زمانی و به اشتراک‌گذاری این سیستم برای تمامی واحدها

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در GIS: با توجه به وجود دو نوع نقاط چشمه شامل نقاط ویراتوری (برای مناطقی که امکان عملیات راه‌سازی وجود داشته و در نتیجه دسترسی کامیون‌های سنگین و ویراتورها به آن‌ها ممکن است) و دینامیتی (برای مناطق با شیب زیاد و یا مناطق باتلاقی و کشاورزی که امکان راه‌سازی در آن‌ها وجود ندارد) تشخیص این که در کدام قسمت از خطوط لرزه‌نگاری از کدام نوع منبع انرژی می‌توان استفاده نمود برای هدایت ادوات و تجهیزات و برنامه‌ریزی گروه‌های راه‌سازی، حفاری و ویراتور بسیار ضروری می‌باشد؛ گروه‌های راه‌سازی برای بهبود عملکرد روزانه اغلب نیاز به مسیرهای پیشنهادی دارند که برای مدیریت راهبردی موثر، عملیات شناسایی روی این مسیرهای پیشنهادی انجام می‌گیرد و بدین ترتیب تعداد گزینه‌های موجود برای راه‌سازی کاهش

تغییرات و پیشرفت پروژه اطلاع کامل دارند، می‌توانند از این داده‌های به‌اشتراک گذاشته شده نقشه‌های با کاربری‌های مختلف (مانند نقشه‌های پیشرفت نقشه‌برداری، راه‌سازی، حفاری، شوت، چیدمان و یا جمع‌آوری در آن روز و یا هر روز دیگر و یا نقشه تجمعی^{۲۹} تا پایان آن‌روز، نقشه نقاط UPHole و LVL، نقشه پروفیل طولی خط برای استقرار کابین، نقشه موقعیت ماشین‌آلات و بیمارستان‌ها و یا مناطق خطر برای واحد ایمنی و محیط زیست و...) با هر رنگ و سمبل و اندازه‌ای برای خود ایجاد کرده و آن را به چاپگر بفرستند. در شکل-۱۰ نمونه‌ای از پروفیل طولی خطوط قبل از پیاده‌سازی دیده می‌شود که برای برنامه‌ریزی عملیات از آن‌ها استفاده می‌شود.

ArcGIS Server

نمونه گسترده‌ترین گونه سیستم اشتراک‌گذاری، به‌اشتراک‌گذاری در فضای وب می‌باشد. در این حالت داده‌های مورد نظر برای به‌اشتراک‌گذاری توسط اکستنشن^{۳۰} ArcGIS Server محصول شرکت ESRI در سیستم سرور منتشر شده و با یک آدرس IP در مرورگرهای وب^{۳۱}، در اختیار کارفرمای پروژه‌ها، گروه‌های عملیاتی و مدیران دفاتر تهران قرار می‌گیرد. شکل-۱۱ نمای از محیط وب می‌باشد. ■

تولید نقشه ایفای نقش کرده و داده‌های خروجی آن، در اختیار واحدهای مختلف یک سازمان قرار گیرد. در هر پروژه این شبکه اشتراک‌گذاری در قالب زبان SQLServer پیکربندی شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. علت آن‌که زیرساخت این سیستم بر پایه زبان SQL بنا می‌شود اول این است که این زبان بهترین زبان برای مسائل و اهداف پرس‌وجوی مکانی سازمان یافته روی عوارض می‌باشد. دوم آن‌که این زبان یک زبان رابطه‌ای^{۳۵} است. از این رو روابط آن ساده و یادگیری آن ساده‌تر از زبان‌های شیئی‌گرا^{۳۶} مانند ArcObject و یا Oracle است. با یک واسط نرم‌افزاری به نام ArcSde، ArcGIS به پایگاه داده SQL متصل شده و داده‌هایی که مد نظر است در این سیستم به اشتراک‌گذاری می‌شود.

در چنین سیستمی دو سطح دسترسی یکی برای مدیر پایگاه داده^{۳۷} که قابلیت ویرایش داده را دارد، و دیگری برای سایر کاربران^{۳۸} پایگاه داده که تنها قابلیت رویت اطلاعات را دارند، در نظر گرفته می‌شود.

ناظران مقیم کارفرما، رئیس ناحیه، مدیر فیلد و سرپرستان تمامی واحدهای عملیاتی، بخش کنترل پروژه و بخش ایمنی و محیط زیست در صورتی که به شبکه ناحیه متصل باشند، علاوه بر آن‌که همواره به‌صورت دیداری از آخرین

لحاظ وضعیت و تراکم پوشش زمین‌های کشاورزی و باغ‌های میوه و نیز رطوبت زمین (با استفاده از باند مادون قرمز تصاویر لندست) برای حاشیه امنیت عبور ماشین‌آلات اعمال می‌شود. در تصاویر ماهواره‌ای لندست مناطقی که دارای رطوبت هستند به رنگ تیره دیده می‌شوند و میزان رطوبت زمین با میزان تیرگی شکل نسبت مستقیم خواهد داشت. شکل-۹ نشان‌دهنده‌ی میزان مطابقت این تصاویر با پلان‌های عملیاتی است. تشخیص این مناطق از این جهت مهم است که مناطقی که در آن‌ها سطح آب‌های زیرزمینی بالا باشد (مناطق تیره‌تر) امکان فرورفتن کامیون‌های ویراتور^{۳۴} با وزن ۵۰ تن در آن‌ها وجود دارد و در این مناطق بهتر است از دستگاه‌های حفاری سبک و شوت دینامیتی استفاده شود. در شکل-۹ مناطق به رنگ سبز فسفری، ویراتوری و مناطق نارنجی رنگ حفاری می‌باشند و به خوبی مشخص است که مناطق با رطوبت بالاتر (مناطق تیره‌تر) شامل حفاری و شوت دینامیتی شده‌اند که صحت پیش‌بینی را نشان می‌دهد.

شبکه و سرور جی‌آی‌اس مورد استفاده در پروژه‌ها

هدف نهایی از ایجاد هر سیستم اطلاعات جغرافیایی سازمانی (SDI) آن است که برای

پانویس‌ها

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 1. Geographic Information System | 17. Azimuth |
| 2. Scouting | 18. Post plot |
| 3. Vector | 19. Data Base |
| 4. Raster | 20. Buffer |
| 5. Shot | 21. Progress Map |
| 6. Receiver | 22. Safety Distance Buffer |
| 7. Source | 23. Resolution |
| 8. Dataset | 24. Vibroseis |
| 9. Triangulated Irregular Network | 25. Relational |
| 10. Digital Elevation Model | 26. Object Oriented |
| 11. Base Point | 27. Administrator |
| 12. Spatial Analysis | 28. Users |
| 13. Classification | 29. Accumulative |
| 14. Slope | 30. Extension |
| 15. Constraint | 31. Web Browser |
| 16. Noise | |