

نقشه برداری دقیق زمین شناسی

روشی نو جهت تجزیه و تحلیل گسل های سطحی

مهدی مدیری

عضو هیأت علمی دانشکده نقشه برداری

mmodiri@ut.ac.ir



چکیده

به منظور ارزیابی پتانسیل شکستگی سطحی ناشی از زلزله، کاربردی جدید از نقشه برداری بسیار دقیق زمین شناسی با توتال استیشن الکترونیکی ارائه شده است. این روش، امکانی را فراهم می سازد تا بتوان گسل های ثانویه، که کوچکی 30° سانتیمتر جابه جایی عمودی را که در سطح نشان نمی دهند، تشخیص داد. این گونه گسل های بسیار کوچک دارای علائم و نشانه های توپولوژی نمی باشند و لذا احتمال زیاد می رود که مورد توجه قرار نگیرند در حالی که وجود گسل در محدوده تأسیسات و تحرکات را نشان می دهند.

این روش شامل نقشه برداری نقاط در عوارض زمین شناسی و تحلیل دقیق و مفصل رایانه ای و عملیات صحرائی نابهنجاریها در ارتفاع نقاط نقشه برداری شده می باشد. نابهنجاریهای عمومی در ارتفاعاتی مورد بررسی قرار می گیرند که بیشتر از گسل های نرمال و وارونه تشکیل یافته اند. با این حال، این روش را می توان برای گسل های طولی لغزشی نیز به کار برد.

این روش شرایطی را فراهم می نماید که به راحتی داده های زمین شناسی را بتوان در GIS مجتمع نمود و به تحلیل جزئیات سه بعدی (3D) عوارض ساختار کوچک دست یافت؛ داده های صحرائی در نیمرخ هاف دیاگرام های سه بعدی و نقشه هایی که به کمک نرم افزارهای کارتوگرافی ساخته می شوند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

توانایی این روش برای شناسایی گسل ها با جابه جایی اندک امکان می دهد تا انواع سبک و شیوه دگردیسی، تقلیل در جابه جایی امتداد گسل های کوچک و واگرا که در دو انتهای گسل های بزرگ و معمولی قرار دارند، خمش های تک شیب و ساختارهای عرضی بین گسل ها را مشخص کرد.

واژگان کلیدی: نقشه برداری دقیق زمین شناسی، زلزله، نقشه رقوم، گسستگی سطحی و گسل ها

مقدمه

توتال استیشن^(۱)، زاویه یاب همراه با رایانه است که از آن در مهندسی و ساختمان استفاده و نرم فراوانی می‌شود. با توجه به پیشرفتهای اخیر در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی افزارهای گرافیکی، (GIS) به کارگیری توتال استیشن در کاربردهای زمین‌شناسی پذیرفته شده است. این سامانه، جایگزین قطب نما برای اندازه‌گیری حالت مشخصه‌های ساختاری نظیر بستر، ترسیم و توجه شکستگی گردیده است. از (Feng, 2001) برای اندازه‌گیری جهت، سرعت و جریان در رودخانه‌ها هم از توتال استیشن استفاده می‌گردد و (Philpotts, 1997) این سامانه برای ثبت تراشه پارینه زلزله‌ای (Renou, 2002)، نقشه‌های توپوگرافی، مطالعات رودخانه‌ای (Keim, 1999) آزمون دقت مدل‌های رقومی زمین (DEM) استفاده می‌شود (Webber, 1995). نیاز به شناخت و تشخیص گسل‌های بسیار کوچک با توانایی ایجاد شکستگی زلزله‌ای در زیر تأسیسات حساس همانند آزمایشگاه و مراکز تحقیقاتی، انگیزه بررسی روشهای مؤثر و شیوه جدیدی از نقشه برداری زمین‌شناسی با توتال استیشن گردید.

خطرات زلزله

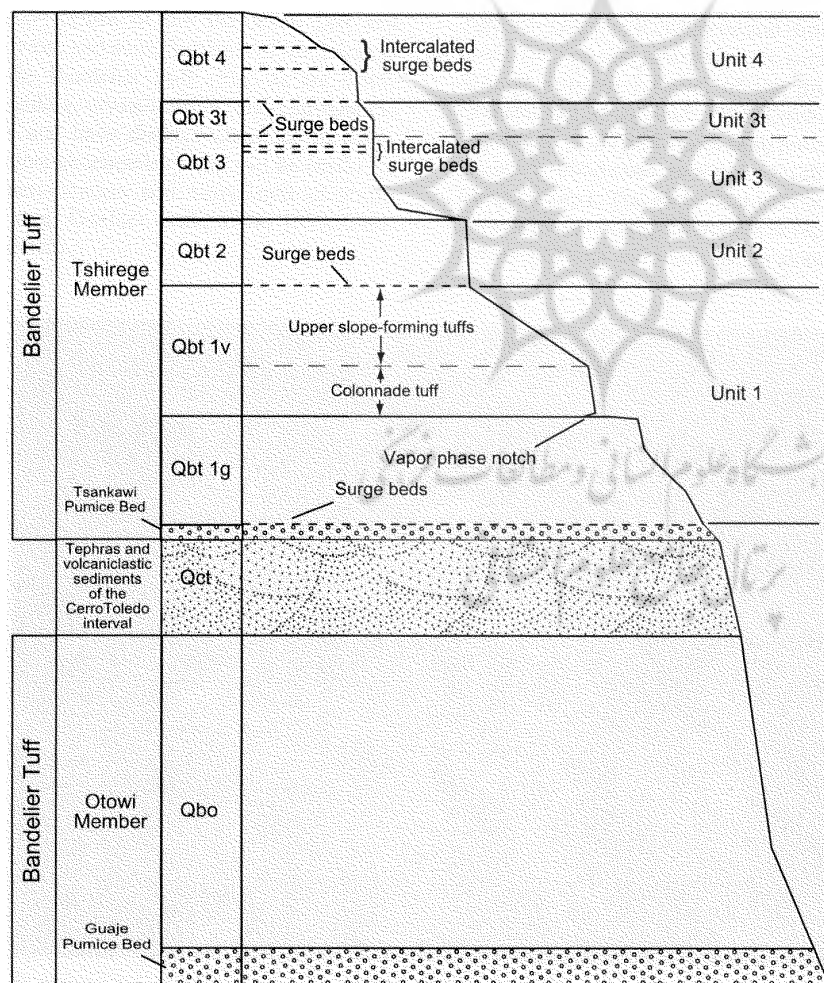
جابه‌جایی عمودی در گسل‌های بسیار کوچک حوالی گسل‌های بزرگ که در طی زمین لرزه‌های گذشته روی می‌دهد، نشانگر استقرار تولید زمین لرزه‌هایی به بزرگی ۶ تا ۷ ریشتر را دارد که معمولاً باعث شکستگی گسل‌های اولیه و فرعی در سطح زمین می‌شوند. اگر چه بیشتر خسارات جدی زلزله ناشی از حرکت زمین است ولی تأسیساتی که بر روی گسل‌های گسیختگی قرار گرفته‌اند همیشه خسارت شدید. ناشی از جابجایی سطحی را متحمل می‌شوند (Kelson, 1999) تشخیص گسل‌های گسیختگی سطحی با جابجایی ۳۰ سانتیمتر یا بیشتر برای این مطالعات لازم است. نقشه برداری متعارف زمین‌شناسی، سیستم و تعیین موقعیت جهانی نواحی (GPS) دیگر سامانه‌های الکترونیکی نقشه برداری به ویژه در شیب‌های تند، جنگلی با رخنمون‌های ناپوسسته و گسسته، فاقد دقت کافی است و توان تشخیص گسل‌های گسیخته با جابجایی ۳۰ سانتیمتر بیشتر نیست. با پیشرفت‌های اخیر که در علوم ژئوماتیک، سیستم تعیین موقعیت جهانی، سامانه‌های اطلاعات (جغرافیایی و بسته‌های نرم‌افزاری مدل سازی سه بعدی (3D صورت گرفته، نقشه برداری زمین‌شناسی یا توپوگرافی با توتال استیشن روش بسیار دقیق و مؤثری برای جمع‌آوری و بررسی داده‌های دقیق سه بعدی و رقومی در محیط‌های مختلف فراهم می‌آورد. نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی، نیمرخ‌های طولی و عرضی و مدل‌های سطحی سه بعدی را می‌توان در صحرا به طور مستقیم و بر روی نمایشگر سیستم اندازه‌گیری با رایانه همراه مشاهده نمود.

- منطقه مورد بررسی^(۲) شرایط زمین‌شناسی

سیستم گسل تقریباً چهل کیلومتر طول و بیش از پنج کیلومتر عرض دارد و گسل‌های فرعی را شامل می‌شود. این گسل‌ها جابجایی عمودی برجسته‌ای (در مکانهای بیش از ۱۰۰ متر) است. دگردیسی در امتداد هر سه گسل به شدت در امتداد گسل طولی متغیر است به نحوی که از نظر

ژئومورفولوژی طیفی از سرایشی کاملاً مشخص تا منطقه‌های پهن از چین و گسل توزیعی برخوردار می‌باشد.

بر روی هر گسل نشانه‌ای برای گسیختگی هولوسن (در طی ۱۱۰۰۰ سال گذشته) یا گسیختگی هولوسن اجتماعی وجود دارد که همگی حاکی از منابع فعال زلزله‌ای است (Reneau, 2002). شیار به جا مانده از زلزله‌های گذشته نشان می‌دهد که آخرین زلزله بزرگ تقریباً در ۱/۵ کیلومتر بر روی گسل اصلی رخ داده است. برخی از زلزله‌های کوچک گذشته ($M \leq 2$) در سیستم گسل، باعث تأثیرات گسترده‌ای شده است که با شدت Modified Mercalli تا ۴ رسیده است (Gardner & House, 1999)



نگاره ۱: چینه‌شناسی عمومی توف Bandelier (Gardner et al, 2001). ضخامت واحدها به طور نموداری آمده است.

چینه شناسی

ناحیه مورد پژوهش شامل قدیمی ترین تا جوانترین چینه هاست. یک بخش از توف، آبرفت بنیان، لایه ای، خاک، خاکستر و ذرات آتشفشانی متخلخل اولیه، دوباره انتقال یافته است.

بخش دیگر توف (نگاره ۱)، ماسه های آبرفتی با رویه ماسه و شن و خاک های وابسته، رسوبات ایوانی رودخانه ای، کوه رفت در شیب ها و دیواره های کانیون^(۳)، آبرفت های جدید در کف کانیون می باشد. بخش سوم که گسترده ترین واحد در ناحیه مورد مطالعه است، از دهانه آتشفشان، به عنوان یک سری از جریانات داغ آذر آوری به سمت غرب فوران کرده است.

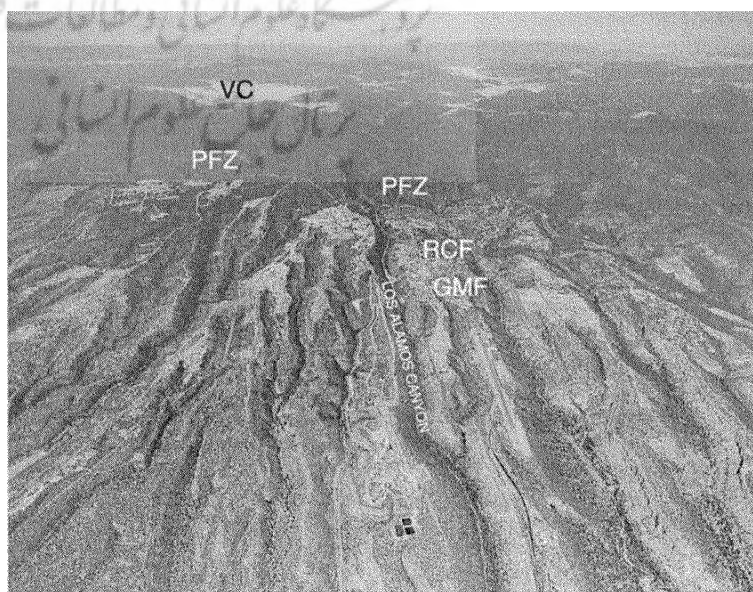
بخش چهارم، اگنیمبریت های بنیانی که بر روی سطوح نا منظم توپوگرافی رسوب کرده بودند، دارای جریان موجی کمتر و فوقانی و هبری های واحد خنک کننده است که غالباً در زیر رسوبات جوانتر قرار گرفته اند (Broxton, 1996)

چشم انداز محلی

ناحیه مورد مطالعه یک چشم انداز و منظره بریده و شکافته است که کانیون ها و تخته کوه های متناوب مشخصه بارز آن می باشد (نگاره ۲)، بیشتر کانیون ها در ناحیه دارای:

(۱) ۵۰ تا ۶۰ متر عمق،

(۲) شیب های تند با پرتگاه های متناوب و شیب هایی که بر اثر اختلاف در جوش خوردن و سخت شدن توف تشکیل یافته اند.



نگاره ۲: عکس هوایی مایل جنوب غربی ناحیه مورد مطالعه

۳) بالاخره این کانیون‌ها در موقعیت شرق و غرب یا غرب - شمال غرب واقع شده‌اند. در مجاورت دیواره گسل، توف با رسوب‌های پلیستوسن و هولوسن به شکل مخروط آبرفتی و کانال‌های دیرینه پوشیده شده‌اند که برخی از آنها پیش از کندن و بریدن زهکشی‌های کنونی تشکیل یافته‌اند (Gardner, 2001). این ناحیه از تنوع پوشش گیاهی چون درختان سوزنی برگ، کاج، بلوط و سایر درختان محلی برخوردار می‌باشد. جهت شرق و غرب کانیون‌ها اختلاف شدیدی را در پوشش گیاهی بین شیب‌ها نشان می‌دهد که رو به شمال و جنوب می‌باشند. شیب‌هایی که رو به شمال هستند معمولاً دارای پوشش ضخیم‌تر هستند، در حالی که شیب‌های رو به جنوب از پوشش گیاهی کمتری برخوردارند (Gardner, 2001).

روش و مواد

نقشه برداری باتو تال استیشن

با این روش امکان نقشه برداری دو بعدی و سه بعدی و گردآوری داده‌ها فراهم می‌شود. این سیستم در محیط‌های مختلفی استفاده می‌شود و دارای کاربرد آسان است. توتال استیشن بر روی یک سه پایه قرار داده می‌شود، ابتدا با یک تراز حبابی استقرار نسبی پیدا می‌کند. سپس با یک تراز الکترونیکی به طور کامل تراز می‌شود سیستم به طور خودکار کالیبره می‌گردد، با توجه به اینکه سیستم مجهز به دستگاه تبدیل کننده محوردوگانه دوربین است، به صورت خودکار زوایای افقی و عمودی را در ارتباط با هرگونه انحرافی از خط شاغول تصحیح می‌کند، سیستم خیلی سریع هرگونه انحرافی را که بیش از ۶ درجه باشد، هشدار می‌دهد (Geodimeter, 1998).

توتال استیشن به طور مرتب برای خطاهای کلیماسیون افقی و عمودی مورد آزمایش قرار می‌گیرد تا از دقت اندازه‌گیری‌های زاویه‌ای آن اطمینان حاصل کرد، اگر خطا بیش از 0.02gon باشد، بایستی سیستم را به تعمیرگاه ارسال نمود. تجهیزات مورد نیاز برای نقشه برداری با این سیستم، کمترین موارد است مثل باتری، منشور، استاد یا و نوار اندازه‌گیری (متر).

برای دستیابی به داده‌های محورهای Z, Y, X در پی اندازه‌گیری‌های لازم، دستگاه باید در یک سیستم مینا قرار داده شود. سیستم مینا می‌تواند یک سیستم اختیاری یا سیستم مختصات معلوم باشد. نقشه برداری در یک سیستم مختصات معلوم نیاز به حداقل مکان معلوم دارد، برای مثال یک پنج مارک دارد. (اگر به توان دستگاه را نسبت به جهات قطب نما توجیه نمود). در سیستم مختصات معلوم، دستگاه را می‌توان با تعیین یک نقطه معلوم و اندازه‌گیری یک عارضه مبنایی یا با مثلث بندی دو یا چند نقطه معلوم مستقر نمود. داده‌ها در میدان بدون تأخیر و آنی بدست می‌آیند و این کار امکان محاسبات را برای ارزیابی کیفیت استقرار دستگاه فراهم می‌کند. انحراف استاندارد موقعیت دستگاه بعد از مثلث بندی دستگاه محاسبه می‌گردد و به طور خودکار این محاسبات نمایش داده می‌شود.

انحراف استاندارد مورد قبول برای موقعیت دستگاه در این مطالعات از نظر افقی و عمودی بزرگتر از ۳ سانتیمتر ($< 3\text{cm}$) بود. دقت استقرار دستگاه و نقشه برداری با اندازه‌گیری مکرر پنج مارک‌ها یا انجام نقشه برداری با مختصات معلوم در ابتدا و انتهای هر نقشه برداری مورد آزمون و آزمایش قرار می‌گیرد. انحراف از مختصات معلوم معمولاً به اندازه $< 1.5\text{cm}$ است. اگر انحراف در اندازه‌گیری مختصات معلوم بیش از انحراف استاندارد پارامترهای موقعیت دستگاه باشد، عملیات تکرار می‌شود. بررسی انحراف محاسبه شده و جهت این انحراف برای هر پنج مارک که در پی ورود مختصات آن در استقرار دستگاه به کار رفته است و

تعیین تأثیر هر پنج مارک بر کیفیت استقرار دستگاه امکان پذیر می باشد. مؤلفه های فردی (برای مثال، محور y ، محور X یا محور Z) هر پنج مارک را می توان از داده هایی که برای محاسبه موقعیت دستگاه در میدان بکار رفته است، حذف نمود و موقعیت ایستگاه را می توان بدون نیاز به نقشه برداری مجدد پنج مارک ها دوباره محاسبه کرد.

اگر انحراف استاندارد در استقرار دستگاه غیر قابل قبول باشد، این مشخصه می تواند به صرفه جویی زیادی در زمان بیانجامد.

انحراف استاندارد در استقرار و بر پایی دستگاه، تابعی از دقت مختصات پنج مارک، توزیع زاویه ای بین پنج مارک ها و خطای انسانی (یعنی عدم نگره داری عمودی به طور مستقیم روی پنج مارک، ورود نادرست داده ها یا عدم نشان روی مستقیم دستگاه در مرکز منشور) است. وقتی دستگاه با استفاده از یک نقطه معلوم موقعیت یافته، انحراف استاندارد استقرار دستگاه را نمی توان تعیین نمود. داده هایی که از چنین استقراری جمع آوری شده به یک اندازه دقیق هستند. لیکن ممکن است نیاز به دوران داشته باشند و برای تحقق این دوران می توان از یک برنامه مبتنی بر CAD استفاده نمود که به طور وسیعی در یک سیستم مختصات معلوم قرار گرفته باشد.

همین که دستگاه در وضعیت یک سیستم اختیاری یا یک سیستم مبنایی معلوم قرار گرفت، زوایای افقی و عمودی اندازه گیری می شود و اندازه گیری فاصله هم با تعیین زمان گذر یک پرتو مادون قرمز است که از منشوری می تابد. اندازه گیری تنها در چند ثانیه انجام می گیرد و در زوایای افقی و عمودی از دقت ۳ میلیمتری در یک کیلومتر (3mm/km) برخوردار است. اما این دقت با دستگاه های متفاوت تغییر می کند و معمولاً در زاویه افقی و عمودی $< 5\text{mm/km}$ است. دو فاکتوری که می تواند دقت اندازه گیریها را کاهش دهد، یکی مسافت های بزرگ بین دستگاه و منشور و دیگر خطای انسانی است. با افزایش مسافت، پرتو یا پالس مادون قرمز پخش می گردد و دستگاه ناحیه وسیع تری را اندازه گیری می کند (تقریباً به اندازه یک شعاع 0.5m در اطراف منشور گسترده و پخش گردد).

بنابراین در مسافت های زیاد (یعنی $> 300\text{m}$) نشانه روی به مرکز منشور دارای اهمیت است. با این حال، عامل ممکن است که قادر نباشد مرکز منشور در مسافت های زیاد را ببیند و بدین طریق خطاهای کوچکی در دقت اندازه گیریها پدید می آید. فاکتورهایی چون دما، فشار و رطوبت نسبی نیز می توانند بر دقت اندازه گیریها تأثیر بگذارند. از اینرو باید محاسباتی برای تصحیح شرایط اتمسفریک به عمل آید (Geodimeter, 1998). پس اندازه گیری دستگاه در عرض چند ثانیه مختصات X ، Y ، Z را در سیستم مختصات خاص محاسبه می کند. عامل دستگاه می تواند دستگاه را طوری برنامه نویسی کند تا تمامی این داده ها بعلاوه داده های توصیفی دیگر در خصوص هر نقطه نقشه برداری در توتال استیشن ذخیره شوند. داده ها را می توان به آسانی به یک رایانه در صحرا یا در دفتر انتقال داد.

گردآوری داده ها

موقعیت ایستگاه های نقشه برداری گسل ها در منطقه مورد نظر بر روی پنج مارک های مطمئن تعیین گردید. این کار برای تعیین موقعیت گسل ها با توجه به ساختمانها لازم بود. سامانه های اطلاعات جغرافیایی محلی، که از طریق یک سرور پایگاه داده ای در دسترس قرار گرفته است، مشتمل بر پوشش توپوگرافی دیگر داده های مربوط برای کاربردهای علمی زمین و محیط زیست بوده است. از آنجا که

مختصات در سامانه‌های اطلاعات محلی در سیستم مختصات ایالتی‌ها است، لذا کلیه داده‌های نقشه برداری شده بر روی نقشه‌ها، مدل‌های سه بعدی و نیمرخ‌ها نگه داری می‌شود. دقت نمونه برای استقرار دستگاه‌های کمتر از 1.5cm در محورهای X و Y و 6cm در محور Z است. در کاربردهای اولیه نقشه برداری باتونال استیشن در محل از عارضه‌هایی استفاده گردید که بر روی ارتوفتو با مقیاس 1:200 اشناسایی شده بود. این کار هر چند دقت کمتری نسبت به استفاده از پنج مارکهای رسمی دارد ولی با این حال دقت کافی برای شناسایی و نقشه برداری گسل‌ها را فراهم می‌آورد. در نواحی دور دست که پنج مارکی وجود ندارد، از ارتوفتوی دیجیتالی همراه با داده‌های مدل ارتفاعی زمین برای دستیابی مختصات مشخص کننده چون تقاطع جاده‌ها، دکل‌های برق و درختان استفاده شده است.

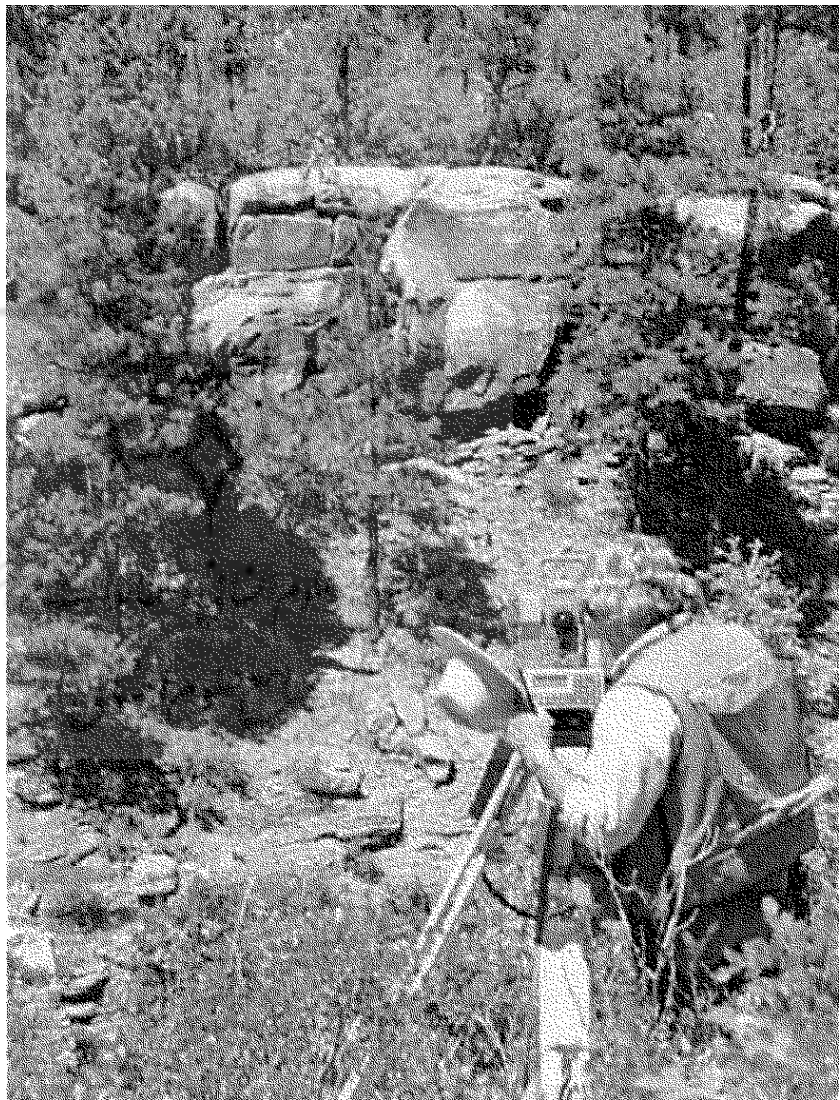
در آغاز و پایان نقشه برداری، نقاط پرتابی (ارزش تکراری برای حل مسائل مقادیر مرزی در مطالعات) که موقعیت معلوم دقت نقاط نقشه برداری شده را مورد آزمون قرار می‌دهد، به طور تغییرناپذیری، دقت نقاط نقشه برداری شده بهتر از دقت استقرار دستگاه است.

پنج مارک‌هایی که برای تغییر مکان دستگاه در موقعیت‌های جدید تعیین شده‌اند معمولاً چند بار از محل‌های مختلف استقرار ایستگاه نقشه برداری مجدد به عمل می‌آورند و مختصات دقیق دوباره بدست می‌آید (Gardner, 1999). بستن علامت‌های نقشه برداری در دورترین ناحیه مطالعه نشان می‌دهد که با فرض اینکه مختصات برای کلیه پنج مارک‌های مستقر صحیح باشند یک خطای جمع شونده در فضای مطلق سه بعدی کمتر از 1m در محورهای (X, Y, Z) در محور Z برای 3 کیلومتر نقشه برداری پدید می‌آید.

در این بررسی کافی است که محل گسل را تا حدود یک متری (افقی) پنج مارک‌های استقرار یافته تعیین کرد. در اینجا آنچه که بیشتر مهم است سازگاری داخلی داده‌ها می‌باشد، ایجاد گوشه‌ها نیز در جاهایی که امکان اطمینان سازگاری با موقعیت‌های ساختمانی در پایگاه داده‌ای موجود GIS محلی وجود داشت مورد نقشه برداری قرار گرفت. با مجتمع سازی داده‌های نقشه برداری شده در یک GIS، داده‌ها را در هر مقیاسی بر روی عکس‌های هوایی تصحیح شده با وضوح بالا که در روی آنها هر یک از صخره‌ها و درختان قابل شناسایی هستند، می‌توان ترسیم کرد که این کاربرد جای خود بازایی هر نقطه نقشه برداری شده در میدان را تسهیل می‌بخشد. نقاط نقشه برداری شده نیز معمولاً با سنگ چین یا نوار پرچم‌گذاری شده است تا بازایی هر نقطه آسان شود.

در عملیات صحرائی، همانطور که هر نقطه نقشه برداری می‌شود، شماره نقطه، توصیف گر نقطه و ارتفاع منشور در تونال استیشن وارد می‌شود، با هر نقطه که نقشه برداری می‌شود، شماره نقطه، کد نقطه، ارتفاع منشور، زاویه افقی، زاویه قائم، طول مایل، محورهای X, Y, Z با صفحه کلید به نمایش می‌آید و در حافظه ذخیره می‌گردد. مشخصه‌ها به همراه هر گونه نشانه‌های اضافی (مثل عدم اطمینان کاملی که برای محل استقرار شاخص «استادیا» که وجود دارد و نیز عدم قطعیت در محل بررسی زمین شناسی، قابلیت رؤیت، شرح توصیفات مشخصه‌های صخره یا گسل، توصیف موقعیت‌های پنج مارک) در یک دفترچه ثبت می‌شود. شماره نقاط معمولاً به صورت مسلسل است لیکن این شماره‌ها توسط خود عامل تونال استیشن تعیین می‌گردد. توصیف‌گرهای نقطه‌ای رامی توان به صورت عددی یا الفبایی - عددی ثبت نمود و مواردی چون واحدهای زمین شناسی، عوارض توپوگرافی، نشانگرهای نقشه برداری، جاده و غیره را به توصیف درآورد. در این بررسی ایستگاه‌های نقشه برداری، معمولاً 60 تا 150 متر از یکدیگر فاصله دارند.

برای شناسایی گسل در شیب تند، کانیون‌های متراکم از پوشش گیاهی، نقاط نقشه برداری در فاصله کمتر از ۶ متر قرار گرفته‌اند که این فاصله بستگی به خط دید موجود دارد. در نواحی دارای پوشش گیاهی کمتر و یا بیرون زدگی بهتر، نقاط نقشه برداری به دلیل موانع اندک نزدیکتر به یکدیگر قرار دارند. تراکم کمتر و انواع پوشش گیاهی خشک‌تر در دیواره‌های کانیون‌های سمت جنوبی، نقشه برداری را به دلیل قابلیت دید بهتر و بیرون‌زدگی‌های فراوان و پیوسته بسیار آسانتر می‌سازد.



نگاره ۳: استقرار توتال استیشن را در لبه کانیون در جنوب غربی ناحیه مورد مطالعه نشان می‌دهد و می‌توان فردی را که در آن سوی کانیون میر استادیا و یا منشور را نگه داشته است، مشاهده کرد (Gardner, 1999)

کاربرد اولیه از روش نقشه برداری توتال استیشن روی یک همبری زمین شناسی معین در توف متمرکز گردیده تا بتوان گسل ها و شیب واحدهای جریانی را شناسایی کرد (Reneau, 2002). در همین اواخر برای تهیه داده های اضافی مربوط به ضخامت واحدهای زمین شناسی و توجیه گسل از چندین همبر زمین شناسی نقشه برداری به عمل آمد (Gardner, 2001).

در بیشتر کانیون ها دست کم یک یا دو همبر زمین شناسی قابل نقشه برداری وجود دارد. در ترانسه ها و بیرون زدگی های مشابه (برای مثال، خاکریز و پر کردن گودال در محل). با این روش می توان نقشه برداری بسیار دقیق و برداشت جزئیات گسل ها و آتشفشانها و لایه های رسوبی جهت کمک به تعیین سبک و شیوه و سن گسلش به انجام رسید. بسیاری از نقاط نقشه برداری در این بیرون زدگی ها در فاصله کمتر از ۱۰ متر قرار دارند.

نمونه برداری واحدهای بستر سنگی برای تحلیل های سنگ شناسی و شیمی زمین، حفاری سطحی بر روی کوه تخت ها و ترانسه های زلزله های دیرینه از جمله جنبه های دیگری از مطالعات خطرات زلزله ای را تشکیل می دهد، که کاربرد توتال استیشن را شامل می شود. واحدهای بستر سنگی توف برای تحلیل و آنالیز فلورسنت تمامی صخره با اشعه X در چندین محل ناحیه مورد مطالعه به منظور پشتیبانی شناسایی و همبستگی واحدهای چینه ای نمونه برداری می شوند (Gardner, 2001). محل های نمونه برداری، ترانسه ها و گمانه ها نقشه برداری می شوند تا داده ها با توجه به نقشه برداری به طور پیوسته و دائمی در GIS قرار گیرند.

تحلیل داده ها

بعد از گردآوری میدانی، داده ها از توتال استیشن به نرم افزاری در رایانه انتقال داده می شود. این رایانه گزارشات را در فرمات شیب گسترده تولید می کند که شامل داده های خام و مختصات Z, Y, X برای هر نقطه است. سپس داده به یک سامانه اطلاعات جغرافیایی و بسته های نرم افزاری دیگر دو بعدی و سه بعدی انتقال می یابد. داده ها ابتدا در دید نقشه و در نیمرخ ها برای هر یک از دیواره های کانیون، که معمولاً جهت شرقی - غربی دارند، مورد بررسی قرار گرفته اند.

برای کانیون هایی که جهت شرقی - غربی ندارند، نیمرخ ها با دوران نقاط در یک صفحه ای از مقطع که موازی جهت دیواره کانیون است، ایجاد می گردد. موقعیت های نابهنجار ارتفاعات همبری در نیمرخ ها بر روی نقشه ها و ارتوفتو (عکس های تصحیح شده) ترسیم و سپس در صحرا (کل عملیات نقشه برداری) بررسی می شوند تا ارزیابی گردند، که آیا نابهنجاری ها در اثر موج های رسوبی در همبر و گسلش معین است یا در اثر خطای انسانی.

زمانی که داده های کافی برای تولید مدل سطحی سه بعدی فراهم گردید، داده ها به نرم افزاری انتقال می یابد که سطح سه بعدی را بر اساس شبکه بندی داده های Z, Y, X از یک همبر ژئولوژی معین، درون یابی می کند، از روش رگرسیون خطی برای به حداقل رساندن یک واریانس تخمین از مقادیر نمونه برداری نشده بین نقاط استفاده می کند (Deutsch, 1992).

چندین روش شبکه بندی برای درون یابی آزمایش شده است و روش کریجینگ (Kriging) از بین آنها بهترین بوده است. شبکه های سطحی را می توان با استفاده از انواع مختلف روش ها و بسته های نرم افزاری تولید نمود.

نتیجه گیری

نقشه برداری زمین شناسی با توتال استیشن نشان داده است، شیوه‌ای بسیار خوب برای نقشه برداری مناطق گسلی پیچیده در نواحی پرتگاهی و دارای پوشش گیاهی است و توتال استیشن نقش مهمی در ارزیابی خطرات لرزه‌ای در منطقه را دارد.

بخش‌های سیستم گسل را می‌توان با تمامی جزئیات، مشخص و متمایز کرد که با دیگر روش‌ها نمی‌توان به این دقت از جزئیات دست یافت. تغییرات امتداد طولی را از نظر ویژگی‌های دگرشیبی در امتداد هر کدام از مناطق گسلی، می‌توان نقشه برداری نمود. از جمله تشخیص محدوده‌هایی که در آن هر کدام از گسل‌هایی که دارای جابه‌جایی کمتر از ۱ متر می‌باشد، انجام می‌گیرد.

لازم به ذکر است بررسی فوق مبنی بر گزارشی است که از نقشه برداری در منطقه‌ای انجام گرفت که در آن بیشتر گسل‌ها از هیچ‌گونه علائم و نشانه‌های ژئومورفیک و بیرون زدگی برخوردار نبودند، همچنین نواحی وسیعی را شناسایی نمود که در آن هیچ گسلی بیش از 30cm جابه‌جایی عمودی وجود ندارد.

منابع

- 1- Broxton, D.E., Reneau, S.L., 1995. Buried Early Pleistocene Landscapes beneath the Pajarito Plateau, northern New Mexico. New Mexico Geological Society Guidebook, 47th. Field Conference, Jemez Mountains Region, PP. 325-334.
- 2- Deutsch, C.V., Journel, A.G., 1992. GSLIB Geostatistical Software Library and Users Guide. Oxford Univ. Press, New York 340 PP.
- 3- Feng, Q., Sjogren, P., Stephansson, O., Jing, L., 2001. Measuring fracture orientation at exposed rock faces by using a non-reflector total Station. Engineering Geology 59, 133-146.
- 4- Gardner, J.N., House, L.S., 1999. High modified Mercalli intensities from Small Shallow earthquakes northern Rio Grande rift, New Mexico USA. Eos, Transaction- American Geophysical Union 80 (46), F 710
- 5- Gardner, J. N., Lavine, A., Wolde Gabriel, G.J., Vaniman, D., Caporuscio, F., Lewis, C., Reneau, P., Kluk, E., Sow. M.J., 1999, Structural geology if the northwestern Portion of Los Alamos National Laboratory, Rio Grande rift, New Mexico: implications for Seismic Surface rupture Potential from TA-3 to TA-55. Los Alamos National Laboratory Report LA-13589-MS.112 PP.
- 6- Gardner, J.N., Reneau, S.L., Krier, D., Lavine, A., Lewis, C.J., Wolde Gabriel, G., Guthrie, G., 2001. Geology of the Pajarito Fault Zone in the Vicinity of S-site (TA-16), Los Alamos National Laboratory, Report LA - 13831-Ms . 85 PP.
- 7- Geodimeter, 1998. Geodimeter System Goo and 600 Pro User Manual, 10th Edition, Printed in Sweden.
- 8- Keim, R.F., Skaugset, A.E., Bateman, D.S., 1999. Digital terrain modeling of small Stream Channels With a total - Station theodolite Advances in water Resources 23, 41-48.
- 9- Kelson, K.L., et al 2001. Representative Styles of deformation along the Chelungpu Fault from the 1999 Chi-Chi (Taiwan) earthquake, Geomorphic Characteristics and Responses of man -made Structures. Bulletin of the Seismological Society of America 91 (5), 930-952.

10- Philpotts, A.R. 1997. The electronic total Station - a Versatile, revolutionary new geologic mapping tool. Journal of Geoscience Education 45, 38-45.

11- Reneau, R.E., 2002. Paleoseismic investigation of the Bandelier tuff at Mesita del Buey, Technical Area 54, Los Alamos National Laboratory.

12- Webber, B.B., 1995. Testing the vertical accuracy of United States Geologic Survey 7.5 minute and 1 degree digital elevation models. University of Idaho, 73 pp.

پی نوشت

1- Total Station

تئو دولیت الکترونیکی که با توانایی انجام کلیه مراحل اندازه گیری (زاویه و فاصله) و محاسباتی و ترسیم مانند یک ایستگاه کامل کاری، همزمان با اندازه گیری، محاسبات مورد نیاز داده های مکانی را جهت ذخیره سازی، سازماندهی، ایجاد پایگاه داده ای و ترسیم نقشه فراهم می سازد.

۲- این مقاله با طرح روش نقشه برداری زمین شناسی با استفاده از توتال استیشن و برداشت اطلاعات از جزئیات گسل های کوچک به منظور ارزیابی پتانسیل گسیختگی سطحی ناشی از زلزله و بررسی نتایج، پیامدها، مزایا و معایب پروژه تحقیقاتی بخش علوم و محیط زیست آزمایشگاه ملی لوس آلایرس در نیو مکزیکو راکه توسط آلکسیس لایون، جین گاردنر و استفن لئو انجام یافته تحلیل و نتایج تحقیق آنها ارائه می کند.

3- Canyon

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی