

## کاربرد نقشه برداری در عملیات برداشت داده‌های لرزه نگاری

حمیدرضا صادقی، شرکت نفت خزر

### نقشه برداری

نقشه برداری علمی است که ریاضیات عملی را با فنون اندازه گیری و هنر ترسیم توأم کرده و توسط آن قطعاتی از سطح زمین را با تمامی عوارض آن روی صفحه‌ی افقی نمایش می‌دهد.

به‌طور کلی نقشه برداری را می‌توان علم تهیه و پیاده‌سازی نقشه دانست. اما به دلیل گستردگی زیاد این علم در دنیا، نمی‌توان این تعریف را جامع دانست و امروزه به جای نقشه برداری از واژه‌ی ژئوماتیک استفاده می‌شود. کنترل کارهای اجرایی و تعیین مقدار نشست ساختمان‌ها در عملیات ساختمانی و مونتاژ واحدهای تولیدی و صنعتی، طرح‌های مربوط به تسطیح اراضی در شهرسازی و کشاورزی، کنترل دائمی نشست یا انحراف سدها از نظر فشار آب در تأسیسات آبی، انتقال نقاط و امتدادها در معادن و راه‌های زیرزمینی، بررسی تغییرات پوسته‌ی زمین در زمین شناسی، تعیین عمق آب و تهیه‌ی نقشه‌های دریانوردی در کشتیرانی و بندرسازی، تهیه‌ی نقشه‌ی اینیه و آثار تاریخی در باستان شناسی، تهیه‌ی نقشه‌های ثبتی، تعیین مسیر خطوط لوله در کف دریا و در خشکی‌ها و مشارکت در عملیات لرزه نگاری جنبه‌های دیگری از دامنه‌ی فعالیت‌های نقشه برداری را تشکیل می‌دهد.

### نقشه برداری در لرزه نگاری

کار گروه‌های نقشه برداری در پروژه‌های لرزه نگاری تنها پیاده‌سازی نقاط چشمه و گیرنده‌ی طراحی شده نیست و گروه نقشه برداری مانند بازوی توانای هر گروه لرزه نگاری می‌تواند کمک شایانی در

مهم کار است. در مرحله‌ی شناسایی به نکات زیر توجه می‌شود:

- تمامی جاده‌ها، خطوط لوله‌ی آب و گاز، خطوط فیبر نوری، تأسیسات مهم و بزرگ، رودخانه‌ها و آبگیرهای فصلی و دائمی، مناطق تحت حفاظت، خطوط برق فشار قوی و ضعیف و تمامی عوارضی که احیاناً در نقشه‌های سازمان نقشه برداری یا نقشه‌های سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح موجود نیست و در پیاده‌سازی نقاط گیرنده و چشمه قابل توجه است.

- شناسایی محل نقاط اصلی شبکه‌ی نقشه برداری: با توجه به اینکه پیاده‌سازی نقاط توسط گیرنده‌های GPS و به روش Real Time Kinematic (RTK) انجام می‌شود و در این روش تصحیحات توسط رادیو و به وسیله‌ی دستگاه مستقر روی نقاط شبکه‌ی اصلی برای تمامی دستگاه‌های فعال در پروژه ارسال می‌گردد. باید نقاطی را برای محل این نقاط در نظر گرفت که پوشش رادیویی در آنها حداکثر باشد.

- ایجاد شبکه‌ی اصلی نقشه برداری که

انجام هرچه بهتر عملیات لرزه نگاری باشد. در این گزارش سعی شده آنچه گروه نقشه برداری در یک پروژه‌ی لرزه نگاری انجام می‌دهد به طور خلاصه تشریح شود:

۱- اولین کار مسئول نقشه برداری هر ناحیه، مطالعه‌ی قرارداد عملیات لرزه نگاری (به خصوص قسمت‌های مربوط به نقشه برداری) و برآورد تجهیزات مورد نیاز از جنبه‌های کمی و کیفی و همچنین تعداد نفرات و گروه‌های مورد نیاز جهت انجام عملیات است.

۲- در این مرحله تمامی اطلاعات ممکن از منطقه‌ی مورد نظر شامل نقشه‌ها، اطلاعات رقومی، نقاط Bench Mark، شناسنامه‌ی نقاط GPS سازمان نقشه برداری و تمامی اطلاعات جدید و قدیمی منطقه جمع آوری می‌شود.

۳- حضور در منطقه، شناسایی کلی منطقه و به روزرسانی نقشه‌های موجود از مراحل



نمونه‌ای از شبکه‌ی نقاط اصلی نقشه برداری که روی مناطق مرتفع ایجاد شده است. خطوط زرد رنگ نشان‌دهنده‌ی قرائت‌های همزمان گیرنده‌های جی‌پی‌اس هستند





■ پس از تأیید نهایی مختصات خط مورد نظر پیاده‌سازی نقاط گیرنده و چشمه آغاز می‌گردد که یک دستگاه (به‌عنوان Base) به‌همراه رادیوی مربوطه روی یکی از نقاط اصلی شبکه‌ی نقشه‌برداری قرار گرفته است (شکل-۳). این دستگاه با توجه به مشخص بودن مختصات این نقطه، تصحیحات لحظه‌ای را محاسبه و ارسال کرده و تمامی دستگاه‌هایی که برای پیاده‌سازی نقاط در منطقه توسط اپراتور حمل می‌شوند (Rover) تصحیحات را دریافت و نقاط گیرنده و چشمه را با دقت سانتی‌متر پیاده‌سازی می‌کنند (شکل-۴).

■ در شروع هر روز کاری و قبل از پیاده‌سازی نقاط، حداقل دو نقطه از نقاط ثابت که از قبل در کل منطقه تکثیر شده‌اند و مختصات آنها معلوم است قرائت شده و در صورت صحت، عملیات روزانه آغاز می‌گردد؛ این کار جهت کنترل مختصات Base انجام می‌گیرد و این نقاط به نقاط Check Fix موسوم هستند.

■ در شروع کار روزانه حداقل سه نقطه از نقاط پیاده شده‌ی روز قبل قرائت می‌شود تا از صحت کار دستگاه اطمینان حاصل گردد. به این نقاط Check Over گفته می‌شود.

■ شیب طولی و عرضی راه از حداکثر شیب مجاز تجاوز نکند

■ مسیرهای منتهی به بیراهه و مسیرهای فرعی توسط خاکریزی بسته شوند

■ موارد خطرناک (گودال و دره) مشخص شده و توسط خاکریزی بسته شوند

■ جهت مشخص کردن مسیر دسترسی از تابلو و علائم استفاده گردد

■ در هنگام بغل‌بری در زمین‌های تپه ماهوری، شیبی عرضی به‌سمت تپه ایجاد شود

■ تا حد ممکن سعی شود مسیرهای مورد شناسایی کمترین آسیب را به محیط زیست وارد کنند

■ در مواظبت از عوارض زیرسطحی مانند کابل و خطوط لوله دقت گردد

۶- پیاده‌سازی نقاط گیرنده و چشمه که در این مرحله نکات زیر مدنظر قرار می‌گیرند:

■ ابتدا کل طول خطوط از ابتدا تا انتها کاملاً شناسایی شده و تمامی موانع احتمالی اعم از طبیعی یا مصنوعی در طول خط لرزه‌نگاری برداشت می‌شود. اگر بتوان با جابجایی خط یا دورانی مختصر از موانع دور شد این تغییرات در قالب گزارشی به کارفرمای پروژه پیشنهاد می‌گردد.

جزئیات آن به شرح زیر است:

تثبیت نقاط شبکه‌ی اصلی نقشه‌برداری توسط بتون‌هایی به ابعاد حدود ۴۰×۴۰ سانتی‌متر و به عمق حداقل ۶۰ سانتی‌متر که در خاک دفن می‌شوند و میل‌گردی در میان آن که نشانه‌ی محل دقیق نقطه است. این نقاط در جاهایی انتخاب می‌شوند که دید مناسب به محدوده‌ی اطراف داشته باشد و تعداد و پراکندگی آنها نیز طوری انتخاب می‌شود که بتوان تمامی خطوط لرزه‌نگاری طراحی شده را با فاصله‌ی کمتر از ۱۰ کیلومتر از آنها پیاده‌سازی کرد.

■ در این مرحله دستگاه‌های گیرنده‌ی GPS روی نقاط شبکه مستقر شده. به‌صورت همزمان مبادرت به دریافت سیگنال و ذخیره آن می‌کنند و با پردازش این داده‌ها مختصات نقاط شبکه با دقت در ابعاد کمتر از سانتی‌متر به‌دست می‌آید. در بین این نقاط باید حتماً چند نقطه از نقاط GPS سازمان نقشه‌برداری که قبلاً شناسنامه آنها از این سازمان خریداری شده باشد تا بتوان مختصات دقیق آنها را به نقاط شبکه‌ی محلی ایجاد شده منتقل کرد (شکل-۱).

■ در صورتی که سطح مبنا (Datum) در نقشه‌های موجود، WGS-۱۹۸۴ (مبنای استاندارد نقشه‌ها و نقاط سازمان نقشه‌برداری کشور) نباشد حداقل چهار نقطه از نقاطی که مختصات آنها روی مبنای قبلی معلوم است قرائت شده و محاسبات لازم برای انتقال داده‌های دو سطح مبنا به یکدیگر انجام می‌شود.

۵- پیاده‌سازی مسیر خطوط لرزه‌نگاری با GPS دستی جهت انجام عملیات راه‌سازی (Line Clearance) جهت ممکن شدن دسترسی به تمامی قسمت‌های خطوط لرزه‌نگاری که در این مرحله رعایت موارد زیر مورد توجه است:



۲ | نمونه‌ای از مسیرهای ایجاد شده در منطقه جهت تسهیل دسترسی به خط لرزه‌نگاری



■ برای پیاده‌سازی نقاط چشمه باید حداقل فواصل ایمنی این نقاط از خطوط لوله، ساختمان‌ها، پل‌ها و سایر موانع طبیعی و مصنوعی رعایت گردد.

۷- همزمان با پیاده‌سازی نقاط و برداشت آنها کروکی کاملی از مسیر دسترسی به نقاط خطوط لرزه‌نگاری تهیه شده و در اختیار گروه‌های حفاری و کابل و ژئوفون قرار می‌گیرد.

۸- محاسبات مربوطه نیز از دیگر وظایف نقشه‌برداران در پروژه‌ی لرزه‌نگاری است که شامل موارد زیر است:

■ تخلیه‌ی اطلاعات برداشت شده از دستگاه‌های گیرنده‌ی GPS به نرم‌افزار مربوطه

■ بررسی متغیرهای مربوط به تعداد ماهواره‌های مربوط به اطلاعات هر نقطه، GDOP، PDOP، ارتفاع ماهواره‌ها از افق محل، مقدار جابجایی نقطه، زمان و مدت دریافت اطلاعات، مختصات ژئودتیکی، ارتفاع از بیضوی نقاط، مقدار جدایی ژئوئید از بیضوی (Undulation)، نام و مختصات ایستگاه Base، ارتفاع آنتن روی ایستگاه‌های Base و Rover

■ در فایل‌های QC جدولی از مختصات طراحی شده (Pre Plot) و نقشه‌برداری شده (Post Plot) تهیه شده و اختلاف بین دو سری مختصات حاصل و اختلاف احتمالی موجود بین دو مختصات مذکور می‌شود.

■ مختصات و ارتفاعات قرائت شده برای Check Point ها و Check Over Point ها (نقاط نقشه‌برداری شده‌ی قبلی که دوباره قرائت شده بودند) با مختصات و ارتفاعات معلوم آنها مقایسه می‌شود تا معلوم گردد از نظر مسطحاتی اختلافات از ۱۰ سانتی‌متر کمتر و از نظر ارتفاعی اختلافات از ۱۵ سانتی‌متر کمتر باشد.

■ نقاط کار شده بسته به گیرنده یا چشمه بودن، روی لایه‌های مخصوص قرار گرفته و بررسی می‌شود تا با عارضه خاصی تداخل نداشته باشد.

■ مختصات نهایی نقشه‌برداری شده‌ی نقاط مختلف خطوط لرزه‌نگاری در یک دایرکتوری ذخیره و نگهداری شده و به‌صورت SPS File های مورد استفاده (شکل ۵-د) در اختیار واحد QC اطلاعات لرزه‌نگاری قرار می‌گیرد.

■ گروه نقشه‌برداری به‌صورت روزانه یا هر چند روز یک‌بار پیشرفت گروه‌های حفاری و رکوردینگ را دریافت نموده، روی نقشه‌ی مبنایی ۱:۱۰۰۰۰۰ رسم کرده و با استفاده از پلاتر رنگی، نقشه‌های مورد نیاز را در اختیار سایر گروه‌های مجموعه‌ی لرزه‌نگاری قرار می‌دهد.

■ پروفایل طولی خطوط توسط پلاتر رسم شده و در اختیار گروه رکوردینگ قرار می‌گیرد.

■ آخرین مختصات نقاط گیرنده و چشمه روی GPS های دستی ریخته شده و در اختیار گروه‌های حفاری، کابل و رکوردینگ قرار می‌گیرد.

این گزارش اشاره‌ای بسیار کلی به عملیات نقشه‌برداری در یک گروه لرزه‌نگاری است و طبیعتاً هر کدام از عناوین بالا شامل زیرشاخه‌ها و جزئیاتی کاملاً تخصصی است. اما این موارد جزء کارهای روزانه‌ی گروه نقشه‌برداری است و تمام توانایی واحد نقشه‌برداری در هر چه بهتر انجام دادن عملیات است. اصولاً گروه نقشه‌برداری به‌دلیل در اختیار داشتن تمامی نقشه‌ها و اطلاعات اولیه‌ی منطقه‌ی مورد نظر و با توجه به تجارب گذشته می‌تواند در افزایش سرعت پروژه‌ی لرزه‌نگاری و کاهش ریسک عملیات تأثیر قابل توجهی داشته باشد که خلاصه‌ی عناوین آن به‌شرح زیر است:

■ شناسایی منطقه‌ی مورد نظر از نظر توپوگرافی، جاده‌های دسترسی، شهرها و روستاهای داخل محدوده و موانع طبیعی و مصنوعی دیگر که به برآورد تجهیزات مورد نیاز انجام پروژه از جمله تعداد و نوع ادوات راه‌سازی، نیاز یا عدم نیاز به تجهیزات خاص مثل قایق و باگی و ...، نیاز یا عدم نیاز به هلیکوپتر و ... کمک می‌کند.

■ نقشه‌برداران همچنین در انتخاب محل



شکل ۳ | دستگاه Base نقشه‌برداری



شکل ۴ | دستگاه Rover نقشه‌برداری



راه‌سازی می‌توان کار مربوط به بعضی قسمت‌های مناطقی که در طراحی پروژه به دلیل توپوگرافی شدید، انجام عملیات آن با استفاده از هلیکوپتر در نظر گرفته شده باشد را به روش غیرهلیکوپتری انجام داد. این کار منجر به کاهش شدید هزینه‌ی عملیات خواهد شد و با توجه به اطلاعات و نقشه‌های در اختیار و با تکیه بر تجارب پروژه‌های پیشین، نظر گروه نقشه‌برداری در این زمینه بسیار صائب است.

■ گروه نقشه‌برداری اولین گروهی است که کار شناسایی را در منطقه‌ی مورد نظر انجام می‌دهد و با خطرات احتمالی از جمله احتمال ریزش دیواره‌ی جاده‌های خاکی موجود، نشست بعضی قسمت‌های جاده‌ها، شیب بسیار زیاد بعضی از جاده‌ها، وجود بعضی از گونه‌های جانوری خطرناک و ... برخورد می‌کند و هشدارهای این گروه می‌تواند جهت کاهش ریسک اتفاقات ناخواسته و صدمات ناشی از آن برای گروه‌های بعدی مؤثر باشد.

نقشه‌برداران است. مثلاً گروه HSE نقشه‌ای نیاز دارد که محل کابین لرزه‌نگاری، محل آمبولانس، جاده‌های دسترسی و مناطق خطرناک روی آن نشان داده شده باشد.

■ با توجه به شناخت کامل منطقه و خطوط لرزه‌نگاری در ابتدای پروژه، گروه نقشه‌برداری می‌تواند نقش بسیار پررنگی در اولویت‌بندی پیاده‌سازی خطوط لرزه‌نگاری داشته باشد تا سرعت برداشت اطلاعات در طول عملیات یکنواخت باشد؛ بدین معنی که کار به شکلی پیش برود که تولید ماهیانه با نوسان کمتری انجام شده و پیشرفت عملیات با نمودارهای پیش‌بینی اولیه هم‌خوانی بیشتری داشته باشد.

■ در برخورد با مناطق صعب‌العبور گروه نقشه‌برداری می‌تواند با انتخاب بهینه‌ی محل نقاط چشمه (در حد مجاز) سرعت عملیات گروه حفاری را افزایش داده و سبب کاهش هزینه‌ی عملیات شود

■ با اختصاص زمان مناسب و ادوات

کمپ اصلی و کمپ‌های فرعی احتمالی نقش بسیار پررنگی دارند؛ چراکه انتخاب محل کمپ از حیث دسترسی به تمامی قسمت‌های پروژه و دسترسی به جاده‌های اصلی و فرودگاه جهت رفت و آمد نفرات گروه لرزه‌نگاری و همچنین احداث آن در محل مناسب که از مسیر سیلاب‌های احتمالی دور باشد بسیار حساس و مهم است.

■ همچنین تعیین محل تقویت‌کننده‌های امواج بیسیم (Repeater) برای پوشش تمامی مناطق پروژه از جمله مواردی است که توسط گروه نقشه‌برداری تعیین می‌شود و ناگفته پیداست که پوشش بیسیمی تمامی پروژه جهت هماهنگی و ارتباط گروه‌های مختلف از حیث پیشرفت پروژه و ایمنی نفرات اهمیت بسیاری دارد.

■ هر گروه فعال در پروژه‌ی لرزه‌نگاری نیاز به نقشه‌های خاصی دارد که داده‌های مورد نیاز در آن باشد. تهیه‌ی این نقشه‌های موضوعی نیز از وظایف

```
H08 Coordinate location Centre of source and receiver pattern;
H09 Offset to coord.location ;
H10 Clock time w.r.t. GMT +3:30;
H11 spare ;
H12 Geodetic datum,-spheroid WGS84,6378137.00 298.257223563;
H17 Vertical datum description EGM96 GEOID,Equipotential;
H18 Projection type UTM;
H19 Projection zone Zone 40,North;
H20 Description of grid units Meters;
H201Factor to meter 1.00000000;
H210Lat. of standard parallel(s)
H220Long. of central meridian 0570000.000E;
H231Grid origin 0000000.000N0570000.000E;
H232Grid coord. at origin 00500000.000E00000000.000N;
H241Scale factor 0.9996;
H242Lat.,Long scale factor 0000000.000N0570000.000E;

H26 567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
S48.0 2327.51E1 14.0 6 248195.1 4129988.8 -24.8258124923
S48.0 2407.51E1 14.0 7 246208.7 4130221.7 -24.8258125246
S48.0 2405.51E1 14.0 5 246258.4 4130215.9 -24.8258130623
S48.0 2403.51E1 14.0 7 246308.1 4130210.1 -24.8258130755
S48.0 2401.51E1 14.0 8 246357.7 4130204.3 -24.8258130918
S48.0 2399.51E1 14.0 8 246407.4 4130198.5 -24.8258131107
S48.0 2325.51E1 14.0 7 248244.8 4129983.0 -24.7258131219
S48.0 2397.51E1 14.0 7 246457.0 4130192.6 -24.9258131342
S48.0 2323.51E1 14.0 6 248294.5 4129977.2 -24.7258131449
```

