

تأثیر فیلتر تصحیح استاتیک بر روی داده های لرزه ای بازتابی در مناطق با توپوگرافی شدید

پیام شهبازی^۱ و دکتر محمد علی ریاحی^۲

چکیده:

تصحیح استاتیکی برای عملیات لرزه‌ای بازتابی در محیط های اکتشافی با توپوگرافی شدید بسیار حائز اهمیت است. تصحیح استاتیکی جدیدی به روش شکست مرزی در این تحقیق توضیح داده شده است. این تکنیک از لحاظ فنی بسیار دقیق و مشخص است، تصحیح استاتیکی بر روی طول موجهای بلند و کوتاه در محیط های اکتشافی با توپوگرافی شدید نیز مناسب و مؤثر است. این تکنیک شامل پنج مرحله است: نخست انتخاب کردن نخستین زمانهای رسید، انتخاب مقاطع لرزه‌ای بازتابی برای نخستین زمانهای رسید جهت انجام محاسبات تصحیح استاتیکی، ضخامت و سرعت معکوس، تجزیه خطا و حذف و محاسبه مقادیر مربوط به تصحیح استاتیکی. مثالهای مربوط به دو ناحیه در این تحقیق بررسی شده‌اند. واژه های کلیدی: عملیات لرزه‌ای بازتابی، استاتیک ها، معکوس تجزیه خطا.

Effects of the static correction filter on the reflection data from high topography areas

Payam Shahbazi and Dr. Mohammad -Ali Riahi

Abstract:

Static correction is very important for seismic survey in rugged exploration areas. A new reflection static correction technique is proposed in the paper. The technique is precise, convenient and effective for short and longer spatial wavelength statics in rugged exploration areas. The technique is composed of 5 stapes: first arrival picking, selection of selections in first arrivals for static calculation, thickness and velocity inversion, error decomposition and elimination and calculation of static correction value. Two field examples are included in the paper.

Keywords: Static correction, velocity inversion, reflection seismology

۱- کارشناسی ارشد ژئوفیزیک دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال.

۲- مؤسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران .

مقدمه:

روشهای لرزه‌ای بازتابی معمولاً در مورد اکتشافات مربوط به حرارت مرکزی زمین مورد استفاده قرار می‌گیرند. در اکثر محیط‌های اکتشافی مربوط به زمین، سطوح زمین توسط لایه هوا زده با سرعت کم پوشیده شده است. هنگامیکه موج لرزه ای از میان این لایه عبور می‌کند، تغییرات ضخامت و سرعت در این لایه باعث تغییر در زمان تأخیر موج لرزه ای می‌شود. داده های بدست آمده از ناحیه نشان دهنده آن است که تغییرات مربوط به لایه هوا زده باعث ایجاد اطلاعات نادرستی در مورد کیفیت داده های لرزه‌ای بازتابی می‌شود، (شکل ۱). تأخیرات زمانی بوجود آمده توسط لایه هوا زده در محیط های با توپوگرافی شدید انجام محاسبات مربوط به تصحیح این تأخیرات زمانی را بسیار پیچیده و دشوار ساخته است، که تصحیحات استاتیکی نامیده می‌شوند. نتایج استاتیکی خوب نمی‌تواند با استفاده از قراردادهای استاتیکی منطقه، استاتیکیهای شکست مرزی و استاتیکی های باقیمانده حاصل شود. تصحیحات استاتیکی با دقت بالا در پردازش داده های لرزه‌ای بازتابی این نواحی بسیار اهمیت داشته و کیفیت مراحل بعدی پردازش که شامل پیوسته و یکنواخت شدن مقطع لرزه‌ای می‌باشند را بهبود می‌بخشند. اگر تصحیحات استاتیکی بطور مناسب استنتاج نشوند، این امر ممکن است مشکلات عمده ای را در تفسیر این مقاطع بوجود آورد، همانند خطوط مبنای متغیر، بهم ریختگی یا ناپیوستگی در رخدادهای لرزه‌ای، آنومالی های (بی هنجاری های) موجود در لایه هوا زده که در داده های لرزه‌ای بدست آمده، باقی می‌مانند، رخدادهای کاذب و غلط که در اثر پدیده نوفه بوجود می‌آیند. یک تکنیک جدید تصحیح استاتیکی شکست مرزی در این مقاله توضیح داده شده است. این تکنیک جهت محاسبات استاتیکی با دقت بالا، بخصوص در محیط های با توپوگرافی شدید مناسب است. این تکنیک در مورد استاتیکیهای طول موجهای کوتاه و بلند نیز مؤثر

است. همچنین تکنیک مناسبی جهت داده های لرزه‌ای بازتابی دو بعدی و سه بعدی نیز می‌باشد.

تکنیک ها و روشهای مورد استفاده

بطور معمول، اگر مقادیر مربوط به زمان تأخیر نسبتاً کوچک و نسبت سیگنال به نوفه بالا باشند، تصحیحات استاتیکی باقیمانده فقط در مورد ماکزیمم انرژی بازتابی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. اما در محیط‌های کوهستانی مقادیر استاتیکی بزرگ و نسبت سیگنال به نوفه تقریباً کوچک می‌باشند. در این حالت روشهای استاتیکی شکست مرزی در مورد ضخامتها و سرعتهای معکوس لایه هوا زده، یک تکنیک قراردادی برای تصحیحات استاتیکی مربوط به نخستین زمانهای رسید بشمار می‌روند. در عمل تکنیک های استاتیکی معکوس مربوط به لایه هوازده نمی‌تواند نتایج رضایت بخشی را در اکثر محیط‌های اکتشافی با توپوگرافی شدید، حاصل کند، چونکه اغلب، خطاهای تصادفی در اثر یکنواخت نبودن لایه هوازده (LVL) بوجود می‌آیند. یک روش تجزیه و تحلیل و حذف خطا می‌تواند بطور قابل توجهی نتایج استاتیکی را بهبود بخشد. تکنیک های تصحیح استاتیکی شامل پنج مرحله می‌باشند:

۱- نخستین زمانهای رسید مربوط به یک

مجموعه از چشمه ها

دامنه ماکزیمم نسبی و انرژی نسبی مربوط به موج لرزه‌ای هر ردلرزه از جمله مواردی هست که بعنوان نخستین مرحله برای اولین زمانهای رسید، مورد استفاده قرار می‌گیرند. دامنه ماکزیمم نسبی F مربوط به هر ردلرزه توسط فرمول مقابل بدست می‌آید:

$$F(i) = \frac{A_m(w_i)}{\sum_{j=1}^i A_m(w_j)} \quad (1)$$

زمان تناوب موج لرزه ای در $w_i (i=1,2,\dots)$

ردلرزه بوده و $A_m(w_i)$ دامنه ماکزیمم در این زمان

۳- ضخامت و سرعت معکوس

ضخامت و سرعت برگشتی لایه هوازده قدم اصلی برای تکنیک های مربوط به تصحیحات استاتیکی شکست مرزی محسوب می شوند، [۱ و ۲]. ضخامت و سرعت برگشتی جهت انجام محاسبات استاتیکی مربوط به زمان تأخیر موج مورد استفاده قرار می گیرند. اما تکنیک پیشنهاد شده در این تحقیق بعنوان یک تکنیک تکمیلی می باشد. گاهی اوقات جهت محاسبه استاتیک مربوط به طول موج بلند و بهبود دادن ناپیوستگی های موجود در رخدادهای لرزه ای ضروری می باشند. معمولاً دو مدل ساده برای ضخامت و سرعت معکوس مورد استفاده قرار می گیرند. یکی از این مدلها مربوط به ضخامت معکوس در شرایطی که سرعت ثابت است و دیگری مربوط به سرعت معکوس در شرایطی که ضخامت لایه هوازده در طول لایه ثابت می باشد. البته این دو مدل نمی توانند شکل واقعی لایه هوازده را بدرستی نشان دهند. اما استاتیک ها یا زمانهای تأخیر در سرتاسر مدلها و لایه واقعی یکسان می باشند.

۴- تجزیه و تحلیل و حذف خطاها

بعنوان مهمترین عامل و گام کلیدی در تکنیک حذف استاتیک می باشد. ما می دانیم که بیشترین و کمترین خطاها در نتایج استاتیکی مربوط به انواع تکنیکها وجود دارند. امیدواریم تا این خطاها را کاهش دهیم. در جهت حذف خطاها ما از قانون بهترین همدوسی در منحنی ها استفاده می کنیم. رسیده ها می بایست با بهترین همدوسی ظاهر شوند. با اطمینان، قوانین مربوط به فرمولهای محاسباتی استاتیک بدست می آیند.

$$\Delta t_i = \sum_{k=1}^K (g_i + u_i^{(k)}) \quad (4)$$

و

$$\Delta t_j = \sum_{k=1}^K (h_j + v_j^{(k)}) \quad (5)$$

تناوب است. انرژی نسبی G توسط فرمول زیر محاسبه می شود:

$$G(i) = \frac{E_i}{\sum_{j=1}^i E_j} \quad (2)$$

E_i انرژی موج لرزه ای در این زمان تناوب است، که از فرمول زیر بدست می آید:

$$E_i = \sum_{j=2}^{i+w_i} A_j^2 \quad (3)$$

ثابت های C_1, C_2 را بعنوان دو آستانه انتخاب می کنیم، هنگامیکه F است C_1, G است C_2, Am دامنه ماکزیمم مربوط به اولین زمان رسید می باشد. مقادیر C_1, C_2 در حدود ۱/۳ تا ۳ می باشند. قدم بعدی استفاده از خاصیت موازی بودن منحنی های مربوط به نخستین زمانهای رسید می باشد (شکل ۳). منحنی مربوط به نخستین زمان رسید یک چشمه می بایست با منحنی های مربوط به چشمه های دیگر موازی باشد. بنابراین نقاط اضافی و غلط در منحنی مربوط به نخستین زمان رسید از یک چشمه در مقایسه با بقیه چشمه ها می توانند حذف شوند.

۲- انتخاب مقاطع مربوط به نخستین زمانهای

رسید برای محاسبات استاتیکی

مقاطع مربوط به نخستین زمانهای رسید که جهت محاسبات استاتیکی استفاده می شوند می بایست حاصل امواج شکست مرزی باشند که با سرعت مرزی شکست پیدا می کنند. سفره های آب زیر زمینی در برخی از محیط های اکتشافی بعنوان مرز بین دو لایه محسوب می شوند. اما در برخی از مناطق کوهستانی مرزهای شکست موج ممکن است خیلی پیچیده باشند. گاهی اوقات مرزهای شکست موج چند تا بوده و از یک مرز شکست پیدا کرده اند، می بایست دقت کنیم.

سوی دیگر نشانه‌ها و موقعیت‌های تصحیحات استاتیکی می‌بایست بررسی شوند.

۳- (شکل ۳) نشانگر کلیه منحنی‌های مربوط به نخستین زمانهای رسید بدست آمده از مجموعه چشمه‌ها بوده که قبل از تصحیحات استاتیکی با هم ترکیب شده‌اند. همچنین مشاهده می‌کنیم که مقادیر با ارتفاع سطح تغییر می‌کنند. همان شکل بعد از اعمال تصحیحات استاتیکی مرتب شده و همانند یک منشور یا هرم چهار وجهی بنظر می‌رسد.

مثالها

تکنیکهای استاتیکی که در این مقاله پیشنهاد شده است، بطور گسترده تری برای پردازش داده های لرزه ای بازتابی در ایران استفاده می‌شوند، که شامل دو مثال میباشند. نخستین مثال در مورد محیط های رسی رسوبی با توپوگرافی شدید می باشد، همانند (شکل ۱). دومین مثال نیز در مورد خط لرزه ای QP در مناطق کوهستانی بوده که در شکلهای (۲) تا (۸) نشان داده شده است.

مراجع

- De Amorim, W.N, Hubral, P. And Tygel. M, 1987, computing field statics with the help of seismic tomography; Geophys, Prosp, 35, 907-919.
- Dcherty P., 1992, Solving for the thickness and velocity of the weathering layer using 2-D refraction tomography, Geophysics, 57, 1307-1318.
- Marsden D., 1993, Static correction- a review: The leading edge, 12, No.1,43-49.
- Marsden D., 1993, Static corrections - a review: The leading edge, 12, No.2, 115-120.

Δt_i مربوط به مقدار تصحیح استاتیکی برای شوت نقطه ای i -th و Δt_j مقدار تصحیح استاتیکی برای گیرنده j -th می باشد. K عدد تکراری است.

$$g_i = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M g_{i,j}$$

$$h_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N h_{i,j}$$

$$u_i = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M u_{i,j}$$

$$V_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_{i,j}$$

$$h_{i,j} = g_{i,j} - g_i$$

$$u_{i,j} = h_{i,j} - h_i$$

$$V_{i,j} = u_{i,j} - u_i$$

N تعداد شوتهای نقطه‌ای در طول پروفیل لرزه‌ای می باشد. M تعداد گیرنده‌ها است. $g_{i,j}$ مقدار تصحیح استاتیکی ناحیه در گیرنده j -th از شوت نقطه ای i -th است.

۵- محاسبه مقادیر تصحیح استاتیکی

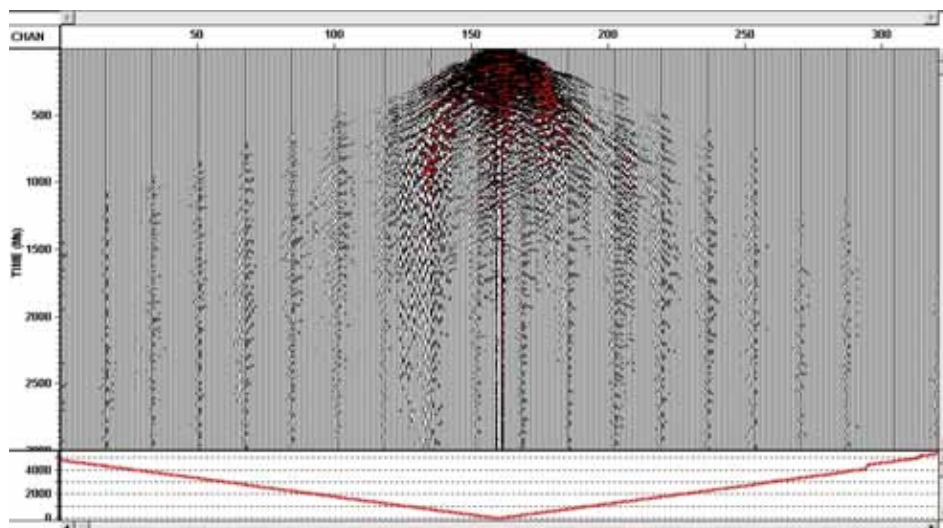
محاسبه مقادیر تصحیح استاتیکی در تمامی گیرنده‌ها و شوتهای نقطه ای توسط فرمولهای (۴) و (۵) انجام می‌شوند.

بررسی کلی و برآورد نتایج استاتیکی

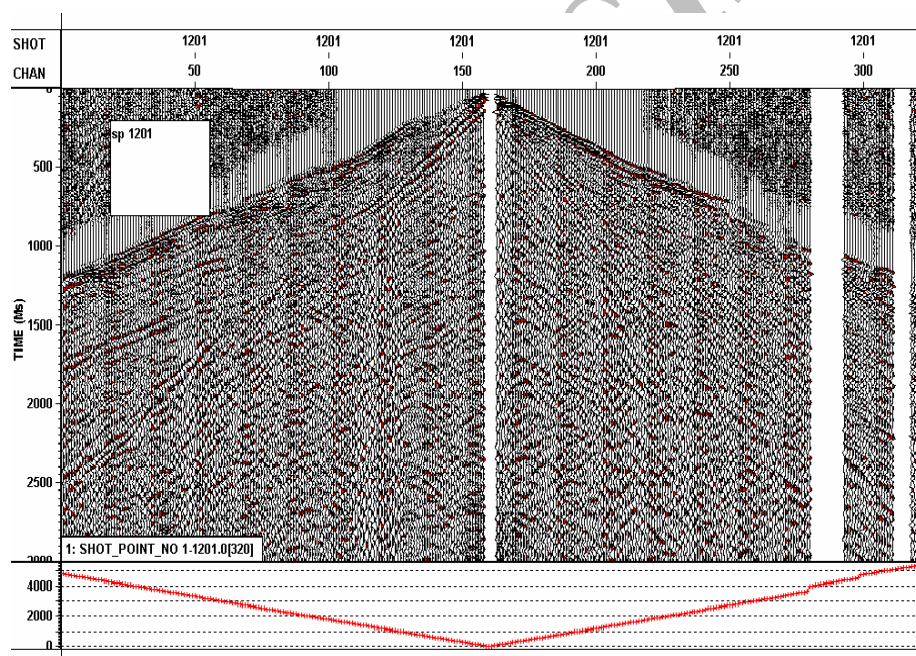
نتایج استاتیکی محاسبه شده با سه عامل زیر بررسی و برآورد می‌شوند.

۱- بحث عمومی، مقادیر تصحیح استاتیکی مربوط به گیرنده‌ها و چشمه‌های نقطه‌ای باید بگونه‌ای باشد که منحنی‌های مربوطه با هم موازی باشند، و منحنی‌ها می‌بایست مشابه خمهای توپوگرافی سطوح باشند.

۲- بطور معمول بدون اعمال تصحیح‌های استاتیکی بر روی منحنی‌های مربوط به نخستین زمانهای رسید بدست آمده از مجموعه چشمه‌ها صاف و یکنواخت نبوده و مشابه توپوگرافی سطوح نمی‌شوند، (شکل ۲). از



(a)

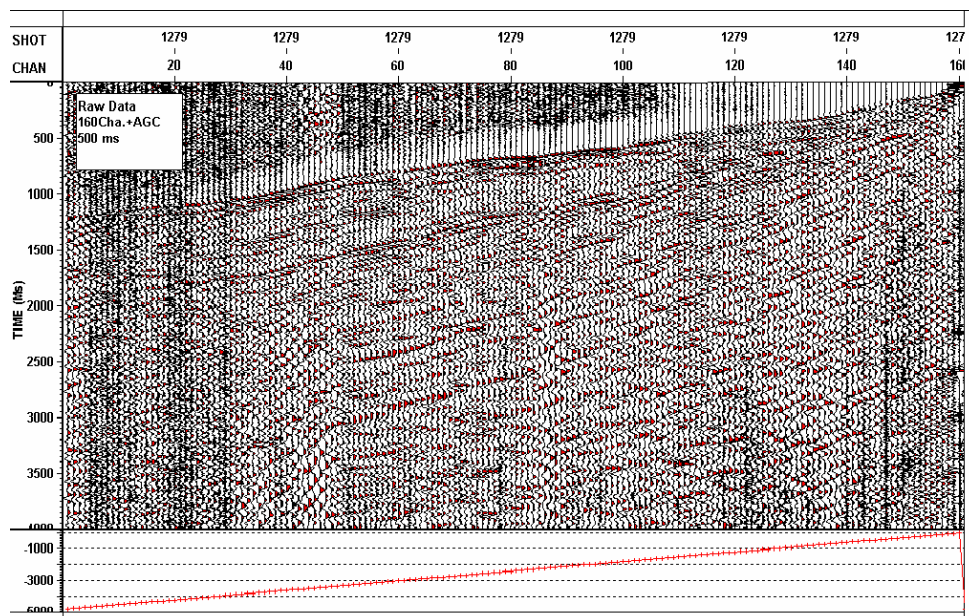


(b)

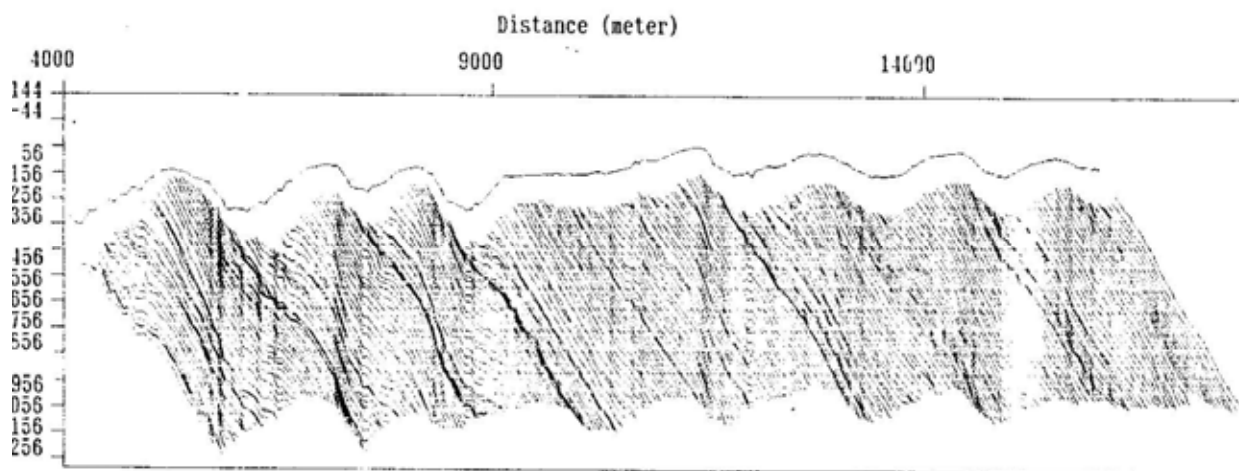
شکل ۱ داده های لرزه ای مربوط به یک گروه از چشمه ها در یک محیط رسی با توپوگرافی شدید.

(a) داده های لرزه ای منطقه

(b) داده های لرزه ای مشابه که با اعمال پدیده حذف بخشی از نوفه ها و کشیدگی ردلرزه ها در زمانهای کم از بین می روند.



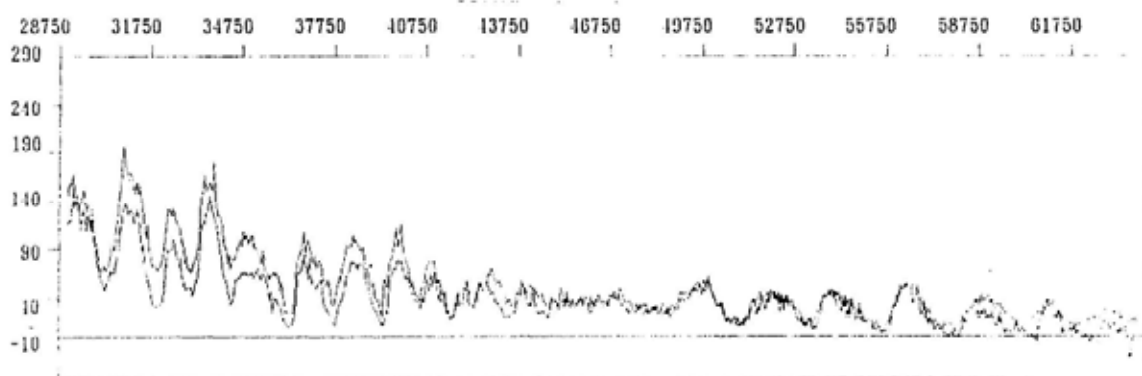
شکل ۲ داده های لرزه ای یک گروه از چشمه ها به صورت (off-end)، مربوط به خط لرزه ای QP در مناطق کوهستانی با توپوگرافی شدید.



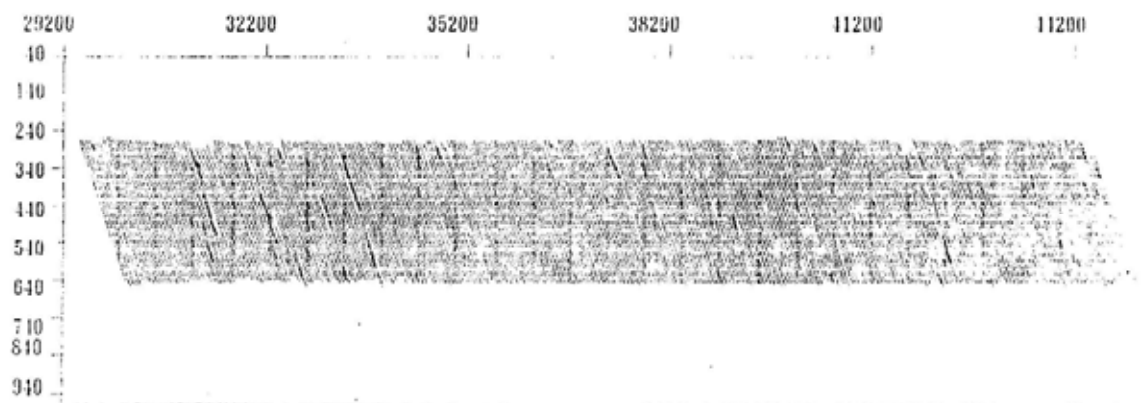
شکل ۳ منحنی های نخستین زمانهای رسید که مربوط به بخشی از چشمه ها در خط لرزه ای QP می باشند، (در قسمت بالای منحنی های مربوط به نخستین زمانهای رسید یک منحنی ارتفاعی دیده می شود و بنابراین منحنی ارتفاعی عکس توپوگرافی واقعی می باشد).



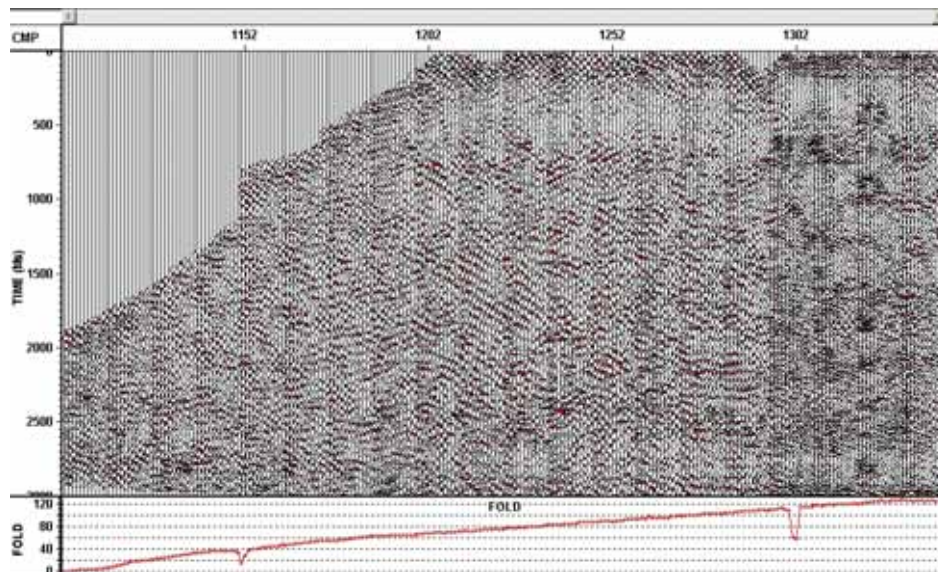
شکل ۴ ارتفاع سفره زیرزمینی از سطح زمین و خط مبنای شناور مربوط به خط لرزه‌ای QP.



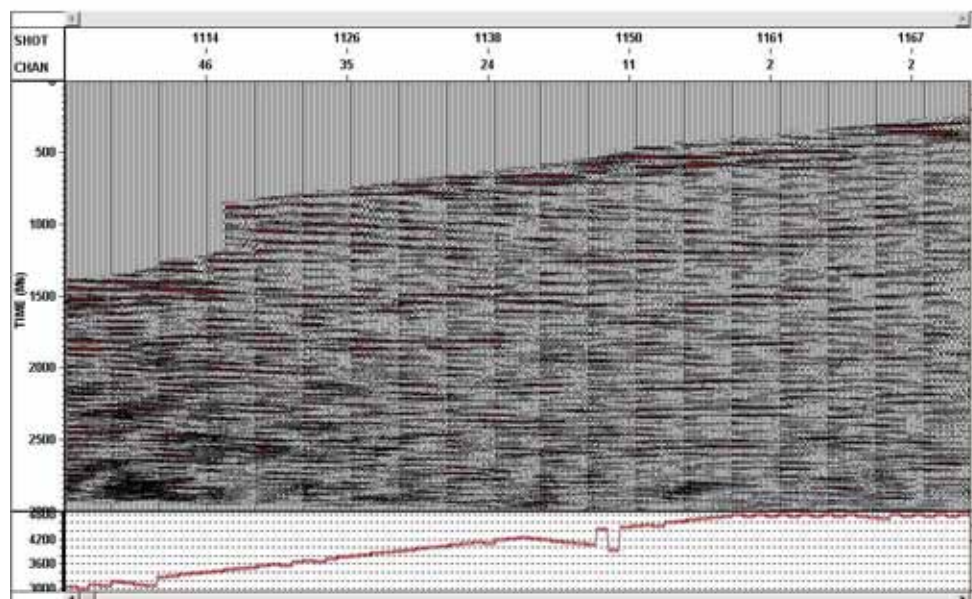
شکل ۵ تصحیحات استاتیکی مربوط به چشمه‌های نقطه‌ای و گیرنده‌ها در خط لرزه‌ای QP.



شکل ۶ اعمال تصحیحات استاتیکی بر روی منحنی های نخستین زمانهای رسید مربوط به بخش مشابه ای از چشمه ها در خط لرزه‌ای.



شکل ۷ بخشی از برانبارش اولیه مقطع لرزه‌ای مربوط به خط لرزه‌ای QP که تصحیح استاتیکی بر روی آن اعمال شده است.



شکل ۸ داده‌های لرزه‌ای مشابه شکل ۷ که تکنیک تصحیح استاتیکی پیشنهاد شده در تحقیق بر روی آن اعمال شده است.