

مقایسه برانبارش هوشمند و برانبارش میانگین در داده‌های مصنوعی و واقعی

پژوهش نفت

سال بیست و یکم
شماره ۶۵
صفحه ۹۸-۱۱۳، ۱۳۹۰

حامد غریب دوست^{۱*}، محمدعلی ریاحی^۲ و حسین هاشمی^۲

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

H.gharibdoost@gmail.com

مقدمه

در اکتشاف لرزه‌ای، واژه «برانبارش» روش‌هایی برای ترکیب چندین اندازه ژئوفیزیکی ورودی برای ایجاد یک اندازه خروجی را شامل می‌شود [۱]. با فرض این که سیگنال همیشه هم‌دوس^۱ و نوفه تصادفی است، نرخ نسبت سیگنال به نوفه^۲ ردلرزه^۳ خروجی، باید بالاتر از یک ردلرزه منفرد باشد. برانبارش نقطه میانی مشترک^۴، به خاطر توانایی آن در جداسازی سیگنال از نوفه‌ای که دارای فرکانس یکسان هستند، مهمترین مرحله در پردازش داده است [۲].

از جمله تکنیک‌های برانبارش که به‌طور رایج بر اندازه گیری‌های ژئوفیزیکی اعمال می‌شود، میانگین‌گیری از ردلرزه‌های داده بازتابی لرزه‌ای در یک نقطه مشترک، است. دلیل موفقیت بسیار خوب برانبارش نقطه میانی مشترک، توانایی آن برای جداسازی نوفه از سیگنال هم فرکانس است. تقریباً تمام پردازش‌های لرزه‌ای دیگر، یا سیگنال و نوفه را به‌طور یکسان برجسته می‌کنند و یا تنها دامنه سیگنال و نوفه را بدون تغییر نسبت تغییر می‌دهند. [۳].

1. Coherent
2. Signal to Noise Ratio
3. Seismic Trace
4. Common Mid Point(CMP)

چکیده

در این پژوهش، یک روش برانبارش نقطه میانی مشترک جدید تحت عنوان برانبارش هوشمند برای داده لرزه‌ای مورد استفاده قرار گرفته و عملکرد آن با استفاده از داده‌های مصنوعی و داده واقعی آزمایش شده است. روش مذکور منحصراً بر اساس بهینه‌سازی دامنه‌های سیگنال برانبارش شده توسط خارج کردن نمونه‌های نامناسب از برانبارش و اعمال وزن بیشتر به بخش مرکزی دسته نمونه‌ها پایه‌گذاری شده است. این روش برانبارش، نسبت به برانبارش مستقیم که معمولاً به کار برده می‌شود، مزایای زیادی دارد. برانبارش هوشمند علاوه بر کمینه کردن اثر نوفه‌های شدید، دامنه بازتاب‌های برانبارش شده را بالا می‌برد و انحراف فرکانسی ایجاد شده توسط تصحیح استاتیک ضعیف، حذف کشیدگی ناکافی و نقایص در آنالیز سرعت را از بین می‌برد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که این روش به یک برانبارش با تفکیک پذیری بالاتر و هم‌دوسی مکانی بیشتر نسبت به مقاطع لرزه‌ای برانبارش شده رایج، می‌انجامد.

واژه‌های کلیدی: برانبارش، مجموعه نقاط میانی مشترک، تصحیح برون‌راند نرمال، تصحیح استاتیک، نسبت سیگنال به نوفه

$$A_\alpha = \frac{1}{N-2L} \sum_{i=L+1}^{N-L} a_{(i)} \quad (1)$$

در رابطه بالا، N تعداد نمونه‌ها یا *CMP fold*، α دامنه نمونه نام، α پارامتر تریم ($0 \leq \alpha \leq 0.5$) و $L = [\alpha N]$ می‌باشد. هنگامی که α برابر صفر باشد، A_α برابر با مقدار متوسط می‌شود و هنگامی که α برابر با 0.5 است، A_α با مقدار میانی برابر می‌شود. با تعیین پارامتر α ، یک میانگین جانشین به دست می‌آید [۴]. میانگین آلفا تریم A_α محاسبه شده کمترین تأثیر را توسط دامنه‌هایی که به‌طور غیر عادی پایین و یا بالا هستند، می‌پذیرد [۳]. چون روش آلفا تریم پس از مرتب‌سازی دامنه‌ها بر اساس افزایش دامنه، تعدادی تریس از ابتدا و انتهای داده‌ها را حذف می‌کند و به‌طور منطقی بخش مرکزی داده‌ها را جایگزین می‌کند. این روش همچنین اثر نوفه‌های شدید را از میانگین محاسبه شده حذف می‌نماید. چرا که این نوفه‌ها دارای دامنه‌های زیادی هستند که با این روش حذف می‌شوند.

برای هر نمونه زمانی، تمام دامنه‌های دارای علامت مخالف با میانگین آلفا تریم را خارج می‌کند

$$\hat{a}_i(t) = \begin{cases} a_i(t) & \text{اگر } \text{sign}(a_i(t)) = \text{sign}(A_\alpha) \\ \text{Null} & \text{در غیر این صورت} \end{cases}, \quad 1 \leq i \leq N \quad (2)$$

به‌گونه‌ای که $\hat{a}_i(t)$ نمونه‌های با طول M را با فرض $M \leq N$ انتخاب می‌نماید.

هدف از این مرحله در روش برانبارش هوشمند این است که تمام نمونه‌هایی که به‌طور منفی در جمع شرکت می‌کنند و احتمالاً به دلیل نقص‌هایی در پردازش اولیه ایجاد شده‌اند، قبل از برانبارش حذف شود. سپس یک وزن مشخص برای هر دامنه نمونه محاسبه می‌گردد. نزدیکترین نمونه به میانگین، بالاترین وزن را خواهد داشت. وزن هر دامنه نمونه به‌صورت تعریف می‌شود:

$$W_i(t) = 1 / (xi)^s \quad (3)$$

- | | |
|---------------------------------|---------------------|
| 1. Straight Mean Stack | 9. Muirhead |
| 2. Mayne | 10. Kanasewich |
| 3. Diversity Stack | 11. Currie |
| 4. Nth-Root Stack | 12. Naess |
| 5. Random Stack | 13. Pruet |
| 6. Single Trace Iterative Stack | 14. Watt and Bednar |
| 7. Alpha Trimmed Stack | 15. Stretch Muting |
| 8. Embree | 16. Noise Bursts |

مدت کوتاهی پس از ابداع تکنیک برانبارش میانگین مستقیم^۱ توسط مین^۲ در سال ۱۹۶۲، مطالعات محققان نشان داد که برانبارش میانگین مستقیم، برای همه داده‌های لرزه‌ای روش مناسبی نیست و تکنیک‌های برانبارش جایگزین برای داده لرزه‌ای جمع‌آوری شده در محیط‌های مختلف و با خصوصیات ویژه پیشنهاد شد. این تکنیک‌های برانبارش شامل برانبارش اختلافی^۳، برانبارش ریشه n ام^۴، برانبارش تصادفی^۵، برانبارش تکرار شونده تریس منفرد^۶، برانبارش وزن‌دار تکرار شونده و برانبارش آلفا تریم^۷ می‌باشد که به ترتیب توسط امبری^۸، مایرهد^۹، کاناسویچ^{۱۰} و همکاران، کوری^{۱۱}، نائس^{۱۲}، پروت^{۱۳} و وات و بدنار^{۱۴} ارائه شدند.

روش برانبارش میانگین، در حال حاضر اساس برداشت و پردازش داده لرزه‌ای بازتابی است. برانبارش میانگین مستقیم یا میانگین گیری ساده از یک گروه CMP برای تولید یک رد لرزه برانبارش شده منفرد، دقیق نیست، چون این روش بر اساس فرض‌هایی انجام می‌پذیرد که هنگامی که با داده‌های واقعی سر و کار داریم، معتبر نیستند. به‌علاوه، برانبارش میانگین مستقیم، به‌طور مؤثر با خطاهای کوچک در مراحل پردازش پیش از برانبارش که در اکتشاف لرزه‌ای رایج هستند، مانند شیفیت استاتیک باقیمانده، تصحیح NMO ناقص و حذف کشیدگی^{۱۵} ناکافی سر و کار ندارد. این بی‌دقتی ممکن است به یک برانبارش نهایی با دامنه و تفکیک‌پذیری پایین‌تر و تفسیرپذیری کمتر منتهی شود. بنابراین تکنیک دیگری مورد نیاز است تا بتواند بر این مشکلات غلبه نماید [۲].

برانبارش هوشمند، روشی است که برای داده‌هایی که با نقایص پردازشی نظیر تصحیح برون‌راند نرمال اشتباه، تصحیح استاتیک باقیمانده و نوفه‌های شدید^{۱۶} همراه هستند، نتایج بهتری به‌دنبال دارد. در این مقاله این روش ابتدا بر داده‌های مصنوعی و سپس روی داده‌های واقعی اعمال می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که با به‌کاربردن این روش کیفیت داده‌ها به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد.

روش کار

برای هر نمونه زمانی در یک گروه CMP، میانگین آلفا تریم A_α با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

در این روش برانبارش فرض می‌شود که تمام ردلرزه‌ها در یک مجموعه CMP برانبارش شده دارای اعتبار یکسان می‌باشند، بنابراین وزن آنها باید برابر در نظر گرفته شود [۶].

نسبت سیگنال به نوفه

تعیین نسبت سیگنال به نوفه در عمل سخت است، چون جداسازی سیگنال کار مشکلی می‌باشد [۷]. کیفیت داده‌های لرزه‌ای را می‌توان براساس کیفیت و چگونگی برانبارش نهایی ارزیابی نمود. بنابراین، بازبینی دیداری برانبارش نهایی، اساس قضاوت کیفیت یا نسبت سیگنال به نوفه داده‌های لرزه‌ای می‌باشد. علاوه بر این روابط دامنه و همبستگی عرضی یا جانبی رخدادهای لرزه‌ای، اساس قضاوت نسبت سیگنال به نوفه در برانبارش نهایی می‌باشد [۸ و ۹]. در مقطع‌های لرزه‌ای با بازتاب‌های افقی اصلی، ضریب همبستگی بین ردلرزه‌های مجاور را می‌توان به عنوان یک علامت از پیوستگی عرضی یا جانبی رخدادهای لرزه‌ای مورد استفاده قرار داد که نسبت دامنه ماکزیمم به دامنه میانگین ردلرزه‌های لرزه‌ای، اندازه‌ای از رابطه دامنه رخدادهای لرزه‌ای می‌باشد [۱۶].

در این تحقیق برای قضاوت اثر کاهش نوفه بین روش‌های مختلف، برانبارش تک وزن را روی ردلرزه‌های فاقد نوفه، به دست آوردیم. ردلرزه‌های به دست آمده از این طریق را با $d_j(t)$ مشخص کردیم که مشابه ردلرزه سیگنال می‌باشد. سپس برای به دست آوردن نسبت سیگنال به نوفه از معادله زیر استفاده نمودیم:

$$S/N_j = 10 \log_{10} \left(\frac{\sum_t [d_j^2(t)]}{\sum_t [d_j(t) - \bar{a}_j(t)]^2} \right) \quad (7)$$

که $\bar{a}_j(t)$ ردلرزه برانبارش شده از روش‌های مختلف برانبارش است.

نتایج و بحث

در شکل ۱ (الف-۱)، یک دسته CMP مشاهده می‌شود که دو بازتابنده را نشان می‌دهد که نسبت سیگنال به نوفه، ۱۰ و سرعت لایه ۴۵۰ (m/s) و ۵۰۰ (m/s) می‌باشد. در شکل ۱ (ب-۱)، بازتابنده‌های قبلی، پس از تصحیح برون‌راند نرمال و همچنین تصحیح

در رابطه بالا $W_i(t)$ وزن $\hat{a}_i(t)$ و $x_i = \sqrt{(\hat{a}_i(t) - A_a)}$ به صورت (واریانس بین دامنه $\hat{a}_i(t)$ و میانگین محاسبه شده A_a) تعریف می‌شود. s نیز یک ثابت تعیین شده توسط کاربر است که شدت تابع وزن‌دهی را کنترل می‌کند. در این مرحله، اثر بخش مرکزی جمعیت نمونه‌ها افزایش و بخش مرزی برای دستیابی به تخمین بهتری از مجموع نهایی، کاهش می‌یابد. بنابراین اثر نویزهای شدید باقی مانده بر روی برانبارش نهایی، به حداقل مقدار ممکن کاهش خواهد یافت.

وزن‌های محاسبه شده با استفاده از معادله زیر نرمالایز می‌شود. به طوری که مجموع وزن‌ها برابر ۱ شود:

$$\hat{W}_i(t) = \frac{W_i(t)}{\sum_{i=1}^M W_i(t)} \quad (8)$$

فرایند نرمالایز کردن، نسبت دامنه‌ها را در طول هر ردلرزه و میان ردلرزه‌های پی در پی، ثابت نگه می‌دارد. وزن‌های نرمالایز شده ($\hat{W}_i(t)$) را در دامنه‌های نمونه $(\hat{a}_i(t))$ ضرب کرده و دامنه‌های وزن دار حاصل ($\hat{a}_i^w(t)$) برای تولید یک برانبارش هوشمند نهایی (A) مطابق رابطه زیر میانگین‌گیری می‌شوند [۲]:

$$A = \sum_{i=1}^M \hat{a}_i^w(t) \quad \text{در حالی که} \quad \hat{a}_i^w(t) = (\hat{W}_i(t) \cdot \hat{a}_i(t)) \quad (9)$$

برای برنامه‌نویسی این تکنیک و بررسی نحوه عملکرد آن بر روی داده‌های مصنوعی و واقعی، محیط برنامه‌نویسی MATLAB انتخاب شده است. علاوه بر کدنویسی الگوریتم برانبارش هوشمند، داده‌های مصنوعی که در ادامه ارائه می‌شود نیز توسط این نرم‌افزار تولید شده است. با توجه به اینکه برانبارش میانگین برای مقایسه و کدنویسی انتخاب گردید. لازم است تا تئوری این برانبارش کمی توضیح داده شود.

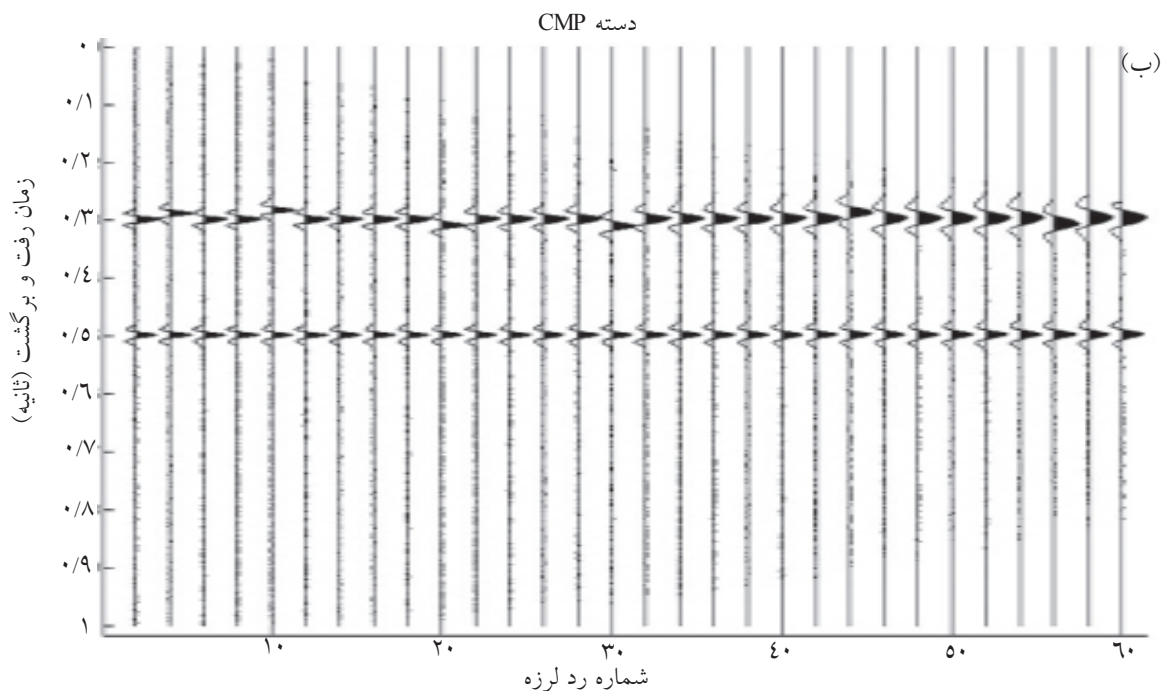
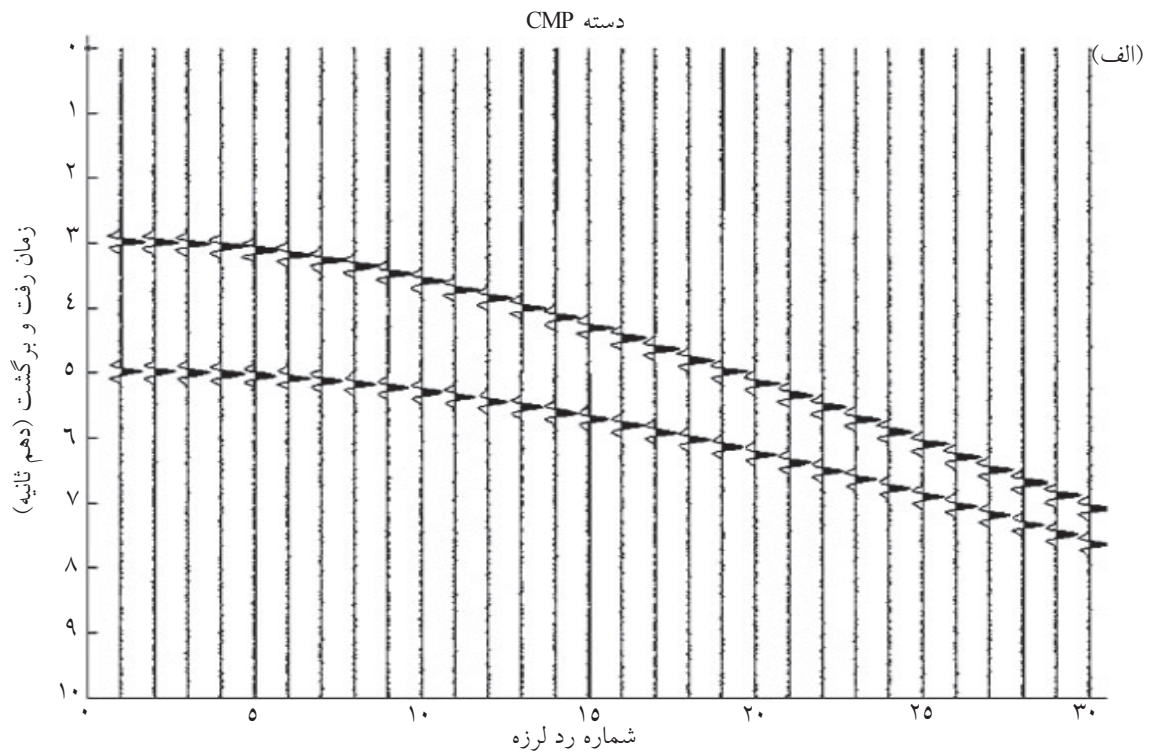
در این روش، مقادیر نمونه‌های همه ردلرزه‌ها در یک مجموعه CMP با هم جمع شده و بر تعداد نمونه‌ها تقسیم می‌شود. این فرآیند را می‌توان به صورت معادله زیر بیان کرد:

$$A(t) = 1/N \sum_{i=1}^N a_i(t) \quad (6)$$

که $A(t)$ مقدار نمونه برانبارش شده ردلرزه در زمان رفت و برگشت t ، تعداد ردلرزه‌های برانبارش شده و $\hat{a}_i(t)$ مقدار نمونه روی ردلرزه i ام در زمان رفت و برگشت t می‌باشد [۵].

در ادامه داده‌های شکل ۱ توسط دو روش برانبارش میانگین و برانبارش هوشمند، برانبارش شده است. هدف از این کار بررسی نحوه عملکرد برانبارش هوشمند در حذف و یا کاهش اثر شیفتهای زمانی نامطلوب، نسبت به سایر روش‌های رایج است.

استاتیک دیده می‌شود. تصحیح برون‌راند نرمال برای بازتابند اول و دوم اعمال شده که مقداری کشیدگی فرکانسی هم دیده می‌شود. همچنین مشاهده می‌گردد که در چند تریس، شیفتهای زمانی به بالا و پایین وجود دارد که نشان دهنده تصحیح استاتیک باقی مانده است.



شکل ۱-الف یک دسته CMP با نسبت سیگنال به نوفه، ۱۰ و سرعت لایه‌ای ۴۵۰ (m/s) و ۵۰۰ (m/s)، (ب): همان بازتابنده پس از تصحیح NMO و تصحیح استاتیک. (شیفته زمانی در بعضی تریس‌ها دیده می‌شود که احتمالاً مربوط به تصحیح استاتیک باقیمانده است).

مقایسه عملکرد برانبارش هوشمند، مطابق آنچه ابتدای این مقاله گفته شد، نسبت سیگنال به نوفه به عنوان یک معیار محاسبه شده است. نتایج حاصل بدین شرح است:

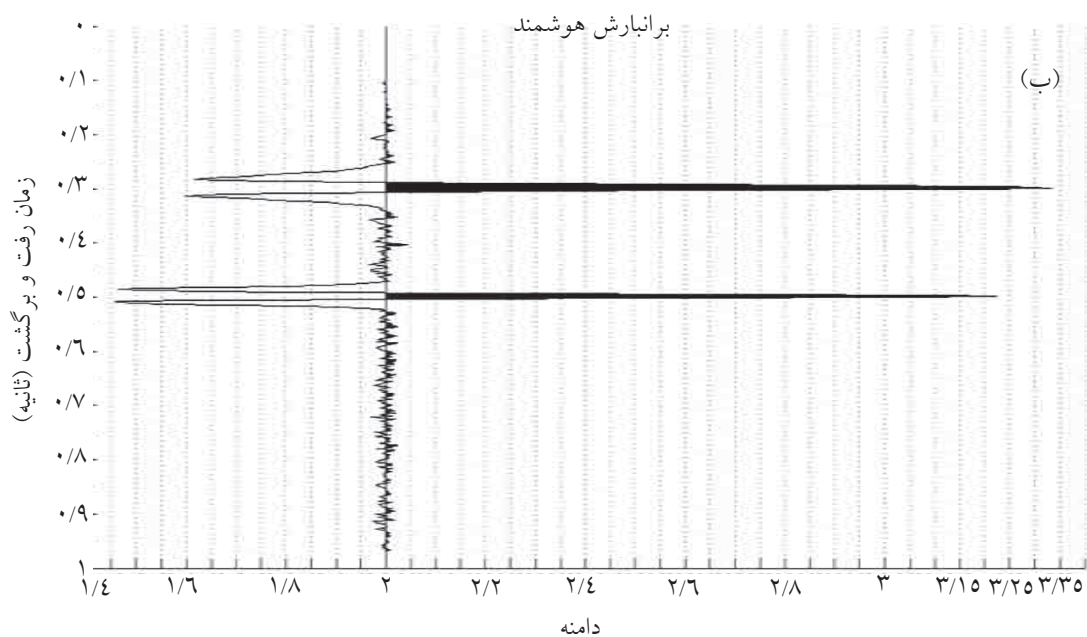
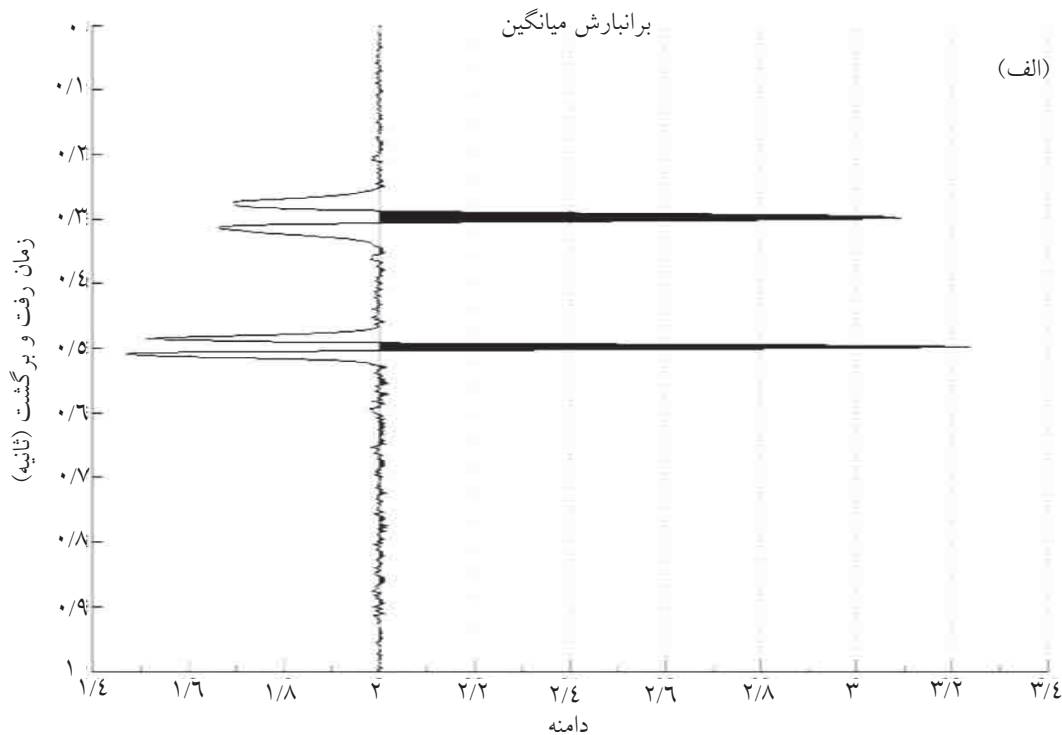
نسبت سیگنال به نوفه در روش برانبارش میانگین: $5/6878$

نسبت سیگنال به نوفه در روش برانبارش هوشمند: $7/3714$

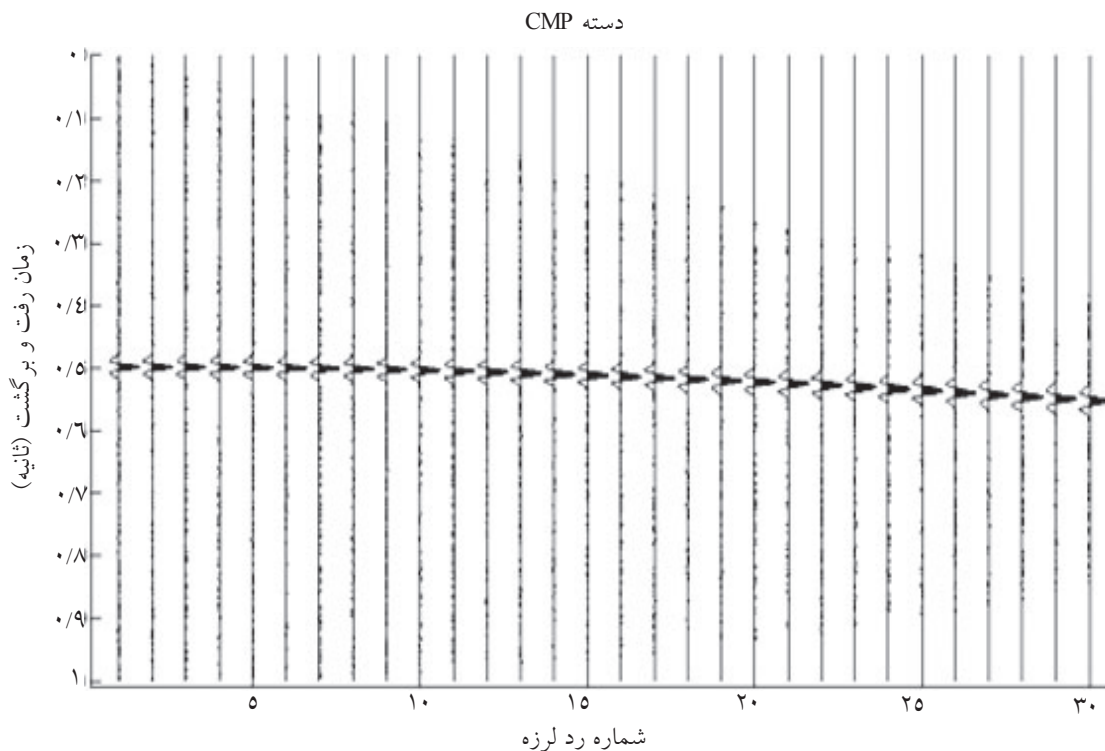
در شکل ۳، بازتابنده دوم شکل ۱ پس از تصحیح برون راند نرمال با ۱۰٪ بیشتر از سرعت واقعی و مقداری کشیدگی فرکانسی نشان داده شده است.

در شکل ۲، بازتابنده شکل ۱ پس از برانبارش به روش برانبارش میانگین و هوشمند نشان داده شده است.

شکل ۲، دامنه سیگنال برانبارش یافته را در حدود $3/09$ واحد نشان می‌دهد، در حالی که دامنه سیگنال برانبارش یافته توسط برانبارش هوشمند، در حدود $3/33$ واحد است. این اختلاف نشان دهنده یک افزایش چشمگیر در دامنه سیگنال حاصل از برانبارش هوشمند نسبت به روش‌های دیگر است. در اینجا برای به دست آوردن یک معیار دقیق‌تر برای



شکل ۲- بازتابنده شکل ۱ پس از برانبارش، (الف) روش برانبارش میانگین (ب) و برانبارش هوشمند



شکل ۳- بازتابنده دوم شکل ۱، پس از تصحیح برون راند نرمال با سرعت ۱۰٪ بیشتر از سرعت واقعی

شکل ۱، با روش‌های برانبارش میانگین و هوشمند، برانبارش شده است. در نهایت برای بررسی عددی این مسأله که کدام روش اثر نوفه‌های شدید را بیشتر از بین برده، نسبت سیگنال به نوفه مطابق قبل محاسبه شده است. در شکل ۵-الف، بازتابنده شکل ۱ با یک تریس بسیار نویزی نشان داده شده است و شکل ۵-ب، این بازتابنده را پس از تصحیح NMO نمایش داده است. تریس حاصل از برانبارش میانگین و هوشمند داده‌های شکل ۵ در شکل ۶ رسم شده است.

نتایج حاصل از محاسبه نسبت سیگنال به نوفه بدین شرح است: نسبت سیگنال به نوفه در روش برانبارش میانگین:

$$15/9482$$

نسبت سیگنال به نوفه در روش برانبارش هوشمند:

$$16/7153$$

مشاهده می‌شود که برانبارش هوشمند توانسته اثرات نوفه‌های شدید را به حداقل برساند.

در این قسمت، یک داده واقعی از میداین نفتی جنوب ایران، انتخاب شده که شامل ۱۸۲ رد لرزه و ۷۵۰ نمونه است که با فاصله نمونه برداری ۴۰۰۰ میکرو ثانیه نمونه برداری شده است.

مشاهده می‌شود که بازتابنده به‌طور کامل خطی نشده و مقداری انحنا به سمت پایین دارد. در این مرحله، این بازتابنده توسط روش‌های متفاوت، برانبارش می‌شود. در واقع هدف از این مرحله بررسی عملکرد برانبارش هوشمند نسبت به برانبارش میانگین در برابر تحلیل سرعت غلط و تصحیح برون‌راند نرمال ضعیف که یکی از اشتباهات پردازشی است، می‌باشد.

در شکل ۴ بازتابنده شکل ۳ پس از برانبارش میانگین و سیگنال حاصل از برانبارش هوشمند نمایش داده شده است. در این حالت نیز برای نتیجه‌گیری دقیق‌تر و عددی‌تر، نسبت سیگنال به نوفه محاسبه شده که نتایج آن به شرح زیر است:

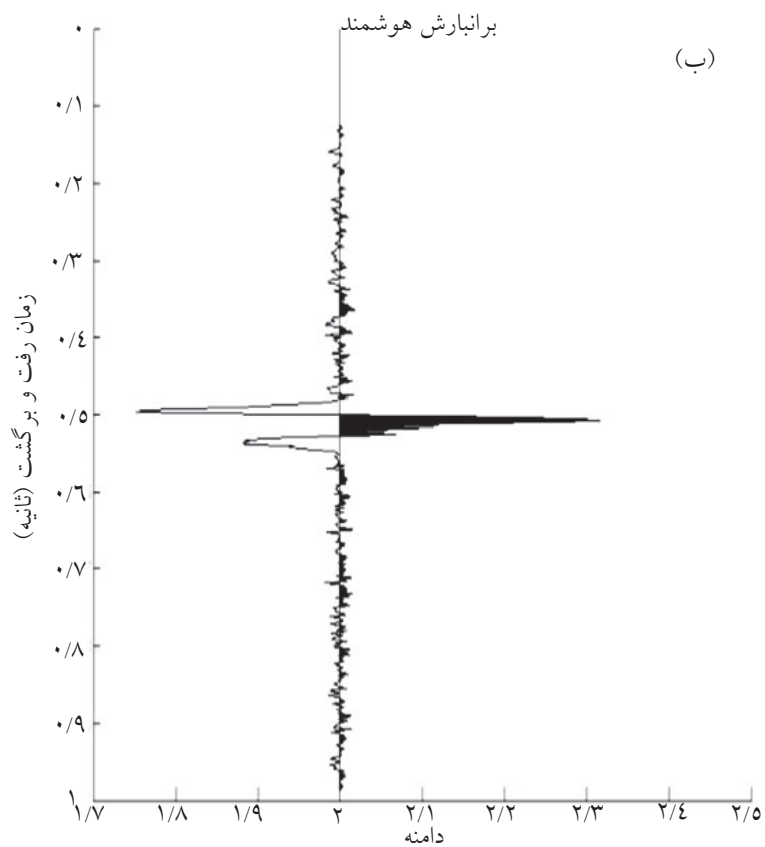
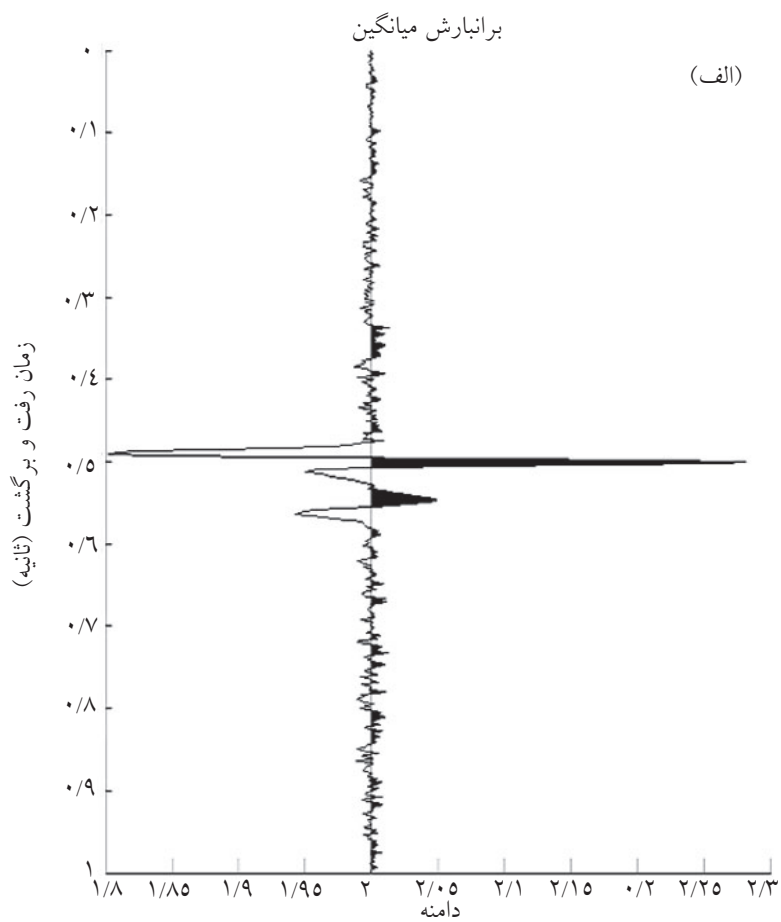
نسبت سیگنال به نوفه در روش برانبارش میانگین:

$$11/1779$$

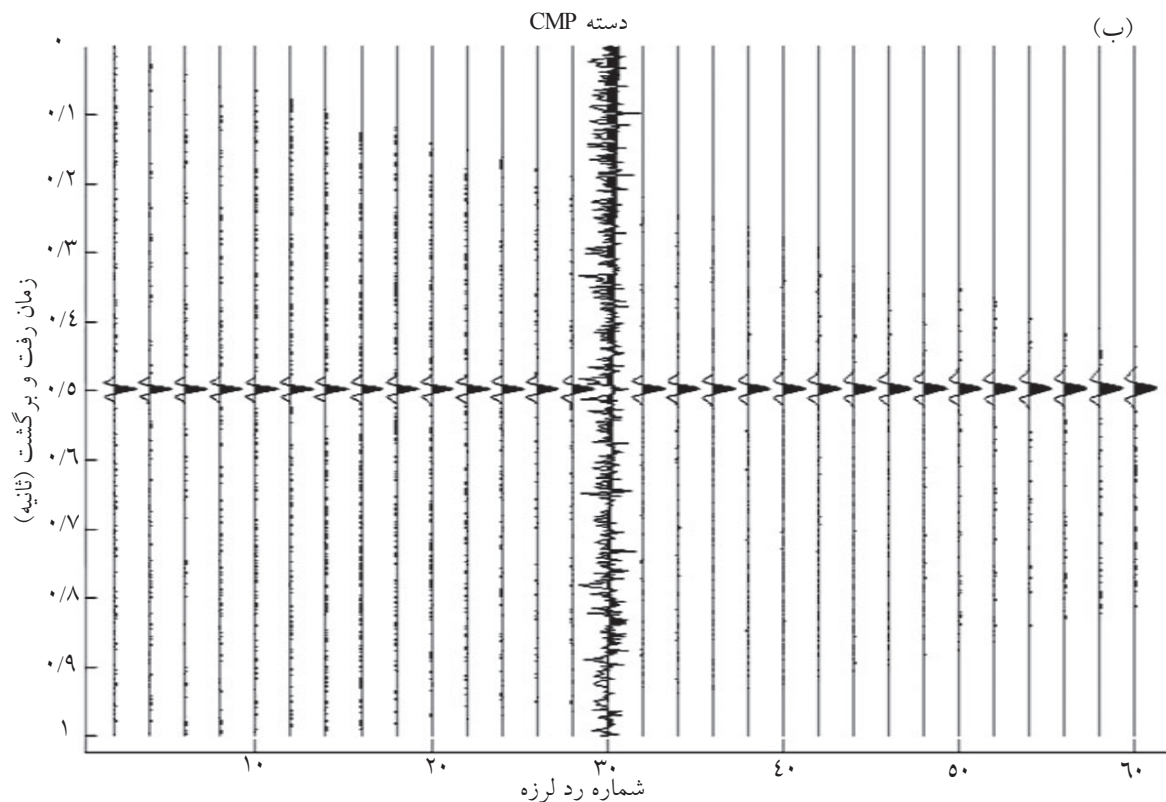
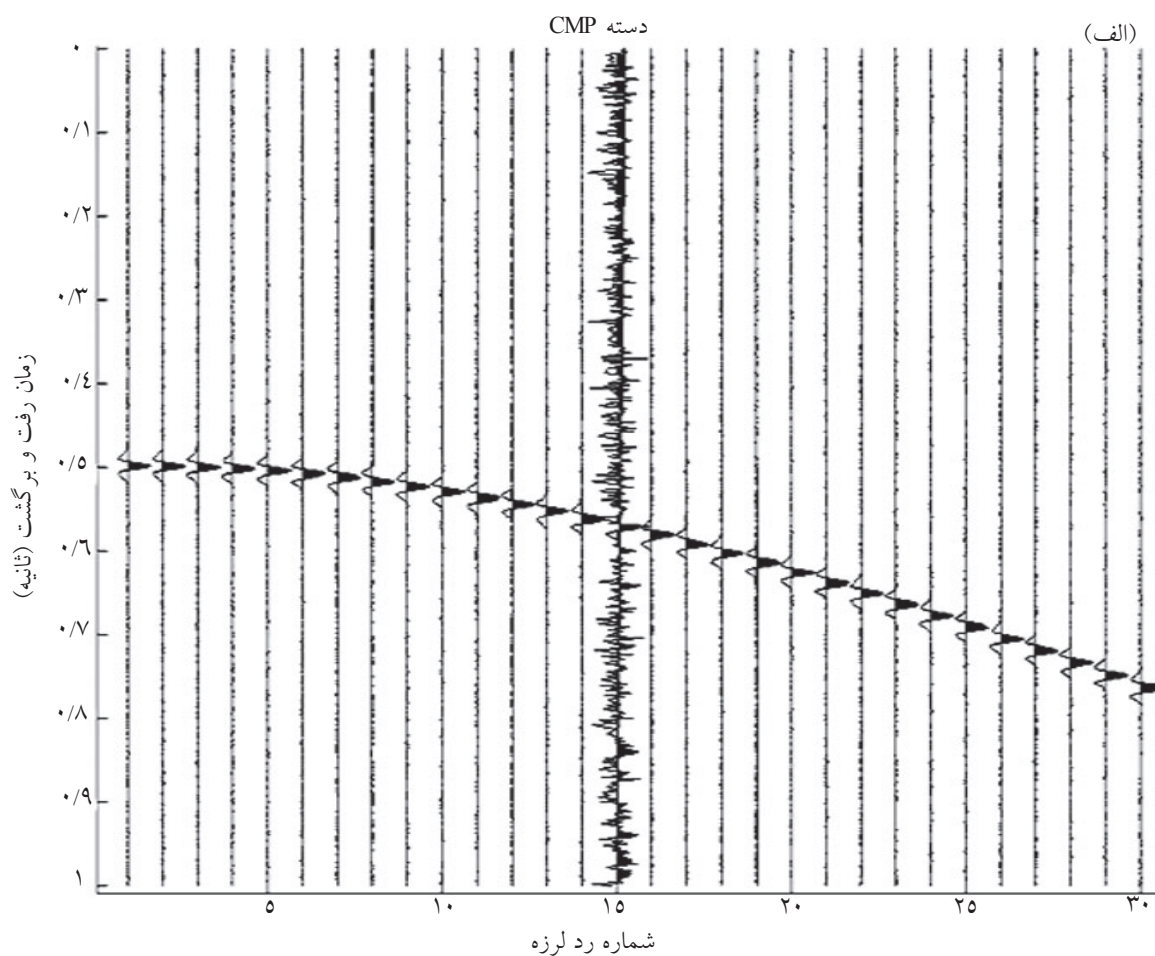
نسبت سیگنال به نوفه در روش برانبارش هوشمند:

$$16/0171$$

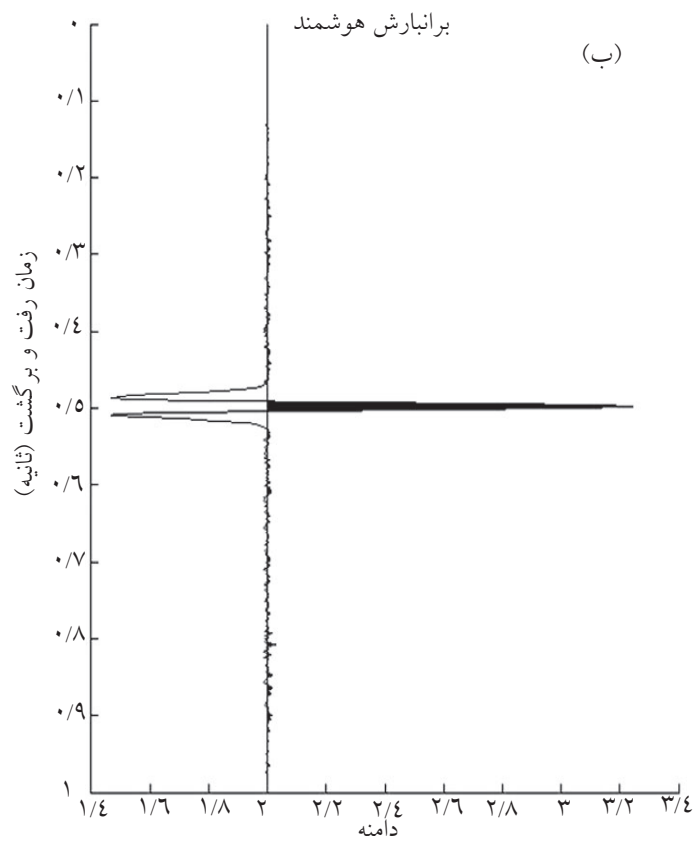
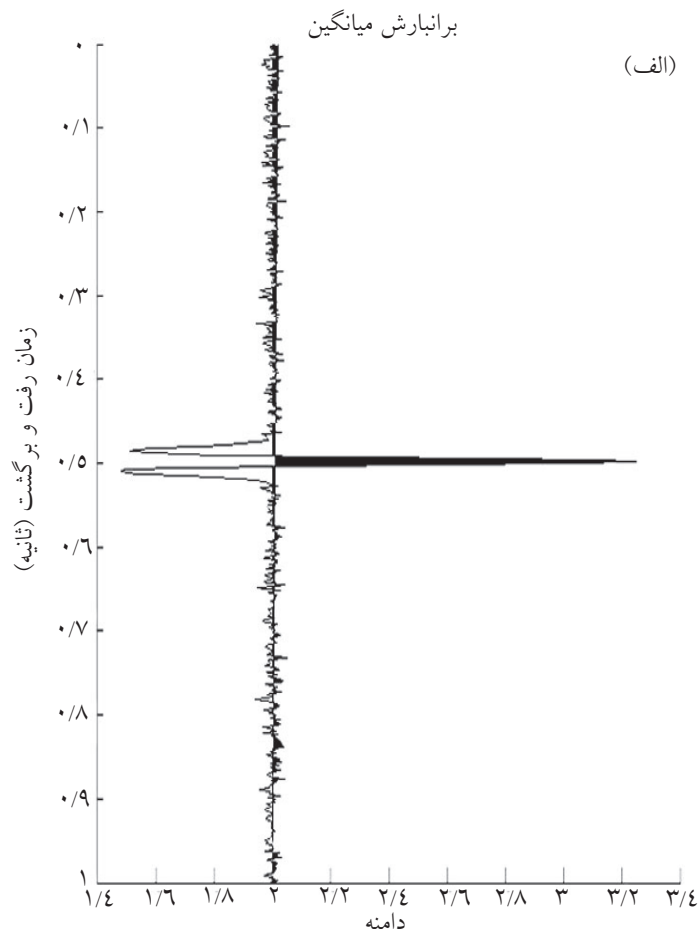
مشاهده می‌شود که نسبت سیگنال به نوفه در روش برانبارش هوشمند نسبت به سایر روش‌ها اصلاح شده است. در ادامه عملکرد برانبارش هوشمند در داده‌هایی با نوفه‌های شدید بررسی شده است. برای این منظور بازتابنده دوم



شکل ۴- بازتابنده شکل ۳ پس از (الف) برانبارش میانگین (ب) برانبارش هوشمند



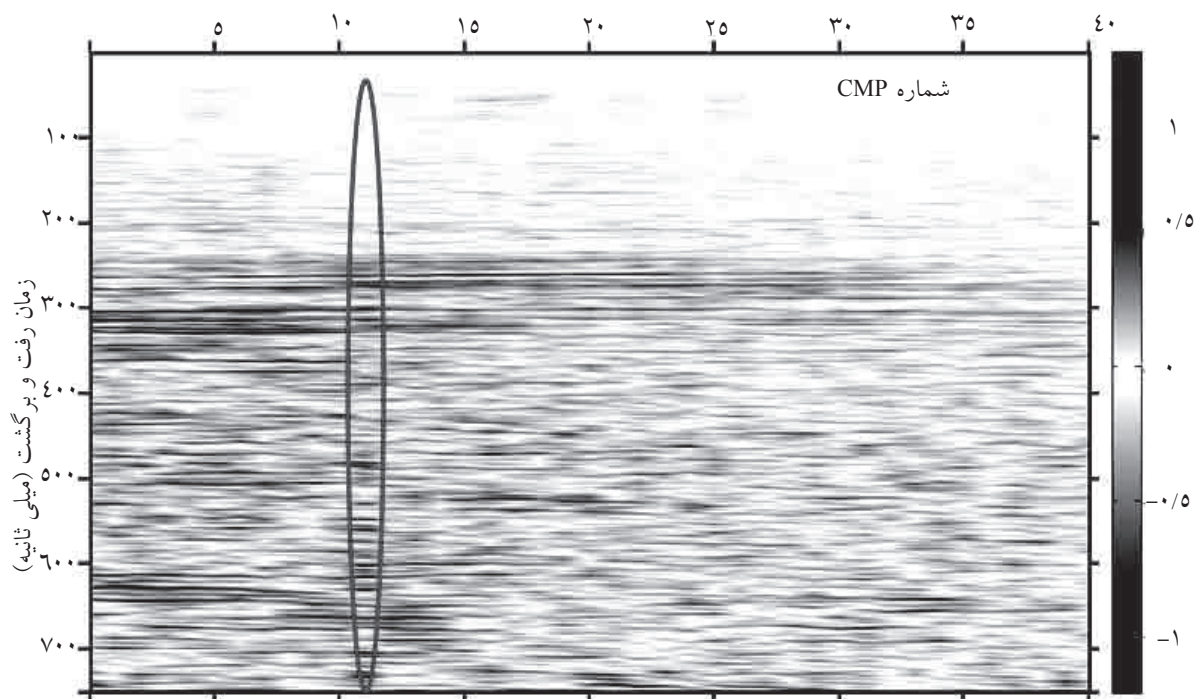
شکل ۵- بازتابنده دوم شکل (الف) به همراه یک تریس بسیار نویزی (ب) و پس از تصحیح برونراند نرمال



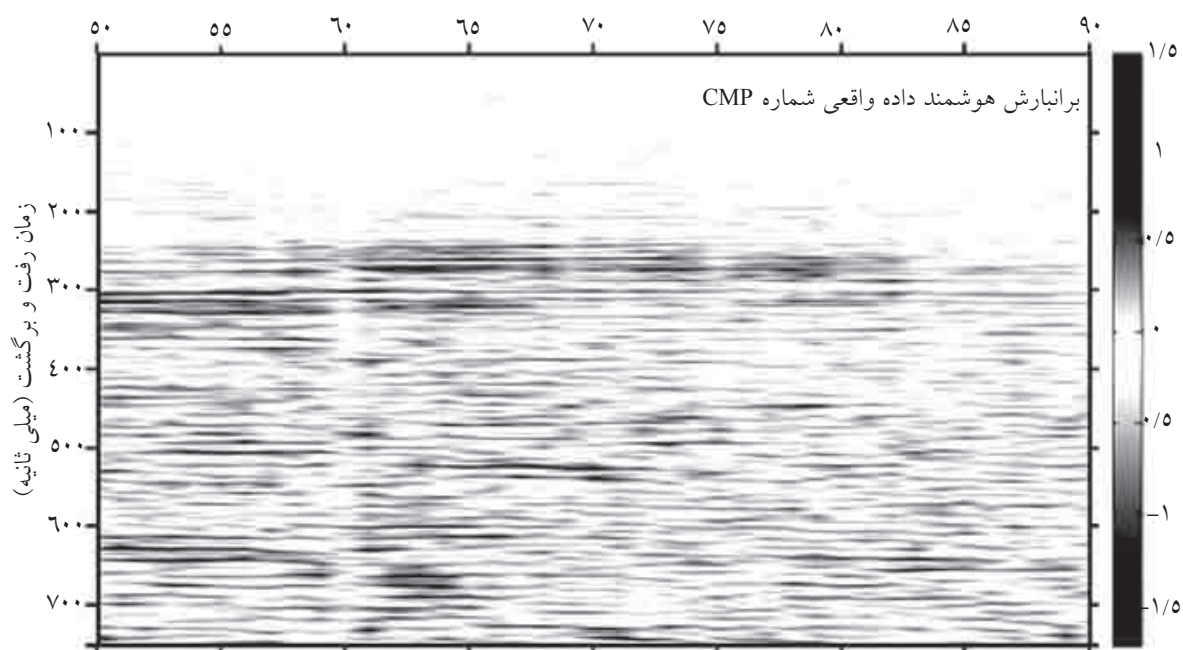
شکل ۶- تریس حاصل از (الف) برانبارش میانگین (ب) برانبارش هوشمند بازتابنده شکل ۵

مشاهده می‌شود که در صوت اعمال برانبارش هوشمند، پیوستگی بازتابنده‌ها و همچنین دامنه آنها افزایش می‌یابد. در شکل ۹ به بازتابنده‌هایی که درون بیضی محصور شده‌اند توجه کنید. افزایش دامنه و پیوستگی این بازتابنده‌ها به وضوح قابل مشاهده است.

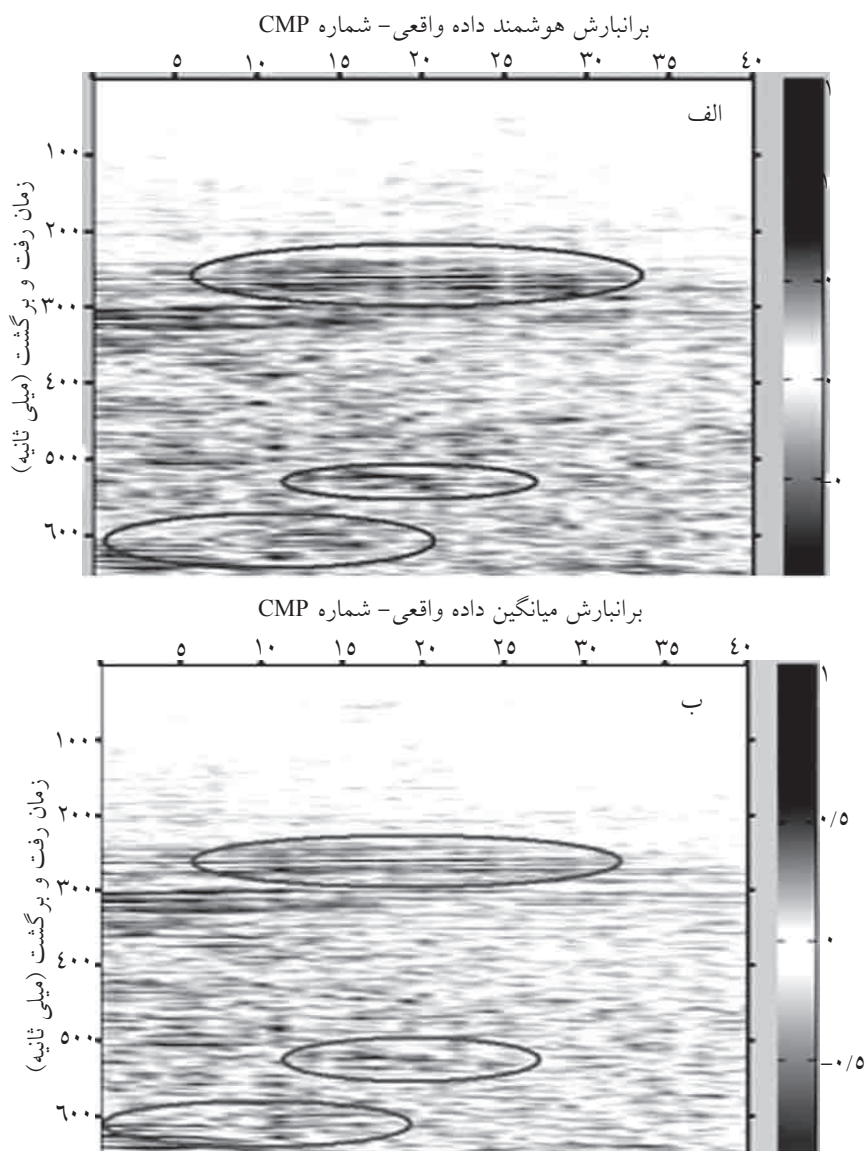
با توجه به وجود نوفه‌های شدید در ابتدای داده واقعی، به‌منظور نمایش بهتر نتایج، ۴۰ دسته CMP از داده واقعی که نشان دهنده رخداد‌های واضحی هستند، نمایش داده شده است. شکل ۷، این داده را پس از برانبارش میانگین و شکل ۸ این داده را پس از برانبارش هوشمند نشان می‌دهد.



شکل ۷- داده واقعی پس از برانبارش میانگین (راهنمای رنگ‌ها، نشان‌دهنده دامنه است).



شکل ۸- داده واقعی پس از برانبارش هوشمند. راهنمای رنگ‌ها، نشان‌دهنده دامنه است.



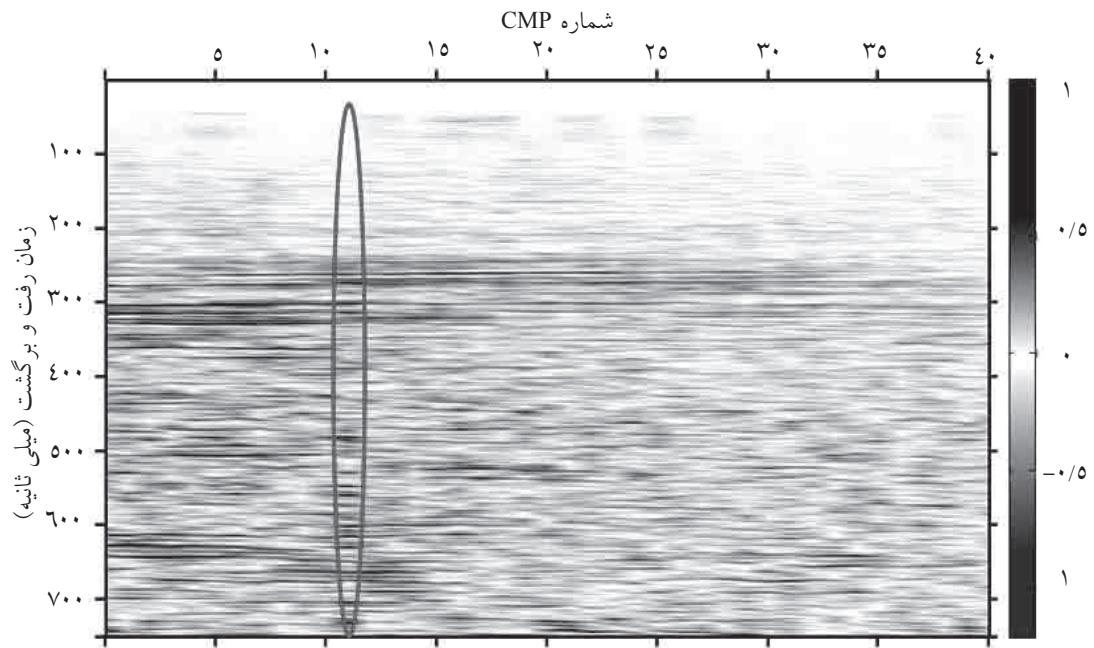
شکل ۹- مقایسه نتایج برانبارش میانگین و هوشمند در داده‌های واقعی. (بیضی‌ها تغییرات عمده را نشان می‌دهند).

شکل می‌توان دریافت که حداکثر دامنه ایجاد شده، برابر ۱۶/۶۹ واحد است.

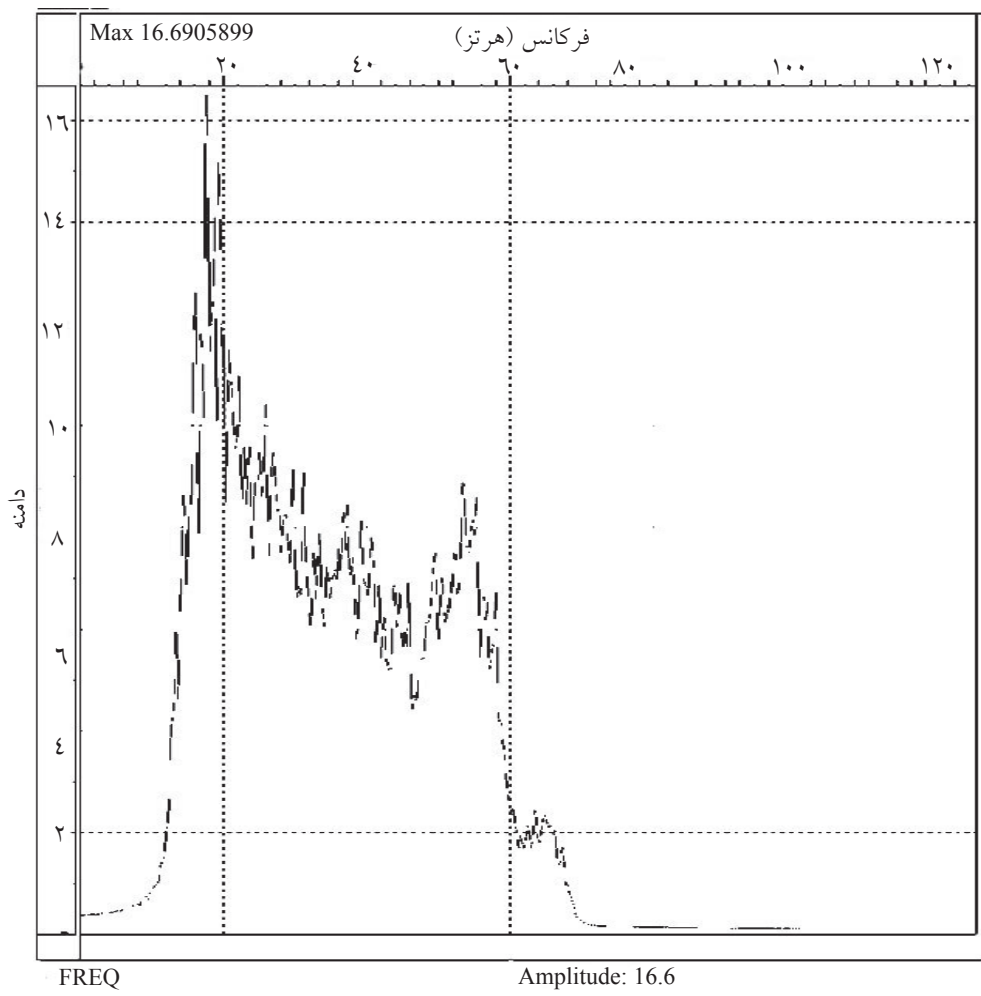
در شکل ۱۲، متوسط طیف دامنه مقطع برانبارش شده توسط روش برانبارش هوشمند رسم شده است. حداکثر دامنه ایجاد شده در این حالت مطابق شکل، حدود ۲۳/۲۰ واحد است که نشان دهنده افزایش قابل ملاحظه دامنه نسبت به حالت قبلی است. البته شایان ذکر است که برانبارش هوشمند بیشتر از اتلاف دامنه جلوگیری می‌کند و دارای دامنه‌های بیشتری است که با مقایسه فرکانس به فرکانس طیف دامنه‌ها، قابل مشاهده است.

نکته مهمی که در برانبارش میانگین دیده می‌شود، این است که دسته نقطه میانی مشترک ۱۱، یک نوفه شدید را نشان داده است (شکل ۱۰). در حالی که برانبارش هوشمند این نوفه شدید را حذف کرده است. البته حذف نوفه شدید به معنای حذف کل تریس نمی‌باشد، بلکه مطابق شکل، رخدادهای پس از حذف نوفه، پیوسته هستند. برای بررسی دقیق‌تر موضوع، علاوه بر محاسبه نسبت سیگنال به نوفه، متوسط طیف دامنه و همچنین طیف فرکانسی نیز مبنای مقایسه قرار گرفته است.

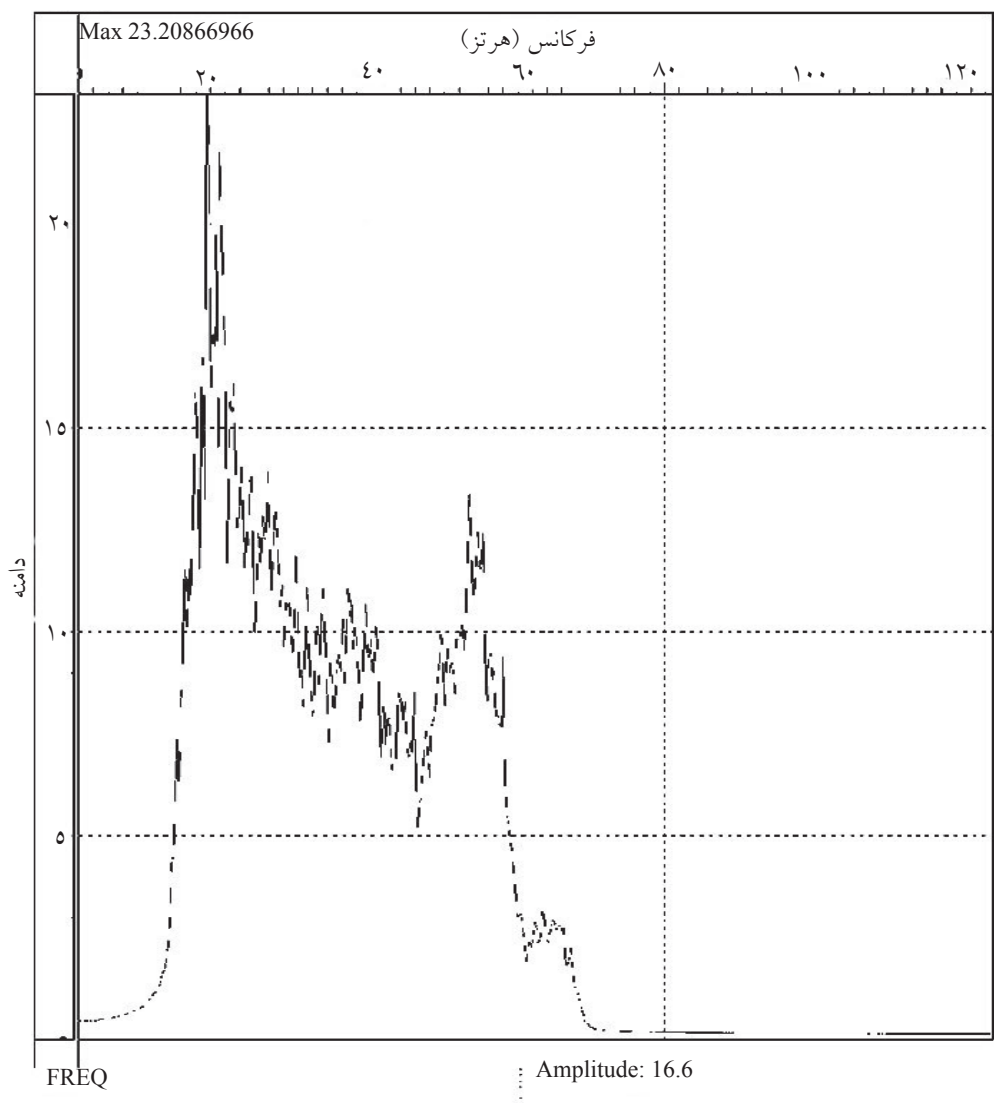
شکل ۱۱ متوسط طیف دامنه مقطع برانبارش شده توسط برانبارش میانگین را نشان می‌دهد. با دقت بیشتر در



شکل ۱۰- داده واقعی پس از برانبارش هوشمند. (نوفه شدید حذف شده است).



شکل ۱۱- متوسط طیف دامنه مقطع برانبارش شده توسط برانبارش میانگین



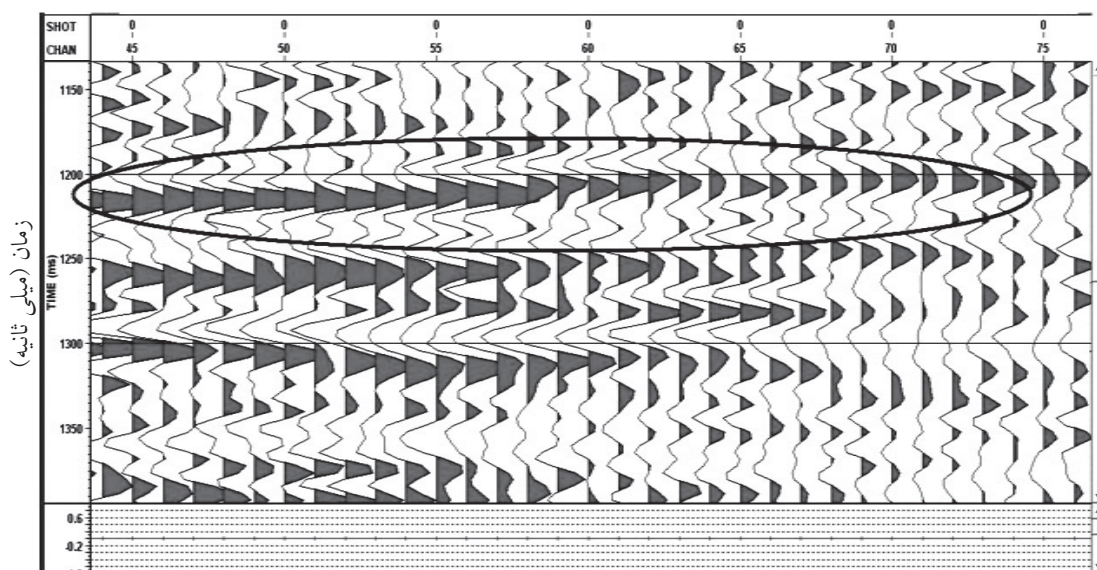
شکل ۱۲- متوسط طیف دامنه مقطع برانبارش شده توسط برانبارش هوشمند. (دامنه‌ها نسبت به شکل ۱۱ افزایش یافته‌اند).

در این مرحله، یک رخداد نسبتاً قوی از دو مقطع برانبارش یافته با روش‌های میانگین و هوشمند به منظور مقایسه دامنه آنها با یکدیگر انتخاب گردید. این رخداد حدوداً در ۱۲۱۵ میلی ثانیه قرار گرفته است. شکل ۱۳ رخداد مورد نظر را در مقطع برانبارش یافته توسط برانبارش میانگین نشان داده است. شکل ۱۴ همین رخداد را در مقطع برانبارش یافته توسط برانبارش هوشمند نمایش داده است.

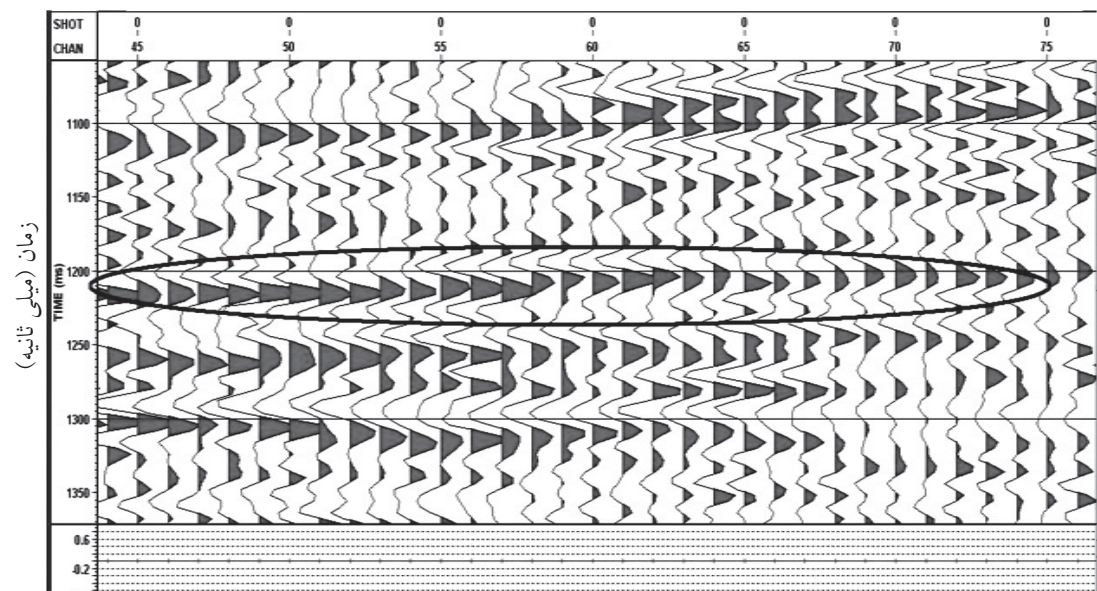
پس از بیرون کشیدن دامنه‌های مربوط به این رخداد از ماتریس داده‌ها، مقادیر این دامنه‌ها در شکل ۱۵ با یکدیگر مقایسه شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که در تمام نمونه‌ها، در برانبارش هوشمند دامنه‌ها قوی‌تر شده‌اند.

در این مرحله، یک رخداد نسبتاً قوی از دو مقطع برانبارش یافته با روش‌های میانگین و هوشمند به منظور مقایسه دامنه آنها با یکدیگر انتخاب گردید. این رخداد حدوداً در ۱۲۱۵ میلی ثانیه قرار گرفته است. شکل ۱۳ رخداد مورد نظر را در مقطع برانبارش یافته توسط برانبارش میانگین نشان داده است. شکل ۱۴ همین رخداد را در مقطع برانبارش یافته توسط برانبارش هوشمند نمایش داده است.

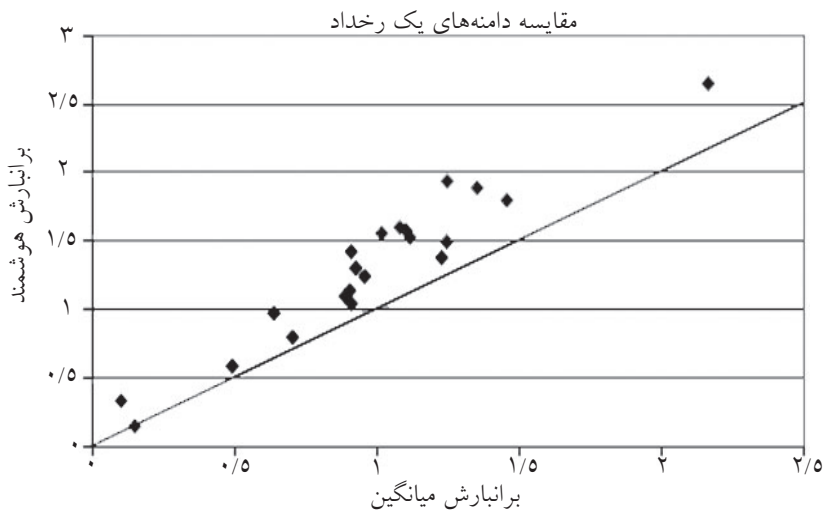
دامنه‌های مربوط به این رخداد از ماتریس داده‌های مقاطع برانبارش شده توسط برانبارش میانگین و برانبارش هوشمند استخراج شده است. همان‌گونه که در شکل‌های



شکل ۱۳- مقطع برانبارش یافته با روش میانگین. (رخداد مورد نظر با بیضی نمایش داده شده است).



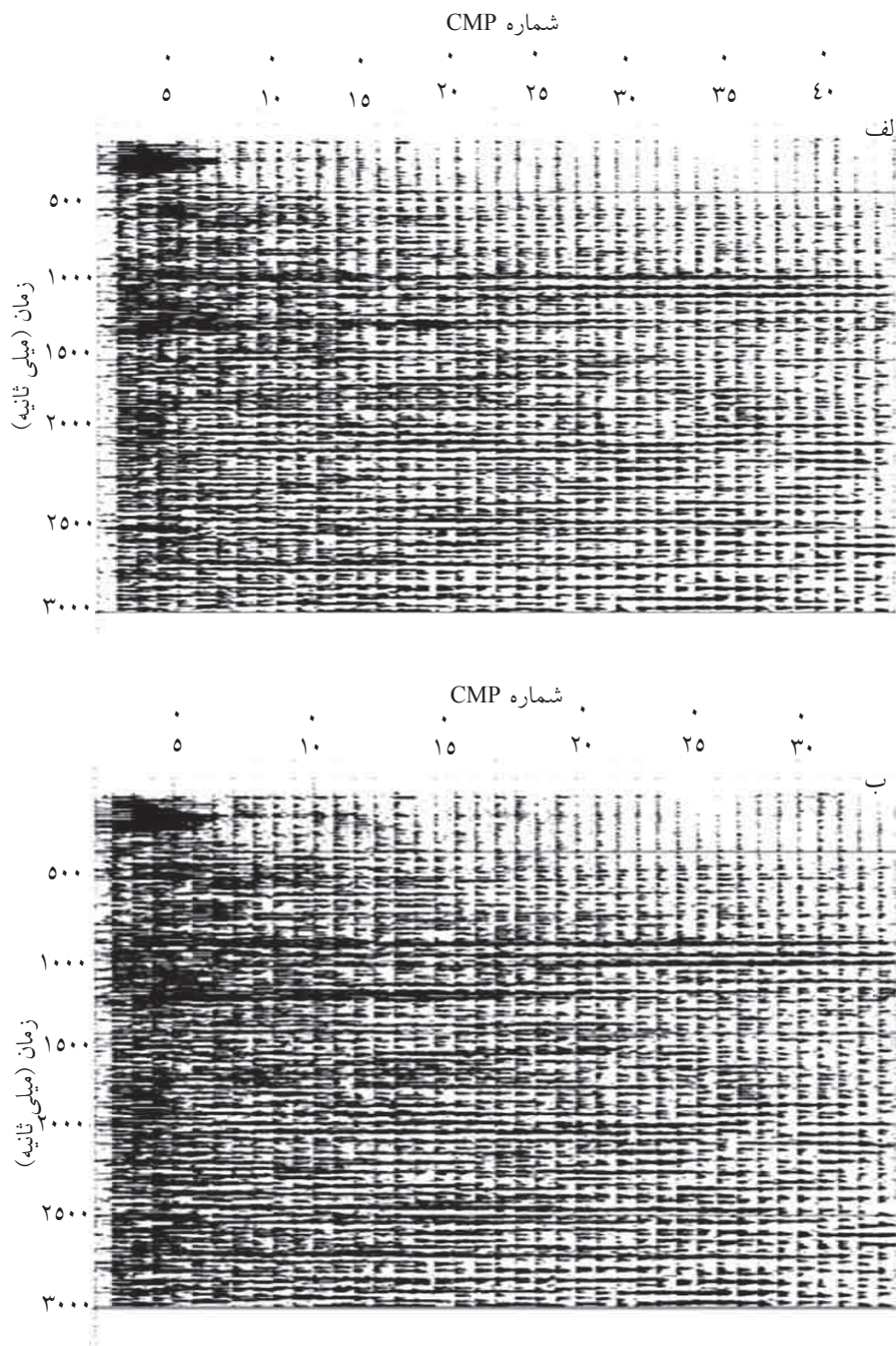
شکل ۱۴- مقطع برانبارش یافته با روش هوشمند. (رخداد مورد نظر با بیضی نمایش داده شده است).



شکل ۱۵- مقایسه دامنه‌های مربوط به رخداد حدود ۱۲۱۵ میلی ثانیه در مقاطع برانبارش یافته توسط برانبارش هوشمند و میانگین

و در تمام موارد مانند نوفه‌های شدید، تصحیح استاتیک ضعیف و یا تصحیح برون‌راند نرمال غلط، همیشه هم به لحاظ دیداری و هم از طریق محاسبه نسبت سیگنال به نوفه افزایش یافت، همچنین با توجه به افزایش پیوستگی جانبی رخدادهای، افزایش دامنه بازتاب‌ها و کاهش نوفه‌های تصادفی و نوفه‌های شدید، می‌توان نتیجه گرفت که در داده‌های واقعی نیز، نسبت سیگنال به نوفه افزایش یافته است.

تا بدین‌جا افزایش دامنه در مقطع حاصل از برانبارش هوشمند مشاهده گردید. در شکل ۱۶ نتایج حاصل از این دو روش که بر ابتدای داده واقعی اعمال شده، نمایش داده شده است. ابتدای داده از بخش‌های دیگر داده دارای نوفه بیشتری است. کاهش نوفه‌های تصادفی در روش برانبارش هوشمند در این شکل به وضوح قابل مشاهده است. بنابراین با توجه به شواهدی که در داده‌های مصنوعی به دست آمد



شکل ۱۶- کاهش نوفه‌های تصادفی در مقطع حاصل از (الف) برانبارش هوشمند، نسبت به مقطع حاصل از (ب) برانبارش میانگین

نتیجه‌گیری

در تخمین سرعت، استاتیک باقی‌مانده و حذف کشیدگی ناصحیح جلوگیری می‌کند. نکته حائز اهمیت در روش برانبارش هوشمند این است که در صورت اعمال این روش به یک داده ایده آل بدون نوفه شدید یا بی‌دقتی در پردازش، خروجی دقیقاً با برانبارش میانگین یکسان خواهد بود. این حقیقت نشان می‌دهد که برانبارش هوشمند، هیچ اثر تصنعی بر روی سیگنال برانبارش یافته نمی‌گذارد.

برانبارش هوشمند، دامنه سیگنال برانبارش یافته را افزایش می‌دهد و به یک مقطع لرزه‌ای با تفکیک پذیری بالاتر و با event های لرزه‌ای همدوس‌تر نسبت به برانبارش میانگین مستقیم می‌انجامد. برتری اصلی روش برانبارش هوشمند این است که این روش از آسیب بیشتر به سیگنال برانبارش یافته ناشی از حضور نوفه‌های شدید، نقایص

منابع:

- [1] Naess O.E. & Bruland L., *Stacking methods other than simple summation*, Developments in Geophysical Exploration Methods 6, pp. 198-223, 1985.
- [2] Rashed M.A., *Smart stacking: A new CMP stacking technique for seismic data*, The Leading Edge, 27, 462-467, 2008.
- [3] Rashed M. & Nakagawa K., "The effect of different CMP stacking techniques on signal-to-noise ratio of seismic data, two examples from Osaka and Nara", Japan. J. Geosciences, Osaka City University, Vol. 49, Art. 1, pp. 1-10, March, 2006.
- [4] Mayne W. H., *Common reflection point horizontal data stacking techniques*, Geophysics, Vol. 27, pp. 927-938, 1962.
- [5] Embree P., *Diversity seismic record stacking method and systems*, US Patent 3398396, 1968.
- [6] Muirhead K.J., *Eliminating false alarms when detecting seismic events automatically*, Nature, Vol 27, 10 Feb, 1968.
- [7] Kanasewich E.R., Hemmings C.D. & Alpaslan T., *Nth-root stack nonlinear multi-channel filter*, Geophysics, Vol. 38, pp. 327-338, 1973.
- [8] Currie W.S., *Seismic velocity determination using random and nonlinear processes*, Technical Program Abstracts and Biographies, SEG, 1982.
- [9] Pruet R.C., *Long period multiple reflection suppression and enhanced velocity discrimination using a weighted stack*. SEG Expanded Abstracts 1,10; doi:10.1190/1.1807551, 1982.
- [10] Watt T, & Bednar J.B, *Role of the alpha-trimmed mean in combining and analyzing seismic common-depth-point gathers*, Technical Program Abstracts and Biographies, SEG, Las Vegas, 1983.
- [11] Hatton L., Worthigton H., & Makin J., *Seismic data processing, theory and practice*, Blackwell Science Ltd, pp. 177, 1996.
- [12] Sheriff R. E., & Geldart L. P., *Exploration Seismology*, 2nd edition, Cambridge University Press, 1995.
- [13] Sheriff R.E., *Encyclopedia dictionary of exploration geophysics*, 4th Edition, SEG, Tulsa, pp. 339, 1973.
- [14] Shon H., *Seismic multiple deconvolution using the multipulse model*, Phd. Thesis, Duke University, USA, 1990.
- [15] Mitchum R.M., Vial P.R. & Sangree J.B., *Seismic stratigraphy and global changes of sea level*, in: Part 6., seismic Stratigraphy: Applications to Hydrocarbon Exploration (AAPG Memoir, 26), 117-133, 1977.
- [16] Rashed M., Yamamoto E., Mitamura, M., Toda, S., Nishida, T., Terada, Y. Uda, H., Yokota, H., Nemoto, H., & Nakagowa k., *Weighted stack of shallow seismic reflection line acquired in down town Osaka City*, Japan. J. Applied Geophysics, Vol. 50, pp. 231-246, 2002.