

کاربرد فیلتر کمینه واریانس در تضعیف نوفه خط‌های انتقال نیرو

امین روشندل کاهو^{۱*} و علی نجاتی کلاته^۱

^۱دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۲۸)

چکیده

نوفه یکی از عوامل مهم تخریب اطلاعات موجود در داده‌های لرزه‌ای بازتابی به‌منظور شناسایی مخازن هیدروکربوری است. نوفه‌های موجود در داده‌های لرزه‌ای همدوس یا ناهمدوس هستند. نوفه خط‌های انتقال نیرو یکی از متداول‌ترین نوفه‌های همدوس در داده‌های خشکی است و به‌صورت هماهنگ‌های تک‌بسامد با دامنه‌های بزرگ روی داده لرزه‌ای دیده می‌شوند. یکی از مراحل پردازش داده‌های لرزه‌ای، تضعیف نوفه‌های موجود در داده‌های لرزه‌ای است. روش متداول برای تضعیف نوفه خط‌های انتقال نیرو، فیلتر ناچ است. در این مقاله از فیلتر کمینه پراکنش برای تضعیف نوفه خط‌های انتقال نیرو استفاده شده و نتایج آن با فیلتر ناچ مقایسه می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که فیلتر کمینه پراکنش در تضعیف نوفه خط‌های انتقال نیرو بهتر از فیلتر ناچ عمل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: نوفه خط‌های انتقال نیرو، تضعیف نوفه، نوفه همدوس، فیلتر ناچ، فیلتر کمینه پراکنش

Application of minimum variance filters in power-line noise attenuation

Amin Roshandel Kahoo^{1*} and Ali Nejati Kalateh¹

¹Shahrood University of Technology, Iran

(Received: 3 February 2012, accepted: 18 December 2012)

Summary

Noise is a factor that influences the reliability of the seismic data to provide a better understanding of the hydrocarbon reservoir characteristics. Coherent and random (incoherent) noises are two important types of noise that contaminate the seismic reflection data. Power-line noise falls in the coherent type of noise (Yilmaz, 2001; Sheriff and Geldart, 1995). It is a class of noise often existing in land acquisition in populated areas. It produces a characteristic 50 or 60 Hz sinusoidal noise on seismic reflection traces and covers the seismic data from reflectors. Its amplitude is time invariant, whereas the seismic data amplitude decays with time (Xia and Miller, 2000; Dingus, 2010).

Coherent noise attenuation, particularly power-line attenuation, is one of the problems in seismic reflection data processing. Several methods have been introduced for elimination of power-line noise from seismic reflection data. Xia and Miller (1998 and 2000) predicted the amplitude and phase of a harmonic using the Levenberg-Marquart method and subtracted the harmonic constructed by the predicted amplitude and phase from the seismic trace to attenuate the power-line noise.

*Corresponding author:

roshandel@shahroodut.ac.ir

*نگارنده رابط:

A notch filter is a commonly used method for power-line noise attenuation. A notch filter is a filter that contains one or more deep notches or, ideally, perfect nulls in its frequency response characteristic (Proakis and Manolakis, 2007). This filter is usually designed in a Z domain by putting the zeros of the filter's transfer function on the unit circle with the angular frequency of the power-line noise. For resonance of the notch filter's frequency response, poles are put on the same angular frequency of zeros near the unit circle. The transfer function of the notch filter in a Z domain to eliminate the angular frequency can be written as:

$$H(z) = b_0 \frac{1 - 2\cos\omega_0 z^{-1} + z^{-2}}{1 - 2r\cos\omega_0 z^{-1} + r^2 z^{-2}}$$

where the value of b_0 is chosen in a way that the maximum absolute value of $H(z)$ is one.

In this study, we use a minimum variance filter to attenuate the power-line noise from reflection seismic data. The basic idea of the minimum variance filter is to pass the frequency ω_0 - for which the filter is designed- through the filter without distortion; and to minimize the variance of the output signal for all other frequencies. The frequency response of such a filter adapts to the spectral components of the input signal on each frequency of interest. Therefore, we could compute the filter coefficient as:

$$C = \frac{\mathbf{R}_p^{-1} \mathbf{e}(\omega_0)}{\mathbf{e}'(\omega_0) \mathbf{R}_p^{-1} \mathbf{e}(\omega_0)}$$

where p is the filter length. \mathbf{R}_p and $\mathbf{e}(\omega_0)$ are computed as:

$$\mathbf{R}_p = \begin{bmatrix} r_{xx}(0) & \cdots & r_{xx}^*(p) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{xx}(p) & \cdots & r_{xx}(0) \end{bmatrix}, \quad \mathbf{e}(\omega_0) = \begin{bmatrix} 1 \\ \exp(i\omega_0 t) \\ \vdots \\ \exp(i\omega_0 p t) \end{bmatrix}$$

Because of the adaptive characteristics of the minimum variance filter, it is expected that the proposed method to produce better results than a notch filter. Therefore, to evaluate the efficiency of the minimum variance filter method to eliminate the power-line noise, we test the proposed method on both synthetic and real reflection seismic data. The output of our method is compared with the results of a notch filter. The results showed that the minimum variance filter method can attenuate the mono-frequency power-line noise from seismic traces better than the notch filter method. The results are compared in both time and frequency domains, and an improvement in power-line noise attenuation is observed using our method in both time and frequency domains.

Key words: Power-line noise, noise attenuation, coherent noise, notch filter, minimum variance filter

۱ مقدمه

ابزار تفسیری برای شناسایی بهتر مخازن می‌شود. نوفه‌های متعددی (همدوس یا ناهمدوس) در داده‌های لرزه‌ای خشکی دیده می‌شود که دسته‌ای از نوفه‌های همدوس، نوفه خط‌های انتقال نیرو هستند (ایلماز، ۲۰۰۱). معمولاً این دسته از نوفه‌ها در داده‌های لرزه‌ای به صورت یک هماهنگ ساده با بسامد خط‌های انتقال نیرو که اغلب ۵۰ یا

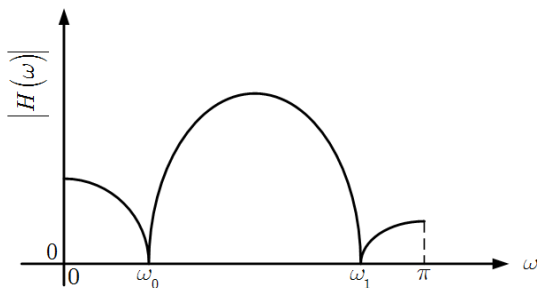
در روش لرزه‌نگاری بازتابی، نوفه عامل مهمی در تخریب ردلرزه و در پی آن اطلاعات همراه ردلرزه از داخل زمین است. تضعیف نوفه‌ها باعث افزایش کارایی مراحل پردازش داده‌های لرزه‌ای، افزایش میزان اطمینان به نتایج تفسیری به دست آمده و امکان استفاده از نشانگرها و سایر

معمولا فیلتر ناچ در حوزه تبدیل Z طراحی می‌شود. برای این منظور کافی است، صفرهای تبدیل Z در نزدیکی بسامدهای مورد نظر قرار گیرند. برای تشدید میزان تضعیف از تشدیدکننده دیجیتال (پروکیس و مانولاکیس، ۲۰۰۷) استفاده می‌شود که مطابق شکل ۲ با قرار دادن دو قطب در نزدیکی صفرها ممکن می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، استفاده از قطب‌ها کارایی فیلتر ناچ را افزایش می‌دهد.

بنابراین با توجه به مطالب بیان شده، تابع تبدیل فیلتر ناچ در حوزه تبدیل Z برای تضعیف بسامد زاویه‌ای ω_0 به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود (پروکیس و مانولاکیس، ۲۰۰۷).

$$H(z) = b_0 \frac{z^2 - 2\cos\omega_0 z + 1}{z^2 - 2r\cos\omega_0 z + r^2}, \quad (1)$$

که b_0 به گونه‌ای تعیین می‌شود که بیشینه مقدار دامنه بسامدی در طیف دامنه فیلتر برابر یک باشد و مقدار r معمولا نزدیک به یک و کوچک‌تر از آن در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۱. طیف دامنه فیلتر ناچ برای تضعیف بسامدهای ω_0 و ω_1 (پروکیس و مانولاکیس، ۲۰۰۷).

۳ فیلتر کمینه پراکنش

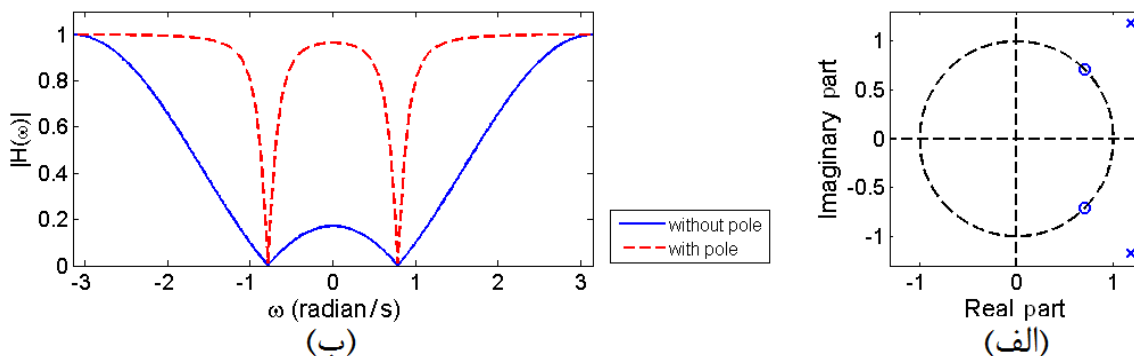
فیلتر کمینه پراکنش برای یک بسامد خاص به گونه‌ای طراحی می‌شود که ۱- بسامد مورد نظر را بدون هیچ گونه تغییری از خود عبور دهد و ۲- در سیگنال خروجی، پراکنش سایر بسامدها را کمینه کند. با توجه به این دو

۶۰ هرتز است، دیده می‌شوند. دامنه این هماهنگ ساده تقریبا با زمان ثابت است، در صورتی که دامنه امواج لرزه‌ای با زمان کاهش می‌یابد (شریف و جلدارت، ۱۹۹۵؛ ژیا و میلر، ۱۹۹۸؛ دینگر، ۲۰۱۰).

تضعیف نوفه‌های همدوس یکی از مشکلات پیش روی پردازشگر داده‌های لرزه‌ای است. محققان روش‌های متعددی برای تضعیف نوفه‌های تک‌بسامد خط‌های انتقال نیرو معرفی کرده‌اند. ژیا و میلر (۱۹۹۸ و ۲۰۰۰) برای برآورد فاز و دامنه هماهنگ ساده از روش لونبرگ-مارکوارت (مارکوارت، ۱۹۶۵) استفاده کرد. امروزه یکی از روش‌های متداول برای تضعیف نوفه خط‌های انتقال، استفاده از فیلتر ناچ (notch filter) است (پروکیس و مانولاکیس، ۲۰۰۷؛ کاستین و کورو، ۲۰۰۴). در این روش با طراحی فیلتر نوارناگذر باریک در حوزه تبدیل Z یا تبدیل فوریه، نوار بسامدی باریک مربوط به نوفه خط‌های انتقال نیرو را از نوار بسامدی داده‌های لرزه‌ای تضعیف می‌کند. از فیلتر کمینه پراکنش (ماریل، ۱۹۸۷) تاکنون برای اهداف گوناگونی استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به برآورد طیف توان و محتوای بسامدی سیگنال‌ها (ماریل، ۱۹۸۷) و برآورد طیف زمان - بسامد با قدرت تفکیک زیاد (روشندل کاهو، ۱۳۸۸) اشاره کرد. با این حال تاکنون از این فیلتر برای تضعیف نوفه خط‌های انتقال نیرو استفاده نشده است. در این مقاله، از این فیلتر به منظور تضعیف نوفه خط‌های انتقال نیرو استفاده و نتایج آن با نتایج فیلتر ناچ مقایسه می‌شود.

۲ فیلتر ناچ

فیلتر ناچ شامل یک یا تعداد بیشتری فرورفتگی عمیق یا صفر کامل در پاسخ بسامدی مطابق شکل ۱ است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، از فیلتر ناچ نشان داده شده در شکل ۱ می‌توان برای تضعیف بسامدهای ω_0 و ω_1 استفاده کرد.



شکل ۲. (الف) نحوه قرارگیری صفرها و قطب‌های فیلتر ناچ برای تضعیف بسامد زاویه‌ای $\pi/4$ رادیان بر ثانیه و (ب) طیف دامنه فیلتر ناچ برای دو حالت زیر: بدون حضور قطب‌های تشدید کننده دیجیتال (منحنی آبی) و همراه قطب‌های تشدید کننده دیجیتال (خط چین سرخ).

سیگنال را استخراج نمود و با کسر آن از سیگنال اولیه، مولفه تک بسامد ω_0 را تضعیف نمود. یکی از مهمترین خواص این فیلتر استفاده از خود سیگنال برای طراحی فیلتر می‌باشد که در روابط مربوط به آن مشخص می‌باشد. خاصیت تطبیقی فیلتر کمینه واریانس باعث افزایش کارایی آن در مقایسه با سایر فیلترهای بسامدی می‌شود. شکل ۳- الف و ۳- ب یک سیگنال تصادفی را به همراه طیف دامنه آن نشان می‌دهد. همچنین در شکل ۳- ج طیف دامنه فیلتر کمینه واریانس برای بسامد ۳۰ هرتز نشان داده شده است.

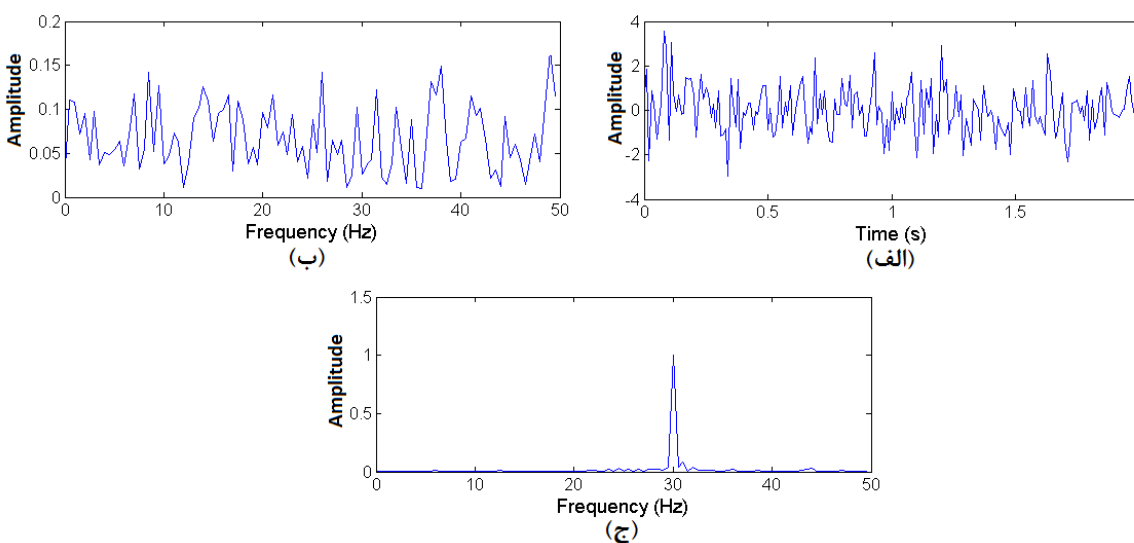
خاصیت، ضرایب فیلتر را برای بسامد ω_0 می‌توان به صورت رابطه (۲) به دست آورد (مارپل، ۱۹۸۷):

$$C = \frac{\mathbf{R}_p^{-1} \mathbf{e}(\omega_0)}{\mathbf{e}'(\omega_0) \mathbf{R}_p^{-1} \mathbf{e}(\omega_0)} \quad (۲)$$

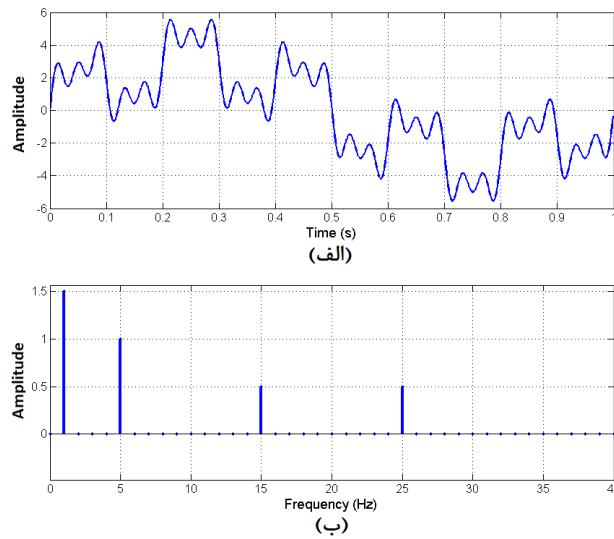
که p طول فیلتر است و \mathbf{R}_p و $\mathbf{e}(\omega_0)$ به صورت رابطه (۳) تعریف می‌شوند.

$$\mathbf{R}_p = \begin{bmatrix} r_{xx}(0) & \dots & r_{xx}^*(p) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{xx}(p) & \dots & r_{xx}(0) \end{bmatrix}, \mathbf{e}(\omega_0) = \begin{bmatrix} 1 \\ \exp(i\omega_0 t) \\ \vdots \\ \exp(i\omega_0 p t) \end{bmatrix} \quad (۳)$$

با استفاده از این فیلتر می‌توان محتوای بسامدی ω_0 از



شکل ۳. (الف) سیگنال تصادفی و (ب) طیف دامنه آن. (ج) طیف دامنه فیلتر کمینه واریانس طراحی شده برای بسامد ۳۰ هرتز.

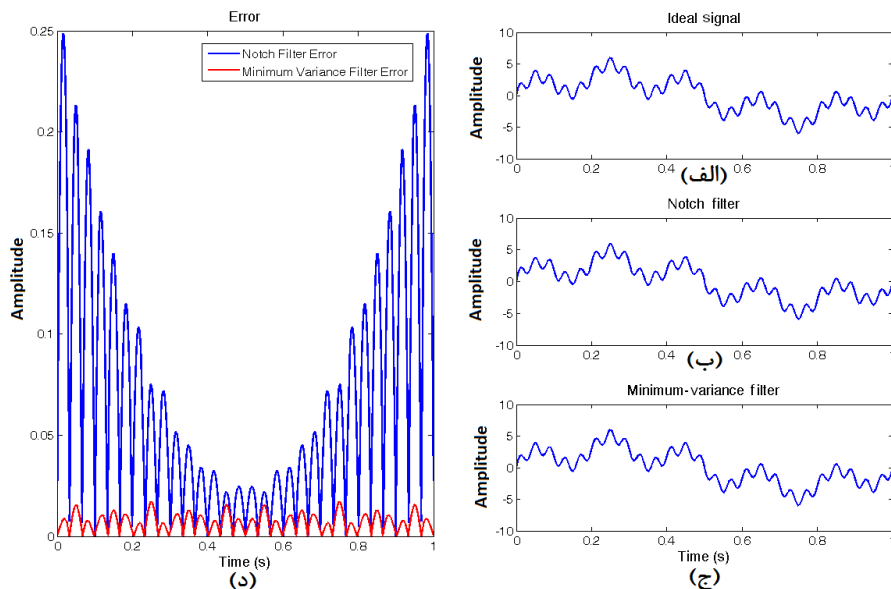


شکل ۴. (الف) سیگنالی مرکب از چهار مولفه بسامدی ۱، ۵، ۱۵ و ۲۵ هرتز با دامنه‌به‌ترتیب ۱/۵، ۱، ۰/۵ و ۰/۵ و (ب) طیف دامنه آن.

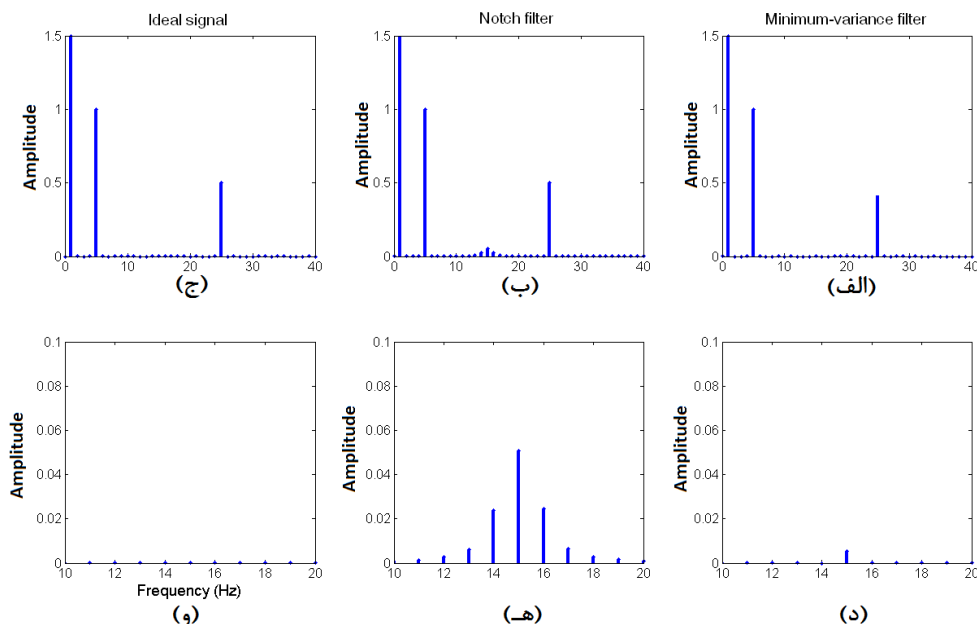
۴ بررسی کارایی روی داده مصنوعی و واقعی

به‌منظور بررسی کارایی روش فیلتر کمینه پراکنش و فیلتر ناچ در تضعیف نوفه‌های تک‌بسامد نظیر خط‌های انتقال نیرو، یک سیگنال از ترکیب چهار مولفه بسامدی ۱، ۵، ۱۵ و ۲۵ هرتز با دامنه‌های به‌ترتیب ۱/۵، ۱، ۰/۵ و ۰/۵ ساخته شد که در شکل ۴ سیگنال و طیف دامنه آن نشان

داده شده است. هدف، تضعیف مولفه ۱۵ هرتز است. فیلتر بهینه ناچ ($r=1.002$) و فیلتر کمینه پراکنش برای بسامد ۱۵ هرتز طراحی و روی سیگنال شکل ۴-الف به کار بسته شد که خروجی آن برای فیلتر ناچ و کمینه پراکنش به‌ترتیب در شکل ۵-ب و ۵-ج نشان داده شده است.



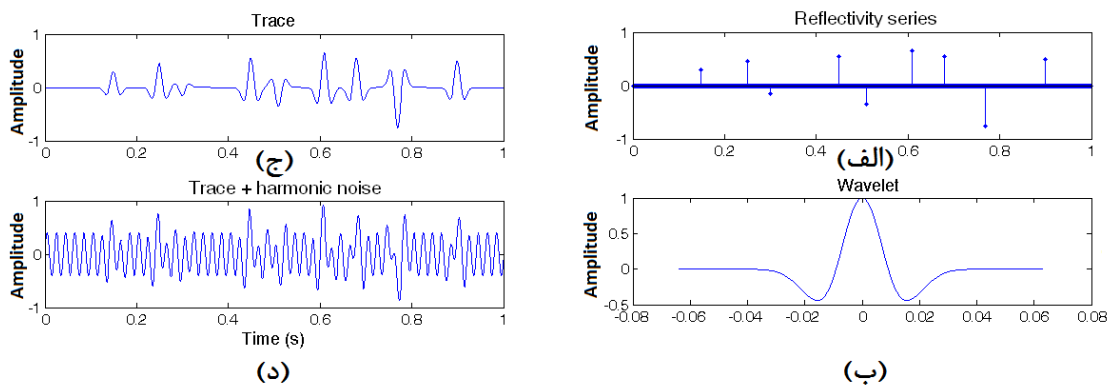
شکل ۵. (الف) سیگنال آرمانی، (ب) سیگنال خروجی فیلتر ناچ، (ج) سیگنال خروجی فیلتر کمینه پراکنش و (د) مقایسه خطای خروجی دو فیلتر با سیگنال آرمانی.



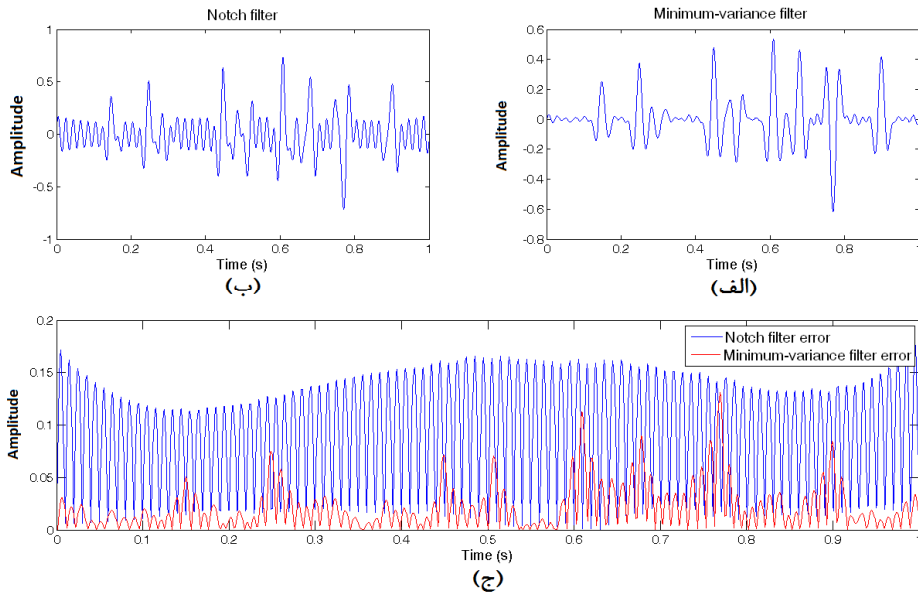
شکل ۶. طیف دامنه (الف) سیگنال خروجی فیلتر کمینه پراکنش، (ب) سیگنال خروجی فیلتر ناچ و (ج) سیگنال آرمانی. (د)، (ه) و (و) به ترتیب بزرگ‌نمایی (الف)، (ب) و (ج) در محدوده بسامدی ۱۵ هرتز هستند.

هرتز باقی‌مانده کمتر از دامنه بسامد ۱۵ هرتز باقی‌مانده در سیگنال خروجی فیلتر ناچ است در این تحقیق، یک مثال مصنوعی دیگر که شباهت بیشتری با داده‌های لرزه‌ای دارد، نیز در نظر گرفته شده است. برای ساخت چنین داده مصنوعی از سری بازتابی نظیر شکل ۷-الف و یک موجک ریکر ۲۵ هرتز مانند شکل ۷-ب استفاده شد که در شکل ۷-ج نشان داده شده است. شکل ۷-د ردلرزه مصنوعی ایجاد شده همراه با یک نوفه تک‌بسامد ۵۰ هرتز را نشان می‌دهد. در شکل

خروجی آرمانی به صورت شکل ۵-الف است. برای بررسی دقت عملکرد، مقدار خطای خروجی هر روش با سیگنال آرمانی (شکل ۵-الف) در شکل ۵-د نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میزان خطای فیلتر کمینه پراکنش، کمتر از فیلتر ناچ است. برای افزایش درجه اطمینان، طیف دامنه خروجی هر دو فیلتر با طیف دامنه سیگنال آرمانی نیز مقایسه و در شکل ۶ نشان داده شده‌اند. همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، در سیگنال خروجی فیلتر کمینه پراکنش، دامنه بسامد ۱۵



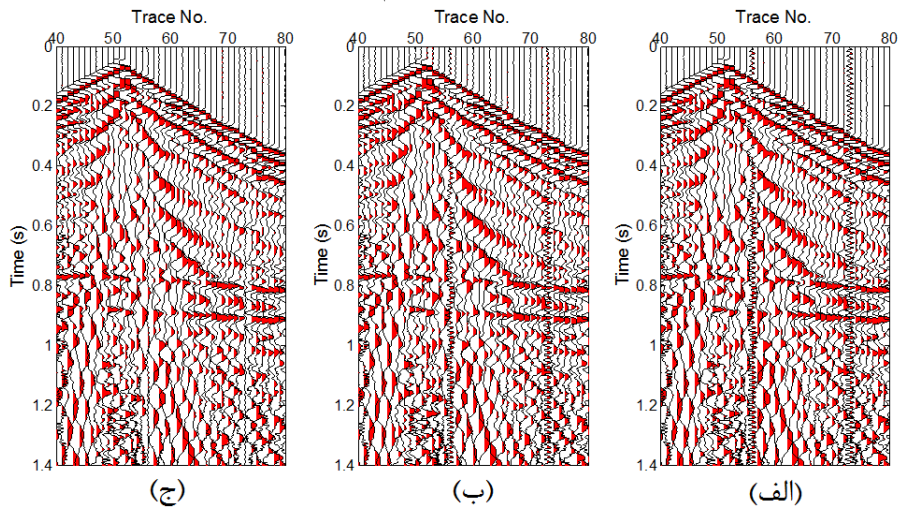
شکل ۷. (الف) سری بازتابی، (ب) موجک ریکر ۲۵ هرتز، (ج) ردلرزه مصنوعی و (د) ردلرزه مصنوعی به همراه نوفه تک‌بسامد ۵۰ هرتز.



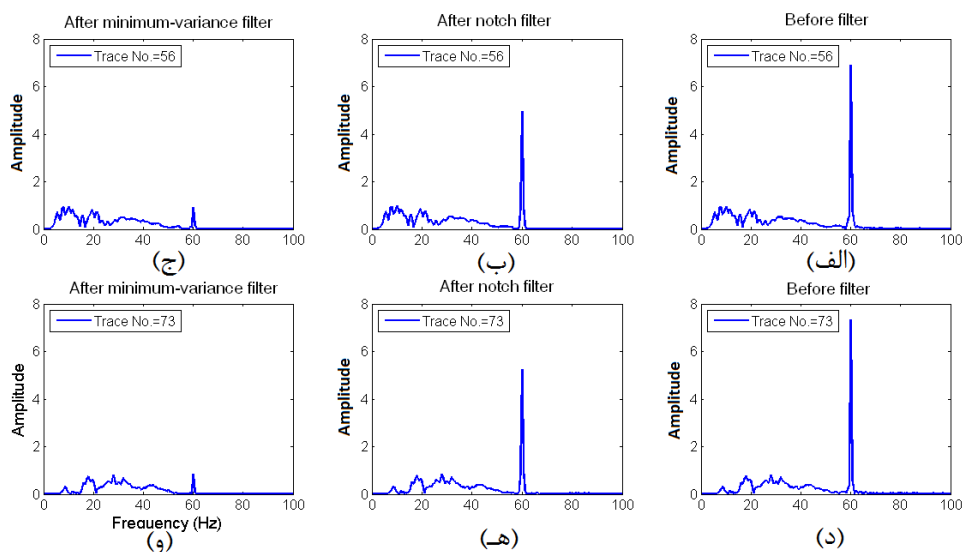
شکل ۸. نتایج حاصل از کاربست فیلتر (الف) کمینه پراکنش و (ب) ناچ و (ج) اختلاف میان ردلرزه فیلتر شده و ردلرزه مصنوعی بدون نوفه تک بسامد.

می‌شود، در بیشتر زمان‌ها اختلاف کلی میان سیگنال فیلتر شده و سیگنال مصنوعی بدون نوفه در مورد فیلتر کمینه پراکنش کمتر از فیلتر بهینه ناچ است. برای بررسی کارایی روش معرفی شده در این مقاله و مقایسه نتایج آن با نتایج روش فیلتر ناچ دو نمونه داده لرزه‌ای بازتابی واقعی در نظر گرفته شد. اولین داده یک برداشت چشمه مشترک مربوط به داده‌های پیش‌فرض نرم‌افزار ویستا (Vista) است. در این برداشت در

نتایج حاصل از کاربست فیلتر بهینه ناچ ($r=1.002$) و فیلتر کمینه پراکنش برای تضعیف نوفه ۵۰ هرتز موجود در ردلرزه شکل ۷-د نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، فیلتر کمینه پراکنش در تضعیف نوفه ۵۰ هرتز بهتر از فیلتر بهینه ناچ عمل کرده است. به‌منظور نشان دادن کارایی بیشتر روش، مقدار اختلاف میان سیگنال فیلتر شده و سیگنال مصنوعی بدون نوفه (شکل ۷-ج) در شکل ۸-ج نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده



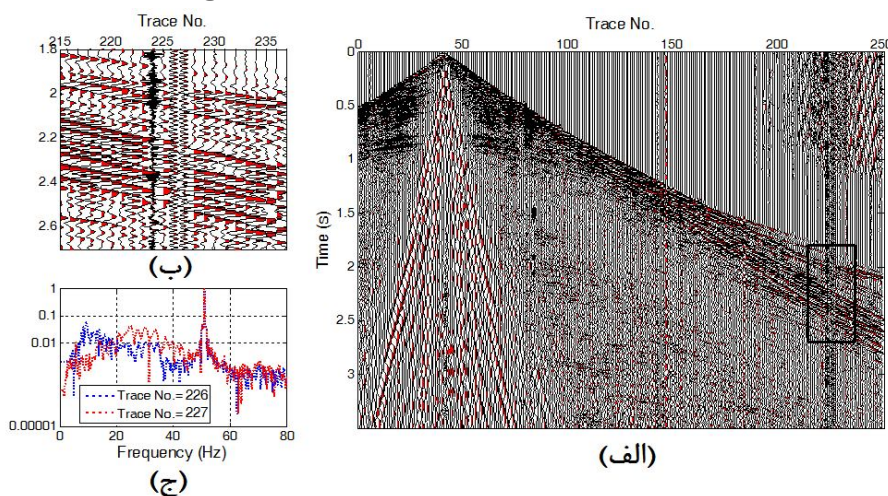
شکل ۹. برداشت چشمه مشترک واقعی (الف) قبل از فیلتر کردن، (ب) بعد از فیلتر بهینه ناچ و (ج) بعد از فیلتر کمینه پراکنش.



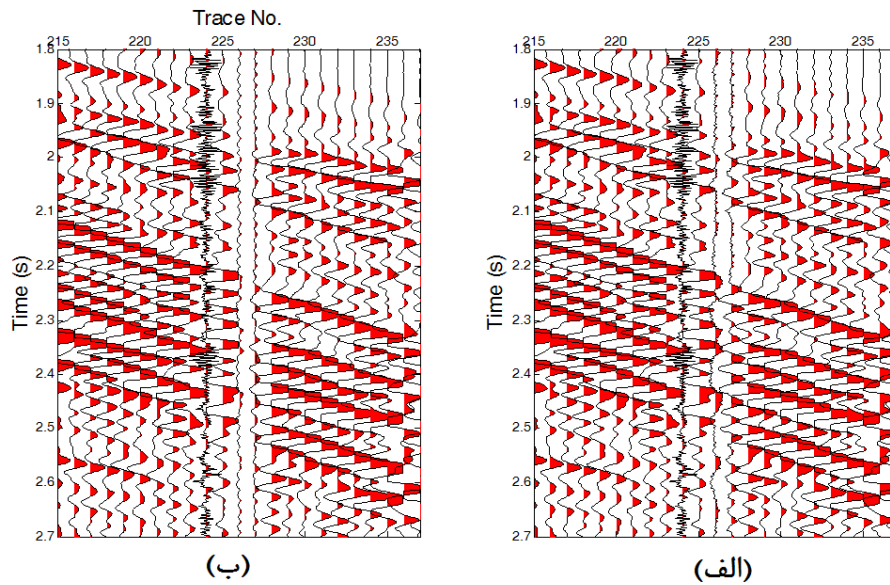
شکل ۱۰. طیف دامنه ردلرزه ۵۶ (الف) قبل از فیلتر، (ب) بعد از فیلتر بهینه ناچ و (ج) بعد از فیلتر کمینه پراکنش و طیف دامنه ردلرزه ۷۳ (د) قبل از فیلتر، (ه) بعد از فیلتر بهینه ناچ و (و) بعد از فیلتر کمینه پراکنش.

شکل ۱۰، طیف دامنه دو ردلرزه ۵۶ و ۷۳ پس از کاربست دو فیلتر مشاهده می‌شود. مقایسه نتایج در حوزه زمان و بسامد، برتری روش فیلتر کمینه پراکنش را در مقایسه با روش فیلتر ناچ در تضعیف خطوط انتقال نیرو نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در طیف دامنه دو ردلرزه بعد از کاربست فیلتر کمینه پراکنش نسبت دامنه بسامد ۶۰ هرتز نسبت به سایر بسامدها کمتر از این نسبت در نتیجه فیلتر بهینه ناچ است.

ردلرزه‌های ۵۶ و ۷۳ نوفه خطوط انتقال نیرو مشاهده می‌شود که دارای بسامد ۶۰ هرتز است. در شکل ۹-الف برداشت چشمه مشترک پیش‌گفته نشان داده شده است. دو روش فیلتر کمینه پراکنش و فیلتر بهینه ناچ برای تضعیف نوفه خطوط انتقال ۶۰ هرتز ($r=1.002$) طراحی و روی داده موردنظر به کار بسته شدند که به ترتیب در شکل ۹-ب و ۹-ج نتایج حاصل از دو روش بعد از کاربست فیلتر نشان داده شده است. همچنین در



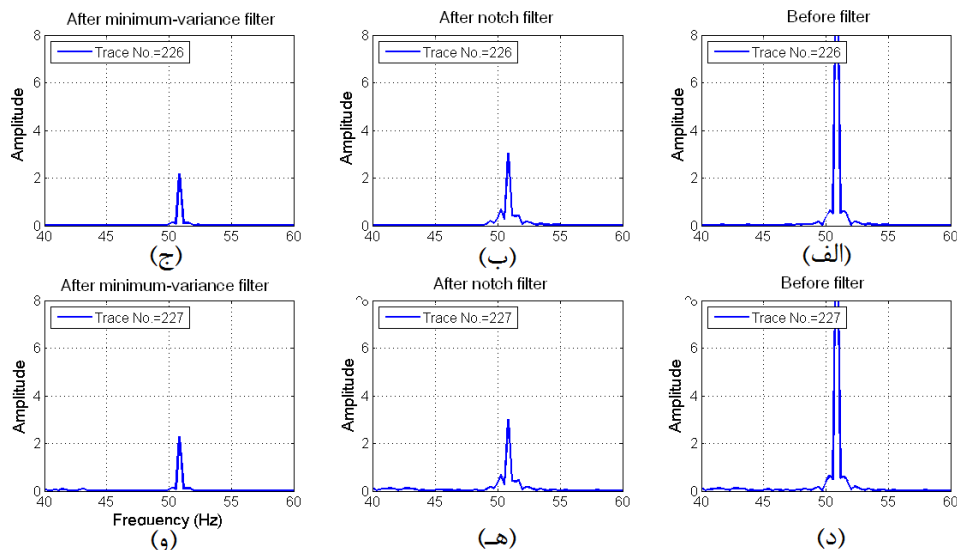
شکل ۱۱. (الف) برداشت چشمه مشترک واقعی و (ب) ناحیه بزرگ‌نمایی شده (مستطیل سیاه بر روی شکل الف). (ج) طیف دامنه ردلرزه‌های ۲۲۶ (خط چین آبی) و ۲۲۷ (خط چین سرخ).



شکل ۱۲. ناحیه بزرگ‌نمایی شده شکل ۱۱- (ب) بعد از کاربرد فیلتر (الف) کمینه پراکنش و (ب) ناچ.

بزرگ‌نمایی شده بعد از کاربرد دو فیلتر پیش‌گفته برای تضعیف نوفه خطوط انتقال نیرو نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میزان تضعیف نوفه در روش فیلتر کمینه پراکنش بیشتر از فیلتر بهینه ناچ ($r=1.002$) است. برای مقایسه بیشتر، طیف دامنه دو ردلرزه ۲۲۶ و ۲۲۷ بعد از کاربرد فیلترهای پیش‌گفته در

دومین برداشت چشمه مشترک مربوط به لرزه‌نگاری در یکی از میادین جنوبی ایران است که در شکل ۱۱ نشان داده شده است. در این شکل به‌منظور دستیابی وضوح بیشتر، قسمتی از برداشت چشمه مشترک بزرگ‌نمایی شده است. دو ردلرزه ۲۲۶ و ۲۲۷ دارای نوفه خطوط انتقال حدود ۵۰ هرتز هستند. طیف دامنه این دو ردلرزه در شکل ۱۱ به‌نمایش درآمده است. در شکل ۱۲ بخش



شکل ۱۳. طیف دامنه ردلرزه ۲۲۶ (الف) قبل از فیلتر، (ب) بعد از فیلتر بهینه ناچ و (ج) بعد از فیلتر کمینه پراکنش و طیف دامنه ردلرزه ۲۲۷ (د) قبل از فیلتر، (ه) بعد از فیلتر بهینه ناچ و (و) بعد از فیلتر کمینه پراکنش.

منابع

- روشندل کاهو، ا.، ۱۳۸۸، بهبود تبدیل‌های زمان - بسامد در مطالعه داده‌های لرزه‌ای، رساله دکتری، موسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران.
- Costain, J. K., and Coruh, C., 2004, Handbook of Geophysical Exploration, Seismic Exploration, Basic Theory of Exploration Seismology: Elsevier.
- Dingus, C., 2010, Seismic processing – noise attenuation techniques for relative amplitude processing: Petroleum Africa, December, 47-49.
- Marple, S. L., 1987, Digital Spectral Analysis and Applications: Prentice Hall.
- Marquardt, D. W., 1965, An algorithm for least squares estimation of nonlinear parameters: Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics, 2, 431-441.
- Proakis, J. G., and Manolakis, D. G., 2007, Digital Signal Processing, Principles, Algorithms, and Applications: Pearson Prentice Hall.
- Sheriff, R. E., and Geldart, L. P., 1995, Exploration Seismology: Cambridge University Press.
- Xia, J., and Miller, R. D., 1998, Hum filter: Power-line noise eliminator for shallow seismic data: Proceedings of the Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems, 1043-1052.
- Xia, J., and Miller, R. D., 2000, Design of a hum filter for suppressing power-line noise in seismic data: J. Environ. Eng. Geophysics, 5, 31-38.
- Yilmaz, O., 2001, Seismic Data Analysis: Society of Exploration Geophysics.

شکل ۱۳ رسم شده‌اند که برای وضوح بیشتر محدود شده‌اند. بسامد نوفه خطوط انتقال نیرو بزرگ‌نمایی شده است. شایان توجه است که میزان نوفه باقی‌مانده در داده‌های لرزه‌ای با استفاده از فیلتر بهینه ناچ، بیشتر از فیلتر کمینه پراکنش است.

۵ نتیجه‌گیری

در این مقاله، از فیلتر کمینه پراکنش برای تضعیف نوفه خط‌های انتقال نیرو که به صورت هماهنگ‌های تک‌بسامد روی داده‌های لرزه‌ای دیده می‌شوند، استفاده شده است. خاصیت تطبیقی این فیلتر و استفاده از سیگنال برای طراحی فیلتر، امکان تضعیف نوفه خط‌های نیرو با استفاده از این روش را بیشتر کرد. مقایسه نتایج به دست آمده با نتایج فیلتر بهینه ناچ نشان داد که روش معرفی شده در این مقاله، بسیار بیشتر از روش فیلتر ناچ، نوفه‌های تک‌بسامد را از روی داده‌های لرزه‌ای مصنوعی و واقعی تضعیف کرده است. این مطلب با وضوح بیشتری از مقایسه طیف دامنه خروجی دو روش قابل مشاهده است. مقایسه طیف دامنه‌ها نشان می‌دهد که میزان نوفه خط‌های انتقال نیرو باقی‌مانده در داده‌های لرزه‌ای با استفاده از فیلتر کمینه پراکنش کمتر از فیلتر بهینه ناچ است.