

آنالیز سرعت چند تفکیکی لرزهای در فضای تبدیل موجک گسسته غیر کاهشی

سارا ایازی^۱، علیرضا گودرزی^{۳*} و میثم کورکی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فناوریهای نوین، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان ۲- استادیار، دانشکده علوم و فناوریهای نوین، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۰۳؛ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۲۲

* نویسنده مسئول مکاتبات: a.goudarzi@kgut.ac.ir

چکیدہ	واژگان کلیدی
همدوسی است؛ که در تخمین سرعت برانبارش بسیار راهگشاست. از آنجا که همه روشهای مطرح شده در حوزه	
زمان پیادهسازی شدهاند؛ سعی بر أن است با معرفی حوزه موجک گسسته غیرکاهشی ارتقای آنالیز سرعتی نشان داده	
شود. وجود نوفه و همچنین تضعیف سیگنالها در اثر جذب فرکانس باعث میشود که سیگنال طی زمان و عبور از	
لایههای مختلف دچار اعوجاج شده و به تدریج در حیطه زمانی با از دست دادن فرکانس.هایش پهنتر شود. از دست	
دادن فرکانسهای بالاتر و حضور نوفه میتواند منجر به خطا در تخمین دقیق سرعت شده و نهایتاً تصویرسازی لرزهای	تحليل سرعت
را دچار خطا کند. در این مقاله ابتدا دادهها توسط یک موجک مادر که در اینجا دابیچی۲ انتخاب شده است؛ تجزیه	طيف سرعت
شده و به فضای موجک گسسته غیر کاهشی برده میشود. سپس آنالیز سرعتی در هر کدام از مقیاسها به طور	همدوسى
جداگانه صورت میپذیرد. توجه شود که هر ردلرزه به صورت مجزا تجزیه میشود و روش تبدیل موجک گسسته	تبديل موجك گسسته غيركاهشي
غیرکاهشی به فرم یک بعدی اعمال میگردد. سپس مقیاسهای یکسان از همه ردلرزهها در یک مقیاس تجمیع شده	
و آنالیز سرعتی انجام میشود. در انتها طیفهای سرعتی مقیاسها با وزن یکسان یکپارچه شده و آنالیز سرعتی چند	
تفکیکی را ارائه میدهند. نتایج حاصل از دادههای مصنوعی و واقعی مبین افزایش چشمگیر دقت آنالیز سرعتی چند	
تفکیکی نسبت به آنالیز سرعتی در حوزه زمان است. همچنین حضور نوفه همدوس و اتفاقی تأثیر کمتری در ایجاد	
خطا در روش پیشنهادی داشته است.	

ایازی و همکاران، آنالیز سرعت چند تفکیکی لرزهای در فضای تبدیل موجک گسسته غیر کاهشی، صفحات ۲۱۵-۲۰۳. ۱- مقدمه

پردازش دادههای لرزهای یکی از حیاتی ترین بخشهای اکتشاف به روش لرزهای است. فرآیند تبدیل دادههای خام به دادههای تفسیر پذیر به عنوان اصل و بنیان پردازش به شدت وابسته به تعیین مدل سرعتی زمین جهت درک رویدادهای بازتابی از سایر دادههاست؛ که در مراحل برانبارش و مهاجرت مورد استفاده قرار می گیرد. در یک فرآیند پردازش ممکن است چندین بار تحلیل سرعت اتفاق بیفتد (Yilmaz, 2001).

اطلاعات سرعتی لرزهای میتوانند در شناسایی جنس و پارامترهای فیزیکی و پتروفیزیکی زمین مؤثر و مفید واقع شوند (صفایی و همکاران ۱۳۹۲). این اطلاعات سرعتی معمولاً در مرحله پردازش دادههای لرزهای بازتابی با استفاده از روش تحلیل سرعت بر ورداشت نقطه میانی مشترک، برآورد میشوند. این مرحله با عنوان تحلیل سرعت بخشی از مرحله تصحیح برونراند نرمال و برانبارش دادههای لرزهای است. تحلیل سرعت، ابزار قدرتمندی برای تشخیص بازتابهای اولیه و تعیین سرعت برانبارش دادههای لرزهای است بازتابهای اولیه و تعیین سرعت برانبارش دادههای لرزهای است معرفی شدهاند؛ که یکی از این روشها، روش همدوسی است.

تبدیل موجک گسسته در تعداد زیادی از کاربردهای پردازش سیگنال مفید و یک ابزار بسیار مناسب برای آنالیز دادهها و فشردهسازی است. در این مقاله سعی بر این است که قدرت تبدیل موجک در افزایش وضوح طیف سرعت بر پایه همدوسی یا طیف همدوسی، برای برآورد سرعتهای برونراند نرمال بررسی شود. آنالیز سرعت برونراند نرمال با استفاده از همدوسی توسط تانر و کوهلر در سال ۱۹۶۹ انجام شد؛ که اولین گام مهم برای ساخت یک مدل سرعتی است.

اهمیت دیگر آنالیز سرعتی دقیق در تعیین تکراریهاست؛ که به عنوان یک روش در تضعیف و شناسایی تکراریها مورد استفاده قرار میگیرد. یکی از بنیادیترین روشهای تحلیل سرعت توسط (نیدل و تانر، ۱۹۷۱؛ آرناد و همکاران، ۲۰۰۴) بر اساس همبستگی دامنهها مطرح شد؛ که البته به دلیل گستردگی و شناختهتر بودن روش شباهت از الگوریتم تانر و کوهلر (۱۹۶۹)، استفاده می شود.

اهمیت آنالیز سرعتی تا بدان جا است که بسیاری از محققین درصدد ارائه روشی جامع و دقیق برآمدهاند؛ که به دلیل پیچیدگیهای ذاتی محیط زمین این امر محقق نشده است. در زمینه تحلیل سرعت بشردوست و همکاران (۱۳۹۱) به مقایسه روشهای مختلف تحلیل سرعت بر اساس همبستگی پرداختهاند. در مقاله مذکور نتیجه آن شد که روش AB semblance (فومل، ۲۰۰۹)، بهترین تفکیک و دقت را در آنالیز سرعتی ارائه میدهد؛ اما به دلیل این که الگوریتم پیشنهادی در آنالیز سرعتی ارائه میدهد؛ اما به دلیل این که الگوریتم پیشنهادی زمان و موجک مورد مقایسه قرار گیرد؛ لذا از روش ضعیف تر همدوسی استفاده میشود و نشان داده خواهد شد که استفاده از فضای موجک میتواند به بهبود نتایج تحلیل سرعت صرفنظر از نوع

الگوریتم کمک نماید. هاشم پور و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از شباهت حساس به دامنه و قطبش بازتاب های غیرهذلولی به تحلیل سرعت لرزهای پرداختند.

۲- روششناسی

برونراند نرمال پایهای برای تعیین سرعتها از دادههای لرزمای است. محاسبه سرعتها را میتوان با برگرداندن به تصحیح برای برونراند نرمال استفاده کرد؛ بنابراین بازتابها در ردلرزههای ورداشت نقطه میانی مشترک قبل از برانبارش، همتراز میشوند (Yilmaz, 2001). فرم هذلولی مورد استفاده برای تعیین بهترین روش برانبارش به صورت زیر است (Yilmaz, 2001):

$$\mathbf{t}_{stk}^{2}(\mathbf{x}) = \mathbf{t}_{stk}^{2}(0) + \frac{\mathbf{X}^{2}}{\mathbf{V}_{stk}^{2}}$$
(1)

در تحلیل سرعت با استفاده از روش طیف سرعت، به ازای هر سرعت و زمان دورافت صفر، به کمک رابطه زیر یک مقدار بین صفر و یک محاسبه می گردد. هرچه مقدار اختصاص داده شده به ازای سرعت و زمان دورافت صفر، به مقدار یک نزدیک باشد، نشاندهنده احتمال بیشتر وجود لایه با سرعت و زمان دورافت صفر مذکور است (Yilmaz, 2001).

$$S = \frac{\sum_{\tau=t-(\frac{\lambda}{2})}^{t+(\frac{\lambda}{2})} (\sum_{i=1}^{N} d(\tau, x_i))}{N \sum_{\tau=t-(\frac{\lambda}{2})}^{t+(\frac{\lambda}{2})} (\sum_{i=1}^{N} d^{2}(\tau, x_i))}$$
(Y)

که در آن، S شباهت، N تعداد رد لرزههای ورداشت نقطه میانی مشترک، λ و زمان τ و λ برابر λ_i و زمان τ_i و زمان τ و λ_i برابر طول پنجره تحلیل سرعت است.

در تحلیل سرعت برای بازتابنده، سرعت واقعی را در نظر می گیرند. رویداد بازتابی هذلولی بعد از اعمال تصحیح برونراند نرمال در ورداشت نقطه میانی مشترک به صورت رویداد بازتابی افقی تبدیل می شود. اگر سرعت برونراند نرمال کمتر از سرعت واقعی باشد، رویداد بازتابی به صورت overcorrect می شود و اگر از سرعت واقعی بیشتر باشد؛ رویداد بازتابی به صورت tomer correct می شود (Yilmaz, 2001). در واقع رویداد بازتابی پس از تصحیح برونراند به صورت افقی تبدیل نمی شود؛ که این مشکل به خاطر انتخاب نادرست سرعت رخ می دهد.

۲-۱- روش تبدیل موجک گسسته غیرکاهشی

تبدیل موجک گسسته غیرکاهشی به طور مستقل توسط محققین به طور جداگانه با تعدادی از نامها شامل شیفت ثابت، قابهای موجک گسسته توسعه یافت (Hill et al., 2012). با این وجود، تبدیل موجک گسسته اجازه میدهد که مؤلفههای فرکانس را در زمانهای نشریه پژوهش های ژئوفیزیک کاربردی، دوره 3، شماره ۲، ۱۳۹۶.

 $Z^{r}g \,_{g} \,_{$

$$\mathbf{D}_{0}^{\mathbf{r}}\mathbf{H}^{[\mathbf{r}]}=\mathbf{H}\mathbf{D}_{0}^{\mathbf{r}}$$

 $\mathbf{D}_{0}^{\mathrm{r}}\mathbf{G}^{\mathrm{r}} = \mathbf{G}\mathbf{D}_{0}^{\mathrm{r}} \tag{11}$

۳- تحلیل سرعت در فضای تبدیل موجک گسســته غیر کاهشی ۳-۱- داده مصنوعی

برای انجام آنالیز سرعتی در روش مطرح شده، داده مصنوعی بر اساس یک برداشت نقطه میانی مشترک شامل ۶۱ بازتابنده با ۶۴ گیرنده که فاصله هر گیرنده تا گیرنده بعدی ۱۵ متر است؛ تولید شد. موجک مورد استفاده Ricker با فرکانس غالب ۲۰ هرتز است و بازه نمونهبرداری ۴ میلی ثانیه شامل ۱۰۲۴ نمونه زمانی تعیین گردید. توجه شود که ابعاد (۶۴×۱۰۲۴) صرفاً برای پیادهسازی در فضای موجک است. زیرا ابعاد ماتریس باید حتی الامکان از مرتبه 2^n باشد. این داده تولید شده در شکل (a-۱؛ سمت چپ) به نمایش درآمده است. مدل سرعتی مدنظر ما برای تولید این مقطع مصنوعی به صورت طیف در شکل۲ بخش a و منحنی سرعتی در شکل ۳ (منحنی سیاه رنگ) در نظر گرفته شد. همان طور که مشاهده می شود؛ روند سرعتی از سطح به عمق افزایش تدریجی دارد. در ادامه نوفه اتفاقی به داده شکل (a-1) اضافه و نسبت سیگنال به نوفه ۱/۴ دسی بل به دست آمد (شکل (b-۱)). سپس داده تولید شده به صورت زمانی (با الگوریتم ساده آنالیز سرعت مطرح شده) مورد تجزیه و تحلیل سرعتی قرار گرفت. نتایج آنالیز سرعتی این مقطع در حیطه زمانی در شکل (b-T) نمایش داده شده است. دلیل انتخاب روش تحلیل سرعت مرسوم و ابتدائی برای این آنالیز سرعتی در دو حوزه زمانی و موجک حساسیت بالای این الگوریتم تحلیل سرعت به نوفه است. همان طور که در این شکل نمایش داده شده است؛ وجود نوفه منجر به عدم قطعیت بالا در تخمین سرعتی شده؛ به نحوی که در مقایسه با شکل (a-T) اطلاعات شایان توجهی به دست نمیآید. منحنی سرعتی تخمین زده شده برای این روش در شکل ۳ منحنی قرمز رنگ ارائه شده است؛ که نشان از خطای بالای سرعتی به میزان ۸ درصد به صورت خطای میانگین دارد. با توجه به بازه سرعتی داده بدون نوفه که بازه سرعتی (۳۰۰۰-۲۰۰۰) متر بر ثانیه است؛ این میزان خطا به صورت میانگین ۲۰۰± متر بر ثانیه است.

در ادامه همین مقطع در فضای موجک مورد تجزیه قرار گرفت. به نحوی که ۶ زیر باند (مقیاس) مجزا تولید شد؛ که زیر باندهای پایین مشخصی در دادهها آنالیز شوند. روش تبدیل موجک گسسته غیرکاهشی توسط Guo معرفی شد (Goudarzi and Riahi, 2012; Guo, 1995). تبدیل موجک گسسته متداول و تبدیل موجک گسسته غیرکاهشی به صورت دودویی اعمال می شوند. تبدیل موجک گسسته از یک تابع موجک و یک تابع مقیاس استفاده می کند (Goudarzi and Riahi, 2012).

$$\phi(x) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} h_k \sqrt{2} \phi(2x - k)$$
(*)

که ضرایب $k \in \mathbb{Z}$ ، به عنوان فیلتر پایین گذر شناخته شده است. تابع $\phi(x)$ تابع مقیاس نام دارد. همچنین برای تعریف یک موجک مادر $\psi(x)$ داریم (Goudarzi and Riahi, 2012):

$$\psi(x) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} g_k \sqrt{2}\phi(2x - k)$$
(*)

که ضرایب $E = \{h_k\}$ ، به عنوان فیلتر بالاگذر شناخته شده است. تبدیل را میتوان در ترمهایی از فیلتر پایین گذر $\{h_k\} = \{h_k\}$ و فیلتر بالاگذر $\{g_k\} = G$ ارائه داد، که h_k و k_k ضرایب فیلتر هستند (Goudarzi and Riahi, 2012). تبدیل موجک گسسته را میتوان چنین به دست آورد (Goudarzi and Riahi, 2012):

$$C_{j-1,i} = \sum_{n} h_{n-2i} c_{j,n}$$
 (Δ)

$$d_{j-1,i} = \sum_{n} g_{n-2i} C_{j,n}$$
 (%)

ترم 2i در معادله (۵) یک راه جایگزین کاهش یک گام از تبدیل موجک گسسته است. این معادل فیلتر کردن با H و G و سپس اعمال حتی کاهش دودویی است (Goudarzi and Riahi, 2012). برای محاسبه تبدیل موجک گسسته غیرکاهشی، فیلترهای بالاگذر و پایین گذر مناسب به دادهها در هر سطح با تولید دو توالی در سطح پایین گذر مناسب به دادهها در هر سطح با تولید دو توالی در سطح بعدی اعمال میشود. در واقع این تبدیل بدون کاهش اتفاق میافتد، به طوری که دو دنباله همان طول به عنوان توالی اصلی دارند. گودوین در سال ۲۰۰۸، عملگرها و فیلترهایی را تعریف کرد. این عملگرها به شرح زیر هستند:

۱- فرض کنید Z یک عملگر با تناوب یک دنباله داده شده صفر
 است، به طوری که (Goudarzi and Riahi, 2012):

$$\forall j \in Z_{j}(ZX)_{2j} = X_{j}(ZX)_{2j+1} = 0$$
 (Y)

$$(\mathbf{S}\mathbf{X})_{\mathbf{j}} = \mathbf{X}_{\mathbf{j}+1} \tag{A}$$

- فرض کنید D_{0} به صورت عملگر کاهشی باینری به صورت زیر تعریف میشود:

$$(D_{0}X)_{j} = \chi_{2j} \tag{9}$$

 $d_{j-l,i} = \sum_{n} g_{n-2i} c_{j,n}$

ایازی و همکاران، آنالیز سرعت چند تفکیکی لرزهای در فضای تبدیل موجک گسسته غیر کاهشی، صفحات ۲۱۵-۲۰۳.

 \mathcal{R} (H) اندیس (L) و زیر باندهای بالاگذر با اندیس (H) نمایش داده شدهاند. الگوریتم تحلیل سرعتی بر تک تک زیر باندها پیاده گردید. این پیادهسازی در شکلهای T-b تا T-i قابل مشاهده است. سپس طیفهای سرعتی ارائه شده از تک تک این زیر باندها مقایسه. سبس طیفهای سرعتی در شکل (T-c) ارائه گردید. در مقایسه با شکلهای (T-c) ارائه گردید. در مقایسه با شکلهای (T-c) درمییابیم که آنالیز سرعتی دقیقتری را ارائه داده است. شکل (۲-c) ارائه گردید. در سرعتی دقیقتری را ارائه داده در حوزه زمانی طیف معنی در شکل (۲-c) ارائه گردید. در مقایسه با شکلهای (T-c) درمییابیم که آنالیز سرعتی دقیقتری را ارائه داده است. شکل (۲-c) بی رنگ) منحنی در سرعتی تخمینی در موجک نسبت به داده در حوزه زمانی طیف منحنی آبی رنگ (To-c) ارائه داده است. شکل (۲-c) ارائه داده است. افت و خیزهای منحنی آبی رنگ در مقایسه با منحنی قرمز رنگ (حوزه زمان) بسیار سرعتی تا میزان ۲ درصد کاهش یافته است؛ یا به عبارت دیگر این خطا از ۲۰۰± متر برای حوزه زمانی است. است؛ یا به عبارت دیگر این خا از ۲۰۰± متر برای حوزه زمانی منحنی میگنال به نوفه استفاده شده نشاندهنده نوفه بالا است).

سپس برای همین داده میزان نسبت سیگنال به نوفه باز هم کاهش یافت و به مقدار IdB - رسید؛ که در شکل (۴–b) نشان داده شده است. به دلیل افزایش میزان نوفه نتیجه تحلیل سرعتی در حوزه زمانی شکل (۵–b) شش(منحنی قرمز رنگ)) مبین افزایش خطای تخمینی برای این حوزه تا سطح ۱۰ درصد به صورت میانگین یا ۲۵۰± متر بر ثانیه است؛ که پس از اعمال تبدیل موجک و آنالیز سرعتی در این حوزه (شکل ۵–۵، شش (منحنی آبی رنگ)) این خطا تا میزان ۲/۵ درصد یا ۲۷/۵± متر بر ثانیه کاهش یافت.

برای تأکید بر بهبود وضعیت آنالیز سرعتی در حوزه موجک گسسته غيركاهشي، داده مذكور با سطح نوفه بسيار بالاتر و ميزان نسبت سیگنال به نوفه ۴- دسی بل تهیه شد (شکل b-۷). نتایج آنالیز تجمیعی سرعت در شکل (c-۸) آمده است؛ که نتایج مبین بهبود قابل توجه آنالیز سرعتی در این حوزه نسبت به حوزه زمان است. خطای تخمینی در حوزه زمان ۱۲ درصد (شکل۹- a- منحنی قرمز رنگ) و در حوزه موجک ۴/۵ درصد به دست آمد؛ یا به عبارت دیگر از ۳۰۰± متر بر ثانیه به ۱۱۲/۵± متر بر ثانیه کاهش یافت؛ اما دلیل این برتری این گونه مطرح می شود که روش آنالیز سرعتی در حیطه زمان به نوفه حساس بوده است. تبدیل موجک گسسته با تجزیه داده به سطوح مختلف در واقع به نوعی داده را فیلتر کرده؛ به نحوی که محتوای فرکانسی هر زیر باند با زیر باند دیگر کاملاً متفاوت است و نوفههای اتفاقی لرزهای به دلیل ماهیت فرکانس بالای خود در کلیه مقیاسها توزیع میشوند؛ اما تمرکز آنها در زیر باندهای فرکانس بالا بیشتر است. این توزیع نوفه در ۶ سطح به جای تمرکز در یک سطح حيطه زماني منجر به أن مي شود كه الگوريتم تحليل سرعت بهتر بتواند رویدادها را شناسایی کرده و نهایتاً یک پیک بزرگ سرعتی دقیقتر را ارائه دهد. نکته حائز اهمیت دیگر آن است که تجزیه در فضای موجک منجر به آن می شود که فرکانس های پایین که عمدتاً با دامنه بزرگتر هستند؛ در مقیاس مجزا نسبت به فرکانسهای

بالاتر(که عمدتاً دامنه کمتر دارند) قرار گیرند و در واقع الگوریتم آنالیز سرعتی که به دامنه و همدوسی مبتنی است؛ از اثرات این دامنهها در مقایسه با دامنههای بزرگتر صرفنظر مینماید و با آنالیز سرعتی در حیطه موجک دامنههای هر مقیاس تقریباً از بزرگی یکدست تری برخوردار میشوند و طبعاً آنالیز سرعتی نسبت به آنها با حساسیت بالاتری عمل خواهد کرد؛ که پس از تجمیع طیفها هر کدام از این زیر باندها سهم برابر در نتیجه نهایی خواهند داشت و این موضوع باعث کاهش خطا و بهبود آنالیز سرعتی خواهد شد.

برای بررسی روش مطرح شده در حضور نوفه همدوس داده مصنوعی با همان مختصات پیشین اما به همراه نوفه زمین غلت با بازه فرکانسی (۵ تا ۱۵) هرتز مدنظر قرار گرفت (شکل۱۰)؛ که نوفه اتفاقی نیز به آن اضافه شد؛ به نحوی که نسبت سیگنال به نوفه ۱/۴ دسی بل به دست آمد. دلیل این آزمون صرفاً آن است که به هر حال در دادههای پردازش شده سطوحی از نوفه زمین غلت ممکن است حضور یابد. از طرفی آنالیز سرعتی چند تفکیکی میتواند در این زمینه نیز راهگشا باشد. نتایج آنالیز سرعتی در شکل ۱۱ ارائه شده است. حضور زمین غلت منجر به ایجاد خطای بزرگ در آنالیز سرعتی می شود؛ به نحوی که خطا برای حیطه زمانی ۱۱ درصد (۲۷۵± متر بر ثانیه) تخمین زده می شود. شکل (b-۱۱) وجود این خطای بزرگ را اثبات مینماید. آنالیز چند تفکیکی سرعتی میتواند تخمین دقیقتری ارائه دهد؛ که خطا را به میزان ۳ درصد کاهش داده و می تواند راهگشا باشد. اگر چه توصیه می شود بیش از انجام هر آنالیز سرعتی از تضعیف نوفههای همدوسی اطلاع دقیق حاصل شود. شکل ۱۲ منحنیهای سرعتی تخمین زده شده را ارائه میدهد.

تاکنون نوع موجک دابیچی ۲ بود؛ که در نوع خود موجکی است با ۴ نمونه زمانی و طول کوتاهتری نسبت به سایر موجکهای هم خانواده خود دارد (Daubechies, 1992).

حال سؤال اینجاست: آیا آنالیز سرعتی با موجکهای با طول بزرگتر (ممان محو بیشتر) میتواند نتایج دقیقتری داشته باشد؟ برای پاسخ به این سؤال از موجک دابیچی ۲۰ استفاده شد. دادههای مصنوعی مورد استفاده در این مورد در شکل ۱۳ نمایش داده شده است. نسبت سیگنال به نوفه ۱/۴ دسی بل است؛ که نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل سرعتی در حیطه زمان و موجک در شکل ۱۴ آورده شده است. منحنی سرعتی تخمین زده شده (شکل ۱۵) نشان از آن دارد که خطای آنالیز سرعتی در حیطه موجک تا ۲۳ درصد افزایش یافته است (خطای سرعتی ۵۷۵± متر بر ثانیه)؛ که به هیچ وجه قابل قبول نیست. همان طور که نشان داده شد، استفاده از موجک با طول بیشتر نیست. همان طور که نشان داده شد، استفاده از موجک با طول بیشتر نیست میشود که آنالیز سرعتی دقت خود را از دست بدهد و در نهایت وجود لوب در موجکها میتواند ضرایب سیگنال در حیطه موجک را دچار تغییرات فاحش کرده و خطای بزرگی ایجاد نماید و لزوم استفاده از موجک با طول کوتاهتر و کوتاهترین طول ممکن در خانواده موجک دابیچی یعنی db مدنظر قرار داده شد.



شکل۱: a) داده مصنوعی و b) داده مصنوعی به همراه نوفه با نسبت سیگنال به نوفه ۱/۴ دسی بل.



d : a) طیف سرعتی داده بدون نوفه، b) طیف سرعتی داده با نسبت سیگنال به نوفه ۱/۴ دسی بل و c) طیف سرعتی تجمیعی معرفی شده؛ تاf) طیف سرعتی مقیاسهای ۱ تا ۴ داده در فضای موجک.



شکل ۳: طیف سرعتی تخمین زده شده برای داده بدون نوفه (سیاه) به همراه نوفه (قرمز) و طیف تجمیعی (آبی)؛ خطای تخمین سرعت از ۸ درصد به دو درصد در روش تجمیعی برای نسبت سیگنال به نوفه ۱/۴ دسی بل کاهش یافته است.



شکل۴: a) داده مصنوعی و b) داده مصنوعی به همراه نوفه با نسبت سیگنال به نوفه ۱- دسی بل.



d شکل ۵: a) طیف سرعتی داده بدون نوفه، b) طیف سرعتی داده با نسبت سیگنال به نوفه ۱– دسی بل و c) طیف سرعتی تجمیعی معرفی شده و تا f) طیف سرعتی مقیاسهای ۱ تا ۴ داده در فضای موجک.



شکل ۶: طیف سرعتی تخمین زده شده برای داده بدون نوفه (سیاه) به همراه نوفه (قرمز) و طیف تجمیعی (آبی)؛ خطای تخمین سرعت از ۱۰ درصد به ۳/۵ درصد در روش تجمیعی برای نسبت سیگنال به نوفه ۱- دسی بل کاهش یافته است.

نشریه پژوهشهای ژئوفیزیک کاربردی، دوره ۳، شماره ۲، ۱۳۹۶.



شکل A: Y) داده مصنوعی و b) داده مصنوعی به همراه نوفه با نسبت سیگنال به نوفه 4- دسی بل.



d ، هکل b ، طیف سرعتی داده بدون نوفه، b ، طیف سرعتی داده با نسبت سیگنال به نوفه ۴ – دسی بل، c) طیف سرعتی تجمیعی معرفی شده و تا f) طیف سرعتی مقیاسهای ۱ تا ۴ داده در فضای موجک.



شکل ۹: طیف سرعتی تخمین زده شده برای داده بدون نوفه (سیاه) به همراه نوفه (قرمز) و طیف تجمیعی (آبی)؛ خطای تخمین سرعت از ۱۲ درصد به ۴/۵ درصد در روش تجمیعی برای نسبت سیگنال به نوفه ۴– دسی بل کاهش یافته است.

ایازی و همکاران، آنالیز سرعت چند تفکیکی لرزهای در فضای تبدیل موجک گسسته غیر کاهشی، صفحات ۲۱۵-۲۰۳.



شکل۱۰: a) داده مصنوعی و b) داده مصنوعی در حضور زمین غلت.



شکل ۱۱: a) طیف سرعتی داده بدون نوفه، b) طیف سرعتی داده در حضور زمین غلت، c) طیف سرعتی تجمیعی معرفی شده و f تا f) طیف سرعتی مقیاسهای ۱ تا ۴ داده در فضای موجک.



شکل ۱۲: طیف سرعتی تخمین زده شده برای داده بدون نوفه (سیاه) به همراه نوفه (قرمز) و طیف تجمیعی (آبی)؛ خطای تخمین سرعت از ۱۱ درصد به ۸ درصد در روش در حضور زمین غلت کاهش یافته است.

نشریه پژوهشهای ژئوفیزیک کاربردی، دوره ۳، شماره ۲، ۱۳۹۶.



شکل ۱۳: a) داده مصنوعی و b) داده مصنوعی به همراه نوفه با نسبت سیگنال به نوفه ۱/۴ دسی بل.



شکل ۱۴: a) طیف سرعتی داده بدون نوفه، b) طیف سرعتی داده با نسبت سیگنال به نوفه ۱/۴ دسی بل، c) طیف سرعتی تجمیعی معرفی شده و d D تا f) طیف سرعتی مقیاسهای ۱ تا ۴ داده در فضای موجک با استفاده از موجک ۲۰ دسی بل.



شکل ۱۵: طیف سرعتی تخمین زده شده برای داده بدون نوفه (سیاه) به همراه نوفه (قرمز) و طیف تجمیعی (آبی)؛ خطای تخمین سرعت از ۸ درصد به ۲۰ درصد در روش تجمیعی برای نسبت سیگنال به نوفه ۱/۴ دسی بل افزایش یافته است.

ایازی و همکاران، آنالیز سرعت چند تفکیکی لرزهای در فضای تبدیل موجک گسسته غیر کاهشی، صفحات ۲۱۵-۲۰۳.

۳–۲– اعمال آنالیز چند تفکیکی سرعتی بر داده واقعی مورد پس از اعمال روش بر دادههای مصنوعی، دادههای واقعی مورد مطالعه قرار گرفت. این دادهها حاوی ۶۴ ردلرزه با فاصله ۱۲/۵ متر و با نرخ نمونهبرداری ۴ میلی ثانیهاند؛ که از یکی از عملیاتهای لرزهنگاری خشکی در جنوب ایران به دست آمدهاند. دادههای مورد مطالعه در شکل۱۶نشان داده شده است. نتیجه تحلیل سرعتی در حوزه زمان (شکل۱۷–۵) و تحلیل سرعتی چند تفکیکی تجمیعی (شکل ۱۷–۵) مبین افزایش دقت آنالیز سرعتی در حوزه موجک برای دادههای واقعی است. افت و خیزهای منحنی سیاه رنگ (طیف سرعتی در حیطه زمان) نسبتاً از افت و خیزهای طیف سرعتی در

حیطه موجک (منحنی قرمز رنگ) در شکل ۱۸ بیشتر و به ویژه در زمان نزدیک به ۳ثانیه و ۲/۵ ثانیه این اختلاف مشهود است. دلیل این امر آن است که مؤلفههای هم سنگ از لحاظ فرکانسی و نهایتاً دامنهای در هر کدام از زیرباندهای موجک (شکل ۱۷–۲ تا h) همزمان آنالیز شده است و ضعف الگوریتم آنالیز سرعتی در حوزه موجک به نحو محسوسی جبران شده است. بدیهی است که روشهای دیگر آنالیز سرعتی که دقت و کارآمدی بالاتری نسبت به روش مرسوم مورد استفاده ارائه میدهند؛ میتوانند باعث افزایش دقت آنالیز سرعتی شوند.



شکل ۱۶: داده واقعی نقطه میانی مشترک مورد استفاده برای انجام تحلیل سرعت.



شکل a:۱۷) طیف سرعتی داده واقعی، b) طیف سرعتی تجمیعی معرفی شده و c تا b) طیف سرعتی مقیاسهای I تا ۴ داده در فضای موجک.



شکل ۱۸: طیف سرعتی تخمین زده شده برای داده واقعی (سیاه) طیف تجمیعی (قرمز).

۴– نتیجه گیری

ارتقای آنالیز سرعتی یکی از اهداف مطالعه حاضر بوده است. اهمیت و ضرورت ارتقای مذکور بر کسی پوشیده نیست. تعدد روشهای ارتقای آنالیز سرعتی نشاندهنده پیشرفت در زمینه مذکور است؛ اما در این مقاله برتریها و کاستیهای حوزه موجک گسسته غیرکاهشی بر آنالیز سرعتی در حوزه زمانی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج این چنین حاصل شد:

آنالیز چند تفکیکی سرعتی میتواند منجر به بهبود نتایج آنالیز سرعتی حتی با روشهای حساس به نوفه گردد. روش مطرح شده به خوبی توانست در حضور نوفه همدوس زمین غلت دقت آنالیز سرعتی را نسبت به حوزه زمانی ارتقا بخشد. استفاده از موجکهای با طول

۵– منابع

- بشر دوست، م.، ترابی، س. و نبی بیدهندی، م.، ۱۳۹۱، مقایسه روشهای مختلف تحلیل سرعت بر اساس همبستگی در پردازش دادههای لرزهای بازتابی، مجله ژئوفیزیک ایران، ۶ (۲)، 40-۴۰
- صفایی، ص.، روشندل کاهو، ا.و کریمی، ف.، ۱۳۹۲، افزایش قدرت طیف سرعت داده لرزهای با استفاده از روش خود راهانداز، یژوهش نفت، ۸۴، ۱۱۵–۱۲۴.
- هاشمپور، ر.، سیاه کوهی، ح.ر. و جمالی هندری، ا.، ۱۳۹۳، تحلیل سرعت لرزهای با استفاده از شباهت حساس به دامنه و قطبش بازتابهای غیرهذلولی، شانزدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، ۲۵-۲۳ اردیبهشت؛ صفحات ۱-۴.

Arnaud, J., Rappin, D., Dunand, J.P. and Curinier, V., 2004, High density picking for accurate velocity

بالاتر یا ممان محو بیشتر که منجر به همواری موجک می شود، می تواند خطای بزرگی را در آنالیز سرعتی در حوزه موجک ایجاد نماید. بنابراین پیشنهاد می شود که از کوتاه ترین طول موجک ممکن استفاده شود. نتایج حاصل از داده های مصنوعی با سطوح سیگنال به نوفه متفاوت اثبات کرد که فضای موجک می تواند یک فضای قابل اتکا برای آنالیز سرعتی باشد. توجه شود که روش های غیر کاهشی تبدیل موجک گسسته باید مورد استفاده قرار گیرد؛ زیرا طول سیگنال در هر مقیاس با فاکتور Decimation کاهش نمی یابد؛ اما در سایر روش ها طول سیگنال کاهش یافته و آنالیز سرعتی خطای غیر قابل جبرانی خواهد داشت.

and anisotropy determination, 74th SEG meeting, Denver, Expanded Abstracts, pp. 1627-1629.

- Daubechies, I., 1992, Ten lectures on wavelets, Vol. 61 of CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics., SIAM, Philadelphia, Pa, USA.
- Fomel, S., 2009, Velocity analysis using AB Semblance, Geophysical Prospecting, 57, 311-321.
- Goodwin, D.A., 2008, Wavelet analysis of temporal data PhD Thesis, The University of Leeds.
- Goudarzi, A. and Riahi, M.A., 2012, Seismic coherent and random noise attenuation using the undecimated discrete wavelet transform method with WDGA technique, Journal of Geophysics and Engineering, 9 (6), 619-631.
- Guo, H., 1995, Theory and applications of the shiftinvariant, time-varying and undecimated wavelet transforms, Citeseer.
- Hill, P., Achim, A. and Bull, D., 2012, The undecimated dual tree complex wavelet transform and its

ایازی و همکاران، آنالیز سرعت چند تفکیکی لرزهای در فضای تبدیل موجک گسسته غیر کاهشی، صفحات ۲۱۵-۲۰۳.

- Taner, M.T. and Koehler, F., 1969, Velocity spectra-Digital computer derivation and applications of velocity functions, Geophysics, 34, 859-881.
- Yilmaz, Öz, 2001, Seismic data analysis: Processing, inversion, and interpretation of seismic data, Society of exploration geophysicists.

application to bivariate image denoising using a cauchy model, 19th IEEE International Conference on Image Processing, IEEE.

Neidell, N.S. and Taner, M.T., 1971, Semblance and other coherency measures for multichannel data, Geophysics, 34, 482-497.



JOURNAL OF RESEARCH ON APPLIED GEOPHYSICS

(JRAG) 2017, Vol 3, No 2 (DOI): 10.22044/JRAG.2017.902



Seismic multi-resolution velocity analysis in UDWT domain

Sara Ayazi¹, Alireza Goudarzi^{2*} and Meisam Kourki²

1- M.Sc. Student, Faculty of Sciences and Modern Technologies, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran 2- Assistant Professor, Faculty of Sciences and Modern Technologies, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran

Received: 22 January 2017; Accepted: 11 April 2017

Corresponding author: a.goudarzi@kgut.ac.ir

Keywords	Extended Abstract
Velocity Analysis	Summary
Spectrum	Different methods are used for seismic velocity analysis, including spectral
Coherency	analysis based on semblance, which is a reliable way to estimate the stacking
Undecimated Discrete Wavelet	velocity. The proposed method in this research is superior over other seismic
Transform (UDWT)	velocity analysis methods because in the proposed method, the wave due to the
	absorption of the earth makes a reduction of the frequency content of the source
	in time, and results in poor temporal resolution. In this paper, the velocity

analysis performed in the wavelet domain using undecimated discrete wavelet transform (UDWT). Random noise is often placed in high-frequency sub-bands and their effect leads to a reduction in coherency than other sub-bands. In this way, data analyses to high-pass and low-pass sub-bands and velocity analysis at any scale are performed using discrete wavelet transform and scaling filters. A Comparison of the obtained results showed that the spectral analysis of the velocity in the wavelet domain increases the accuracy of the velocity analysis in each band of frequencies.

Introduction

One of the valuable information that can be obtained using seismic waves is the velocity of the earth layers, which can be useful for identifying the properties and petrophysical parameters of the layers. The velocity information is usually estimated when processing of seismic reflection data using the CMP velocity analysis is made. Velocity analysis is a powerful tool for detecting reflections and determines the stacking velocity of seismic data. Different methods are presented for analysis of seismic velocity. The UDWT method for signal decomposition has been introduced by Guo (1995).

Methodology and Approaches

For a flat layer, the shape of the move out curve is defined by the hyperbolic relationship between the zero offset time and the velocity. Several methods of velocity analysis have been used in the past, but today, most velocities are selected interactively using combined displays on the processing workstations. Nevertheless, velocity analysis is still one of the most time-consuming parts of seismic processing. This is also the most critical step since velocity analysis is an initial interpretation of the data and it is important as the seismic interpreter is involved in the analysis and quality control steps. Velocity analysis is often performed several times during processing, which results in an iterative improvement in velocity estimation. The velocity spectrum display is calculated by determining how a given hyperbolic event matches actual events on the central CMP gather. These represent much more velocity trials than can be done using CVS or FVS analysis. The maximum coherence amplitude is expected when the hyperbola corresponds best fits to a given large amplitude seismic event. The coherence measurement most often used is called semblance, which is robust to noise, spatial aliasing, and lateral amplitude variations. There are various methods of displaying semblance. The average of too many gathers would increase computation time and could begin to filter geological variations. Wider peaks in the deeper part of the section indicate reduced resolution. The velocity spectrum is also good for identification of multiple reflections.

Results and Conclusions

In this research, an improvement for the analysis of seismic velocity was made. In this paper, we have investigated the coherence technique based on discrete wavelet transform. We conclude that the cumulative spectrum in the UDWT domain gives a precise velocity spectrum.