



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

سدهای خاکی در مناطق نزدیک گسل: از مدل ناحیه ای تا مدل محل

چکیده

پاسخ لرزه ای خاکریزهای بزرگ در شرایط نزدیک-منبع را می توان توسط یک رویکرد چند-مقیاس و چند رشته ای بررسی نمود که در آن جنبه های لرزه نگاری و زمین شناسی مسئله در ابتدا در مقیاس منطقه ای مورد مطالعه قرار می گیرند در حالی که جنبه های محلی و ژئوتکنیک در مقیاس دقیق مورد مطالعه قرار می گیرند، از جمله ساختار مورد نظر. یک دانش دقیق از جنبه های اساسی لرزه نگاری منطقه در مقیاس منطقه ای برای شبیه سازی درست منبع لرزه ای و الگوی انتشار موج در زیرزمین سنگی برای درک حرکت ورودی در تشکیل سنگ بستر برای سایت مرجع ضروری است. مشخصه مناسب حرکت در سطح سنگ بستر برای سدها یا خاکریزهای خاکی بزرگ که یک تغییر قوی در حرکت ورودی آنها ممکن است خطرناک باشد بسیار مهم است، چرا که نشست ها و شکست های متغیر خاکریز ممکن است با کاهش ناشی از ایمن ساختار بیشتر شود. تاریخچه موردی سد (AV) Conza در طی زلزله 1980 Irpinia، ارزش ذکر کردن دارد: خاکریزه به طور جزئی توسط رویداد لرزه ای به خطر افتاد، که محل سد بسیار نزدیک به منبع Irpinia (10 کیلومتر) بود. برای ادغام مقیاس های مختلف تجزیه و تحلیل (ماکرو و میکرو)، فرملاسیون ریاضی روش کاهش دامنه (DRM)، که در ابتدا توسط [I] پیشنهاد شد، به تازگی [14] در یک کد تجاری FDM پیاده سازی شده است. یکی از مزیت های اصلی روش DRM، امکان ساختار سازی فرعی مشکل واقعی است که با تولید و انتشار امواج لرزه ای (مدل در یک مقیاس منطقه ای) به طور جداگانه از پاسخ لرزه ای سایت و سازه مشخص سرو کار دارد، که روی یک مدل کاهش یافته و مفصل (مدل سایت) انجام شده است. با توجه به رویکرد DRM، این سد در دامنه داخلی پالایش شده وارد می شود و حرکت لرزه ای از دامنه خارجی را (که شامل منبع و محیط انتشار می شود) از طریق مرز واسطه دریافت خواهد کرد. برای ارزیابی تنوع حرکت زمین در سنگ بستر سایت مرجع به لحاظ کمی، پارامترهای مصنوعی انتخاب شدند و مناسب ارائه شده اند.

کلمات کلیدی: گسل فعال؛ سدهای خاکی؛ مدل مقیاس منطقه ای؛ مدل سایت، رویکرد DRM

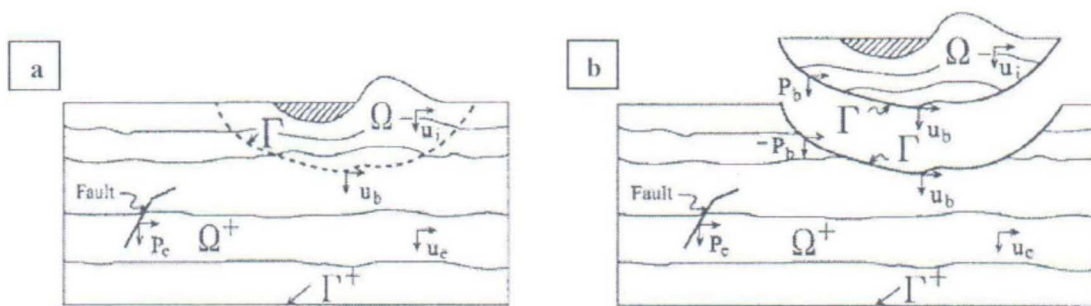
تجزیه و تحلیل پاسخ زمین لرزه در شرایط نزدیک به منبع (به عنوان مثال، در سایت های نزدیک به یک گسل فعال) را نمی توان از شبیه سازی مکانیزم منبع و از فرآیند انتشار رخ داده در زیرزمین سنگی جدا در نظر گرفت. تغییر حرکت لرزه ای در امتداد مرز دامنه تحلیل، در واقع، از نزدیک مرتبط با: (i) هندسه منبع (گسترش در طرح ها و گوشه های ضربه و شیب)؛ (ii) جهت و مقدار لغزش. (iii) موقعیت و تعداد سختی ها بر روی سطح گسل؛ (IV) میانگین افزایش زمان؛ (V) فاصله سایت-منبع. (VI) محیط انتشار. (تعداد لایه ها و ویژگی های مکانیکی هر لایه)؛ (VI) گسترش منطقه مورد مطالعه می باشد.

یک روش بسیار امیدوارکننده برای مدلسازی پاسخ زمین در شرایط نزدیک به منبع، به اصطلاح روش کاهش (DRM) پیشنهاد شده توسط [1] است. یکی از مزیت های اصلی روش DRM، امکان ساختارسازی فرعی مشکل واقعی، مقابله با تولید و انتشار امواج لرزه ای (مدل در مقیاس منطقه ای) به طور جداگانه از پاسخ لرزه ای سایت و ساختار خاص است که روی یک مدل کاهش یافته و مفصل انجام می شود. در کوتاه مدت، این مشکل با تولید دو زیر مدل عددی مشخص شده با ابعاد مقیاس مختلف روبرو می شود و در دو مرحله مختلف (شکل 1) حل می شود.

گام 1. اولین مدل (شکل 1(a))، که می تواند دارای دهانه هزاران متر باشد، یک مدل کمکی است و نشان دهنده یک ساده سازی در دامنه خارجی واقعی است. در این مرحله منبع زلزله و مسیر انتشار شبیه سازی می شوند. همانطور که توسط [1] پیشنهاد شده است، یک سیستم چینه شناسی (طرح لایه مسطح)، که با استفاده از تابع گرین سه بعدی حل شده است، شبیه سازی می شود.

مرحله 2. مدل دوم (شکل 1(b)) شامل حوزه مورد نظر با ابعاد کاهش یافته فضایی (دامنه داخلی)، از جمله ساختار و خاک اطراف آن میشود. منبع لرزه ای و بیشتر مسیر انتشار از منبع تا سایت در حال حاضر حذف می شوند. ورودی بهصورت مجموعه ای از نیروهای گره ای معادل به کار برده شده برای عناصر واسه Γ داده می شوند و قادر به تکثیر منبع لرزه ای مدلسازی شده در مرحله اول هستند.

کاربردهای کمی از رویکرد DRM را می توان در نوشته ها یافت [2,3,4,5].



شکل 1. طرح منطقه لرزه ای از جمله گسل گاه به گاه، ساختار زمین شناسانه و ویژگی های محلی است. (a) Γ^+ مرزی خارجی، محاسبه تا یک دامنه متناهی را محدود می کند: واسطه ساختگی Γ ، این منطقه را به دو زیر دامنه تقسیم می کند: Ω^+ که شامل منبع لرزه ای (توسط نیروهای گره ای P_e نشان داده می شود) و محیط انتشار (زیرزمین سنگی) می شود؛ Ω^- حاوی ویژگی های زمین شناسی محلی در حوزه، خاک های سطحی و ساختار مورد نظر [1] می شود.

در مطالعه حاضر، رویه DRM برای تعریف حرکت ورودی در سایت سد Conza (ایتالیا) در طول زلزله 1980 Irpinia استفاده شد (23 نوامبر، 1980؛ بزرگی = 6.9). با توجه به فاصله کوتاه سایت از منطقه گسل، سد Conza، نماینده چندین سد بزرگ قرار گرفته در منطقه ای در نزدیکی منبع در ایتالیا و سراسر جهان است. این مقاله (i) بازسازی ساختار سرعتی منطقه کامپانیا-Lucania بر اساس مطالعات پیشین و بر اساس کالیبراسیون جدید مدل سرعت 1 بعدی در مقیاس منطقه ای را نشان می دهد؛ (ii) تعریف حرکت ورودی مرجع در محل سد Conza با برجستگی هایی بر روی تغییرات مکانی حرکت زمین زیر پی سد.

2. مدل مقیاس منطقه ای

یه عنوان مراحل اولیه رویه DRM، ایجاد یک مدل سرعت برای محیط انتشار و یک مدل منبع از زلزله انتخابی، لازم است. در این مورد، یک مدل چینه شناسی لایه بندی شده یک-بعدی برای نشان دادن انتشار موج لرزه ای درون زیرزمین سنگی ناحیه Campania-Lucania اتخاذ شد. برای کالیبره نمودن این مدل، یک تجزیه و تحلیل بازگشتی بر روی پرونده های زمین لرزه های اخیر ضعیف ارائه شده توسط ISNet (شبکه لرزه ای Irpinia) انجام

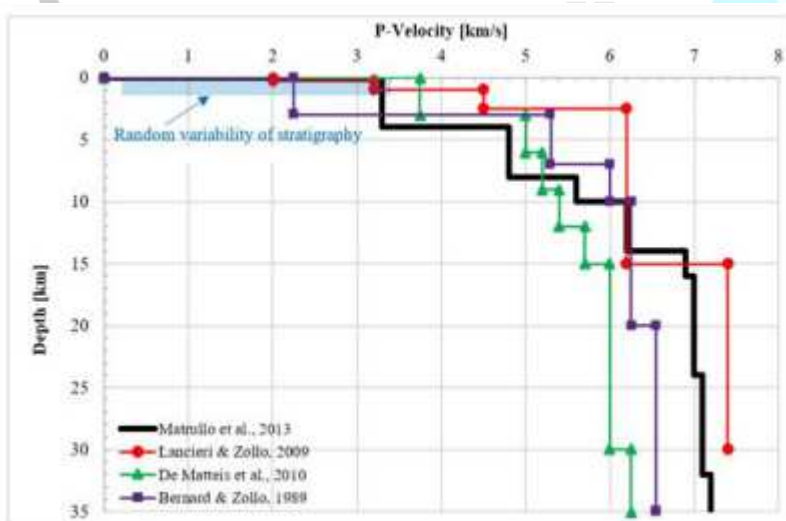
شد. کالیبراسیون چینه در مقیاس منطقه ای با اشاره به رویدادهای لرزه ای با دامنه کم (>2.5) قدر برای جلوگیری از حوادث با شدت متوسط تا بالا می تواند برآورد سختی سنگ را تحت تاثیر قرار دهد.

در حال حاضر، یک مدل سرعت سه بعدی برای منطقه Irpinia وجود ندارد. در مقابل، از سال 1989، بسیاری از مدل های سرعت تک بعدی مقیاس های مختلف فضایی توسعه یافته اند. این مدل های سرعت در مقادیر سرعت موج P و در تعداد و عمق واسطه ها متفاوت هستند. این به خاطر ابزارهای پیش بینی کننده و مجموعه داده های مختلف استفاده شده توسط نویسندگان در هر مطالعه، و همچنین پیچیدگی واقعی محیط انتشار است. به طور خاص، در مطالعه حاضر، ارجاع در درجه اول به مدل AL Matrullo و همکاران [5] (شکل 2) به نمایندگی از به روزترین تکامل چینه شناسی سنگ Lucania-Campania صورت گرفت. با این حال، سایر مدل های سرعت، همانطور که در شکل 2 [6,7,8] گزارش شده است، در نظر گرفته شدند.

شبیه سازی سیگنال های مصنوعی در مقیاس منطقه خارج با اجرای یک الگوریتم بر اساس توابع سبز تجربی برای برآورد مدت انتشار و یک مدل منبع حرکتی انجام شد. توابع سبز با استفاده از روش گسسته موج تعداد (DWM) محاسبه [9، من 0]. این روش معرفی یک دوره تناوب مکانی از منابع گسسته میدان موج تابش و با استفاده از تبدیل فوریه در حوزه فرکانس پیچیده برای محاسبه توابع سبز. هنگامی که منبع و انتشار نظر شناخته شده است، ممکن است برای تعیین حرکت در محل خاص با پیچیدگی های خود را. این فرمول عددی در کد [11] Axitra اجرا شده است.

شبیه سازی سیگنال های مصنوعی در مقیاس منطقه ای، توسط پیاده سازی یک الگوریتم بر اساس توابع سبز تجربی برای برآورد اصطلاح انتشار و یک مدل منبع حرکتی انجام شد. توابع سبز با استفاده از روش عدد موج گسسته (DWM) محاسبه می شوند [9، 10]. این روش، یک تناوب مکانی از منابع برای گسسته سازی میدان موج تابش یافته را معرفی می کند و از تبدیل فوریه در حوزه فرکانس پیچیده برای محاسبه توابع سبز استفاده می کند. هنگامی که اصطلاحات منبع و انتشار شناخته می شوند، تعیین حرکت در محل خاص با پیچیدگی های آن ممکن است. این فرمول عددی در کد [11] Axitra پیاده سازی شده است.

متاسفانه، سیگنال های ساختگی تولید شده توسط پیاده سازی چینه شناسی [5] Matrullo et al دارای اشکال موج شبیه-پالس در تناظر با بازه های فردی فازهای مختلف (امواج منعکس شده، منکسر شده و تبدیل شده) هستند، زیرا مدل، برگشت های امواج ناشی از لایه های سطحی در بخش بالایی پوسته زمین یا غیرنرمال بودن های محلی منسوب به اثرات دو و سه بعدی را در نظر نمی گیرد. یک سیگنال پالس یا یک سیگنال با چندین پیک در زمان، حتی اگر توسط همان محتوای فرکانسی مشخص شوند، پاسخ متفاوتی را در یک رسوب خاک القا می کنند: مدت زمان سیگنال و توزیع انرژی در زمان، ویژگی های کلیدی حرکت ورودی ناشی از غیرنرمال بودن رفتار خاک هستند. در نتیجه مدل [5] Matrullo et al اصلی با یک تغییر تصادفی سختی در بخش بالایی چینه شناسی، بین اعماق 0 و 1.5 کیلومتر قوی تر شد. گستره تغییر تحمیل شده متناظر با $\pm 50\%$ سرعت موج-P است که مدل اصلی در همان عمق فراهم می کند (شکل 2).

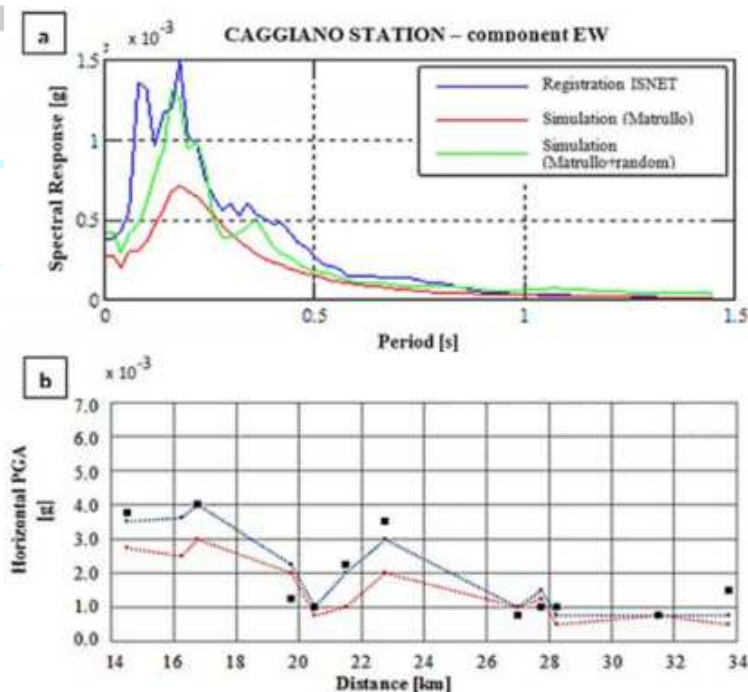


شکل 2. مقایسه بین چشمگیرترین مدل های سرعت موج-P برای ناحیه Campania-Lucania

2.1 اعتبارسنجی مدل سرعت پیشنهادی برای زیرزمین سنگی

شکل 3(a), یک مقایسه بین طیف های پاسخ کشسانی شتاب یابی (مولفه شرقی-غربی) پیش بینی شده و ثبت شده در ایستگاه ISNet Caggiano (کد: CGG3) را نشان می دهد. درج یک تغییرپذیری تصادفی V_p در قشر بالایی مدل اصلی Matrullo, یک بهبود قابل توجه در تناسب روی مولفه های طیفی، به خصوص در دوره های کمتر را

فراهم می کند. سیگنال به دست آمده با در نظر گرفتن چینه شناسی اصلی Matrullo [5], تمایل دارد تا شدیداً مولفه های طیفی پیش بینی شده را با توجه به سیگنال ثبت شده به دست آورد. بهبودها از نظر مختصات طیفی، نه تنها برای ایستگاه Caggiano، بلکه برای ایستگاه های دیگر شبکه ISNet به دست آمد که در اینجا برای اختصار نشان داده نشده است. شکل 3(b)، مقایسه از نظر قانون تضعیف PGA بین سیگنال های پیش بینی شده و اندازه گیری شده را نشان می دهد. ذکر این مورد ارزشمند است که با مشاهده داده ها بین 20 و 25 کیلومتر یا بین 27 و 28.5 کیلومتر، مقادیر بالاتر PGA مشاهده می شوند که مخالف با روند کلی کاهش شدت با فاصله از منبع هستند. این پیک ها به خوبی توسط شبیه سازی عددی برای مدل های سرعت بررسی شده تولید می شوند. چون همین روند نیز با استفاده از مدل اصلی Matrullo [5] به دست می آید، این نشان می دهد که این پیک ها به تغییرپذیری تصادفی معرفی شده در بخش بالایی مدل پوسته ای، اما تا حدی بالاتر مرتبط نمی شوند، که یک ویژگی عجیب در مدل سرعت ناحیه ای است.



شکل 3(a) مقایسه بین طیف کشسانی شتاب شرق-غرب ثبت و شبیه سازی شده در ایستگاه Caggiano ISNet. شبیه سازی ها به مدل اصلی سرعت [5] Matrullo و به نسخه تغییر یافته تصادفی ارائه شده در این مطالعه اشاره

می کنند. (b) قانون میرایی PGA مشاهده شده در مقابل شبیه سازی شده در جهت افقی (حرکت افقی با ترکیب بردار مولفه های شرق-غرب و شمال-جنوب به دست آمد).

2.2. مدل منبع

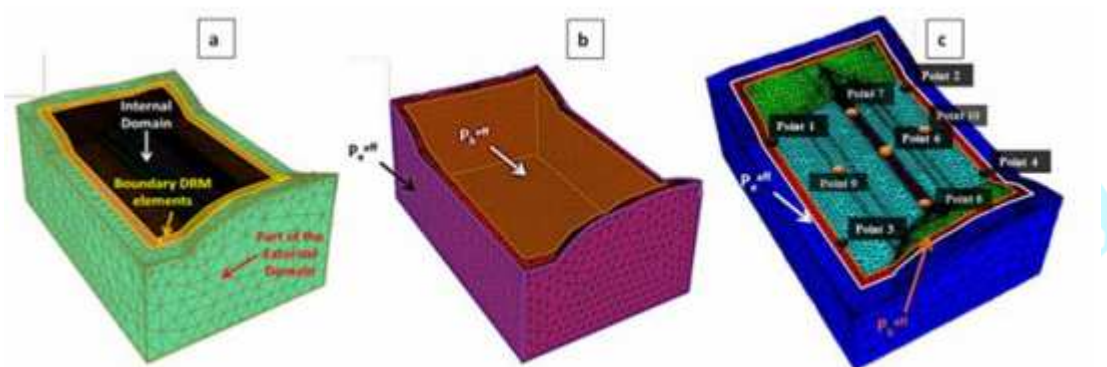
زلزله سال Irpinia 1980 ($MW = 6.9$) یکی از مورد مطالعه ترین رویدادهای گسلش عادی در جهان است. گسلش سطحی روی یک منطقه گسترده تر [12] شناخته شد. شتاب سنج های ثبت شده در سایت های مختلف به وضوح سه زمین لرزه مجزا از هم جدا شده را یک تاخیر زمانی 20 ثانیه را نشان می دهند. تشعشع لرزه ای اولین رویداد فرعی 20 ثانیه ای به وضوح در همه ثبت های حرکت قوی قابل مشاهده است به دلیل اینکه احتمالاً روی تشعشع لرزه ای پارگی اصلی (رویداد اول) سوار شده است [8].

در این پژوهش، برای مدلسازی مکانیزم اولین گسل زلزله 1980، برای مطالعات وارونگی به [13] مراجعه شد. برای مکانیسم های گسل دوم و سوم، یک نقشه از لغزش تقریباً یکنواخت در نظر گرفته شد که توسط [6]، با خشونت منحصر به فرد در کانون پیشنهاد شد. مدل منبع توسط موقعیت یابی یک سری از منابع نقطه ای با فاصله یکسان در امتداد سطح گسل ساخته می شود. مجموع گشتاورهای لرزه ای منبع نقطه ای، برابر با گشتاور لرزه ای رویداد تنظیم شد. فرض شد که سرعت پارگی (VR) ثابت و برابر با 80 درصد سرعت موج برشی در منطقه مورد مطالعه است. فاصله گذاری منبع نقطه ای ابتدایی به حداکثر فرکانس انتخاب شده برای محاسبات عددی بستگی دارد (حداقل طول موج داده شده با $\lambda = V_r / f$ ، نشان داده می شود که f به عنوان فرکانس نایکوئیست انتخاب می شود).

3. مدل مقیاس سایت

همانطور که در بالا گفته شد، هدف نهایی این کار تحقیقاتی، ارزیابی کلی پاسخ لرزه ای سد Conza در زلزله 1980 Irpinia است. با استفاده از روش کاهش دامنه (DRM)، سد بعداً در حوزه داخلی (شکل (b)-(a) 4) قرار داده خواهد شد و حرکت لرزه ای را از دامنه خارجی (که شامل محیط منبع و انتشار از قبل تعریف شده میشود) از طریق مرز واسطه Γ (شکل ا) دریافت خواهد کرد. یک الگوریتم جدید با یادآوری روش پیشنهادی در [1]، توسط Dello Russo [14] در قانون تجارت [15] FLAC 3D [15] کدگذاری شد که روش تفاضل محدود (FDM) را به عنوان تکنیک

حل فضایی یک محیط پیوسته پیاده سازی می کند. یک فرمول تفاضل محدود صریح برای حل مسئله مقدار مرزی در حوزه زمان به تصویب رسید. پیامدهای مهندسی تغییر فضایی حرکت زمین در پایه سد، خارج از دامنه این مقاله است که ابتدائاً در ایجاد دوباره حالت زلزله 1980 و تعیین کمیت تغییر فضایی حرکت در بستر سنگ این سایت خاص هدف گذاری شده است. با نزدیک بودن زیاد سد Conza به سیستم گسل Irpinia 80، هر گره واقع در سقف سنگ بستر ممکن است یک حرکت لرزه ای متفاوت را تجربه کرده باشد.



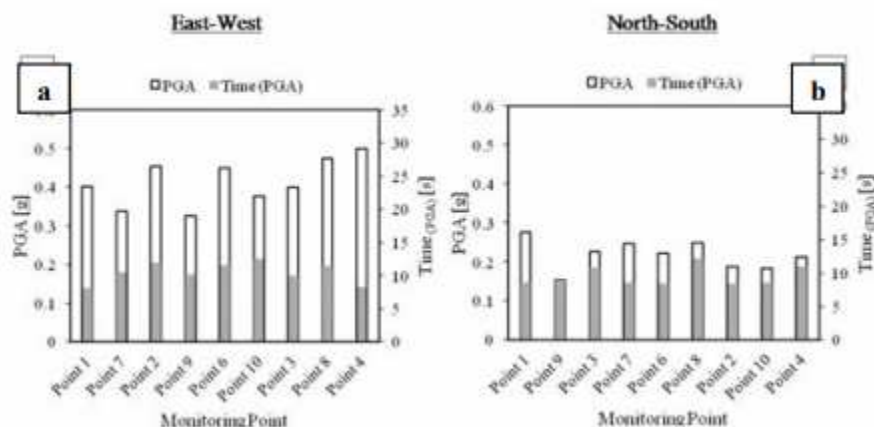
شکل 4. طرح DRM برای کاربرد نیروهای گره ای از گره های خارجی به داخلی ناحیه واسطه: (a) حوزه داخلی و خارجی؛ (b) عناصر واسطه. (c) نقاط مرجع روی سقف سنگ بستر که در آن تغییر پذیری فضایی حرکت زمین ارزیابی شد.

برای ارزیابی کمیتی تغییر حرکت در سنگ بستر سایت مرجع، شکل 5 پارامترهای مصنوعی (فقط برای مکانیسم اول و دوم زلزله Irpinia 1980) توصیف کننده حرکت زمین در تناظر با نقاط نظارت قبلاً انتخاب شده نشان داده شده در شکل 4 (c) را نشان می دهد. با اشاره به شکل 5(a)، مشاهده این مورد ممکن است که PGAS ناشی از دو مکانیسم گسل اول به طور قابل توجهی در هر نقطه از مرز بالایی از مدل، به نمایندگی از سقف سنگ بستر در سایت، متفاوت هستند. مشاهدات مشابهی را می توان برای مقادیر PGY انجام داد که در اینجا برای به خاطر اختصار داده نمی شود. در نمودارهای شکل 5، لحظاتی که در آن قله های شتاب در هر مکان به دست آمده بودند برای برجسته نمودن غیرهمزمانی وسیله حرکت بر روی پشت بام سنگ بستر، به عنوان مثال زیر خاکریزی سد نیز گزارش

شدند. همه داده ها، تغییرات مکانی قوی حرکت و ضرورت برای در نظر گرفتن این پدیده در تجزیه و تحلیل لرزه آینده سد سنگ بستر را با توجه به پیامدهای مهندسی امکان پذیر و مهم [16] برجسته می کنند.

4. نتیجه گیری

در این مقاله یک روش چند-مقیاس برای تجزیه و تحلیل حرکت سنگ بستر در محل سد Conza در طول زلزله Irpinia 1980 توسعه داده شد. از طریق یک رویکرد چند رشته ای، تغییر فضایی حرکت زمین لرزه در سطح سنگ بستر مورد بررسی قرار گرفت. در نتیجه حرکت پیش بینی شده زمین بعداً برای تجزیه و تحلیل رو به عقب پاسخ لرزه ای سد به زلزله Irpinia 1980 اتخاذ خواهد شد. منبع لرزه ای (توسعه یافته) و مسیر انتشار امواج الاستیک از منبع تا به سایت شبیه سازی شدند. مدل های چینه شناسی منطقه سابق منطقه CampaniaLucania برای مطابقت با ثبت های در دسترس ISNet لرزه خیزی اخیر Irpinia تجدید نظر شدند. در نهایت، خطر لرزه ای در محل سد Conza به دست آمد و تغییر فضایی حرکت لرزه ای در شکل گیری سنگ بستر زیر سد از نظر کمیته مورد بررسی قرار گرفت.



شکل 5. پارامترهای مصنوعی برای سیگنال ها در نقاط مختلف سقف سنگ بستر در سایت سد Conza با توجه به

مکانیسم های اول و دوم سناریوی زلزله سال Irpinia 1980.

References

- [1] J. Bielak, K. Loukakis, Y. Hisada, C. Yoshimura, Domain reduction method for three-dimensional earthquake modeling in localized regions. Part I: theory. *Bull. Seism. Soc. Am.* 93 (2003) 817-824.
- [2] M. Corigliano, L. Scandella, C.G. Lai, R. Paolucci, Seismic analysis of deep tunnels in near fault conditions: a case study in Southern Italy. Springer Science+Business Media B.V., *Bull Earthquake Eng.*, 2011.
- [3] L. Scandella, Numerical evaluation of transient ground strains for the seismic analysis of underground structures. PhD Thesis. Politecnico di Milano, 2007.
- [4] C. Yoshimura, J. Bielak, Y. Hisada, A. Fernandez, Domain reduction method for three-dimensional earthquake modeling in localized regions. *Bull. Seism. Soc. Am.* 93 (2003) 825-840.
- [5] E. Matrullo, R. De Matteis, C. Satriano, O. Amoroso, A. Zollo, An improved 1-D seismic velocity model for seismological studies in the Campania-Lucania region (Southern Italy). *Geophys. J. Int.* 195 (2013) 460-473.
- [6] M. Lancieri, A. Zollo, Simulated shaking maps for the 1980 Irpinia earthquake, Ms 6.9: Insights on the observed damage distribution. *Soil Dynamic sand Earthquake Engineering* 29 (2009) 1208-1219.
- [7] R. De Matteis, A. Romeo, G. Pasquale, G. Iannaccone, A. Zollo, 3D tomographic imaging of the southern Apennines (Italy): a statistical approach to estimate the model uncertainty and resolution. *Stud. geophys. Geod.* 54 (2010) 367-387.
- [8] P. Bernard, A. Zollo, The Irpinia (Italy) 1980 earthquake: detailed analysis of a complex normal fault. *J. Geophys. Res.* 94 (1989) 1631-1648.
- [9] M. Bouchon, K. Aki. Discrete wavenumber representation of seismic source wave filed. *Bull Seismol. Soc. Am.* 67 (1977) 259-277.
- [10] M. Bouchon, A review of the discrete wavenumber method, in *Seismic Motion, Lithospheric Structures, Earthquake and Volcanic Sources: The Keiiti Aki Volume. Pageoph Topical Volumes*, 2003, pp. 445-465.
- [11] O. Coutant, Program de simulation numerique AXITRA. In *Rapport LGIT. Universiteè Joseph Fourier, Grenoble*, 1989
- [12] R. Westaway, J. Jackson, The earthquake of 1980 November 23 in Campania-Basilicata (Southern Italy). *Geophy. J.R. astr. Soc.* 90 (1987) 375-443.
- [12] D. Pantosti, G. Valensise, Faulting mechanism and complexity of the 23 November 1980, Campania-Lucania earthquake, inferred from surface observations. *J. Geophys. Res.* 95 (1990) 15319-15341.
- [13] M. Cocco, F. Pacor, The rupture process of the 1980 Irpinia, Italy, earthquake from the inversion of strong motion waveforms. *Tectonophysics* 218 (1993) 157-177.
- [14] A. Dello Russo, Seismic response of soil embankments in near-source conditions. PhD Thesis. University of Naples Federico II, 2015.
- [15] Itasca Consulting Group. *FLAC3D - Fast Lagrangian Analysis of Continua in Three-Dimensions*, Ver. 5.0, Manuals. Minneapolis, 2012.
- [16] E. Bilotta, L. Pagano, S. Sica, Effect of ground-motion asynchronism on the equivalent acceleration of earth dams. *Soil Dyn. Earthq. Eng.* 30 (2010) 561-579.



برای خرید فرمت ورد این ترجمه، بدون واتر مارک، اینجا کلیک نمائید.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی