



چکیده مقالات

اولین همایش

پیش‌نشانگرهای زلزله

مرکز مطالعات پیش‌نشانگرهای زلزله

مؤسسه ژئوفیزیک

۱۵ اسفند ۱۳۸۶

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کمیته داوران:

دکتر وحید ابراهیم زاده اردستانی

دکتر سید جعفر احمدی بزرگ

دکتر علی بیت‌اللهی (دبیر کمیته علمی)

دکتر احمد سدیدخوی

دکتر مرتضی طالبیان

دکتر عباسعلی علی‌اکبری بیدختی

دکتر علی نگارستانی

دبیر علمی همایش: دکتر علی بیت‌اللهی

دبیر اجرایی همایش: دکتر احمد سدیدخوی

رئیس همایش: دکتر عبدالرحیم جواهریان

فهرست

صفحه	عنوان
۵	ابره‌دری، سیدحسین، دیدگانی فازی در پردازش داده‌های مرتبط با پیش‌نشانگرهای زلزله
۶	احمدی‌بزرگ، سیدجعفر، پیشگویی زلزله با استفاده از بررسی فراوانی صید
۷	اسکندری، معصومه و میرزایی، نوربخش، پیش‌نشانگرهای لرزه‌ای قبل و بعد از زمین‌لرزه ۱۹۹۰ رودبار
۸	بکایی، بهروز و آل‌داوود، سید جاوید، استفاده از تغییرات رفتاری ناشی از امواج الکترومغناطیس در پیشگویی زلزله در سگ
۹	بیت‌اللهی، علی، توزیع فضائی - زمانی زمین‌لرزه‌ها و بررسی مهاجرت تجمعی زمین‌لرزه‌های با بزرگای ۵ و بزرگتر در پهنه ایران
۱۰	بیت‌اللهی، علی و نعمتی، اعظم، بررسی چگالی زمین‌لرزه‌ها و نحوه تغییرات آن نسبت به زمان در حوزه تهران و اطراف آن
۱۱	جمور، یحیی، موسوی، زهرا، نانکلی، حمیدرضا، صدیقی، مرتضی و توکلی، فرخ، برآورد اولیه میدان سرعت و استرین از شبکه دائمی GPS ایران برای اهداف ژئودینامیک (IPGN)
۱۲	چودکی، غلامرضا و نفیسی، وهاب، چالش‌های موجود در پالایش داده‌های ژئودینامیکی جهت تعیین جابجایی‌های تکتونیکی
۱۳	حسینی مطلق، سیده نسرین و صداقت، شیرین، بررسی راه اندازی دینامیکی زمین‌لرزه به تاخیر افتاده با استفاده از قانون Omari
۱۴	رحیمی، مجتبی، قریشی، سید ابراهیم، نگارستانی، علی و رنجبر عسکری، حسن، ایجاد شبکه پایش پیوسته گاز رادون درون آب زیرزمینی چاه‌های عمیق دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان جهت بررسی نقش پیش‌نشانگری گاز رادون در رویداد زلزله
۱۵	رسانه، غزاله و حاج بابائی، نوید، معرفی چند پیش‌نشانگر هواشناسی و بررسی روند تغییرات آن‌ها قبل از وقوع زلزله (مطالعه موردی: زلزله بم)
۱۶	رضایپور، نفیسه، علی‌اکبری‌بیدختی، عباسعلی و فتاحی، مرتضی، بررسی رابطه پارامترهای هواشناختی با زلزله در گستره البرز و احتمال استفاده از آن به‌عنوان یک پیش‌نشانگر

- ۱۷ زارع، مهدی، بررسی پیش‌نشانگرهای لرزه‌ای، مطالعه موردی زلزله بم
- ۱۹ سبزی پرور، علی اکبر، عراقی، حسن و هاشمی دوین، مه‌ری، آنومالی‌های یونوسفری ثبت شده توسط اندازه‌گیری‌های TEC و foF2 و کاربرد آن در پیش‌بینی زلزله‌های شدید
- ۲۰ صادقی، فرهاد، استخراج اطلاعات یونسفر بر اساس مشاهدات دوفرکانسه ایستگاه‌های دائمی GPS
- ۲۱ صبا، نازلی و اسکویی، بهروز، استفاده از روش ژئومغناطیسی در پیش‌نشانگری زمین‌لرزه
- ۲۲ صبا، نازلی و قادر، سرمد، بررسی تغییرات فرکانس بحرانی لایه F2 یونسفر در زمین‌لرزه ۲۸ خرداد سال ۱۳۸۶ بخش کهک شهر قم
- ۲۳ صداقت، رابعه و اسکویی، بهروز، معرفی پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی
- ۲۴ صمیمی‌نمین، سپیده و نعیمی، مجید، مطالعه تغییرات گرانی به‌عنوان یک پیش‌نشانگر زلزله
- ۲۵ طالبیان، مرتضی، لطیفی، کوروش، امینی، بهروز، فریدونی، آزاده، متولی عنبران، سید هانی و نعمتی، مجید، بررسی داده‌های دو ساله ایستگاه ثبت پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی تهران
- ۲۶ عباسی، بهمن، اشتری تلخستانی، احمد و اعصارزادگان، بابک، شبه‌سازی پیش‌بینی زلزله با توموگرافی الکتریکی دوبعدی به روش زمان گذر ترتیبی
- ۲۷ عطاپور، هادی و شاکرمی، مصطفی، مدل ابر زلزله به‌عنوان پیش‌نشانگر زلزله با نگرشی بر ابر زلزله بم
- ۲۸ علامه‌زاده، مصطفی، تشخیص الگوی بی‌هنجار در سرشت لرزه‌خیزی
- ۳۲ فتاحی، مرتضی، جایگاه سن‌یابی به روش لومینسانس در مطالعات زلزله
- ۳۳ فراهانی، فرزانه و اسکویی، بهروز، معرفی پیش‌نشانگرهای الکتریکی زلزله
- ۳۴ قندی، خدارحم، نگارستانی، علی، رنجبر عسکری، حسن، مرعشی، سید محمدباقر و رحیمی، مجتبی، طراحی و ساخت سیستم پایش غلظت تجمع‌ی گاز رادون درون خاک
- ۳۵ کریمی، محمدعلی و اسکویی، بهروز، معرفی پیش‌نشانگر الکترومغناطیسی ULF
- ۳۶ کشوری، فروغ، میرزایی، نوربخش و نگارستانی، علی، کاربرد شبکه عصبی آدالاین برای بررسی تغییرات زمانی غلظت گاز رادون با پس‌لرزه‌های زمین‌لرزه بم

- ۳۷ متولی عنبران، سیدهدانی، ابراهیم زاده اردستانی، وحید، فریدونی، آزاده، نقوی، مجتبی و نیرومند محمدمحسن، بررسی داده‌های پیوسته میدان گرانی در خلال سالهای ۶۸-۱۹۶۴ میلادی منطقه تهران و مقایسه آن با رکوردهای زلزله و تغییرات سطح آبهای زیرزمینی
- ۳۸ مشین‌چی، میرستار و صفری، علیرضا، پیش‌بینی زلزله با استفاده از پیش‌نشانگرهای الکتریکی
- ۳۹ منتظری، حبیب‌اله، عباس‌نژاد، احمد و نگارستانی، علی، بررسی تغییرات غلظت گاز رادون و عوامل هیدروژئوشیمیایی به‌عنوان پیش‌نشانگر زلزله در چشمه‌ی آبگرم جوشان، استان کرمان
- ۴۰ منتهایی، منصوره و بالی، عارف، بررسی مهمترین روش‌های تحلیل آشفته‌گی‌های مغناطیسی ULF به‌عنوان پیش‌نشانگر زلزله
- ۴۱ مهرنیا، سید رضا، بررسی پتانسیل لرزه‌خیزی گسل شمال قزوین با استفاده از روش سنجش فرکتالی نشانگرهای مغناطیسی
- ۴۲ نادر زاده، احمد و کیانوش، حسن، پیش‌نشانگرهای فرا صوتی و اثر آن بر حیوانات خشکی و دریایی
- ۴۳ نوری نژاد، حسین، هاشمی پور رفسنجانی، حسن و نگارستانی، علی، بررسی اندازه‌گیری غلظت گاز رادون محلول در آب توسط غشا
- ۴۴ هاشمی گازار، علی، استفاده از پیش‌نشانگر لرزه‌ای در زلزله‌های بزرگ ایران
- ۴۵ یزدانی، محمود و کلانتر، داوود، میدان تنش در پوسته زمین به‌عنوان یکی از پیش‌نشانگرهای اصلی زلزله

دیدگانی فازی در پردازش داده‌های مرتبط با پیش‌نشانگرهای زلزله

سید حسین ابره‌داری

بخش پژوهشی زلزله‌شناسی، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

abrehdary1349@yahoo.com

پیش‌بینی زمین‌لرزه یکی از چالش‌های علمی با ارزش است که اگر به نتایج موفق و علمی نائل گردد یک پیشرفت ماندگار محسوب می‌شود. هرچند که دانش زلزله‌شناسی پیشرفت قابل توجهی را در سال‌های اخیر داشته است و از روش‌ها و مدل‌های علمی و عملی گوناگونی برای پیش‌بینی وقوع زلزله استفاده کرده است، ولی تاکنون علی‌رغم تلاش‌های فراوان محققان و هزینه‌های صرف شده، نتایج رضایت‌بخش و مطلوبی را دربر نداشته است. در پیش‌بینی وقوع زلزله، فرض کنید که نتایج گسترده ثابت‌ها و متغیرهای عددی نهایی حاصل از مدل و روش‌های دو گروه اصلی مطالعاتی - اولویتی (a) ژئودینامیک لرزه (b) فیزیک زمین و فضا را تحت یک مدیریت مشارکتی چند عامله با تأثیرپذیری (intraction) ورودی و خروجی بسیار دقیق با ساختار تکنولوژی اطلاعاتی ارتباطی (ICI) و (PS) برای پیش‌بینی بلند مدت، میان مدت، کوتاه مدت و اخطار آنی زلزله داریم. برای بهره‌جستن از یک نتیجه دقیق از مدل‌های مشارکت ریاضی (NVYM)، (FMEA) و (FMPO) مبتنی بر مدیریت فازی و معادلات خطی برای ارزیابی فرآیندهای جمع‌آوری شده استفاده کرده و در نهایت تحت یک تصمیم‌نهایی گسترده (رهبری و خبره) علمی دقیق، اثر بخشی نهایی فرآیندها بر مبنای ترکیبی - اولویتی، کیفی و کمی تفکیک کرده و با استفاده از مدل‌های مذکور برای وضعیت‌های مختلف، با به‌کارگیری ساختارهای هوشمندانه الگوریتم‌ها در بین ورودی - خروجی داده‌ها و عملیات، با توجه به معماری ویژه سری - لایه ای و شناور سناریوهای رفتار جمعی (شبکه‌ای عصبی) را در جهت نتیجه برتر کنترل کرده و به‌کارگیریم. در این مطالعه مدل‌های مرسوم NVYM، FMEA و FMPO از طریق در نظر گرفتن سه پارامتر شدت خطا (S)، احتمال وقوع خطا (O) و احتمال کشف خطا (D)، به صورت فازی اصلاح و مدل‌سازی شده و روشی جهت اولویت‌بندی خطاها و اثرات آن‌ها در محیط فازی ارائه می‌شود و می‌تواند به‌عنوان الگویی در دسته بندی و ارائه تصمیم نهایی در ریسک‌های گوناگونی نظیر رخداد زمین‌لرزه‌ها و تحلیل پیش‌نشانگرهای قبل از وقوع بحران‌ها با بیان مجموعه‌های فازی شامل اعضای نادقیق و نامشخص در درجه ریسک‌پذیری از متغیرهای زبانی مورد استفاده قرار گیرد. برای این هدف می‌توان پارامترهایی با قابلیت‌های منطبق با دستاوردهای کشور را در مدل تزیق کرده و با دخالت کامل مدیریت فازی و در نظر گرفتن هر یک از پارامترها به صورت فازی، نتایج را تفکیک کرده و موضوع جالبی برای تحقیقات آینده باشد.

پیشگویی زلزله با استفاده از بررسی فراوانی صید

محمدجعفر احمدی بزرگ* و سید جاوید آل داوود**

*مرکز تحقیقات تمساح

**عضو هیات علمی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران

یکی از پیش‌نشانگرهای وقوع زلزله تغییرات رفتاری در حیوانات است. توجه به توانایی حیوانات در احساس زلزله، به ۳۷۳ سال قبل از میلاد، در یونان باستان برمی‌گردد. اما اینکه حیوانات چگونه از زلزله با خبر می‌شوند موضوعی پیچیده می‌باشد. در سال‌های اخیر در کشورهای مختلف از جمله ایران پیش‌بینی زلزله توسط رفتار حیوانات مورد توجه قرار گرفته است. رفتارهای غیر طبیعی مشاهده شده پیش از زمین‌لرزه در حیوانات مختلف از حشراتی مانند زنبورهای عسل و مورچه‌ها تا پستانداران متکامل تر مانند میمون‌ها در نقاط مختلف دنیا به ثبت رسیده است که نمونه‌های این تغییرات رفتار مهمی در مورد آبزیان که مورد بررسی و ثبت قرار گرفته اند به این شرح است: قبل از زلزله ۱۸۹۶ ژاپن با بزرگی (۷/۱) که سبب ایجاد تسونامی و کشته شدن حدود ۲۷ هزار نفر گردید تعداد زیادی مارماهی در ساحل مشاهده شده بود (ریکی‌تیک، ۱۹۷۶). قبل از زلزله تانگو (۱۹۲۷ ژاپن) با بزرگی (۷/۵)، خرچنگ‌ها که معمولاً در اعماق دریا زندگی می‌کنند به سطح آب آمده بودند (ریکی‌تیک، ۱۹۷۶). بررسی بر روی حرکات گربه ماهی قبل از زلزله‌های بزرگ می‌تواند نشانه خوبی برای وقوع زلزله باشد. در کشور ژاپن حرکات این نوع گربه ماهی به صورت ۲۴ ساعته در آزمایشگاه کنترل شده و ارتباط آن با زلزله‌ها بررسی می‌شود (آسهارا و همکاران، ۲۰۰۲). حرکات شدید گربه ماهی چند روز قبل از زلزله‌های بزرگتر از ۴/۵ مشاهده می‌شود. ارتباط حرکات گربه ماهی با زلزله می‌تواند در اثر تغییرات میدان الکترومغناطیسی باشد. در این مقاله با بررسی میزان صید آبزیان در استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان در ۵ سال گذشته و همچنین مقایسه تفکیکی نوع ماهی - میزان صید - منطقه صید - زمان صید با ارتعاشات بالای ۲ ریشتر در محدوده حاشیه خلیج فارس و دریای عمان و ارتعاشات بیش از ۳ ریشتر در محدوده جنوب شرقی کشور به بررسی این نکته که ارتباط معناداری بین میزان صید گونه‌های مختلف ماهی‌ها و ارتعاشات ثبت شده در این محدوده وجود دارد خواهیم پرداخت. در اینکه حیوانات چگونه از وقوع زلزله با خبر می‌شوند نظرات متعددی وجود دارد یکی از نظریه‌های اخیر در این مورد تغییر در میدان مغناطیسی و سطح انرژی الکترون‌ها و در نتیجه رفتارهای غیرعادی حیوانات می‌باشد. این تغییرات الکترومغناطیسی و الکترومکانیکی همراه با نویز بوده اما توسط حیوانات فیلتر شده و به صورت خودکار تفسیر می‌شوند و در صورت شرایط غیرعادی حیوان مطلع می‌شود.

پیش‌نشانگرهای لرزه‌ای قبل و بعد از زمین‌لرزه ۱۹۹۰ رودبار

معصومه اسکندری* و نوربخش میرزایی*

*مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

eskandary@ut.ac.ir, nmirzaii@ut.ac.ir

برخی الگوهای لرزه‌خیزی از مهمترین پیش‌نشانگرهای قبل از وقوع زلزله‌های بزرگ هستند. برای مطالعه الگوهای لرزه‌خیزی، رشته‌کوه‌های البرز به‌عنوان منطقه‌ای مستعد زلزله‌های بزرگ انتخاب و پیشینه زلزله‌خیزی آن با استفاده از داده‌های قابل دسترس بررسی شده است. مطالعات نشان داده‌اند که پیش‌از رویداد زمین‌لرزه رودبار در سال ۱۹۹۰ با بزرگی ۷/۷، الگوهای گاف زمینه، گاف آمایش و آرامش لرزه‌ای در منطقه حاکم شده است. علاوه بر این، الگوهای جاری در منطقه پیش‌از دو رویداد مهم دیگر در سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۴ مطالعه شده است.

استفاده از تغییرات رفتاری ناشی از امواج الکترومغناطیس در پیشگویی زلزله در سگ

بهروز بکایی* و سید جاوید آل داوود**

* دامپزشک

** دانشیار دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران و عضو شورای مرکز مطالعات پیش‌نشانگرهای زلزله

برای بررسی تغییرات رفتاری ناشی از امواج الکترومغناطیس در پیشگویی زلزله در سگ، ۵ قلاده سگ سالم هم سن و هم نژاد که قبلاً با هیچ انسانی زندگی نکرده بودند انتخاب شدند و به وسیله دستگاهی که تولید موج الکترومغناطیس کرده امواج ۰ تا ۲۰ هرتز را به سگ‌ها تاباندیم. برای هر موج به مدت ۰/۵ ساعت و با استفاده از دوربین فیلم برداری حرکات رفتاری حیوان بر روی فیلم ضبط گردید. این حرکات شامل وضعیت گوش، دم، دهان، چشمها و میزان استراحت و اشتهای حیوانات بود و بین تابش هر موج تا موج بعدی سگ در حالت استراحت بوده و سپس نتایج حاصل در جدولی قرار داده شد و بر اساس میزان آرام بودن و یا میزان اضطراب در ۵ دسته طبقه بندی شدند. سپس داده‌ها را با آزمون‌های پارامتری آمارگیری کرده و محاسبه شدند. در این مطالعه امواج الکترومغناطیس اثر معناداری روی تغییر رفتاری سگ‌ها داشته و همچنین فرکانس‌های ۷، ۸ و ۹ هرتز بیشترین تأثیر را بر تغییرات رفتاری سگ‌ها داشته و همچنین فرکانس‌های ۰، ۱، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ بدون هیچ‌گونه بروز علائمی بوده اند. پس می‌توان تغییر رفتاری حیوانات قبل و هنگام زلزله را به این فرکانس‌ها مربوط دانست و از آن به‌عنوان پیش‌نشانگر زلزله استفاده کرد.

توزیع فضائی - زمانی زمین‌لرزه‌ها و بررسی مهاجرت تجمعی زمین‌لرزه‌های با بزرگای ۵ و بزرگتر در پهنه ایران

علی بیت‌اللهی

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

به‌کار گرفتن روش‌های آماری مخصوصاً در مواردی که مورد مطالعه دارای پیچیدگی‌های خاص خود است، با احتیاط همراه است. در مورد رخداد زمین‌لرزه‌ها و برآورد نحوه مهاجرت این رخدادها در گستره معین، بررسی پیچیده‌تر به‌نظر می‌رسد. در بررسی‌های مربوط به برآورد دوره بازگشت زمین‌لرزه‌ها برای بزرگای خاص، نظیر مبانی کار در برآورد خطر زمین‌لرزه به‌روش احتمالاتی محاسبات در حیطه زمان انجام می‌پذیرد و تعریف معادله تحلیلی وابسته به مختصات فضائی عملاً در این بررسی‌ها دارای پیچیدگی‌های است که امکان انجام این کار را سلب می‌نماید. به‌نظر می‌رسد روش شبکه عصبی از چند دیدگاه در بررسی‌های عددی دارای نقاط قوت است و لذا سعی کردیم که از این روش برای بررسی قانونمندی رخداد زلزله‌ها در ستون زمان و در افق جغرافیای ایران به‌عنوان یکی از محورهای مهم مطالعات پیش‌نشانگری لرزه‌ای استفاده کنیم. ما در این تحقیق برای اینکه تعداد کافی داده در اختیار داشته باشیم کل پهنه ایران برای انجام کار برگزیدیم و به‌منظور بررسی رفتار توزیع زمین‌لرزه‌ها نسبت به زمان طول کل کاتالوگ جهانی (پریود صد ساله مورد استفاده در این پژوهش) را به پریودهای زمانی ۵ ساله تقسیم نمودیم. بررسی خروجی کار نشان دهنده خطای بالا و گاه بسیار بالا در پیش‌بینی توزیع آتی زمین‌لرزه‌ها بود. می‌توان نتیجه گرفت که بررسی مربوط به پیش‌نشانگرهای لرزه‌ای با توجه به تنوع تکنیکی فلات ایران زمین‌بایستی متمرکز به ایالت‌های معین و مشخصی باشد تا بتوان به نتیجه قابل قبولی دست یافت.

بررسی چگالی زمین‌لرزه‌ها و نحوه تغییرات آن نسبت به زمان در حوزه تهران و اطراف آن

* علی بیت‌اللهی و اعظم نعمتی

* مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

بررسی‌های دینامیکی^۱ رخداد زمین‌لرزه‌ها از دیدگاه مطالعات پیش‌نشانگرهای زلزله به‌عنوان پیش‌نشانگرهای کوتاه مدت و میان مدت در حیطه و شاخه پیش‌نشانگرهای زلزله شناختی اهمیت قابل ملاحظه‌ای دارد. در مطالعه زمین‌لرزه‌ها و برآورد خطر پذیری لرزه‌ای و همچنین مطالعات خطر زمین‌لرزه^۲ و بررسی‌های لرزه‌خیزی مناطق مختلف، میزان و تعداد زمین‌لرزه‌های روی داده در یک ناحیه شاخص خوبی برای ارزیابی میزان لرزه‌خیزی آن ناحیه می‌باشد. در این مطالعه نشان داده می‌شود که جانمایی بیشینه‌های چگالی زلزله‌های استان تهران و اطراف آن الگوی خاصی دارد که از این الگو می‌توان در مطالعات پیش‌نشانگری لرزه‌ای و برآورد نواحی فعال لرزه زمین‌ساختی استفاده نمود.

^۱ بررسی‌های زمانی

^۲ Seismic hazard analysis

برآورد اولیه میدان سرعت و استرین از شبکه دائمی GPS ایران برای اهداف ژئودینامیک (IPGN)

یحیی جمور، زهرا موسوی، حمیدرضا نانکلی، مرتضی صدیقی و فرخ توکلی
 (y-djamour,z.mosavi,h-nankali,sedighi)@ncc.neda.net.ir
 farokh.tavakoli@obs.ujf-grenoble.fr

وجود زمین‌لرزه‌های تاریخی (Berberian,1994;Ambraseys Melville,1991) پیش از سده ششم و نیز داده‌های ثبت شده دستگاهی نشان‌دهنده این مطلب است که ایران همواره دستخوش زمین‌لرزه‌های بسیار ویرانگری بوده که نمونه اخیر آن زلزله ۵ دی ۱۳۸۲ بم و ۴ اسفند ۱۳۸۳ زرنند و داهویییه هستند.

موارد مشابه در تاریخ زلزله‌ایران توجه مسئولان امر را به این نکته معطوف نمود تا در پی ایجاد یک شبکه سراسری برای مطالعات ژئودینامیکی باشند. بدین منظور در سال ۱۳۸۳ فاز اولیه شبکه دائم GPS ایران متشکل از ۱۰۷ ایستگاه طراحی و ساختمان راه‌اندازی شد. داده‌های جمع‌آوری شده در مرکز محاسبات ژئودینامیک پردازش و تحلیل می‌شوند و در نتیجه مختصات ایستگاه‌ها با انحراف معیار مربوطه و سری زمانی برای هر ایستگاه محاسبه می‌گردد. در حال حاضر ۲/۵ سال از جمع‌آوری مشاهدات ایستگاه‌های دائمی گذشته و می‌توان به میدان سرعت قابل اطمینانی برای این شبکه دست یافت. لذا در این مقاله به بررسی نتایج اولیه میدان سرعت به دست آمده طی ۲/۵ سال و همچنین تعیین میدان استرین مربوطه پرداخته می‌شود. نتایج حاصله حاکی از تعیین میدان سرعت با انحراف معیار ۰/۵ میلی متر نسبت به چهارچوب مبنا اوراسیا و همچنین میدان استرین محاسبه شده تطابقی قابل قبولی با مقادیر حاصله از روش‌های لرزه‌نگاری- روش ژئودتیک (GPS) که به صورت دوره‌ای قرائت گردیدند دارد.

چالش‌های موجود در پالایش داده‌های ژئودتیکی جهت تعیین جابجایی‌های تکتونیکی

غلامرضا جودکی* و وهاب نفیسی**

*گروه مهندسی نقشه‌برداری، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

**گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکده مهندسی دانشگاه زنجان

**گروه مهندسی نقشه‌برداری، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

**گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکده مهندسی دانشگاه اصفهان

Joodaki@ut.ac.ir , Nafisi@eng.ui.ac.ir

به منظور کنترل حرکات پوسته زمین با استفاده از مشاهدات ژئودتیکی، تا کنون روش‌های مختلفی ارائه گردیده که خروجی هر کدام از روش‌ها بنا بر مورد، جابجایی و یا کرنش می‌تواند باشد. اما از آنجایی که جابجایی‌های ناشی از پدیده‌های ژئودینامیکی و تکتونیکی را می‌توان به‌عنوان خطاهای سیستماتیک عمده موثر بر مشاهدات ژئودتیکی در نظر گرفت لذا با استفاده از روش‌های بازیابی اطلاعات مانند استفاده از فیلترهای عددی بر روی سری زمانی مشاهدات می‌توان به مقدار جابجایی‌ها برای یک منطقه مشخص دست یافت. از جمله فیلترهای عددی می‌توان به فیلتر وینیر و کالمن فیلتر اشاره نمود. در این مقاله سعی گردیده است تا با مقایسه این دو فیلتر بر روی مشاهدات ایستگاه‌های دائمی GPS (به‌طور خاص ایستگاه‌های IGS) برای یک منطقه مشخص (که قبلاً با روش‌های ژئودتیکی حرکات پوسته در آنجا تعیین گردیده است) اولاً صحت و دقت روش استفاده از فیلترهای عددی در کنترل حرکت پوسته تعیین شود و ثانیاً نتایج دو فیلتر با یکدیگر مقایسه گردد.

بررسی راه‌اندازی دینامیکی زمین‌لرزه به تاخیر افتاده با استفاده از قانون Omari

سیده نسرین حسینی مطلق* و شیرین صداقت*

*گروه فیزیک، دانشگاه علم و صنعت ایران

hosseinimotlagh@iust.ac.ir

Sedaghat_sh1382@yahoo.com

هنوز نامعلوم است که آیا بیشتر زلزله‌های نزدیک- میدان به‌وسیله تغییرات تنش استاتیکی راه‌اندازی می‌شوند یا به‌وسیله تغییرات تنش دینامیک. این نسبت دارای اهمیت می‌باشد، زیرا برهم‌کنش‌های استاتیکی زلزله به‌طور فزاینده‌ای به پیش‌بینی‌های احتمالی منجر می‌شوند. مطالعات اخیر در رابطه با نشان دادن همه پیش‌بینی‌های از روی فرضیه تغییر- تنش - استاتیک، به‌خصوص کاهش‌های نرخ‌های ارتعاش ناتوان بوده‌اند. اما فرضیات تغییر تنش دینامیکی فعلی، راه‌اندازی زلزله به تاخیر افتاده و قانون Omari را شرح نمی‌دهند. ما در اینجا به‌طور عددی نشان می‌دهیم که اثر امواج ارتعاشی بتوانند برخی از تماس‌های اصطکاکی در نواحی شکست خورده (گسل) را تغییر دهند، این فرضیه به گسل‌هایی که از یک قانون اصطکاک نرخ/ حالت پیروی می‌کنند و نیز به تغییرات امواج ارتعاشی که فاصله لغزشی بحرانی متوسط (D_c) در نواحی دارای (nucleation) بستگی دارد.

ایجاد شبکه‌ی پایش پیوسته گاز رادون درون آب زیرزمینی چاه‌های عمیق دانشگاه
ولی عصر (عج) رفسنجان جهت بررسی نقش پیش‌نشانگری گاز رادون در رویداد
زلزله

مجتبی رحیمی*، سید ابراهیم قریشی*، حسن رنجبر عسکری* و علی نگارستانی**

* رفسنجان، گروه فیزیک دانشگاه ولی عصر (عج)

** سازمان انرژی اتمی ایران

m_rahimi@mail.vru.ac.ir

در این کار، غلظت گاز رادون درون آب چاهی به عمق بیش از ۱۵۰ متر در فواصل زمانی نیم ساعتی به مدت بیش از ۶ ماه، توسط دستگاه Rad 7 اندازه‌گیری شده است و هم‌اکنون نیز ادامه دارد. پس از حذف اثر محیطی از روی داده‌های اندازه‌گیری شده داده‌های حاصل به همراه اطلاعات هواشناسی منطقه، با استفاده از یک سیستم هوشمند مناسب جهت استخراج و تشخیص الگوی رفتاری مناسب مورد پردازش قرار خواهند گرفت. نهایتاً پس از بررسی ارتباط این الگوی رفتاری با زلزله‌های رخ داده احتمالی در طول دوره اندازه‌گیری، از آن برای پیش‌بینی زمین‌لرزه‌های آتی استفاده خواهد شد.

معرفی چند پیش‌نشانگر هواشناسی و بررسی روند تغییرات آن‌ها قبل از وقوع زلزله (مطالعه موردی: زلزله بم)

غزاله رسانه* و نوید حاج بابائی**

* عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فلاورجان

** اداره کل هواشناسی استان اصفهان

gh_rasaneh@yahoo.com

همه ساله تحقیقات گسترده‌ای به منظور پیش‌بینی وقوع زلزله بر اساس روش‌های علمی و با استفاده از ظهور علائم قبل و بعد از آن انجام می‌گیرد. از لحاظ تئوری اگر پارامترهای دخیل در تنش‌های پوسته زمین را بدانیم قادر به پیش‌بینی زلزله خواهیم بود ولی در عمل انجام چنین کاری بسیار پیچیده می‌باشد که هنوز بعد از گذشت یک سده دانشمندان قادر به ارائه راه‌حل مناسبی در این زمینه نشده‌اند. در بیشتر موارد قبل از وقوع یک زلزله پیش‌نشانگرهای متفاوتی بروز می‌کند که یکی از آن‌ها تغییرات شرایط جوی حاکم بر منطقه قبل و بعد از وقوع زلزله می‌باشد. از جمله این تغییرات می‌توان به فعالیت سیستم‌های جوی در منطقه، تغییرات پارامترهای سینوپتیکی در سطح زمین و تشکیل ابرهای زلزله که از لحاظ شکل و ماهیت کاملاً با ابرهای هواشناسی متفاوتند، اشاره کرد. در این مقاله ابتدا با استفاده از پارامترهای جوی شامل (تغییرات روزانه دما، رطوبت و فشار ایستگاه) و نقشه‌های هواشناسی سطح زمین و سطوح میانی جو و تصاویر ماهواره‌ای نوسان پارامترها در منطقه بم و در بازه زمانی وقوع زلزله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده بیانگر تغییرات نوسانی پارامترهای فوق در روزهای قبل و بعد از زلزله و همچنین حضور سیستم‌های جوی در منطقه و تشکیل ابرهای زلزله چند روز قبل از وقوع زلزله بوده است. در نهایت سعی بر این بوده که با توجه به نتایج به‌دست آمده بتوان احتمال رخداد زلزله را با استفاده از پارامترهای جوی پیش‌بینی کرد.

بررسی رابطه پارامترهای هواشناختی با زلزله در گستره البرز و احتمال استفاده از آن به‌عنوان یک پیش‌نشانگر

نفیسه رضاپور*، عباسعلی علی‌اکبری بیدختی* و مرتضی فتاحی*

*موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

elhamn.rezapour@gmail.com

bidokhti@ut.ac.ir

در این پژوهش داده‌های دمای خاک (تا عمق یک متری) هم‌زمان با زلزله‌های رخ داده در پهنه البرز به مدت ۱۲ سال (از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۴) جهت پیدا کردن روابط احتمالی بین خواص گرمایی خاک و زمان و شدت زلزله‌های رخ داده مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که: دمای خاک یک روز قبل از زلزله‌های رخ داده در این پهنه وابسته به فصل رخداد زلزله، عملکرد متفاوت گسل‌ها، رابطه گسل و مخزن آب زیرزمینی (در صورت وجود)، درز و شکاف‌های پوسته و مکان قرارگیری ایستگاه هواشناسی نسبت به گسل دچار تغییرات اندکی می‌شود. مطالعات در مورد ضریب پخش و شار گرمای خاک نیز نشان داد، تغییرات ضریب پخش و شار گرما قبل از رخداد زلزله در مناطق خشکی و ساحلی متفاوت است. به طوری که برای منطقه خشک افزایش و برای منطقه مرطوب، کاهش آن ملاحظه می‌شود. با توجه به این یافته‌ها به نظر می‌رسد، تغییرات دما تا عمق یک متری خاک، برای استفاده به منظور پیش‌بینی زلزله کافی نباشند و باید دما سنجی را تا اعماق بیشتری انجام داد تا بتوان به نتایج قطعی در مورد این که آیا زمین می‌تواند، قبل از رها سازی کامل تنش‌های ذخیره خود به صورت گسلش، بر تغییرات دما و خواص گرمایی خاک تاثیر قابل ملاحظه بگذارد، رسید.

بررسی پیش‌نشانگرهای لرزه‌ای، مطالعه موردی زلزله بم

مهدی زارع

دانشیار زلزله‌شناسی مهندسی و سرپرست مرکز ملی پیش‌بینی زلزله،
پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

در مقاله حاضر بر اساس رخداد سه پیش‌نشانگر لرزه‌ای مهم قبل از رخداد زلزله ۵ دی‌ماه ۱۳۸۲ بم، تلاش می‌شود تا توالی رخداد این پیش‌نشانگرها، لرزه اصلی و پس‌لرزه‌ها مورد بررسی مجدد واقع شود. در ساعت‌های ۱۰ و ۱۰:۳۰ شب قبل از رخداد زلزله و همچنین ساعت ۴:۴۰ بامداد و حدود ۴۵ دقیقه قبل از رخداد لرزه اصلی سه زلزله با بزرگای کم در شهر بم احساس شد. سپس لرزه اصلی در ساعت ۵:۲۶ بامداد ۸۲/۱۰/۵ بم با بزرگای ۶/۵ و همچنین رخداد حدود ۲ سال پس‌لرزه و زلزله‌های با بزرگای کم تا متوسط و به صورت فوج گونه رخ دادند. در مقاله حاضر تلاش می‌شود تا مشخص گردد که آیا امکان پیش‌بینی زلزله اصلی بم وجود داشته است یا خیر؟ ضمناً تلاش می‌شود تا بر مبنای همین الگوی پیش‌نشانگری در مکان‌های دیگر در ناحیه لوت در ایران امکان پیش‌بینی زلزله بررسی شود. امروزه مشخص شده است که شناخت شاخص‌های زمین‌شناختی و ژئوفیزیکی و تلاش برای شناخت حالت‌های بحرانی (Critical Condition) می‌تواند به پیش‌بینی احتمال رخداد زلزله و خطرهای طبیعی بیانجامد.

پیش‌بینی زلزله محصول فعالیت‌هایی است که در تخصص زلزله‌شناسی صورت می‌گیرد و هدف از آن پیش‌آگاهی و اطلاع‌رسانی از مکان، بزرگای و زمان (به صورت دقیق و یا به احتمال) رخداد زلزله در آینده همچنین پیش‌بایی احتمال رخداد خطر زلزله (شتاب، شدت، سرعت طیفی، شدت دستگاهی) در بازه‌های زمانی کوتاه مدت است. هدف پیش‌بینی زلزله براساس اطلاعات کسب شده در مناطق مختلف لرزه خیز در جهان، برآورد قطعی رخداد (به ویژه در کشورهای شرقی نظیر چین و روسیه) و یا برآورد احتمالی (در کشورهای غرب صنعتی) بوده است.

در ایران و در پی زلزله بم که رخداد پیش‌لرزه‌ها موجب پیش‌آگاهی مردم بود ولی مسئولان محلی و همچنین مقامات کشور امکان برآورد رخداد زلزله ای مهم و اطلاع‌رسانی را نداشتند (و حتی نمی‌توانستند تأیید کنند که لرزش‌های حاصله در واقع زلزله‌هایی هستند که در همان پهنه گسله در حال رخداد است)، و سپس وقوع زلزله بزرگ بم که با بیش از ۳۰۰۰۰ کشته همراه بود، فشاری زیادی از سوی مردم بم به مسئولان وارد آمد و همین موضوع انگیزه مهمی برای پرداختن جاری به امر پیش‌بینی زلزله و تشویق مؤسسات پژوهشی و دانشگاه به راه‌اندازی واحدهای مربوط به پیش‌بینی زلزله و سرمایه‌گذاری در این موضوع شد.

مشاهده پیش‌نشانگرهای مختلف و گزارش شدن برخی از آن‌ها توسط مردم (تغییر رنگ آب‌های رودخانه‌ها، تغییر رفتار پرندگان و سایر حیوانات و تغییرات آب‌هوا شناختی و ...) و سپس رخداد زلزله‌های بزرگ نشانگر آن است که به هر روی می‌توان در این راه تلاش کرد و انتظار دستیابی به نتایج قابل توجه هم حتی در کوتاه مدت داشت.

متأسفانه براساس جو رس‌ان‌های و برمبنای تصور عامه مردم از پیش‌بینی زلزله، همواره نگاه غالب به مسأله (انتظار معمول از این موضوع) ارائه زمان و مکان و بزرگای زلزله به صورت قطعی است به نحوی که بتوان در کوتاه زمان قبل از واقعه با پیش‌آگاهی نسبت به موضوع نسبت به تخلیه مکان مورد نظر اقدام نمود. البته این ایده آل ترین وضع ممکن است و به احتمال کمترین احتمال برای دستیابی به چنین وضعی حداقل در کوتاه مدت وجود دارد.

از سوی دیگر می‌توان با استفاده از انجام پژوهش‌های کاربردی در مرکز پیش‌بینی زلزله در این باب، در زمینه‌های ذیل به پیشرفت‌ها و دستیابی به نتایج کاربردی و قابل استفاده در کوتاه و میان مدت دست یافت.

آنومالی‌های یونوسفری ثبت شده توسط اندازه‌گیری‌های foF2 و TEC و کاربرد آن در پیش‌بینی زلزله‌های شدید

علی اکبر سبزی پرور*، حسن عراقی** و مهری هاشمی دین***

*دانشگاه بوعلی همدان

**اداره کل هواشناسی خراسان شمالی

***اداره کل هواشناسی خراسان شمالی

در این مقاله ما به بحث و بررسی تحقیقات انجام گرفته بر روی آنومالی‌های کل ظرفیت الکترون یونوسفری دریافت شده از دریافت‌کننده‌های زمین GPS و تغییرات فرکانس بحرانی foF2 ثبت شده توسط یونوسوند ها قبل از وقوع زمین‌لرزه‌هایی با قدرت $M \geq 5$ طی سال‌های ۱۹۹۷-۱۹۹۹ و زمین‌لرزه‌هایی با قدرت $M \geq 6$ طی ماه سپتامبر ۱۹۹۹ تا دسامبر ۲۰۰۲ در کشور تایوان، می‌پردازیم. نتایج یکسانی از بررسی‌های انجام گرفته بر روی TEC (Total Electron Content) و foF2 (frequency of F2) به دست آمده است. و کاهش‌های آنومالی را در چهار روز قبل از زمین‌لرزه‌ها اعلام می‌نمایند.

استخراج اطلاعات یونسفر بر اساس مشاهدات دوفرکانسه ایستگاه‌های دائمی GPS

فرهاد صادقی

سازمان نقشه برداری ایران

Fa.sadeghi@ncc.neda.net.ir

با توجه به اثر خطای یونسفر در مشاهدات GPS و به خصوص در طول بازهای بلند و از طرفی محدودیت استفاده از مشاهدات تک فرکانسه GPS نیاز به تعیین مدل محلی بر اساس اطلاعات پایه دوفرکانسه و در نتیجه کاربرد آن در تلفیق با اطلاعات تک فرکانسه مفید خواهد بود در این راستا می‌توان با بهره‌گیری از اطلاعات موجود شبکه‌های دائمی GPS، به استخراج رفتار یونسفر در منطقه پرداخت. مطابق با هدف مطرح شده، مشاهدات دوفرکانسه ایستگاه‌های دائمی شبکه ژئودینامیک سراسری ایران مورد پردازش قرار گرفت. مختصات و سرعت ایستگاه‌ها با دقت ± 1 میلی‌متر به روش (Precise Point Positioning) PPP و با استفاده از نرم‌افزار علمی Bernese v5.0 استخراج و در مرحله بعد با استفاده از مدل‌های جهانی و محلی مقادیر TEC به صورت عددی محاسبه و نقش یونسفر ترسیم گردید و ضرایب مربوطه به مدل محلی برآورد و به منظور آزمایش نتایج حاصله از مدلسازی در پردازش مشاهدات تک فرکانسه استفاده گردید.

به‌طور کلی با به‌کارگیری مشاهدات ایستگاه‌های دائمی در هر شبکه می‌توان ضرایب و نقشه‌های رفتار یونسفر را به صورت روزانه محاسبه و تولید کرد و online بر روی سایت ویژه‌ای قرار داد. از اطلاعات یونسفر می‌توان در بررسی رفتار فیزیکی بین زمین و خورشید (طوفان‌های خورشیدی) و اثر آن بر تجهیزات ماهواره‌ای و مخابراتی (راديو و تلویزیون) و علوم هواشناسی و ژئوفیزیکی و مباحث تغییرات TEC در زمان رخداد زلزله استفاده نمود. با استفاده از ضرایب محاسبه شده می‌توان اثر یونسفر را بر روی مشاهدات تک فرکانسه و طول بازهای بلند کاهش داد و برای استفاده کنندگان با گیرنده‌های تک فرکانسه دستورالعمل جدیدی اراده نمود. در حال حاضر موضوع پیش‌بینی زلزله بر اساس اطلاعات مربوط به TEC و بکارگیری ضرایب مدل تهیه شده در پردازش، توسط نرم‌افزارهای تجاری در دست تحقیق و بررسی است.

نکته حائز اهمیت در این تحقیق این است که برای اولین بار در کشور ایران مدل محلی و نقشه‌ای از اطلاعات یونسفر بر اساس اطلاعات ایستگاه‌های دائمی GPS از شبکه دائمی ژئودینامیک ایران (IPGN) استخراج می‌گردد.

استفاده از روش ژئومغناطیسی در پیش‌نشانگری زمین‌لرزه

نازلی صبا* و بهروز اسکویی*
*مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

به کمک شبکه ژئومغناطیسی در یک منطقه، تغییرات شدت میدان کل حدود یک‌ماه پیش از زمین‌لرزه قابل محاسبه است. با در نظر گرفتن پایگاه مرجع در منطقه آرام از لحاظ لرزه‌خیزی و مقایسه داده‌های میدان ژئومغناطیسی کل که به‌طور هم‌زمان برداشت شده‌اند و رسم نمودار شدت میدان کل برای یک بازه زمانی معین که شامل زمان وقوع زمین‌لرزه نیز می‌گردد، تغییرات بسته به محل وقوع زمین‌لرزه با بزرگی بیش از ۵، کاهش یا افزایش شدت میدان کل را نشان می‌دهد. تغییر شدت میدان ژئومغناطیسی کل به دلیل اثر پیزومغناطیسی رخ می‌دهد. برای مشاهده این اثر و جدا کردن آن از دیگر تغییرات نظیر اثر یونسفر و مگنتوسفر در ایجاد جریان‌های القایی، داده‌ها را با فیلتر مناسب، فیلتر می‌نمایند.

بررسی تغییرات فرکانس بحرانی لایه F2 یونسفر در زمین‌لرزه ۲۸ خرداد سال ۱۳۸۶ بخش کهک شهر قم

نازلی صبا* و سرمد قادر**

*کارشناس بخش یونسفر، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

**استادیار گروه فیزیک فضا، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

مقاله حاضر به بررسی و استفاده از تغییرات انحراف فرکانس بحرانی لایه F2 به‌عنوان یک پیش‌نشانگر زمانی برای زمین‌لرزه ۲۸ خردادماه سال ۱۳۸۶ که دربخش کهک واقع در جنوب شهر قم رخ داد، می‌پردازد. تفاوت میان بی‌هنجاری‌های مشاهده شده در انحراف فرکانس بحرانی ناشی از زلزله با روزهای آرام و روزهای همراه با توفان ژئومغناطیسی تشریح می‌شود. نتایج نشان می‌دهند که در روزهای آرام فاز منفی و در روزهای همراه با توفان ژئومغناطیسی فاز مثبت غالب است، در صورتی که در دو روز قبل از زلزله و روز وقوع آن بی‌هنجاری‌ها از الگوی متفاوتی پیروی کرده و در آن‌ها هم فاز منفی و هم فاز مثبت مشاهده می‌شود. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهند که از داده‌های سونداژ قائم یونسفری می‌توان به‌عنوان یک پیش‌نشانگر زمانی زلزله استفاده نمود.

معرفی پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی

رابعه صداقت* و بهروز اسکویی*

*مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

میدان‌های الکترومغناطیسی ناهنجار و تغییرات خواص الکتریکی لایه‌های سطحی زمین که می‌تواند قبل یا توام با زمین‌لرزه ایجاد شود برای دهه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله به معرفی پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی و ذکر چند نمونه از زمین‌لرزه‌های پیش‌بینی شده توسط این پیش‌نشانگرها می‌پردازیم. برخی مکانیسم‌ها راجع به منشا پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی که انتظار می‌رود قبل از رویداد زمین‌لرزه تولید شده باشند، بحث می‌شود. طیف فرکانسی پهن سیگنال‌های الکترومغناطیسی تولید شده به وسیله نوسانات دوقطبی میرا شده که توسط فرآیند ریز شکست ایجاد شده، شرح داده می‌شود. چند مثال از این پیش‌نشانگرهای مرتبط با زلزله بیان می‌شود. مقایسه‌ای بین پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی ثبت شده برای چند زمین‌لرزه صورت می‌گیرد و در نهایت معایب و مزیت‌های آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مطالعه تغییرات گرانی به‌عنوان یک پیش‌نشانگر زلزله

سپیده صمیمی نمین* و مجید نعیمی**

*دانشجوی کارشناسی‌ارشد ژئوفیزیک (گرایش گرانی‌سنجی)، کارشناس گروه ژئوفیزیک سازمان زمین‌شناسی کشور

**کارشناس‌ارشد نقشه‌برداری (گرایش ژئودزی) دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

s_samimi58@yahoo.com

Naeimi1360@gmail.com

یکی از روش‌های بررسی تغییر شتاب گرانی در یک منطقه، اندازه‌گیری‌های میکروگرانی‌سنجی است که امروزه با دستگاه‌های دقیقی چون CG3-M یا CG5، با دقت یک میکروگال قابل اندازه‌گیری می‌باشد. روش کلی کار به این صورت است که با در نظر گرفتن گرادیان ارتفاعی اندازه‌گیری شده در محل، تغییرات گرانی ناشی از تغییرات ارتفاعی را می‌توان به‌دست آورد، در صورتی که تغییرات گرانی با تغییرات ارتفاعی دارای توافق منطقی باشند می‌توان نتیجه‌گیری کرد که حرکت همگرایی صفحات تکتونیکی با تغییرات ارتفاعی منطقه جبران می‌شود اما در صورت عدم توافق تغییرات گرانی و تغییرات ارتفاعی و ادامه این روند، حرکت همگرایی این صفحات همراه با افزایش جرم در منطقه خواهد بود که نتیجه آن افزایش تنش انباشته شده در منطقه و در پی آن افزایش خطر لرزه‌ای خواهد بود.

علاوه بر اندازه‌گیری‌های دقیق گرانی روی سطح زمین امکان اندازه‌گیری آن از طریق روش‌های فضایی و داده‌های ماهواره‌ای نیز بررسی شد. پرتاب ماهواره‌های گرانی‌سنجی GRACE در سال ۲۰۰۲ به فضا، امروزه مطالعه تغییرات زمانی میدان گرانی زمین با فرکانس زمانی یک ماهه، در طول موج‌های بلند و متوسط میدان گرانی را فراهم کرده است.

(Okubo&Sun,2004) با معرفی تئوری جابجایی اعداد لاو و تغییر پتانسیل ناشی از تغییر جرم و ارتفاع موفق به بدست آوردن روابط ریاضی در لحظه وقوع زمین‌لرزه شدند و به‌طور مجزا برای هر ۴ نوع گسل اصلی، تابع پتانسیل آن را به‌دست آوردند. همچنین تابع پتانسیل را برای مشاهدات ماهواره‌ای نیز به‌دست آوردند.

با اندازه‌گیری دوره‌ای این تغییرات گرانی (ارتفاعی و جرمی) چه از طریق اندازه‌گیری‌های زمینی و چه اندازه‌گیری‌های ماهواره‌ای و دانستن تغییرات پتانسیل در لحظه وقوع زمین‌لرزه و بررسی نتایج تغییرات پوسته پس از وقوع زمین‌لرزه می‌توان به اطلاعات دقیقی از یک چرخه زمین‌لرزه پی ببریم.

بررسی داده‌های دو ساله ایستگاه ثبت پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی تهران

مرتضی طالبیان*، کوروش لطیفی*، بهروز امینی*، آزاده فریدونی*،

سید هانی متولی عنبران* و مجید نعمتی*

*پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

نخستین ایستگاه ثبت پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی زمین حدود دو سال پیش در بلندی‌های شمال تهران راه‌اندازی شد. از آن زمان تا کنون این ایستگاه ناهنجاری‌های زیادی را ثبت نموده است که به نظر می‌رسد برخی از آن‌ها در ارتباط با رویداد زمین‌لرزه‌ها باشند. در این مقاله سه ناهنجاری که احتمالاً در ارتباط با زمین‌لرزه‌های ۱۱ فروردین ۱۳۸۵ و بروجرد با بزرگی حدود ۶، زمین‌لرزه ۳ شهریور ۱۳۸۶ با بزرگی حدود ۴/۵ جواد آباد در جنوب تهران و زمین‌لرزه ۲۸ آبان ۱۳۸۶ با بزرگی ۴/۹ آرادان می‌باشند به‌عنوان نمونه ارائه شده است. این ناهنجاری‌ها اغلب در فاصله زمانی چند روز تا چند دقیقه پیش از زمین‌لرزه دیده می‌شوند. مطالعه طیفی داده‌های ثبت شده به‌طور کلی بیانگر افزایش دامنه امواج دریافتی در روزهای با رویداد زمین‌لرزه نسبت به یک روز آرام است. این افزایش دامنه در فرکانس‌های بالاتر (بیش از ۷۰ هرتز) محسوس‌تر است. از آنجایی که افزون بر زمین‌لرزه عوامل انسانی و طبیعی دیگری نیز در بروز این تغییرات الکترومغناطیسی موثرند، جهت مطالعه مطمئن‌تر این پیش‌نشانگر هنوز داده‌های کافی در دسترس نیست. از این رو توسعه ایستگاه‌های ثبت داده‌ها و زمان طولانی‌تر مشاهدات مورد نیاز است.

شبیه سازی پیش بینی زلزله با توموگرافی الکتریکی دوبعدی به روش زمان گذر ترتیبی

بهمن عباسی*، احمد اشتری تلخستانی* و بابک اعصارزادگان*

*موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

babbassi@ut.ac.ir

مونیتورینگ مداوم ژئوالکتریکی در مناطق لرزه خیز، روش مفیدی برای بررسی تغییر خواص الکتریکی محیط لرزه زا، نظیر مقاومت ویژه الکتریکی و غیره می باشد. با استفاده از یک دوقطبی فرستنده به عنوان چشمه مصنوعی و یک سری دوقطبی های گیرنده به صورت چند کاناله در یک منطقه لرزه زا به یک گسل شناخته شده فعال، می توان با تعبیه یک ایستگاه مونیتورینگ ژئوالکتریکی، خصوصیات الکتریکی زون شکستگی را در بازه های زمانی مختلف اندازه گرفت و با استفاده از آن زلزله را پیش بینی کرد. در این مقاله شبیه سازی رایان های چنین فرآیندی مورد بحث قرار می گیرد. در ابتدا یک مدل زمین شناسی اولیه از یک گسل لرزه زا در نظر گرفته شده است. سپس با استفاده از یک زیر روال پیشرو پاسخ ژئوالکتریکی چنین زمینی به عبور جریان از آن شبیه سازی شده است. در نتیجه یکسری مقاومت ویژه های ظاهری حاصل آمده است. درست مانند آن که اندازه گیری های واقعی انجام گرفته است. از این مقاومت ویژه ها در یک روش وارون سازی زمان گذر استفاده شده است تا در نهایت بتوان تغییرات مقاومت ویژه مدل سازی و به مدل حقیقی نزدیک کرد. با شبیه سازی پیش بینی زلزله قبل از انجام یک عملیات صحرایی وقت گیر می توان یک برآورد کلی از روش پیش بینی به دست آورد. در شرایطی که نوفه های طبیعی شامل سیگنال های غیر تکتونیکی، در طول مونیتورینگ کم باشند، یا به خوبی تضعیف شده باشند، با این روش می توان به آنومالی های تکتونیکی را ثبت کرد و از آن در پیش بینی زلزله استفاده کرد.

مدل ابر زلزله به‌عنوان پیش‌نشانگر زلزله با نگرشی بر ابر زلزله‌ی بم

هادی عطاپور* و مصطفی شاکرمی**

*دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معدن، مکانیک سنگ، دانشگاه تهران

**دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معدن، اکتشاف معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان

hadiatapour63@Yahoo.com

Shakarami@Graduate.uk.ac.ir

در این مقاله تشکیل ابر زلزله‌ای به‌عنوان یک پیش‌نشانگر زلزله که تاکنون کمتر شناخته شده است، معرفی می‌گردد. آقای Shou جز اولین کسانی است که به مطالعه تشکیل ابر زلزله به کمک تصاویر ماهواره‌ای پرداخت. ایشان پس از مطالعه ۵۰ زلزله از جمله زلزله بم وجود همبستگی بین تشکیل ابر زلزله و زلزله قریب الوقوع را مطرح نمود. قبل از وقوع زلزله در اثر فشار و دمای بالای ناشی از اصطکاک، آب‌های موجود در شکستگی‌های سنگ به بخار تبدیل می‌شود. بخار حاصل از کانون قریب الوقوع از میان شکستگی‌ها به طرف سطح فوران می‌کند و در صورت مساعد بودن شرایط جوی به‌صورت ابر تجمع می‌یابد. در تصاویر ماهواره‌ای این ابر به دلیل پیدایش ناگهانی، شکل خطی و موقعیت ثابت منبع مولدش از ابرهای معمولی قابل تشخیص می‌باشد.

تشخیص الگوی بی‌هنجار در سرشت لرزه خیزی

مصطفی علامه زاده

پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

mallam@iiees.ac.ir

وقوع زمین‌لرزه‌ها در اغلب موارد همراه با یکسری بی‌هنجاری در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محیط می‌باشد. ارائه مدل‌های مختلفی که تا اندازه‌ای پدید آمدن این گونه بی‌هنجاری‌های را توجیه می‌کنند پژوهشگران را بر آن داشته تا در مناطقی که احتمال وقوع زمین‌لرزه می‌رود، اقدام به تحت نظر گرفتن تغییر ویژگی‌های ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و زیست‌شناختی نمایند. اگر چه این مشاهدات تاکنون نتوانسته‌اند نشانه‌هایی قطعی از رویداد زمین‌لرزه‌ها را در اختیار قرار دهند، ولی این امکان را فراهم آورده‌اند تا پس از وقوع رویداد اصلی، با بازبینی داده‌های مربوط شناخت بهتری از پیش‌نشانگرها و امکان استفاده از آن‌ها در امر پیش‌بینی زمین‌لرزه‌ها به دست آید. در ادامه پیش‌نشانگرهای مهمی که امروزه براساس شواهد علمی می‌توانند در امر پیش‌بینی زمین‌لرزه‌ها کارایی داشته باشند معرفی می‌گردند.

تغییر بی‌هنجار در سرشت لرزه‌خیزی یک منطقه می‌تواند نشانه‌ای از در پیش بودن زمین‌لرزه‌ای قوی باشد. افزایش بی‌هنجار در تعداد زمین‌لرزه‌های کوچک می‌تواند به رویداد یک زمین‌لرزه بزرگ تعبیر گردد. اطلاعات موجود نشان می‌دهد که بی‌هنجاری در سرشت لرزه‌خیزی می‌تواند به صورت بروز پیش‌لرزه‌ها، فعالیت‌های لرزه‌ای بی‌هنجار، وقفه‌های لرزه‌ای، افزایش و یا کاهش فعالیت‌های لرزه‌ای، تغییر در ضریب پتانسیل لرزه‌خیزی b و مهاجرت کانون زمین‌لرزه‌ها ظاهر شود. با محاسبه پیوسته و مداوم ضریب b برای یک منطقه می‌توان معیاری برای تغییرات فعالیت لرزه‌ای در آن منطقه به دست آورد. تغییرات ضریب b در طول زمان می‌تواند گویای یک لرزش قوی در آینده نزدیک باشد. یک چنین تغییراتی در سال ۱۹۷۵ قبل از زمین‌لرزه آوریل در چین مشاهده شده است. یکی از پیشگویی‌هایی که به نظر می‌رسد موفق بوده است، پیش‌بینی یکی از پس‌لرزه‌های بزرگ ($M_s=6$) بعد از زمین‌لرزه ۱۹۷۶ منطقه فریولی ایتالیا است. برپایه این پیش‌بینی موجب گردید که مسؤلان شهر به مردم هشدار دهند و آن‌ها را از سکونت در ساختمان‌های ضعیف برحذر دارند. همچنین به افزایش بی‌هنجار تعداد ماهانه زمین‌لرزه‌ها، حدود ۱/۵ سال پیش از زمین‌لرزه هایچنگ چین با بزرگی ۷/۳ در سال ۱۹۷۵ به‌عنوان پیش‌نشانگر لرزه‌خیزی برای پیش‌بینی این زمین‌لرزه می‌توان اشاره نمود. هدف از انجام این پژوهش ارائه روش‌های

نویسن ریاضی جهت تشخیص الگوهای لرزه‌ای قبل از زمین‌لرزه‌های بزرگ ($M > 6$) با تکنیک خوشه‌یابی به منظور شناسایی مناطق پرخطر لرزه‌ای^۱ در سرزمین ایران است. الگوهای لرزه‌ای مشاهده شده قبل از زمین‌لرزه‌های بزرگ موارد زیر است که توسط (Mogi, 1976) مطرح شده است.

۱- پیش‌لرزه‌های (Fore shocks)

۲- مکان‌های آرام لرزه‌ای (Preseismic quiescence)

۳- پیش‌نشانگرهای (Swarm)

۴- دنات‌های لرزه‌ای (Doughnut)

اگرچه برخی از زمین‌لرزه‌های بزرگ با تمام پیش‌نشانگرهای لرزه‌ای و یا برخی از آن‌ها همراهند ولی الگوهای لرزه‌ای مربوط به Seismic quiescence در بیشتر موارد قبل از زمین‌لرزه‌های بزرگ ظاهر می‌شود. با توجه به این‌که الگوهای لرزه‌ای قبل از زمین‌لرزه‌های بزرگ ممکن است به وضوح مشخص نباشد، استفاده از تکنیک‌های تشخیص الگو با مدل‌های آماری پیشرفته نظیر شبکه‌های عصبی و مدل‌های بدون سرپرستی نظیر مدل‌های خودسازمان یافته برای شناسایی مناطق پرخطر لرزه‌ای پیشنهاد می‌شود.

تفکر خودسازمان‌یافتگی^۲ توصیف منطقی خوبی برای پدیده‌های بدون مقیاس نظیر زمین‌لرزه است، جایی که در آن هیچ تجربه‌گری برای تنظیم پارامترهای زلزله جهت درک تجمع تنش‌های زمین‌ساختی (تکتونیکی) وجود ندارد. برای یافتن تغییرات کلی در سیستم گسلی قبل از وقوع زلزله‌های بزرگ استفاده از روش‌های فیزیک آماری نظیر شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌تواند سیستم‌های بزرگ را به سیستم‌های کوچک نسبت داده پس از بررسی زلزله‌های کوچک در ناحیه مورد مطالعه روند تجمع زمین‌لرزه‌های آتی را تخمین زند. بیشتر سیستم‌های واقعی نظیر زمین‌لرزه‌ها را می‌توان با یک شبکه مدلسازی کرد که در آن رأس‌ها نمایانگر زلزله‌ها (اجزای سیستم) و اتصال‌های نشان دهنده برهمکنش بین اجزای سیستم هستند. اطلاعات به‌دست آمده از شبکه‌های واقعی (مانند زلزله‌ها) در سال‌های اخیر، به ما این امکان را داده است که بتوانیم تا حدودی به خصوصیات مهم و جهان شمول این شبکه‌ها دست یابیم. در این پایان‌نامه سعی می‌کنیم با استفاده از مفاهیم و ابزارهای فیزیک آماری به بررسی شبکه‌های عصبی و کاربرد آن در پیش‌یابی زلزله بپردازیم. در ابتدا مدل‌های معروف شبکه عصبی استفاده شده در زلزله‌شناسی را مرور کرده و نوع شبکه خود سازمانده کوهونن را در خوشه‌یابی بررسی می‌کنیم. مطالعه سیستم‌های پیچیده نظیر زمین یکی از موضوعات اصلی مکانیک آماری است که با طبیعت سر و کار دارند. همه سیستم‌های گسلی دارای تعداد بی شماری درجه آزادی هستند که بررسی آن‌ها جز با روش‌های احتمالاتی کاری غیرممکن است. این روش توضیح آماری سیستم‌ها به طور ویژه در سیستم‌های پیچیده از اهمیت خاصی برخوردار می‌شود، چرا که در اینجا جزئیات سیستم می‌توانند نقش مهمی در رفتار بزرگ مقیاس (macroscopic) آن داشته باشند. بی‌نظمی زلزله‌ها نیز یکی دیگر از

¹Earthquake Prone Area

² Self-Organizing

مشخصه‌های سیستم‌های گسلی است که مطالعه آن‌ها را مشکل می‌سازد. البته بررسی آماری یک سیستم کاملاً نامنظم و بدون هیچ نوع همبستگی کار زیاد مشکلی نیست. آنچه در این سیستم‌ها مشکل ساز می‌شود همزیستی مسالمت‌آمیز نظم و بی‌نظمی در کنار یکدیگر است. به نظر می‌رسد که بیشتر سیستم‌های پیچیده نظیر فرآیند زلزله در جایی که مرز نظم و بی‌نظمی است به سر می‌برند. شبکه مورد نظر ما در مورد زلزله‌ها به این شکل در نظر می‌گیریم که رأس شبکه‌های زمین - لرزه‌ای از کل زمین لرزه‌ها در صفحه ایران و اتصالات بین آن‌ها نشان دهنده ارتباط نزدیک آن‌ها باشد (فاصله دو رویداد از یکدیگر). اتصال بین دو زلزله نزدیک نشان می‌دهد که آن‌ها به طور فیزیکی با یکدیگر به لحاظ آماری ارتباط دارند. به طوری که احتمال رخداد زمین لرزه‌ای بزرگتر را در آن ناحیه به دنبال دارد. ما می‌توانیم شبکه زلزله‌ها را به همین ترتیب بسازیم، شبکه‌ای که در آن رأس‌ها زمین لرزه‌هایی که در طی یک فرآیند به زلزله دیگری تبدیل می‌شود به طوری که انرژی کل ذخیره شده در گسل‌ها آزاد می‌شود. مدل شبکه عصبی که در مورد زلزله شبیه سازی کرده ایم یکی از مهم‌ترین شبکه‌های حیاتی یک موجود زنده است. در این شبکه رأس‌ها نقش نرون‌ها را ایفا می‌کنند و اتصالات جهت دار بین آن‌ها همان اتصالات سیناپسی بین دو نرون هستند. یک اتصال سیناپسی از انتهای یک نرون خارج و به بدنه نرون دیگر وصل می‌شود. جهت اتصال بین این دو نرون به نرون دوم اشاره می‌کند. (علامه زاده و همکاران، ۲۰۰۳) در این پژوهش برای شناسایی الگوهای لرزه‌ای از ویژگی تعمیم شبکه عصبی بهره جسته و سیستمی را برای کار در دنیای حقیقی که یک دنیای نادقیق است طراحی می‌کنیم. از طرف دیگر چون کاتالوگ‌های زمین لرزه‌ها ممکن است ناقص و ناکافی باشد شبکه‌های عصبی می‌توانند رفتار خود را با توجه به محیط ورودی‌ها و خروجی‌ها به گونه‌ای تغییر دهند تا پاسخ مناسب طبیعت را آشکار نماید. از این روش در ناحیه البرز مرکزی برای تعیین و مکان‌های پرخطر لرزه‌ای با دو روش شبکه عصبی و روش (Groshkov, et al., 2003) استفاده شده است به طوری که نتایج یکسانی را در بر داشته است. در این پژوهش در نظر است برای منطقه بم، کپه داغ نیز این بررسی صورت گیرد.

در این روش‌ها تجزیه و تحلیل خوشه^۳ تکنیک مهمی در حوزه تجزیه و تحلیل داده‌های زلزله است و در بسیاری از مباحث زلزله شناسی کاربرد دارد، خوشه بندی ابزاری برای کشف ساختار داده‌هاست که برخلاف اغلب روش‌های آماری نیازی به فرضیات زیاد ندارد در گذشته برای پیش بینی وضع هوا در هواشناسی آمریکا استفاده شده است. با توجه به اینکه الگوهای لرزه‌ای قبل از وقوع زمین لرزه‌های بزرگ ممکن است مشخص نباشد نیاز به مدل‌های آماری پیشرفته نظیر شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل‌های بدون سرپرستی انکار ناپذیر است. در این پژوهش از شبکه عصبی خود سازمانده کوهونن جهت خوشه‌یابی زلزله‌ها معرفی می‌شود که قادر است زلزله‌های مشابه مربوط به یک گسل را در یک طبقه دسته بندی نماید و همبستگی میان آن‌ها را کشف نماید. در این روش از کاتالوگ زمین لرزه‌ها استفاده می‌شود به طوری که در یک نگاه به گذشته آماری (پس‌نگری) این روش را برای زلزله‌های بزرگ می‌توان آزمایش نمود. تعیین اینکه یک سیستم پیش بینی کننده چه چیزهایی را باید بداند و چه توانایی‌هایی را باید

³ Clustering

داشته باشد مهم است. قطعاً برای پیش‌بینی کردن یک سیستم پیچیده نظیر زمین باید تمام اطلاعات مربوط به سیستم گسلش را شناخت.

در نتیجه آگاهی از پارامترهای معرفی شده از رفتار گسل در یک زمان می‌توان اطلاعاتی از رفتار آن در زمان‌های آینده داشت. معرفی پارامترهای **Morphostructural zoning** اطلاعات مفیدی از ساختار گسلش بلوک‌های منطقه لرزه‌خیز فراهم می‌آورد، به گونه‌ای که ساختارهای ناپایدار (گره‌ها) در اطراف تقاطع‌های گسله‌ها بیانگر پتانسیل لرزه‌ای گره‌ها است. که توسط روش شناسایی الگو^۱ ارزیابی می‌شود (Goroshkov, 2004).

روش‌های شناسایی و تشخیص الگو برای پیش‌بینی مناطق «پرخطر لرزه‌ای^۲» با شبکه عصبی قادر است موارد زیر را هوشمندانه برجسته نماید.

۱- تشخیص افزایش فعالیت‌های لرزه‌ای

۲- بررسی تغییر روند لغزش در زون‌های مختلف به وسیله تعیین روند مکان‌های چگالتر از کاتالوگ لرزه‌خیزی منطقه.

۳- تخمین مکان خوشه‌های^۳ لرزه‌ای و ناپیوستگی‌های لرزه‌ای

۴- تخمین مکان‌هایی که دارای سکوت لرزه‌ای می‌باشند و همچنین بی‌قاعدگی‌های لرزه‌ای در فضا و زمان باتوجه به توانمندی‌های شبکه عصبی مصنوعی برای تشخیص الگوهای آماری فرآیند زمین‌لرزه از شبکه عصبی خود سازمانده کوهون **Self-Organizing Feature Maps** استفاده خواهیم کرد. به طوری با دریافت الگوهای ورودی قادر به استخراج مشخصات الگوهای پیچیده‌ای از داده‌های ورودی (کاتالوگ زمین لرزه‌ها) می‌باشد. در این پژوهش در نظر است در ناحیه بم، کپه داغ این بررسی‌های صورت گیرد. معمولاً قبل از وقوع رخداد‌های بزرگ لرزه‌خیزی منطقه دچار آشفتگی خواهد شد به گونه‌ای که از چند ماه قبل در ناحیه مورد نظر زمین لرزه‌های کوچکی رخ می‌دهد که مکان (epicenter) آن‌ها به نظر کاملاً تصادفی است و از هیچ الگو و قانون خاصی تبعیت نمی‌کند. پیش‌بینی مکانی چنین زلزله‌هایی پیچیده بوده و در عین اینکه بی‌نظم می‌باشند از نظم و قاعده خاصی تبعیت می‌کنند به طوری که شناسایی الگوی آن‌ها با استفاده از روش‌های آماری پیشرفته امروزه ممکن شده است.

در این پژوهش در نظر است با استفاده از سامانه لرزه‌خیزی که در بردارنده اطلاعات مفیدی است روند مکان‌های چگالتر را شناسایی و ناپیوستگی‌های لرزه‌ای را به روش خوشه‌یابی (Clustering) تشخیص داد.

الگوریتم‌های ریاضی که برای تشخیص الگوی پیش‌نشانگرهای لرزه‌ای پیشنهاد شده است این قابلیت را دارند که با استفاده از کاتالوگ زمین‌لرزه‌ها قواعد این سیستم پیچیده (زمین) را شناسایی و یاد گرفته و مکان زمین‌لرزه‌های بزرگ آینده را ظرف چند ماه آینده تخمین بزنند. الگوهای مورد نظر که شناسایی آن‌ها مورد نظر است مکان خوشه‌ها و فاصله آن‌ها از یکدیگر (تشخیص **Doughnut** های لرزه‌ای) می‌باشند که راه حل تقریبی را برای یافتن نواحی سایزموژنیک و زون‌های پرخطر ارائه می‌دهند.

¹ Pattern Recognition

² Earthquake-Prone area

³ Clustering

جایگاه سن‌یابی به روش لومینسانس در مطالعات زلزله

مرتضی فتاحی

استادیار مؤسسه ژئوفیزیک

اطلاعات قبل از تاریخ، داده‌های تاریخی و دستگامی تواما جهت تخمین خطر زلزله در یک ناحیه به‌کار می‌رود. اولین قدم برای برآورد خطر زلزله در یک منطقه، شناخت و به نقشه درآوردن گسل‌های فعال و تخمین میزان فعالیت آن‌ها می‌باشد. در این جهت ضروری است میزان لغزش هر گسل، دوران رخداد مجدد و زمان آخرین زلزله و شدت آن تخمین زده شود.

نرخ لغزش هر گسل با اندازه‌گیری میزان جابجایی آن و متوسط زمانی که طول می‌کشد تا جابجایی صورت گیرد، به‌دست می‌آید.

زمان تکرار زلزله‌های گسل‌های فعال ایران عموماً طولانی (بیش از چند صد سال) است. بنابراین برای تکمیل اطلاعات فعالیت‌های لرزه‌ای هر منطقه، لازم است که زمین‌لرزه‌های دیرینه مربوط به هر گسل سن‌یابی شود.

دو حوزه دریایی عمان و خزر پتانسیل ایجاد سونامی را دارا هستند. تخمین میزان فعالیت آن‌ها با سن‌یابی سونامی‌های گذشته و یافتن فواصل تکرار شدن این پدیده میسر است.

بسیاری از تمدن‌ها به‌علت زلزله‌های دیرین از میان رفته‌اند و ما اطلاعات تاریخی کافی از آن‌ها در دست نداریم. از این‌رو سن‌یابی دقیق برای درک ارتباط زلزله‌های دیرین، اقلیم‌شناسی دیرین و باستان‌شناسی ضروری است.

لذا سن‌یابی در مطالعات فوق‌الذکر کلیدی است. در بین روش‌های مختلف سن‌یابی، روش لومینسانس به دلایل مختلف از جمله شرایط اقلیمی ایران روشی بسیار مناسب است. در این سخنرانی ضمن توضیح سن‌یابی به روش‌های لومینسانس، جایگاه این روش در مطالعات زلزله ارائه خواهد شد.

معرفی پیش‌نشانگرهای الکتریکی زلزله

فرزانه فراهانی* و بهروز اسکویی*

*مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

بررسی انواع روش‌های پیش‌بینی یک زلزله از طریق مطالعه تغییرات پارامترهای الکتریکی پوسته زمین از جمله مقاومت ظاهری و پتانسیل الکتریکی حاصل از جریانات ایجاد شده حین وقوع پدیده ریز شکست و گسترش ریز ترک‌ها در لایه‌های زیر سطحی پوسته موضوع اصلی این مقاله را تشکیل می‌دهد. مکانیزم حاکم برای ایجاد سیگنال‌های سائیزمو الکتریک و همچنین سایر ولتاژهای تلوریک پیش‌نشانگر مطرح می‌شود، چند نمونه عملی از پیش‌بینی یک زلزله همراه نمودارها و شکل‌های مربوطه ارائه می‌گردد و در ادامه مطالبی در مورد مزایا و یا معایب روش‌های مختلف مطرح شده و راهکارهای عملی جهت تشخیص و حذف نویزهای احتمالی از داده‌ها ارائه می‌گردد.

طراحی و ساخت سیستم پایش غلظت تجمعی گاز رادون درون خاک

خدارحم قندی*، علی نگارستانی**، حسن رنجبر عسکری*، سید محمد باقر مرعشی*

و مجتبی رحیمی*

*گروه فیزیک دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان

**تهران سازمان انرژی اتمی

ghandi_kh@yahoo.com

با توجه به اهمیت گاز رادون ^{222}Rn در پیش‌بینی زمین‌لرزه، اکتشاف اورانیوم، نفت و آب‌های زیر زمینی در این مقاله به طراحی و ساخت دستگاهی برای اندازه‌گیری غلظت تجمعی گاز رادون درون خاک در فواصل زمانی معین و برای یک مدت زمان نسبتاً طولانی می‌پردازد. دستگاه شامل یک لوله استوانه‌ای شکل می‌باشد که یک طرف آن به وسیله فیلتر مسدود می‌شود که فقط به گاز رادون درون خاک اجازه عبور به لوله استوانه‌ای را می‌دهد. در طرف دیگر استوانه آشکارساز CR-39 قرار دارد که توسط یک صفحه دیسک گردان برای مدت زمانی معینی در معرض گاز رادون قرار می‌گیرد، با چرخش دیسک سوراخی که بر روی دیسک می‌باشد جلوی استوانه قرار می‌گیرد. پس از تخلیه‌ی هوای درون استوانه، این سوراخ جای خود را به آشکارساز دیگری داده و این عمل به تناوب تکرار می‌گردد.

معرفی پیش‌نشانگر الکترومغناطیسی ULF

محمد علی کریمی* و بهروز اسکویی*

*موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

سیگنال‌های الکترومغناطیسی خاصی که در محدوده امواج ULF هستند و پیش از زلزله قوی در مناطق لرزه خیز دیده می‌شوند، موضوع بحث پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی زلزله می‌باشد. در این مقاله نشانه‌های این امواج بیان شده و با امواج ULF که منشاء فضایی دارند مقایسه گردیده است. پس می‌توان انتظار یک سری پیش‌نشانگرهای الکترومغناطیسی-لرزه ای مرتبط با زلزله را داشت.

کاربرد شبکه عصبی آدالاین برای بررسی تغییرات زمانی غلظت گاز رادون با پس‌لرزه‌های زمین‌لرزه بم

فروغ کشوری*، نوربخش میرزائی* و علی نگارستانی**

*موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

**سازمان انرژی اتمی ایران

در این تحقیق، برای اولین بار سعی شده است که ارتباط زمانی مابین تغییرات در میزان غلظت گاز رادون و وقوع پس‌لرزه‌های زمین‌لرزه بم ($M_s = 6/8$, ۲۰۰۳/۱۲/۲۶) مورد بررسی قرار گیرد. پردازش داده‌های غلظت گاز رادون و پارامترهای جوی با استفاده از شبکه عصبی خطی آدالاین صورت گرفته است. تجزیه و تحلیل داده‌های غلظت گاز رادون اندازه‌گیری شده در بم نشان می‌دهد که شبکه عصبی خطی آدالاین قادر به شناسایی تغییرات خطی غلظت گاز رادون ناشی از پارامترهای جوی از بی‌هنجاری‌های حاصل از پس‌لرزه‌ها است. در این حالت، بی‌هنجاری در میزان غلظت گاز رادون را می‌توان ترکیبی از تغییرات ناشی از زمین‌لرزه اصلی و وقوع پس‌لرزه‌های زیاد با فواصل زمانی کم نسبت داد. از این رو بر خلاف زمین‌لرزه‌های اصلی، امکان جداسازی بی‌هنجاری‌های ناگهانی برای تغییرات غلظت گاز رادون ناشی از پس‌لرزه‌ها وجود ندارد.

بررسی داده‌های پیوسته میدان گرانی در خلال سالهای ۶۸-۱۹۶۴ میلادی منطقه تهران و مقایسه آن با رکوردهای زلزله و تغییرات سطح آبهای زیرزمینی

سیده‌حانی متولی‌عنبران*، وحید ابراهیم زاده‌اردستانی*، آزاده فریدونی*، مجتبی نقوی*

و محمدمحسن نیرومند*

*موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

Hani@Motavalli.com

در مطالعه حاضر تغییرات پیوسته شتاب جاذبه در خلال سال‌های ۱۹۶۴ تا ۱۹۶۸ میلادی در ایستگاهی در موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران به منظور بررسی اثر این تغییرات بر رخداد زلزله مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور تغییرات سالانه شتاب جاذبه برحسب میلی‌گال در روز ترسیم و نمودار هیستوگرام تعداد زلزله‌های رخ داده آن سال‌ها به تفکیک ماهانه آورده شده است. یک همخوانی خوب بین تغییرات شتاب جاذبه و تعداد زلزله‌ها مخصوصاً در سال‌های ۱۹۶۶ و ۱۹۶۸ دیده می‌شود. همچنین تغییرات سطح آبهای زیرزمینی در ۳ نمونه چاه در طی ۴ سال بررسی شده است که یکی از عوامل افزایش شتاب جاذبه در ماه‌های ۳-۴-۵-۶ میلادی می‌تواند افزایش سطح آبهای زیرزمینی باشد که به نوبه خود موجب بار اضافی بر پوسته باشد.

پیش‌بینی زلزله با استفاده از پیش‌نشانگرهای الکتریکی

میر ستار مشین چی اصل* و علیرضا صفری*
*دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
m_meshin@yahoo.com
alireza_geophysics@yahoo.com

تکنیک VAN روشی برای پیش‌بینی زلزله با استفاده از سیگنال‌های الکتریکی لرزه‌ای (SES) می‌باشد. آزمایشات فیزیکی حالت جامد نشان داده‌اند که اجسام جامد دارای دوقطبی‌های کوچک الکتریکی مانند کوارتز وقتی تحت استرس قرار می‌گیرند، قبل از شکستن جریان‌های الکتریکی ضعیف و ناپایداری از خود منتشر می‌کنند که هم مقدم بر شکستگی هستند و هم قابل اندازه‌گیری می‌باشند. این سیگنال‌ها به صورت اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از جسم بروز می‌کنند. از آنجائی که وضعیت مشابهی قبل از یک زلزله در اطراف گسل پیش می‌آید می‌توان از این سیگنال‌ها به عنوان پیش‌نشانگر استفاده کرد. در این روش با اندازه‌گیری پیوسته این سیگنال‌ها در نواحی اطراف گسل و تکیه بر روابط تجربی به دست آمده احتمال پیش‌بینی زلزله بسیار زیاد است.

بررسی تغییرات غلظت گاز رادون و عوامل هیدروژئوشیمیایی به‌عنوان پیش‌نشانگر زلزله در چشمه‌ی آبگرم جوشان، استان کرمان

حبیب اله منتظری*، احمد عباس نژاد** و علی نگارستانی***

* دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی زیست‌محیطی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

** عضو هیات علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان، گروه زمین‌شناسی

*** از- تحقیقاتی پیش‌نشانگرهای زلزله، مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی

به‌منظور بررسی تغییرات غلظت گاز رادون و عوامل هیدروژئوشیمیایی به‌عنوان پیش‌نشانگر زلزله، چشمه آبگرم جوشان به علت نزدیکی به گسل سیرچ- گلباف و قرار گرفتن در یک محدوده‌ی بسیار لرزه‌خیز مورد مطالعه قرار گرفت. غلظت گاز رادون محلول در آب به‌طور پیوسته و با فاصله زمانی ده دقیقه تعیین شد. دمای آب نیز به‌طور پیوسته در فواصل زمانی ده دقیقه اندازه‌گیری گردید. pH و EC آب به‌صورت هفتگی و غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی آب (شامل: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-)، به‌صورت موردی مشخص شد. در نهایت داده‌های اندازه‌گیری شده، به‌همراه اطلاعات جوی و زمین‌لرزه‌های ثبت شده در شعاع ۲۰۰ کیلومتری منطقه، جهت بررسی ارتباط زمانی بین تغییرات غلظت گاز رادون و رخداد زلزله مورد استفاده قرار گرفته است.

بررسی مهمترین روش‌های تحلیل آشفستگی‌های مغناطیسی ULF به‌عنوان پیش‌نشانگر زلزله

منصوره منتهایی* و عارف بالی*

*مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

**پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

mmontaha@ut.ac.ir

arefbali@yahoo.co.in

پدیده‌های الکترومغناطیسی همراه با زمین‌لرزه‌های بزرگ به منظور پایه ریزی روشی برای نظارت بر فعالیت‌های پوسته مثل زلزله‌ها و فوران‌های آتشفشانی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. از میان این پدیده‌ها، تغییرات غیرعادی در نوسانات میدان مغناطیسی در محدوده $ULF (f < 1Hz)^1$ ، به‌دلیل شواهد متقاعدکننده بیشتر، یکی از محتمل‌ترین داده‌ها برای پیش‌بینی کوتاه مدت زلزله‌ها می‌باشند. اما مشکل اصلی در استفاده از این داده‌ها تشخیص سیگنال بسیارضعیف ایجاد شده توسط فعالیت زلزله‌ای از نویزهای قوی‌تر موجود می‌باشد. در این مقاله مهمترین روش‌های تحلیل این نوع از داده‌ها که برای حل این مشکل مورد استفاده قرار می‌گیرند، تحلیل مؤلفه اصلی و تحلیل سرعت‌های فازی و گرادیان‌های نوسانات ULF، به‌همراه مطالعه چند نمونه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

¹ - Ultra Low Frequency

بررسی پتانسیل لرزه‌خیزی گسل شمال قزوین با استفاده از روش سنجش فرکتالی نشانگرهای مغناطیسی

سیدرضا مهرنیا

استادیار دانشگاه پیام نور

r_mehrniya@pnu.ac.ir

اخیراً مطالعه کمیت‌های زمین فیزیکی (به‌ویژه مغناطیس و الکترومغناطیس) در قالب تحلیل مولفه‌های فرکتالی (خود تشابهات) و شناسائی پدیده‌های گسلی در مناطق لرزه خیز، کاربرد موثری در پیش‌بینی زمین لرزه‌های آمریکا، استرالیا و چین داشته که در مجموع دکترین جدیدی را در کلیه مراحل جمع‌آوری، طبقه‌بندی، پردازش و تلفیق اطلاعات حاصل از مناطق لرزه خیز پیش رو نهاده است. با توجه به اهمیت مقابله با حوادث ناشی از زلزله در کشورمان، این پژوهش ضمن معرفی توابع فرکتالی، بازنگری در پایگاه اطلاعات مغناطیسی استان قزوین را مورد تاکید قرار داده و با ارزیابی کمیت شدت میدان (درحوزه فرکانسی)، به بررسی رفتار لرزه ای گسل شمال قزوین مبادرت نموده است.

پیش‌نشانگرهای فرا صوتی و اثر آن بر حیوانات خشکی و دریایی

احمد نادرزاده* و حسن کیانوش
*شرکت مهندسی مشاور پارس آیند آب
naderzadeh@dpi.net.ir

اساس پیش‌بینی تجربی زلزله بر مشاهده پدیده‌های پیش‌نشانگر استوار است و مشاهدات بسیاری نیز تاکنون صورت گرفته است. به طور کلی زمان ظاهر شدن پیش‌نشانگر، مدت دوام، مقدار و اندازه پیش‌نشانگر، اندازه توزیع مکانی، مرحله گسترش و موارد دیگر به‌عنوان مبنای پیش‌بینی سه پارامتر اصلی یک زلزله (زمان، مکان، بزرگا) به کار برده می‌شود. پیش‌نشانگرهای بسیاری تاکنون شناخته شده که مبنای پیش‌بینی زلزله‌های متعددی قرار گرفته است. یکی از پیش‌نشانگرهای مهم، انتشار امواج فراصوتی در منطقه رومرکز زلزله و اثر آن بر حیوانات خشکی و دریایی است. این امواج باعث تغییر رفتار در حیوانات می‌شود به طوری که تشخیص و تفکیک درست و به موقع آن از سایر رفتارهای غیر عادی حیوانات می‌تواند به‌عنوان اطلاعات پایه برای پیش‌بینی زلزله قریب‌الوقوع به کار گرفته شود. این مقاله رفتار غیر عادی حیوانات را در برابر امواج فراصوتی مورد بررسی قرار می‌دهد.

بررسی اندازه‌گیری غلظت گاز رادون محلول در آب توسط غشا

حسین نوری نژاد*، حسن‌هاشمی پور رفسنجانی* و علی نگارستانی**

*دانشگاه شهید باهنر کرمان، بخش مهندسی شیمی

**کرمان، ماهان، مرکز تحقیقات و تکنولوژی پیشرفته علوم محیطی

با توجه به پتانسیل بالای کشورمان در زمینه وقوع زمین‌لرزه، نیازی اساسی برای بررسی و تحقیق در مورد این پدیده طبیعی احساس می‌شود. طبق تحقیقات یکی از این پیش‌نشانگرها، تغییر غلظت گاز رادون محلول در آب‌های زیرزمینی می‌باشد. از آنجا که آشکار سازهای پیوسته رادون تنها قادرند میزان این گاز را در فاز هوا اندازه‌گیری کنند، در عمل مجبوریم به نحوی این گاز را از فاز آب جدا کرده و وارد فاز هوا نماییم. در بسیاری از موارد این عمل توسط روش تماس مستقیم آب و هوا انجام می‌شود. این روش خود دارای مشکلاتی در اندازه‌گیری تغییر میزان گاز رادون در آب می‌باشد. با توجه به توسعه غشاها در فرایندهای جداسازی در اینجا تلاش شده است از این مواد در جداسازی گاز رادون از آب و نفوذ آن به داخل فاز هوا استفاده شود.

استفاده از پیش‌نشانگر لرزه‌ای در زلزله‌های بزرگ ایران

علی هاشمی‌گازار

موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران مرکز لرزه‌نگاری کشوری

alishemiali@yahoo.com

یکی از راه‌های پیش‌بینی زلزله مطالعه و بررسی نشانه‌ها و رویدادهایی است که قبل از وقوع آن حادث می‌شوند که از آن‌ها به‌عنوان پیش‌نشانگرهای زلزله یاد می‌شود. این نشانگرها می‌توانند از چند سال قبل از وقوع زلزله تا چند ثانیه قبل از وقوع آن حادث شوند. با توجه به اصل ناهمگن بودن زمین، همه این نشانگرها یکجا و به‌طور مشابه بروز نکرده و بسته به شرایط اقلیمی، زمین‌شناسی و موقعیت زمین‌ساختی هر منطقه، تعداد بخصوصی از آن‌ها، دارای درجه اهمیت بیشتری می‌باشند. یکی از پیش‌نشانگرهای زلزله تغییر در فعالیت‌های لرزه‌ای یک منطقه می‌باشد. در این مقاله ارتباط این پیش‌نشانگر با وقوع تعدادی از زلزله‌های بزرگ ایران از سال ۱۳۵۸ تا ۱۳۸۶ مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج نشان دهنده بروز این پیش‌نشانگر برای چند زلزله بزرگ در ایران از جمله زلزله‌های قائن، رودبار، بم، سیلاخور، زرنند و فین می‌باشد.