برداشت‌های ژئوفیزیکی-زمین‌شناسی دانشگاه علوم‌پایه در زون فرورانشی مکران

عبدالرضا قدس

دانشیار ژئوفیزیک، دانشکده علوم زمین، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم‌پایه زنجان aghods@iasbs.ac.ir

چکیده:

با توجه به برنامه دولت برای گسترش اقتصادی در بندر چابهار و استان سیستان و بلوچستان و همچنین سابقه تاریخی سونامی و زلزله‌های بزرگ در زون فرورانشی مکران، دانشکده علوم زمین علوم‌پایه زنجان در سال ۹۵ یک برداشت جامع ژئوفیزیکی و زمین‌شناسی را در استان سیستان و بلوچستان آغاز کرد. این برداشت‌ها شامل یک شبکه لرزه‌نگاری موقت جهت به نقشه در آوردن هندسه فرورانش، بررسی لرزه‌خیزی و تعیین ضخامت رسوبات در گوه برافزایشی، برداشت‌های جی‌پی‌اس کمپین جهت مطالعه نحوه تغییرشکل در گوه برافزایشی، برداشت‌های سایزموتکتونیک جهت به نقشه درآوردن گسلش فعال سطحی و نمونه‌برداری سنگ‌شناسی جهت بازسازی تحول سیستم فرورانشی مکران در زمان است. با استفاده از برداشت‌های انجام شده، داده‌های پایه برای تهیه یک نقشه خطر زلزله و سونامی قابل اطمینان را برای منطقه فراهم می‌شود. در این مقاله من برداشت‌های انجام‌شده و در حال انجام را معرفی و آخرین نتایج بدست آمده را ارایه خواهم داد.

واژه‌های کلیدی: فروانش، مکران، زلزله‌شناسی، سایزموتکتونیک، لرزه‌خیزی

IASBS Geophysical and Geological Surveys in Makran Subduction Zone

Abdolreza Ghods

Department of Earth Sciences, Institute for Advanced Studies in Basic Sciences(IASBS),aghods@iasbs.ac.ir

Abstract

In response to the Economic development plans in Iranian Makran subduction zone, Department of Earth Sciences of Institute for Advanced Studies in Basic Sciences started its integrated geophysical and geological survey in Makran in spring 2015. The integrated survey is consisted of 1) a broad band seismic network to estimate the geometry of subducting plate, map seismicity of the region and estimate the thickness of sediments in the accretionary prism, 2) a campaign GPS survey to investigate the deformation within the Makran acrretionary prism, 3) neotectonic survey to map active faults, and 4) petrological sampling to reconstruct the geodynamical evolution of the subduction zone in time. The surveys will provide the basic knowledge to prepare a reliable Earthquake and Tsunami map of the region. I will briefly introduce the different aspect of this large experiment and present some of its early outcomes.

Keywords:

۱ مقدمه

سیستم فرورانشی مکران در جنوب‌شرقی کشور و نیمه جنوبی استان سیستان و بلوچستان واقع است. زاویه فروانشی بسیار کم باعث شده که فاصله بین ابتدای گوه افزایشی و کمان آتشفشانی بیش از ۴۰۰ کیلومتر باشد. در حال حاضر پوسته اقیانوسی عمان با سرعت تقریبی دو سانتی‌متر در سال در حال فرورانش به زیر ایران است (ورنانت، ۲۰۰۴) . با توجه به سرعت کم فرورانش و همچنین عریض بودن سیستم فروانشی میزان لرزه‌خیزی در منطقه نسبت به زاگرس کم است ولی منطقه شاهد زلزله‌های بزرگ تراستی کم زاویه کم عمق (حدود عمق کانونی ۲۰ کیلومتر) در سواحل مکران پاکستان و زلزله‌های عمیق

نرمال (کمتر از صد کیلومتر) در زیر کمان آتشفشانی بوده است (پنی و همکاران، ۲۰۱۶). به علت عدم شناخت دقیق هندسه فروانش در سیستم فروانشی مکران، عدم دقت در مکان‌یابی زلزله‌ها، نبود دانش کافی در نحوه تغییرشکل گوه برافزایشی و نحوه جفت‌شدگی آن با پی‌سنگ اقیانوسی و نبود یک نقشه گسلش فعال باعث شده که برآورد میزان خطر زلزله و سونامی در منطقه بسیار نامطمئن باشد. وجود بلوک‌های غیرلرزه‌ای به مانند چاله جازموریان و همچنین وجود حوضه رسوبی سیستان باعث شده که نحوه تغییرشکل در منطقه بسیار پیچیده گردد.

جهت فراهم آوردن دانش و داده‌های لازم برای تهیه یک نقشه خطر زلزله و سونامی در سیستم فرورانشی مکران، دانشکده علوم زمین در بهار سال ۹۵ یک سری برداشت‌های ژئوفیزیکی و زمین‌شناسی را در منطقه آغاز کرد. یک شبکه لرزه‌نگاری باندپهن از بهار ۱۳۹۵ در منطقه در حال داده‌برداری است (شکل ۱). علاوه بر آن تا بحال دو دوره برداشت جی‌پی‌اس کمپین در امتداد یک پروفیل (چابهار-تفتان) انجام گرفته است (دایره‌های زرد در شکل ۱). برداشت‌های سنگ‌شناسی از کوه آتشفشان تفتان و افیولیت‌های منطقه جهت بازسازی تاریخچه ژئودینامیکی منطقه برداشت شد. در سال ۹۶ برداشت‌های نئوتکتونیک جهت به نقشه در آوردن گسل‌های فعال در مسیر چابهار-ایرانشهر انجام شد.

۲ روش تحقیق

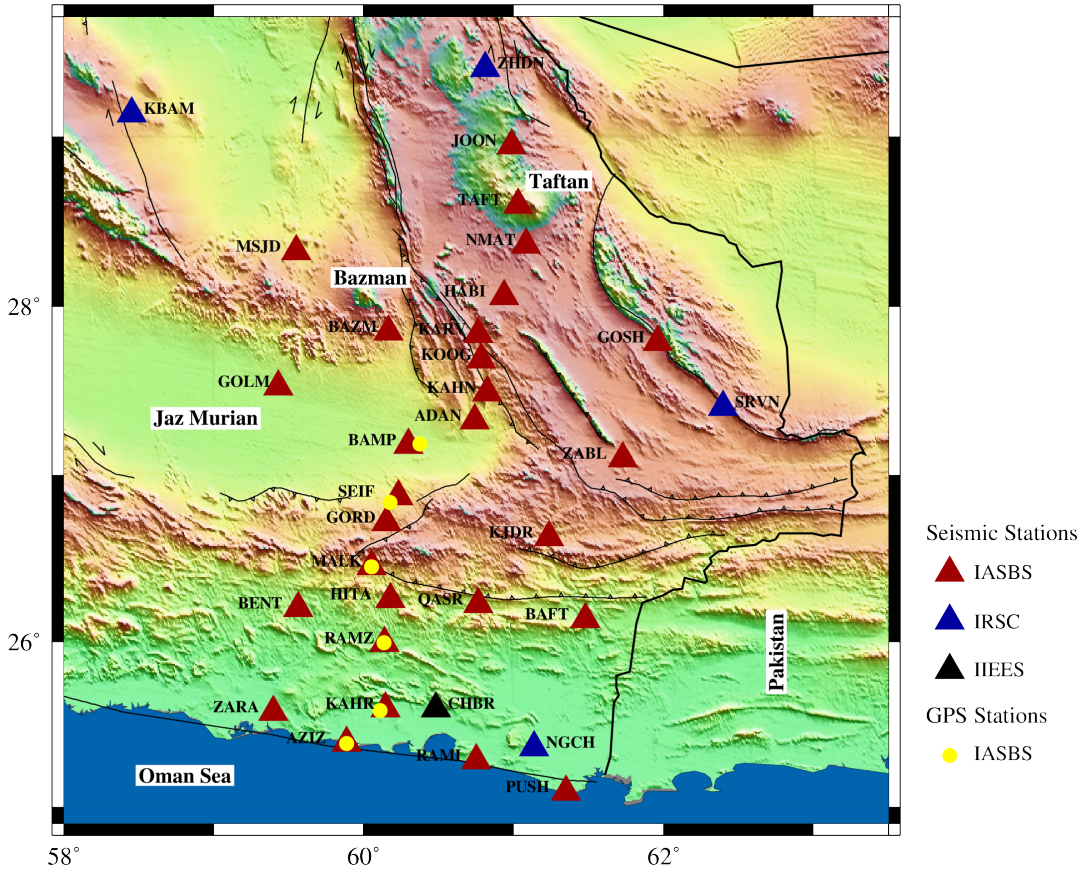
جهت محاسبه هندسه فرورانش، ضخامت گوه برافزایشی و عمق پوسته اقیانوسی یک پروفیل‌های زلزله‌نگاری باندپهن در امتداد یک خط معوج از سواحل کنارک تا شمال کوه تفتان در منطقه نصب شد. جهت ارزیابی لرزه‌خیزی در منطقه ایستگاه‌های کمکی در شرق و غرب این خط لرزه‌ای نصب شد (شکل ۱). تعداد کل دستگاه‌های لرزه‌نگاری مورد استفاده ۱۸ دستگاه است که با جابجاکردن آنها در طول دو سال تعداد کل ۲۸ ایستگاه لرزه‌نگاری در منطق نصب شده است. نتایج اولیه توابع گیرنده نشان می‌دهند که شیب صفحه فرورانش تا شمال شهر نیک‌شهر بسیار کم است و با حرکت به شمال به ناگهان شیب صفحه زیاد می‌شود. عمق تقریبی صفحه در زیر کوه تفتان ۸۰ کیلومتر است. لرزه‌خیزی ثبت‌شده در ۹ ماه اول نصب شبکه لرزه‌نگاری نشان می‌دهد که میزان لرزه‌خیزی در گوه افزایشی و سواحل مکران بسیار کم است. لرزه‌خیزی قابل ملاحظه‌ای در امتداد غربی حوضه رسوبی سیستان و اطراف شهر ایرانشهر مشاهده شده است.

شش ایستگاه موقت جی‌پی‌اس در عرض گوه برافزایشی مکران از بخش ساحلی تا وسط گودال جازموریان (شکل ۱) برداشت گردیده است. این ایستگاه‌ها تا به حال در دو اپوک سالانه در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ برداشت شده‌اند. هر ایستگاه در هر اپک به مدت حداقل ۴۸ ساعت از ساعت صفر GMT برداشت داده شده است. هدف از اندازه‌گیری‌های جی‌پی‌اس، تعیین الگوی دگریختی حال حاضر در درون گوه برافزایشی فرورانش مکران و ارتباط آن با لرزه‌خیزی است. این ایستگاه‌ها به ترتیب از شمال به جنوب شامل ایستگاه‌های شمس‌آباد، اسپکه، تخت ملک، رمضان کلک، رحیم‌آباد و عزیزآباد است.

جهت بررسی تغییرات هندسه و کینماتیک گسلش و چین‌خوردگی در عرض گوه برافزایشی مکران ابتدا با سنجش از دور، نقشه‌ای اولیه از گسلش منطقه تهیه گردید. سپس با انجام ۱۰ روز عملیات میدانی بیش از هزار نشانگر کینماتیکی از گسل‌ها، در ۸۳ ایستگاه برداشت شد. همچنین هندسه چین‌خوردگی‌ها در ۳۰ ایستگاه برداشت گردید. برداشت‌های صحرایی زمین‌شناسی هم راستا با ایستگاه‌های جی‌پی‌اس، در عرض گوه برافزایشی مکران در حدفاصل شهرهای ایرانشهر در شرق گودال جازموریان تا بندر کنارک در بخش ساحلی مکران انجام گرفته‌اند. تحلیل‌های اولیه نتایج نشان می‌دهد که دگریختی امتدادلغز چپ‌بر در مرز گوه برافزایشی با گودال جازموریان غالب است. در بخش میانی گوه، تلفیقی از راندگی‌های با شیب به سمت شمال و دگریختی امتدادلغز جوانتر سیماهای ساختاری اصلی را شکل می‌دهند. در نهایت در بخش ساحلی مکران، گسلش نرمال و مورب لغز با مولفه نرمال سبک دگریختی را کنترل می‌کند.

افیولیت‌های مکران بیانگر باقیمانده لیتوسفر اقیانوسی نئوتتیس جنوبی بوده که در نتیجه همگرایی میان صفحات اوراسیا و عربی تشکیل شده هستند. این افیولیت‌ها، به عنوان بخشی از گوه برافزایشی مکران، به دو کمربند شمالی و جنوبی با روند شرقی-غربی تقسیم می‌گردد. تا بحال بر روی سنگ‌های گوشته‌ای (لرزولیتی) و پوسته‌ای (نفوذی گابرویی و جریان گدازه ولکانیکی) کمربند شمالی این افیولیت در منطقه اسپکه مطالعات ژئوشیمیایی شامل ژئوشیمی عناصر اصلی، کمیاب و نادر خاکی، ژئوشیمی کانیایی و ژئوشیمی ایزوتوپ استرانسیوم، نئودبیوم و سرب انجام شده است. نتایج حاصل از این مطالعات

جدید ژئوشیمایی نشان می‌دهد که در حین فرآیند شروع فرورانش و ادامه آن و در نتیجه بالاآمدگی زبانه‌های آستنوسفریک، یک پوسته اقیانوسی جدید در میان دو پوسته اقیانوسی قدیمی در طی زمان‌های ژوراسیک بالایی تا کرتاسه زیرین تشکیل شده است.



شکل ۱: محل ایستگاه‌های زلزله‌شناسی و جی‌پی‌اس در منطقه فرورانشی مکران. مثلث‌های قهوه‌ای، آبی و سیاه به ترتیب ایستگاه‌های زلزله‌نگاری موقت باندپهن دانشگاه علوم‌پایه و ایستگاه‌های دائم موسسه ژئوفیزیک و پژوهشگاه بین‌المللی زلزله را نشان می‌دهند. دوایر زرد رنگ موقعیت ایستگاه-های جی‌پی‌اس کمپین دانشگاه علوم‌پایه را نشان می‌دهند.

۳ نتیجه‌گیری

نتایجی که تا بحال بدست آمده نشان می‌دهند که شیب ورقه فرورانش در حوالی شهر نیک‌شهر به ناگهان از شیب کمتر از ۵ درجه به شیب بیش از ۱۵ درجه افزایش می‌یابد. لرزه‌خیزی ثبت شده نشان می‌دهد که عمق لرزه‌خیزی همواره کمتر از ۸۰ کیلومتر است. عمق لرزه‌خیزی در سواحل مکران بیش از بیست کیلومتر است تحلیل‌های اولیه نئوتکتونیکی نشان می‌دهد که دگریختی امتدادلغز چپ‌بر در مرز گوه برافزایشی با گودال جازموریان یک تغییر شکل غالب است. مطالعات ژئوشیمایی نشان می‌دهد که افیولیت‌های منطقه اسپکه ناشی از تولید یک پوسته اقیانوسی جدید در میان دو پوسته اقیانوسی قدیمی در طی زمان‌های ژوراسیک بالایی تا کرتاسه زیرین است.

منابع :

Penney, C., Tavakoli, F., Saadat, A., Nankali, H. R., Sedighi, M., Khorrami, F., … Priestley, K. (2016). Megathrust and accretionary wedge properties and behaviour in the Makran subduction zone. Geophysical Journal International.

Vernant, P., Nilfouroushan, F., Chery, J., Bayer, R., Djamour, Y., Masson, F., … Tavakoli, F. (2004). Deciphering oblique shortening of central Alborz in Iran using geodetic data. Earth and Planetary Science Letters, 223(1–2), 177–185. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2004.04.017