مطالعه ساختار پوسته و گوشته فوقانی در زیر منطقه لرزه‌زمین‌ساختی زاگرس و ایران مرکزی با روش‌های توموگرافی غیرخطی و تحلیل توابع گیرنده

فرزام یمینی‌فرد
دانشیار پژوهشکده زلزله‌شناسی faryam@iiees.ac.ir

میثم محمودآبادی، محمد تاتار

کمربند کوهزایی زاگرس که در حاشیه شمالی صفحه عربی قرار گرفته، یکی از جوان‌ترین کمربندهای کوهزایی قاره‌ای جهان است. این کمربند از برخورد صفحات عربی و اوراسیا ایجاد شده است. اگرچه مطالب بسیاری در مورد تحولات تکتونیکی این مناطق موجود است، ولی پرسش‌های بسیاری در این زمینه باقی مانده است. در این مطالعه به منظور بررسی دینامیک زمین در برخورد قاره‌ای صفحات عربی و اوراسیا، ساختار سرعتی شمال غرب زاگرس و مناطق اطرف آن با داده‌های شبکه‌های موقت و دائمی و بکارگیری روش‌های توموگرافی سه‌بعدی دورلرز با روش غیرخطی، وارون‌سازی همزمان داده‌های امواج پیکری و سطحی به روش مونت‌کارلو و اشتقاق امواج برشی مورد بررسی قرار گرفته است تا بتوان تحلیل درستی از چگونگی فعالیت‌های دینامیکی در این برخورد قاره‌ای داشت.

در این مطالعه، در ابتدا به منظور بررسی ساختار عمیق بخش شمالی کوهزایی زاگرس، یک مجموعه داده مناسب متشکل از ۳۲۷۳۸ باقیمانده نسبی موج فشارشی و ۴۶۲۹ باقیمانده نسبی موج برشی، جهت توموگرافی سه بعدی دورلرز با روش غیرخطی، بر روی ۱۲۹ ایستگاه لرزه‌ای قرائت و جمع آوری شده و مدل جدیدی برای کوهزایی زاگرس ارائه شده است شکل (۱). با استفاده از این مدل می‌توان فرآیندهای عمیق وابسته به کوه‌زایی زاگرس را مورد بررسی قرار داد. در مرحله بعدی، به منظور بررسی ساختارهای کم عمق گوشته فوقانی، با وارون‌سازی همزمان داده‌های امواج پیکری و سطحی به روش مونت‌کارلو، ساختارهای سرعتی یک‌بعدی منطقه برخوردی صفحات عربی- اوراسیا در زیر یک آرایه لرزه‌نگاری متراکم ارائه شده و با کنار هم گذاشتن آنها، یک مدل دوبعدی برای منطقه بدست آمده است. در نهایت به منظور بررسی تأثیر دینامیکی برخورد قاره‌ای بر روی گوشته فوقانی و لیتوسفر و بررسی جریانات آستنوسفری، ناهمسانگردی لرزه‌ای با استفاده از اشتقاق امواج برشی بر روی ۳۲۶۰ فاز لرزه‌ای منکسر شده از گوشته در فلات ایران مطالعه شده است، تا تأثیر همگرایی و برخورد قاره‌ای بر روی کوهزایی زاگرس و مناطق اطراف آن بررسی شود.

مشاهدات توموگرافی این تحقیق یک لیتوسفر نسبتاً ضخیم (بیش از ۱۵۰ کیلومتر) را در زیر زاگرس و یک لیتوسفر نسبتاً نازک (حدود ۸۰ کیلومتر) را در زیر ایران مرکزی نشان می‌دهند، شکل (۲). این موضوع نشان می‌دهد که گوشته لیتوسفری در زیر زاگرس در طول زمان، بخشی از همگرایی را از طریق ضخیم‌شدگی جبران نموده است. جداشدگی صفحه اقیانوسی نئوتتیس از لبه قاره‌ای یکی دیگر از نتایج مطالعه حاضر می‌باشد. در شمال زمین درز، به ویژه در زیر البرز، یک گوشته فوقانی ضعیف و لیتوسفری گرم و نازک دیده می‌شود. جدایش صفحه فرورانده شده

Seismic Structure of Crust and Upper Mantle Beneath Zagros and Central Iran from Nonlinear Tomography and Receiver Function Analysis

Farzam Yaminifard
Associate Professor, Seismology Research Center
faryam@iiees.ac.ir

Meysam Mahmoodabadi, Mohammad Tatar

One of the youngest orogenic belts, the Zagros orogeny in the northern margin of the Arabian plate is formed during the Arabia-Eurasia collision. Despite a number of studies, many questions still remain about the deep structure and dynamics of the collision zone. In order to figure out the dynamics of the collision, we have used different seismological methods to investigate the deep structure of the Zagros and its surrounding regions. First, in order to investigate upper mantle processes related to the collision, a proper dataset consisting of 32738 P-wave and 4629 S-wave relative arrival time residuals have been picked from distant earthquakes recorded in 129 seismic stations, Figure (1). The residual patterns are mapped as 3-D perturbations in P-wave and S-wave velocity using a nonlinear teleseismic tomography scheme. Then, the lithospheric and uppermost mantle absolute S-wave velocity structure beneath the northern Zagros and western Central Iran is estimated by jointly inverting high frequency scattered wavefield observed in P-wave coda, together with long period surface wave phase and group velocity dispersion data using a trans-dimensional Bayesian Markov Chain Monte Carlo approach. In order to unravel the dynamical processes in the continental collision, it is important to figure out the accommodation of convergence and the flow behaviors in the upper mantle. We used an unprecedented dataset, consisted of 3260 core-refracted shear phases to probe the fast polarization directions and delay times of shear waves propagating through anisotropic structures beneath each seismic station using energy minimization of transverse components.

The absolute S-wave and relative P and S-wave velocity models, obtained by different data sets and methods, show a thick (>150 km) high-velocity anomaly beneath the northern part of the collision zone, which could be the thickened Zagros lithosphere that probably is responsible for active continental shortening, Figure (2). A relatively thin lithosphere (~80 km) and lower seismic velocity beneath the UDMA further NE may suggest that the lithospheric mantle of Central Iran and Alborz has been weakened by upwelling of the hot

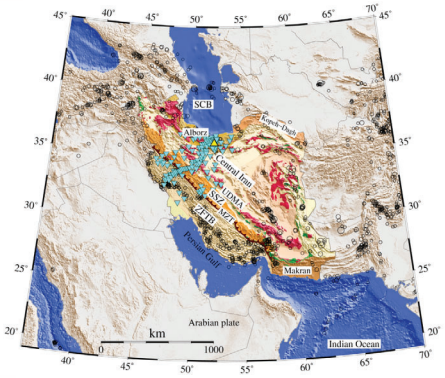
asthenosphere associated with slab break-off. Besides, the cumulative processes of Neotethyan flat-slab subduction in the middle of Cretaceous, mantle preconditioning by dehydration of subducted plate, slab roll back in the Eocene and tectonic erosion, driven by convective flow before the collision, are partially responsible for the weakened mantle lithosphere beneath the Alborz and Central Iran. The Quaternary volcanic activities in Alborz could be the result of these processes. We observe a segment of Neotethyan oceanic slab, which is detached from the continental leading edge. Our results suggest that the Arabian mantle lithosphere plays an important role in accommodating the convergence between the Arabian and Eurasian plates. High seismic activity to the west of the suture and lack of seismic activity to the east may support this hypothesis. Besides, the presence of a narrow low-velocity anomaly between the Zagros and SSZ lithosphere may suggest that the mantle lithosphere lid of the Zagros is delaminating from the lower crust which prohibits transferring stress to the SSZ lithosphere causing lack of tectonic activities in the edge of the overriding plate. Shear wave splitting observations suggest that both lithosphere and asthenosphere have a contribution to the mantle anisotropy over the plateau. A simple asthenospheric flow cannot justify the mantle anisotropy data in the region. Deformation has thickened the Zagros lithosphere which perturbs the asthenospheric flows. Slab-breakoff makes room for these flows. SWS observations show the possibility of a rotational flow around the Zagros lithosphere. The low velocities beneath the Central Iran lithosphere in the vicinity of the Zagros orogeny may confirm these flows, which might also play role in thinning the Central Iran lithosphere. SWS observations suggest that both simple-shear and pure-shear processes deform the upper mantle beneath the Iranian plateau, and in some areas, both crust and mantle are deformed coherently through these processes.

Keywords: Seismic structure, Crust, Upper mantle, Reciever functions, Non-linear tomography, Zagros

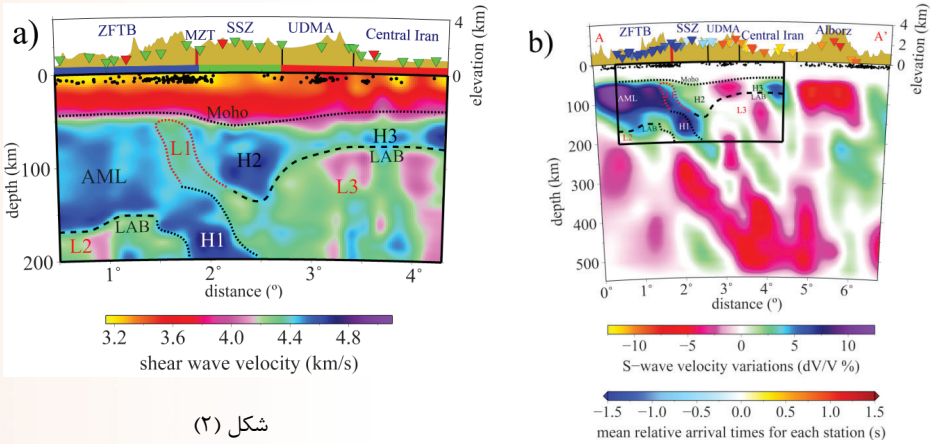
اقیانوسی پس از برخورد قاره‌ای ممکن است سبب بالا آمدگی آستنوسفر و در کنار فرآیندهای فرورانش در طول زمان سبب وجود سرعتهای پایین در زیر ایران مرکزی و البرز شده باشد.

مشاهدات ناهمسانگردی در فلات ایران نشان می‌دهند که هم آستنوسفر و هم لیتوسفر در ایجاد ناهمسانگردی لرزه‌ای نقش دارند و یک جریان ساده آستنوسفری در منطقه نمی‌تواند مشاهدات بدست آمده را توجیه کند. دگرشکلی، لیتوسفر زاگرس را ضخیم نموده و این لیتوسفر ضخیم سبب برهم زدن جریانات آستنوسفری شده است. جدایش صفحه اقیانوسی نیز امکان وجود جریانات محلی در مناطق با تغییر عمق مرز لیتوسفر را فراهم نموده است. مشاهدات ناهمسانگردی احتمال وجود یک جریان چرخشی در گوشته حول لیتوسفر ضخیم زاگرس را نشان می دهند. سرعتهای پایین لرزه‌ای در زیر لیتوسفر نازک ایران مرکزی در مجاورت کوهزایی زاگرس می‌تواند نشان‌دهنده وجود این جریانات باشد. این جریانات ممکن است در نازک شدن لیتوسفر ایران مرکزی سهم داشته باشند. مشاهدات ناهمسانگردی نشان می‌دهند که فرآیندهای برش محض و برش ساده سبب دگرشکلی در گوشته فوقانی هستند و دگرشکلی همزمان پوسته و گوشته نیز در برخی مناطق دیده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ساختار لرزه‌ای، پوسته، گوشته فوقانی، توابع گیرنده، توموگرافی غیرخطی، زاگرس



شکل (۱)



شکل (۲)