

تعیین سن نمونه گسل رفسنجان، با استفاده از دو برنامه آر و آنالیست به روش لومینسانس نوری

لطیف سیدمحمدی امام^۱، حمیده امینی^۲، مرتضی فتاحی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ایران latif.s.mohamadi@ut.ac.ir

^۲ دانشجوی فرصت مطالعاتی، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ایران hiamini@ut.ac.ir

^۳ دانشیار، گروه فیزیک زمین، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ایران mfattahi@ut.ac.ir

چکیده

برای تعیین نرخ لغزش گسل، دو پارامتر، مقدار جابجایی مشاهده شده بر اثر رخداد زلزله و سن رسوبات منطقه دارای جابجایی که نمایانگر زمان رخداد جابجایی می‌باشد، مورد نیاز است. جهت تعیین سن به روش لومینسانس تحریک شده با نور اغلب از برنامه آنالیست استفاده می‌شود. با توجه به وجود قابلیت کدنویسی در محیط نرم افزار آر و همچنین امکان رسم اشکال گرافیکی و نمودارهای دلخواه در این نرم‌افزار، در این پژوهش، کدهای مربوطه جهت برآورد سن رسوبات با استفاده از ذرات کوآرتز آنها، در برنامه آر نوشته و نتایج دز معادل طبیعی محاسبه شده توسط این روش با روش مرسوم آنالیست برای یکی از نمونه های برداشت شده از گسل رفسنجان مقایسه شد. هر دو برنامه، نتایج تقریباً یکسانی را ارائه دادند. سن مربوط به نمونه انتخابی توسط نرم‌افزار آر 379.5 ± 32.4 هزار سال و سن برآورد شده توسط نرم‌افزار آنالیست 379.2 ± 38.4 هزار سال برآورد شد. اما به دلیل خطای محاسباتی کمتر و همچنین قابلیت کدنویسی نرم‌افزار آر و امکان در نظر گرفتن جزئیات بیشتر در آن نسبت به نرم‌افزار آنالیست توصیه می‌شود تا جهت مواردی که سن‌یابی دقیق و با در نظر گرفتن خصوصیات فیزیکی مد نظر، از برنامه آر استفاده شود و برای سن‌یابی‌های روتین از آنالیست استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: نرم‌افزار آر، نرم‌افزار آنالیست، لومینسانس تحریک شده با نور، گسل رفسنجان.

Determining the OSL age of a sample collected from Rafsanjani Fault, using R and Analyst programs

Latif Seyed Mohammadi Emam¹, Hamideh Amini¹, Morteza Fattahi¹

¹The Institute of Geophysics, University of Tehran

Abstract

For fault slip rate determination two parameters are required, the amount of observed displacements and the time that the displacement occurred. For OSL dating the Analyst program is routinely employed. R program is a statistical software, which can be coded in the software environment and provide the program, graphical forms and charts in a desirable manner. In this research the required code for R program was written and the equivalent dose of a sample collected from Rafsanjani Fault was calculated using both R and Analyst programs which provided almost identical results. The estimated age by R and Analyst are 379.5 ± 32.4 ka and 373.2 ± 38.4 ka, respectively. Due to less analytical errors of R in compare to analyst program, plus the ability of writing codes for R program and R ability to provide more details in the figures, we recommend employing R program for dating very accurate dating and when more physical details is required and to employ analyst for routing dating application.

Keywords: OSL, Rafsanjani Fault, Analyst and R Programs

۱ مقدمه

نرم‌افزار آر، یک نرم‌افزار آماری با محیط گرافیکی مطلوب با قابلیت کدنویسی است. جهت کنترل نتایج، کدنویسی، راهکاری مفید و مؤثر خواهد بود که امکان بررسی مرحله به مرحله کار و دریافت مطلوب‌ترین نتایج را فراهم می‌کند. ارائه مدل‌ها و الگوریتم‌های آماری، محیط رایگان نرم‌افزار و پوشش مستمر آن از ویژگی‌های بارز این نرم‌افزار است. گسل رفسنجان با راستای شمال باختری- جنوب خاوری، و طولی حدود ۲۰۰ کیلومتر در قسمت جنوب غربی کویر لوت و در ایالت لرزه زمین‌ساخت ایران مرکزی-شرق ایران، قرار دارد (واکر، ۲۰۰۶). نمونه‌هایی از گسل رفسنجان جهت تعیین نرخ

لغزش گسل، توسط فتاحی و همکاران (۲۰۱۱) برداشت شدند. جهت تعیین نرخ لغزش به دو پارامتر دُز معادل دُز طبیعی و دُز سالانه نیاز است تا سن نمونه تعیین کرد.
سن آخرین صفرشدگی سیگنال لومینسانس به روش زیر قابل محاسبه است:

پس از آماده‌سازی نمونه‌ها و جداسازی ذرات کوارتز و فلدسپار آنها، فتاحی و همکاران (۲۰۱۱)، با بکارگیری نرم افزار آنالیست، ذرات فلدسپار را تحلیل و دُز معادل دُز طبیعی (Equivalent Dose: ED) این نمونه‌ها را برآورد کردند. نرم‌افزار آنالیست یک نرم افزار تحلیلی جهت برآورد سن رسوبات، به‌منظور تعیین نرخ لغزش گسل است که تا چند سال اخیر تنها نرم افزار موجود جهت تحلیل نمونه‌های رسوبی برداشت‌شده، بوده است (دولر، ۲۰۱۵؛ دولر، ۲۰۱۶). در سال‌های اخیر، نرم افزار آر، به دلیل ویژگی کدنویسی و قابلیت دسترسی به تمامی پیش فرض‌ها جهت تحلیل آماری داده‌ها نسبت به آنالیست و به امید جواب‌دهی مناسب‌تر نسبت به آنالیست در میان کاربران به سرعت در حال رشد است (کروتزر و همکاران، ۲۰۱۲؛ دیتز و همکاران، ۲۰۱۳). در این مطالعه نمونه رسوب برداشت‌شده از گسل رفسنجان، پس از آماده‌سازی در آزمایشگاه، جهت مقایسه نتایج، نمودارها و منحنی‌ها در دو نرم افزار آر (R) و آنالیست (Analyst) مورد بررسی قرار گرفت.

۲ روش تحقیق

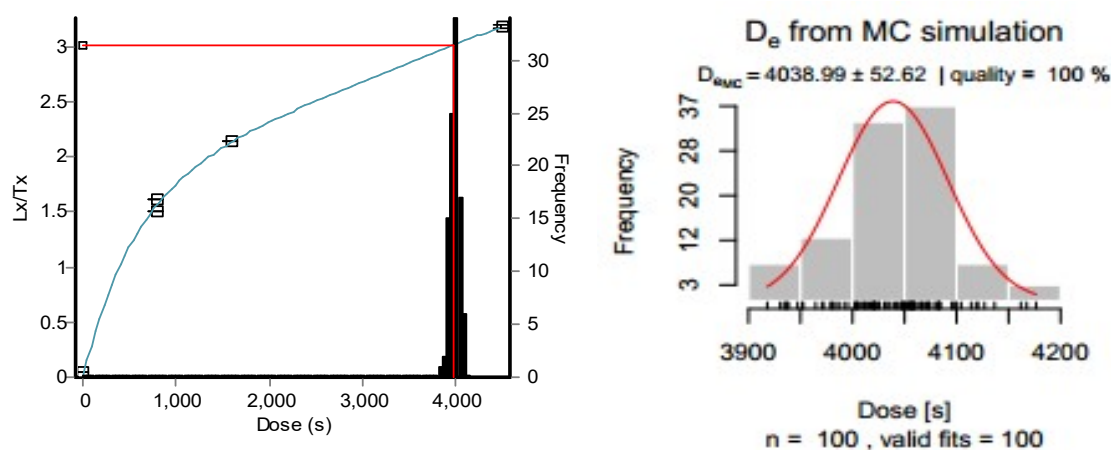
ذرات کوارتز جدا شده از نمونه، تحت نور قرمز بر روی دیسک‌هایی به قطر یک سانتیمتر چسبانده شدند که با عنوان الیکوت (Aliquot) شناخته می‌شوند. الیکوت‌ها در دستگاه اندازه‌گیری لومینسانس نوری قرار گرفتند. سکانس مناسب برای اندازه گیری دُز معادل دُز طبیعی نمونه تعریف و اجرا شد، و خروجی دستگاه به صورت فایل با فرمت BIN استخراج شد و به عنوان ورودی نرم‌افزارهای آر و آنالیست جهت تحلیل استفاده شد.

۳ بحث و بررسی

۳-۱ بررسی نمودارهای یک نمونه تک الیکوتی جهت مقایسه آنالیست و آر

۳-۱-۱ منحنی رشد (Growth Curve)

در نرم‌افزار آر، دُز بدست آمده از هر الیکوت به علاوه خطای آن همراه با منحنی رشد نمایش داده می‌شود و نوع منحنی منطبق شده بر روی نقاط، نیز مشخص شده است. خطای اندازه‌گیری بصورت عددی، همچنین دُزهای بازتولید (Regeneration Dose) و دُزهای تکرار شده (Repeat Dose) توسط نرم‌افزار آر همراه با نمودار آورده می‌شود که برای نرم‌افزار آنالیست موارد ذکر شده اطلاعات نرم‌افزار آر را ندارد.



شکل ۱. نمودار مونت کارلو، شکل سمت راست در نرم‌افزار آنالیست و شکل سمت چپ در نرم افزار آر

۳-۱-۲ نمودار شبیه سازی مونت کارلو (Monte Carlo Simulation (MC Simulation))

شبیه سازی مونت کارلو روشی جهت برآورد عدم قطعیت های موجود در ورودی مدل به عدم قطعیت ها در خروجی مدل، به کار می رود. بنابراین مونت کارلو، شبیه سازی ای است که صریحا و به صورت کمی، عدم قطعیت را نمایش می دهد. در نمودار مربوط به آر نتایج بدین صورت است که برای یک الیکوت، تعداد ۱۰۰ برآورد انجام شده است و بیشترین برآورد دز بین ۴۰۵۰ تا ۴۱۰۰ که از ۱۰۰ برآورد، ۳۷ برآورد مربوط به این بازه است. نتایج بالای نمودار نشان از آن دارد که احتمال حضور جواب در این بازه ۱۰۰٪ است.

در نرم افزار آنالیست نیز این منحنی وجود دارد با این تفاوت که جزئیات کمتری دارد و اطلاعات دقیق و قابل پیگیری را به کاربر نمی دهد. لذا، کد نویسی در برنامه آر قابلیت در نظر گرفتن موارد بیشتری را فراهم می کند.

۳-۱-۳ نمودار هیستوگرام (Equivalent Dose)

منحنی هیستوگرام آر علاوه بر اطلاعات موجود در آنالیست، خطا استاندارد و جایگاه بدست آمده از هر الیکوت را نیز، مشخص می کند.

۳-۱-۴ نمودار شعاعی (Radial plot)

نمودارها تقریبا اطلاعات مشابهی را ارائه می دهند، با این تفاوت که کیفیت ارائه اطلاعات در آر بیشتر است. همچنین اگر جوابها پراکنده باشد نمودار شعاعی در آنالیست، کامل آن را پوشش نمی دهد. در آر خطای استاندارد نسبی نیز نمایش داده می شود.

۳-۱-۵ نمودار هیستوگرام وزنی (Weight Histogram plot)

این نمودار در دو نرم افزار تفاوت چندانی با یکدیگر ندارد، برتری آر نسبت به آنالیست در این مورد کد نویسی و در نظر گرفتن موارد جزئی است که می تواند نمودار دقیق تری را ارائه دهد.

۳-۲ تعیین پارامترهای مورد نیاز توسط نرم افزار آر و آنالیست جهت تعیین نرخ لغزش گسل رفسنجان

جدول ۱. نتایج نرم افزارهای آنالیست و آر.

Program	Longitude	Latitude(N)	Equivalent dose(Gy)	Annual dose rate(Gy/Ka)	Age(Ka)
Analyst	56.31317	29.45345	409.4494 ± 14.4152	1.11 ± 0.08	373.2 ± 38.4
R	56.31317	29.45345	417.0922 ± 7.552111	1.11 ± 0.08	379.5 ± 32.4

سن بدست آمده توسط هر کدام از نرم افزارها، نشان از خطای محاسباتی کمتر نرم افزار آر نسبت به آنالیست دارد. این مقدار کاهش خطا از آنالیست به آر می تواند مقدار نرخ لغزش و دوره بازگشت زلزله بر روی گسل را تحت تاثیر قرار دهد و نتایج مطلوب تری حاصل شود.

۴ نتیجه گیری

یکی از پارامترهای لازم جهت برآورد نرخ لغزش بر روی گسلها، تعیین سن نمونه های برداشت شده از آن است. لومینسانس تحریک شده با نور، یکی از روشهایی به شمار می رود که با استفاده از آن سن نمونه ها را تخمین می زنند. نرم افزار آر و آنالیست، نرم افزارهایی هستند که سن نمونه ها را می توان با استفاده از آنها تحلیل و بررسی کرد. در این پژوهش، تحلیل نمونه های OSL با مقایسه در برنامه های آر و آنالیست، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از ذرات کوارتز برای نمونه گسل رفسنجان، در دو نرم افزار مورد بررسی قرار گرفته است. سن برآورد شده توسط نرم افزار آر، 379.5 ± 32.4 و سن برآورد شده توسط نرم افزار آنالیست، 373.2 ± 38.4 است. مقایسه خطای ناشی از برآورد سن در هر کدام از نرم افزارهای آنالیست و آر نشان می دهد که نرم افزار آر در مقایسه با نرم افزار آنالیست، می تواند به دلیل خطای محاسباتی کمتر و ارائه نمودارها، و منحنی ها و محیط کدنویسی نرم افزار، جایگزین مناسب و گامی رو به جلو برای تخمین سن نمونه ها باشد.

منابع

- Fattahi, M., Walker, R., Talebian, M., Solan, R., and Rasheedi, A., 2011, The structure and late Quaternary slip rate of the Rafsanzan strike-slip fault, SE Iran: *geosphere*, 1159-1174.
- Fattahi, M., 2003, Recent developments in the techniques of Luminescence dating: *Iranian International Journal of Science*, 4, 1, 57-72.
- Duller, G.A.T, 2015, The Analyst software package for luminescence data: overview and recent improvements, *Ancient TL*, Vol. 33, No. 1, 35-42.
- Duller, G., 2016, Analyst v4.31.9: Aberystwyth Luminescence Research Laboratory Aberystwyth University.
- Kreutzer, S., Schmidt, C., Fuchs, M., Dietze, M., Fischer, M., Fuchs, M., 2012, Introducing an R package for luminescence dating analysis: *Ancient TL* Vol. 30, No. 1.
- Dietze, M., Kreutzer, S., Fuchs, M., Burow, Ch., Fischer, M., Schmidt, C., 2013, A practical guide to the R package Luminescence, *Ancient TL* Vol. 31 No.1.
- Walker, R., 2006, A remote sensing study of active folding and faulting in southern Kerman province, S.E. Iran: *Journal of Structural Geology*, **28**, 654-668.