

ZƏLZƏLƏNİN BAŞ VERMƏSİNİ DAHA ÖNCƏDƏN MÜƏYYƏN ETMƏK ÜÇÜN METOD

Y.H. HÜSEYNƏLİYEV^{1,2}, A.S. SƏLİMƏZƏDƏ¹

1 -Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Bakı, Azərbaycan

2 -Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan

yashartur@yahoo.com

Təbii fəlakət olan zəlzələnin baş verməsini daha öncədən müəyyən etmək hal-hazırda seysmologiya elminin ən aktual problemlərindən hesab olunur. Problemin həlli üçün tam fərqli metod təklif olunur. Bu metodda göstərilir ki, zəlzələni, radioaktiv γ -şüalanmalardan istifadə etməklə qabaqcadan ən azı 1-2 gün qabaq müəyyən etmək mümkündür.

Açar sözlər: zəlzələ, radiasiya, qamma spektrometr, γ -şüalanma

Giriş

Orta sıxlığı $5,515 \text{ q/sm}^3$ [1] olan yaşadığımız Yer planeti daxili quruluşu və kimyəvi tərkibinə görə 3 əsas geoloji təbəqədən ibarətdir, Yer qabığı, Yerin mantiyası və Yer nüvəsi [2]. Bu təbəqələrin müxtəlif dərinliklərində təbii hadisələr: zəlzələ, vulkan püskürməsi və s. baş verir. Yer kürəsinin formalaşmasının ilk zamanlarından onun təkində təbii radioaktiv mənəblər (elementlər) yaranmışdır.

Məqalənin yazılmasında əsas məqsəd

Təbii radioaktiv mənəblərin buraxdığı radioaktiv şüalanmaların (α , β və γ) zəlzələ ilə korrelyasiyasını müəyyən etməkdir.

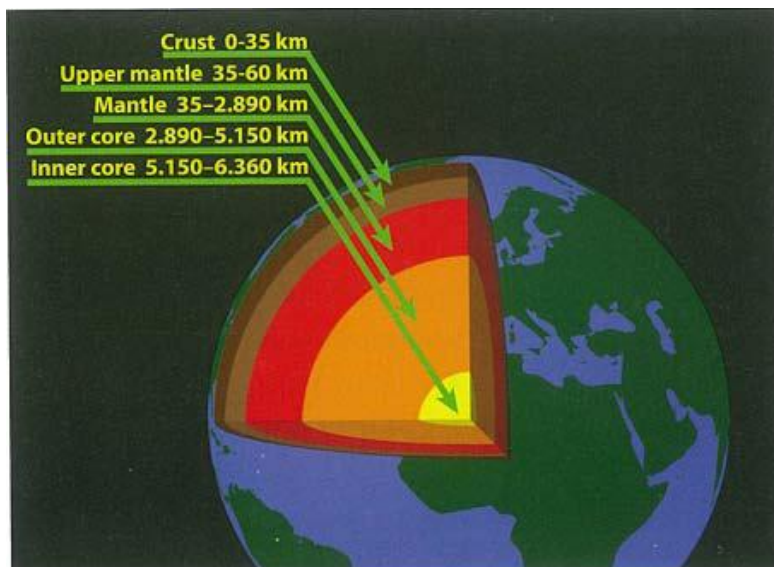
Məqalənin yazılmasına təkan verən səbəb

2000-ci ilin noyabrın 25-də Bakı və Sumqayıt şəhərlərində baş vermiş zəlzələ olmuşdur. Hadisədən 1 gün qabaq, axşam saatlarında, laboratoriyada (Milli Aerokosmik Agentliyin Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutu) Sintilyasiyalı Qamma Spektrometridən istifadə edərək əlimizdə olan etalon preparatlarla kalibrovka (cihazın köklənməsi və ya dərəcələnməsi)

edir, müxtəlif radioaktiv maddələrin, qarışıqların radioaktiv analizini aparırdıq. Xatırlayıram ki, kalibrovka zamanı cihazın (analizator) şkalası normal ölçmələrdən ciddi kənarçıxma verirdi. Sonradan başımız günlərlə zəlzələ barədə ümumi söhbətlərə qarışdıqından, iş yoldaşlarımızla bu mövzunu bölüşməyi unudtum. 2023 -cü il fevralın 6 -da Türkiyənin bir çox şəhərlərində baş verən zəlzələdən sonra fikirlərimi paylaşmaq qərarına gəldim. İt, pişik, ilan və s. kimi heyvan və sürünənlər zəlzələni bir neçə saat öncə hiss edirsə, tələbəmlə apardığım müzakirələrdən sonra düşündük ki, təklif edəcəyimiz üsulla ən azı 1 gün qabaq zəlzələnin başlanması barədə məlumat ala bilərik. Məntiqi cəhətdən məsələnin izahı aydındır. Əsasən xarici nüvədə toplanmış təbii radioaktiv maddə və onların qarışıqlarının (U, Ra, Th və s.) şüalanmaları Yerdaxili tektonik plitələrin qırılması zamanı sərbəstləşərək Yer səthindəki radiometrik cihazların (dozimetr, radiometr və qamma spektrometr) ölçmələrini dəyişə bilərlər. İlk öncə Yerin daxili quruluşuna nəzər yetirək.

Yerin daxili quruluşu haqqında nə bilirik?

Bir az detallarına baxmalı olsaq, Yeri, qabıq, üst mantiya, alt mantiya, xarici və daxili nüvələrə bölmək olar [3] (şəkil 1).



Şəkil 1. Yer daxili quruluşu.

Yer qabığı

Yer qabığı insanların yaşadığı ən xarici, nazik təbəqədir, maddəsi bərk haldadır, bazalt, qranit və çökmə təbəqədən ibarətdir, qalınlığı 35km -dir [3] (bəzi mənbələrə görə 5-70 km də götürülür, Yer həcmnin təxminən 1%-ni, Yer kütləsinin 0,5%-ni təşkil edir, materialların orta sıxlığı 3 q/sm^3 -dir və əsasən silikon, oksigen, alüminium, dəmir və maqneziumdan ibarətdir [4, 5, 6].

Yer qabığının iki növü var: sıxlığı nisbətən az olan və tərkibi qranitlə oxşar olan kontinental (qitə) qabığı və nisbətən yüksək sıxlığa malik və bazaltla oxşar tərkibə malik okean qabığı. Kontinental qabıq təxminən 50 kilometr qalınlığa malikdir, əksər qitələri təmsil edir və aşağı sıxlıqlı magmatik və çöküntü süxurlarından ibarətdir. Okean qabığının qalınlığı təxminən 10 kilometrdir, okean dibinin böyük hissəsini təşkil edir və planetin təxminən 70 faizini əhatə edir. Okean qabığı yüksək sıxlıqlı maqmatik bazalt tipli süxurlardır. Hərəkət edən tektonik plitələr yer qabığından və mantiyanın yuxarı qatlarından ibarətdir. Yer qabığı və yuxarı mantiyanın bu hissəsi sərt və litosfer adlanır və tektonik plitələri təşkil edir. Yer qabığının aşağı hissəsində süxurlar əlavə istilik səbəbindən daha çəvik və daha az kövrək olmağa başlayır. Buna görə də zəlzələlər ümumiyyətlə yer qabığının yuxarı hissəsində baş verir [7].

Okeanın dərinliyindəki qabıq (əsasən dəmir-maqnezium silikat mineralı və vulkan mənşəli qayadır [8]. Alexandria, Virginia: American Geological Institute. ISBN 0922152349.), qitə qabığının altındakından (turşularla zəngin feldspar və kvars [9]) nazik və sıxdır. Yer qabığı 2 əsas kateqoriyaya bölünür: sial (alüminium silikat) və sima (maqnezium silikat). Hesablanmışdır ki, sima, Conrad kəsiyindən təxminən 11 km aşağıdan başlayır, baxmayaraq ki, bu kəsik fərqli deyil, qitənin digər bölgələrində olmaya bilər [10].

Yerin litosferi

Yerin litosferi qabıq və ən yuxarı mantiyadan təşkil olunmuşdur. Qabıq-mantiya sərhədi iki müxtəlif fiziki hadisədir. Yer qabığı plitə adlanan əzəmətli hissələrə bölünür. Bu plitələr, növbəti qatın üst hissəsində "üzür".

Mantiya

Mantiya Yer qabığının altındakı, nüvənin üstündəki təbəqədir, dərinliyi 2890 km-ə çatır [11]. Bu, planetimizin ən sıx təbəqəsi olub Yer radiusunun 45%-ni, onun həcmnin 83,7%-ni, kütləsinin 67% -ni təşkil edir. Yerin mantiyası $3,3\text{-}5,4 \text{ q/sm}^3$ aralığındakı sıxlığa malikdir, əsasən Mg, O, FeO, SiO₂ (silikat)-dən təşkil olunmuşdur [12]. Daha dərinə yerləşən alt mantiyada təzyiq ($\approx 140 \text{ GPa}$) və temperatur üst mantiyaya nisbətən daha yüksəkdir. Möhkəm olmasına baxmayaraq, mantiyanın həddindən artıq isti silikat materialı çox uzun müddət ərzində axa bilər [13]. Mantiyanın konveksiyası yer qabığındakı tektonik plitələrin hərəkətinə təkan verir. Bu hərəkətə səbəb olan istilik mənbəyi yer qabığında və mantiyada radioaktiv izotopların parçalanmasıdır. [14]. Mantiyanın dərinliklərində artan

təzyiq səbəbindən aşağı hissə daha çətin axır. Mantiyanın özlülüyü 1021 ilə 1024 Pa-s arasında dəyişir və dərinlik artdıqca artır. [15]. Yer səthinə, orada baş verən proseslərə daha çox təsir göstərən, əsasən zəlzələ və vulkanik ocaqlardır [16]. Mantiyanın ən yuxarı bərk hissəsi və bütün yer qabığı Litosferi təşkil edir. Astenosfer (80-200 km arasında) litosferin bir az altında yerləşən yuxarı mantiyanın yüksək özlü, mexaniki cəhətdən zəif və çəvik, deformasiyaya uğrayan bölgəsidir.

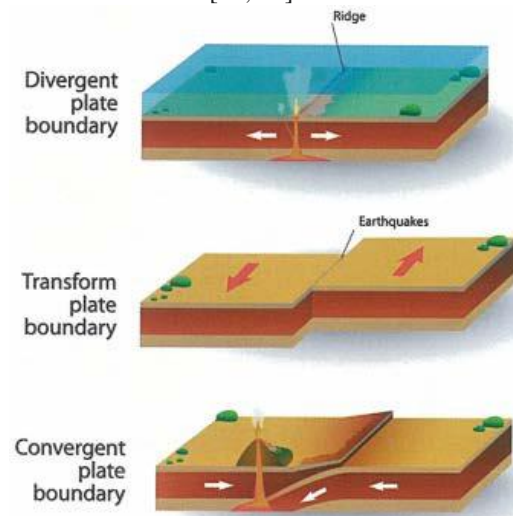
Üst mantiyadakı qayalar çox istidir və demək olar ki, ərimmiş haldadır. Konveksiya cərəyanları qayaların yavaşca çalxalanmasına səbəb olur. Bu cərəyanlar həmçinin kristal plitələri hərəkət etdirir. Alt mantiya üst mantiyaya nisbətən daha bərkdir və çox istidir. Aşağı mantiya üst mantiyadan daha möhkəmdir və çox istidir [4].

Yerin nüvəsi

Yerin nüvəsi (və ya özəyi) əsasən dəmir (Fe) və nikel (Ni) elementlərindən təşkil olunmuşdur, bəzən ona NİFE də deyilir. Yerin həcmnin təxminən 15%, kütləsinin isə 32,5% -ni təşkil edir. Nüvə, Yerin ən sıx qatıdır və sıxlıq $(9,5\text{-}14,5) \text{ q/sm}^3$ intervalında dəyişir. Yerin nüvəsi daxili və xarici olmaqla iki alt qatdan ibarətdir.

Yerin xarici nüvəsi

Yerin xarici nüvəsi Yerin səthindən 2890 km dərinlikdən başlayır və 5150 km qədər uzanır, təxminən 2300 km qalınlığındadır. Belə yüksək temperatur və təzyiqlərdə mantiyadan aşağıda yerləşən xarici nüvə ərimmiş haldadır, Yerin yeganə maye təbəqəsidir. Düşünülür ki, Yerin maqnit sahəsi bu təbəqənin hərəkətindən qaynaqlanır. 1220 km radiuslu daxili nüvə isə bərk haldadır. Bu, yuxarı təbəqələrin və qravitasiyanın yaratdığı həddindən artıq təzyiqlə görədir. Düşünülür ki, daxili nüvədə radioaktiv elementlərin parçalanması böyük miqdarda istiliyin yaranmasına gətirir. Müasir məlumatlara görə xarici nüvə əsasən dəmir və müəyyən qədər nikeləndən ibarətdir [17, 18].



Şəkil 2. Sərhədlərin növləri və onların hərəkəti.

Tektonik plitələr, Yer qabığının kələ-kötür parçaları olaraq, səthin dərinliklərində olan qüvvələr nəticəsində hərəkət edir. Yerin bərk təbəqəsi olan qabıq üst mantiyanın yarımbərk təbəqəsi üzərində hərəkət edir. Tektonik plitələr astenosfer adlanan altındakı mobil təbəqədə üzdükcə toqquşur, bir-birinin yanından sürüşərək və parçalanır. Plitələrin birləşdiyi bölgələr sərhədlər adlanır. Nəticədə, bu plitə sərhədlərində əhəmiyyətli relyef formaları yaranır və tektonik plitələri təşkil edən süxurlar süxur dövrü ilə hərəkət edirlər [7]. Bu plitələrin sürəti çox kiçikdir, ildə 4-11 sm -dir. Plitə sərhədləri özünəməxsus xüsusiyyətlərinə görə 3 yerə ayrılır: divergent (plitələr bir-birindən uzaqlaşır) konvergent və çevrilmiş (transformasiya olunmuş). Bəzi sərhədlərdə hərəkət zəlzələ və vulkanlar yaradır [11] (şəkil 2).

Divergent sərhədlərdə plitələr uzaqlaşdığı üçün arada yarıq yaranır və bu yarıqdan külli miqdarda qaynar lava yuxarı təbəqələrə doğru hərəkət edir [11]. Konvergent sərhədlərdə plitələr bir-birinə doğru yaxınlaşırlar. Kontinental və okean plitələri toqquşanda daha sıx okean plitəsi az sıxlıqlı kontinental plitənin altına girir və bu zaman çox güclü vulkanlar yaranır. Bəzən eyni sıxlıqlı iki qitə və ya iki okean plitələri bir-biri ilə toqquşur. Bu zaman bükülmüş və ya qıvrım dağlar yaranır [11].

Çevrilmiş sərhədlər

Çevrilmiş sərhədlər daha çox su altında tapılmışdır. Çevrilmə kəsikləri üç şəkildə hərəkət edə bilər: bir tərəf yuxarı sürüşə bilər, bir tərəfi aşağı sürüşməklə bir qədər kənara çəkilib bilər və ya tərəflər bir-birinin yanından üfüqi şəkildə sürüşməyə cəhd edə bilər. Transformasiya sərhədləri əsasən zəlzələlərə səbəb olur [11]. Zəlzələlər, əsasən plitələrin sərhədləri boyunca baş verir. Tektonik plitələr, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, həmişə kiçik sürətlə hərəkət edir, plitənin kənarları kələ-kötürdür. Plitələrin sərhədləri də belədir. Plitələr hərəkətə başlayan zaman, bir-birinin içərisindən keçir və problem yaranır. Plitələrin kələ-kötür kənarları bağlanaraq, hərəkət etmələrinə mane olurlar. Plitələr qəfil silkələnənə yaranana qədər hərəkətə müqavimət göstər-

dikcə təzyiq artır. Bu, zəlzələdir. Təzyiq nə qədər uzunmüddətli olarsa, zəlzələnin böyüklüyü və verdiyi zərərin ehtimalı bir o qədər çox olar. Biz zəlzələlərin gücünü 1-dən 10-a qədər olan Rixter şkalası ilə ölçürük [11].

Yer daxilində temperatur, təzyiq və sıxlıq necə paylanmışdır?

Mədənlərdə və dərin quyularda dərinliyin artması ilə temperaturun yüksəlməsi müşahidə olunur. Yer daxilindən püskürən ərimiş lava ilə birlikdə bu dəlillər temperaturun yerin mərkəzinə doğru artdığını təsdiqləyir. Müxtəlif müşahidələr göstərir ki, temperaturun yüksəlmə sürəti səthdən yerin mərkəzinə doğru bərabər deyil. Bəzi yerlərdə daha sürətli, digər yerlərdə isə daha yavaşdır. Başlanğıcda temperaturun bu artım sürəti dərinliyin hər 32 m artması üçün orta hesabla 1⁰S səviyyəsindədir. Yuxarı 100 km-də temperaturun artması hər km -də 12⁰S, sonrakı 300 km -də isə 20⁰S/km-ə bərabərdir. Lakin daha dərinə getdikdə, bu sürət hər km üçün sadəcə 10⁰S-ə qədər azalır. Mərkəzdəki temperaturun 3000⁰S ilə 5000⁰S arasında olduğu təxmin edilir, yüksək təzyiq şəraitində kimyəvi reaksiyalar səbəbindən bu qədər yüksək ola bilər. Belə yüksək temperaturda belə, Yer mərkəzindəki qat, üzərindəki güclü təzyiqi səbəbindən bərk vəziyyətdədir. [19, 20]. Temperatur kimi təzyiq də səthdən yerin mərkəzinə doğru artır. Bu, süxurlar kimi üst-üstə düşən maddələrin böyük çəkisi ilə əlaqədardır. Daha dərin qatlarda təzyiqin olduqca yüksək olduğu təxmin edilir ki, bu da atmosferin dəniz səviyyəsindəki təzyiqindən təxminən 3-4 milyon dəfə çox olacaqdır. Yüksək temperaturda maddələr Yer mərkəzi hissəsinə doğru əriyəcək, lakin yüksək təzyiqə görə bu ərimiş maddələr bərk cisim xassələrinə malik olur və çox güman ki, plastik vəziyyətdədir. [19, 21].

Mərkəzə doğru təzyiqin artması və Nikel və Dəmir kimi daha ağır maddələrin olması səbəbindən Yer qatlarının sıxlığı da mərkəzə doğru artmağa başlayır. Qatların orta sıxlığı Yer qabığından nüvəyə doğru getdikcə artır və tam mərkəzdə təxminən 14,5 q/sm³ təşkil edir [19, 22].

Müzakirə və nəticə

Cədvəl 1.

İyulda SOEKS dozimetri ilə havada və torpaqda ölçülən radiasiya fonu

| Ayın tarixi | radiasiya fonu (havada) mkR/saat | radiasiya fonu (torpaqda) mkR/saat |
|-------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 14.07.2023 | 12.0 | 10.0 |
| 15.07.2023 | 13.0 | 10.0 |
| 17.07.2023 | 15.0 | 17.0 |
| 21.07.2023 | 17.0 | 7.0 Qəbələ, 3,3 bal |
| 22.07.2023 | 8.0 | 18.0 |
| 23.07.2023 | 11.0 | 12.0 |
| 26.07.2023 | 10.0 | 15.0 Lənkəran, 4,3 bal |
| 27.07.2023 | 10.0 | 7.0 |
| 28.07.2023 | 12.0 | 6.0 |
| 29.07.2023 | 15.0 | 6.0 |
| 30.07.2023 | 22.0 | 17.0 Oğuz, 3,0 bal |
| 31.07.2023 | 8.0 | 7.0 |

2023 -cü il iyul ayının ortalarından başlayaraq sonuna kimi əlimizdə olan SOEKS dozimetri ilə havada və torpaqda radiasiya fonunun ölçmələri mkrR/saat vahidlərində cədvəl 1-də verilmişdir. Dozimetrylər, bildiyimiz kimi, radiometr və qamma spektrometrylərlə (nəzərə alaq ki, bütün təbii radioaktiv α və β emitterlər böyük uçuş məsafəsinə malik γ -şüalanmaların buraxılması ilə müşayiət olunur və deməli, qamma spektrometrylər bu tip ölçmələrdə daha effektivdir, α və β şüalanmaları isə kiçik məsafələrdə, hətta hava mühitində udulduğundan bu tip spektrometrylərdən belə ölçmələrdə istifadəsi mənasızdır) müqayisədə çox kobud cihazdır.

Bütün bunlara baxmayaraq, ölçmələrimizdə, ancaq torpağın üzərində ölçülən radiasiya fonu, kiçik maqnitudalı olsa da, Oğuz zəlzələsi öncəsi kiçik qiymətlərlə müşayiət olunur. Təəssüf ki, iyul ayında baş verən Qəbələ və Lənkəran zəlzələləri öncəsi davamlı ölçmələr aparılmadı. Radioaktiv qamma şüalanmaların köməyiylə zəlzələni öncədən xəbərdar etmə məsələsinə gəldikdə, təəssüf ki, bu mövzuda heç bir məqalə tapmaq mümkün olmadı.

- [1] "Planetary Fact Sheet". Lunar and Planetary Science. NASA. Archived from the original on 24 March 2016. Retrieved 2 January, 2009.
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Internal_structure_of_Earth
- [3] *Montagner, Jean-Paul*. 2011. "Earth's structure, global". In Gupta, Harsh (ed.). Encyclopedia of solid earth geophysics. Springer Science & Business Media. ISBN 9789048187010. Page 149.
- [4] <https://geologyscience.com/geology/structure-of-earth/>
- [5] *Andrei, Mihai* (21 August 2018). "What are the layers of the Earth?". ZME Science. Archived from the original on 12 May 2020. Retrieved 28 June 2019.
- [6] *Chinn, Lisa* (25 April 2017). "Earth's Structure From the Crust to the Inner Core". Sciencing. Leaf Group Media. Archived from the original on 30 July 2020. Retrieved 28 June 2019.
- [7] <https://slcc.pressbooks.pub/physicalgeography/chapter/3-4/>
- [8] *Jackson, A. Julia, ed.* 1997. "mafic". Glossary of geology (Fourth ed.)
- [9] *Schmidt, A. Victor, Harbert, William*, 1998. "The Living Machine: Plate Tectonics". Planet Earth and the New Geosciences (3rd ed.). p. 442. ISBN 978-0-7872-4296-1. Archived from the original on 2010-01-24. Retrieved 2008-01-28. "Unit 3: The Living Machine: Plate Tectonics". Archived from the original on 2010-03-28.
- [10] *P. Kearey, K.A. Klepeis, F.J. Vine*. (2009). Global Tectonics (3 ed.). John Wiley & Sons. pp. 19–21. ISBN 9781405107778. Retrieved 30 June 2012.
- [11] *Nace, Trevor* (16 January 2016). "Layers Of The Earth: What Lies Beneath Earth's Crust". Forbes. Archived from the original on 5 March 2020. Retrieved 28 June 2019.
- [12] *Cain, Fraser* (26 March 2016). "What is the Earth's Mantle Made Of?". Universe Today. Archived from the original on 6 November 2010. Retrieved 28 June 2019.
- [13] *Shaw, Ethan* (22 October 2018). "The Different Properties of the Asthenosphere & the Lithosphere". Sciencing. Leaf Group Media. Archived from the original on 30 July 2020. Retrieved 28 June 2019.
- [14] *Preuss, Paul*. (July 17, 2011). "What Keeps the Earth Cooking?". Lawrence Berkeley National Laboratory. University of California, Berkeley. University of California. Archived from the original on 21 January 2022. Retrieved 28 June 2019.
- [15] *Walzer Uwe, Hendel Roland, Baumgardner John*. "Mantle Viscosity and the Thickness of the Convective Downwellings". Los Alamos National Laboratory. Universität Heidelberg. Archived from the original on 26 August 2006. Retrieved 28 June 2019.
- [16] "Planetary Fact Sheet". Lunar and Planetary Science. NASA. Archived from the original on 24 March 2016. Retrieved 2 January 2009.
- [17] *Monnereau Marc, Calvet Marie, Margerin Ludovic, Souriau Annie*. (21 May 2010). "Lopsided growth of Earth's inner core". Science. 328 (5981): 1014–1017. Bibcode: 2010Sci...328.1014M. doi:10.1126/science.1186212. PMID 20395477. S2CID 10557604.
- [18] *E.R. Engdahl, E.A. Flinn, R.P. Massé*. 1974. "Differential PKiKP travel times and the radius of the inner core". Geophysical Journal International. 39 (3): 457–463. Bibcode:1974 GeoJ...39..457E. doi:10.1111/j.1365-246x.1974.tb05467.x.
- [19] <https://geologyscience.com/geology/structure-of-earth/>
- [20] https://simple.wikipedia.org/wiki/Structure_of_the_Earth
- [21] <https://slcc.pressbooks.pub/physicalgeography/chapter/3-3/>
- [22] https://www.google.com/search?q=internal+structure+of+the+earth&oq=internal+structure&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqBwgBEAAygAQyBggAEEUYOTIHCAEQABiABDIHCAIQABiABDIHCAAMQABiABDIHCAQQABiABDIHCAUQABiABDIHCAyQABiABDIHCAcORRg80gEJMTU3NzJqMGo0qAIAAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Qəbul olunma tarixi: 01.08.2023