

# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

*Əlyazması hüququnda*

## MİNGƏCEVİR SU HÖVZƏSİNİN ƏRAZİNİN SEYSMİKLIYINƏ TƏSİRİ

İxtisas: 2507.01 – Geofizika, faydalı qazıntıların  
geofiziki axtarış üsulları

Elm sahəsi: Yer elmləri

İddiaçı: **Şirin Kərimbala qızı İslamova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün  
təqdim edilmiş dissertasiyanın

### **AVTOREFERATI**

**Bakı – 2021**

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya və Geofizika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: AMEA-nın müxbir üzvü, geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, professor  
**Qurban Cəlal oğlu Yetirmişli**

Rəsmi opponentlər:

Geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, prof.  
**Tofiq Rəşid oğlu Əhmədov**

Fizika-riyaziyyat elmləri namizədi, dosent  
**Əvəz Lətif oğlu Məmmədov**

Geologiya-mineralogiya elmlər namizədi, dosent  
**Təhminə Cəfərağa qızı Qarayeva**

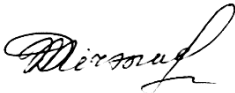
Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.01 Dissertasiya şurası.

Dissertasiya şurasının sədri:



AMEA-nın həqiqi üzvü, geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, professor  
**Əkpər Əkpər oğlu Feyzullayev**

Dissertasiya şurasının elmi katibi:



Texnika elmləri namizədi, dosent  
**Dilquşa Ramzey qızı Mirzəyeva**

Elmi seminarın sədri:



AMEA-nın həqiqi üzvü, geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, professor  
**Pərviz Ziya oğlu Məmmədov**

## **İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ**

### **Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi:**

Respublikada yaşayış binalarının, sənaye obyektlərinin tikintisinin intensiv inkişafı ayrı-ayrı şəhərlər, yaşayış məntəqələri, tikinti meydançaları üçün zəlzələ təhlükəsinin dərəcəsinin mükəmməl şəkildə öyrənilməsinə tələb edir. Hidrotexniki qurğuların tikintisi, onların istismarı ilə bağlı bir sıra məsələlərin həll edilməsinin zəruriliyini yaradır. Xüsusilə hidrotexniki qurğulara bitişik olan sahələrdə sürüşmə prosesinin canlanması, su anbarının xarab olması nəticəsində sahillərin yenidən işləməsi, su anbarlarının çaylarının nasoslarının və sahillərinin yenidən işlənmə məhsulları ilə lillənməsi prosesinin aradan qaldırılmasını tələb edir.

Azərbaycanın ən sesymoaktiv bölgəsinə daxil olan Böyük Qafqazın cənub yamacları və orta Kür çökəkliyi sərhədində yerləşən Mingəçevir su hövzəsi ərazisinin seysmikliyinin öyrənilməsi, bu baxımdan xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Sənaye və mülki obyektlərin tikilməsi və istismarı üçün ətraflı şəkildə ərazi haqqında mühəndis-geoloji məlumatların əldə edilməsi və təhlükəli geoloji proseslərin proqnozlaşdırılmasının böyük əhəmiyyəti vardır.

Mingəçevir hidrotexniki qurğuları kompleksinin inşası sahillər və sahilboyu yamaclar üçün tamamilə yeni şərait yaradan böyük ölçülü su anbarlarının yaranmasına gətirib çıxartdı.

Son illər dünya praktikasında rast gəlinən və xüsusilə iri hidrotexniki qurğu zonalarında texnogen fəaliyyətlə bağlı seysmik aktivliyin yüksəlməsi və dağıdıcı zəlzələlərin baş verməsi Respublika ərazisində Mingəçevir su anbarları zonasında da seysmoloji monitoring sisteminin yaradılması və aparılmasını zəruri etmişdir. Bu baxımdan Mingəçevir su hövzəsinin yaradılması süni zəlzələlərin əmələ gəlməsinə və ərazinin seysmoloji vəziyyətinin dəyişməsinə təsirinin geofiziki üsullarla tədqiqi günümüzün ən aktual problemidir.

Geoloji mühitdə baş verən təbii və texnogen proseslərin geofiziki üsullarla öyrənilməsi günümüzün ən aktual problemidir. Geofiziki metodların seysmik proseslərinin öyrənilməsində tətbiqi nəticəsində seysmikliyi təyin etmək və geofiziki sahələrin zamandan asılı olaraq dəyişməsinə izləməklə isə bu prosesin dinamikasını öyrənmək və proqnozlaşdırmaq imkanı əldə edir.

### **Tədqiqatın obyektı və predmeti:**

Mingəçevir su hövzəsi və onun səviyyəsinin dəyişməsinin ərazinin seysmikliyinə və ekzogen geoloji proseslərinə təsiri.

### **Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri:**

Mingəçevir su hövzəsində suyun səviyyəsinin dəyişməsinin regionda süni zəlzələlərin əmələ gəlməsinə, seysmoloji vəziyyətin dəyişməsinə su bəndlərinin yaradılmasının təsirinin öyrənilməsi.

1. Seysmik hadisələr haqqında makroseysmik və instrumental məlumatların analizi

2. Zəif və orta zəlzələlərin məkan və zaman daxilində yayılması

3. Zəlzələ ocaqlarının mexanizmlərinin qurulması və mühitin gərginlik-deformasiya vəziyyətini qiymətləndirilməsi

4. Seysmotomografik işlərin aparılması

5. Güclü zəlzələlərin Mingəçevir su hövzəsinə təsirin öyrənilməsi

6. Pirsən korrelyasiya əmsalının əsasında Mingəçevir su hövzəsinin ərazisinin gərginlik vəziyyətinin öyrənilməsi.

7. Suyun səviyyəsinin dəyişməsinin ərazinin seysmikliyinə və ekzogen geoloji proseslərinə təsirinin öyrənilməsi.

### **Tədqiqatın metodları:**

Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi zamanı Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzinin telemetrik stansiyaların məlumatları əsasında Mingəçevir su hövzəsinin zonasında alınmış materialları, AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun geoloji-geofiziki fond materialları əsasında, Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkəti Geofizika və Mühəndis Geologiyası İstehsalat Birliyi "AZƏRGEOFİZİKA ETİ"-nin materialları, Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin materiallarından istifadə olunub. Hesabatların həyata keçirilməsində 1980-2017-cı illər ərzində baş vermiş zəlzələlərin parametrlərindən istifadə edilmişdir. Seysmoloji və geoloji məlumatların kompleks analizi Antelope, ArcGIS10.1, Surfer, Fa\_major, Moment Tensor, MathLab və DIMAS, programlarında aparılmışdır.

### **Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar:**

1. Mingəçevir su anbarının istismarı ilə əlaqədar seysmikliyin formalaşması, seysmik şəraitin inkişaf dinamikasının və mühitin gərginlik-deformasiyasının vəziyyəti.

2. Mingəçevir su anbarının suyun səviyyəsinin dəyişməsinin,

ərazinin seysmikliyinə və ekzogen geoloji proseslərinə təsiri.

### **Tədqiqatın elmi yeniliyi:**

1. Mingəçevir su hövzəsi zonasının, həmçinin ona bitişik ərazilərin uzunmüddətli seysmikliyinin analizi göstərdi ki, 1956-cı ildən indiki vaxta qədər zəif seysmikliyin artımı müşahidə olunur;

2. Mingəçevir su anbarında su səviyyəsinin dəyişməsi ətraf geoloji mühitin tarazlığının pozulmasına və zəif zəlzələlərin əmələ gəlməsinə səbəb olduğu müəyyən edilmişdir;

3. Müəyyən olunub ki, su anbarının doldurulması başa çatdıqdan sonra 1-3 ay vaxt intervalı müddətində anbarın mərkəzindən 30 km radiusda olmaqla 12-34 km dərinlikdə zəif zəlzələlər baş verir, bu da onların texnogen təbiətini – yönəldilmiş seysmikliyi təsdiq edir.

4. Mingəçevir su hövzəsinin ətrafında aparılmış seysmoloji və geodinamik tədqiqatlar göstərdi ki, sürüşməyə məruz qalmış Bozdağ yamacının CQ-ŞmŞ istiqamətində, 7-12 saniyə davamlığında, 18-50 m dərinliyində 80 sürüşmə hadisəsi qeydə alınmışdır.

### **Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti:**

Aparılan tədqiqatın nəticələri Mingəçevir su anbarının və digər süni su anbarlarının ətrafında ehtimal olunan seysmik təhlükənin qiymətləndirilməsinə və seysmik riskin azaldılması üçün tədbirlər görülməsinə imkan verə bilər.

### **İşin aprobasiyası və tətbiqi:**

Dissertasiyanın müddəaları və nəticələri AMEA RSXM Azərbaycan Seysmoloqlar Assosiasiyası II Seysmologiya və Seysmik Riskin Azaldılması Amilləri, Təbii fəlakətlər zamanı konfransında, Azərbaycanda instrumental müşahidələrin 100 illiyinə həsr edilmiş konfransında, 10-cu Beynəlxalq Seysmoloji Məktəbinin seminarında (Bakı, 14-18 sentyabr 2015-ci il), Seysmoloji məlumatların emalı və interpretasiyası metodları konfransında (Bakı, 2015-ci il), AMEA nəzdində RSXM-nin illik hesabatlarında və elmi seminarlarında, Geologiya İnstitutunda keçirilmiş Ümumi Respublika seminarında məruzə edilmişdir. Dissertasiya mövzusu üzrə 12 məqalə və 2 tezis dərc edilmişdir.

### **Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı:**

Tədqiqat işi 2003-2019-cu illərdə AMEA-nın nəzdində Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzində yerinə yetirilmişdir.

## **İşin quruluşu və həcmi:**

Dissertasiya işi girişdən, dörd fəsildən, nəticələrdən, 88 sayda istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından və əlavələrdən ibarətdir. Burada 103 şəkil, 10 cədvəl də daxil olmaqla 159 səhifəni əhatə edir. Dissertasiyanın məzmununda giriş 4 səhifə olub 7569 işarədən, birinci fəsil 19 səhifə olub 37814 işarədən, ikinci fəsil 13 səhifə olub 23475 işarədən, üçüncü fəsil 34 səhifə olub 43632 işarədən, dördüncü fəsil 69 səhifə olub 75217 işarədən, nəticələr 2 səhifə olub 3412 işarədən və istifadə edilmiş 88 sayda ədəbiyyat siyahısı 10 səhifə olub 15762 işarədən ibarətdir. Dissertasiyanın həcmi 159 səhifə kompüter yazısından ibarət olmaqla, ümumi həcmi 206882 işarəni (istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı və əlavələr istisna edilməklə 191120 işarə) təşkil edir.

Müəllif dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi üçün yaratdığı imkana və göstərdiyi köməklərə görə elmi rəhbəri, AMEA nəzdində RSXM-nin Baş direktoru, Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü, geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, professor Q.C.Yetirmişliyə dərin təşəkkürünü bildirir.

## **İŞİN QISA MƏZMUNU**

**Giriş** hissəsində mövzunun aktuallığı, tədqiqatın məqsədi, qarşıya qoyulan vəzifələr və dissertasiyanın ümumi xarakteristikası verilmişdir.

**Birinci fəsil**də Mingəçevir su anbarının geoloji quruluşunun xüsusiyyətləri, Mingəçevir rayonunda aparılmış tədqiqat işlərinin tarixi, texnogen zəlzələlər, ərazinin fiziki-coğrafi şəraiti, Mingəçevir su anbarının qısa litoloji və stratigrafik xarakteristikası, geoloji şərait və Mingəçevir ərazisinin tektonik qırılmaları öyrənilmişdir. Bu istiqamətdə ilk tədqiqatlar Mingəçevir su anbarının tikintisindən sonrakı illərdə K.Ş.İslamovun rəhbərliyi ilə geofiziki ekspedisiya işləmişdir. Mingəçevir rayonun geoloji quruluşu barədə ayrı-ayrı pərakəndə məlumatlara M.M.Boqdanovun «Baş Qafqaz silsiləsinin iki kəsişməsi» (1902-ci il) və V.V.Boqaçevin «Arin qəzasının geoloji quruluşu» (1919-cu il) əsərlərində rast gəlinir. Mingəçevir rayonunun geoloji quruluşu barədə məlumatlar ilk dəfə 1905-ci ildə professor N.İ.Lebedev tərəfindən tərtib olunmuş xəritədə verilmişdir. Burada sarmata aid edilən üçüncü dövr çöküntüləri göstərilmişdir. Aparılan tədqiqat-

lar yüksək davamlı bəndin taylarının yerləşdirilməsinin çoxsaylı variantlarını nəzərdə tutmağı və əsas variantın seçiləcəyi sahələrin tektonikasının dəqiqləşdirilməsinə imkan verirdi.

1915-ci ildə Qafqazda su inspeksiyası adlı əsərdə ilk dəfə olaraq Mingəçevir boğazında irriqasiya tipli bəndin tikintisinin mümkün olması barədə məsələ qaldırılır. (hündürlüyü cəmi 7-8 m olan, Şirvan düzünün pambıq sahələrini suvarmaq üçün), 1925-ci ildə yenidən bəndin yaradılması barədə məsələ qaldırılır və Zaqafqaziya Sosialist Federativ Sovet Respublikasının (ZSFSR) hökuməti tərəfindən Azərbaycanın su ehtiyatının müəyyən edilməsi barədə elmi komissiya yaradılır. Bu komissiya Mingəçevir rayonunun geoloji şəraitini energetik əhəmiyyətli su anbarının quraşdırılması üçün əlverişli saydı. 1926-cı ildə Mingəçevir boğazında tədqiqatlar aparılmışdır və tədqiqatlar mənfi nəticələr vermişdir.

1927-1928-ci illərdə Ömək və Mühafizə Şurasının komissiyası aparılan işlərin kifayət etməməsini və torpağın laborator tədqiqatının olmamasını etiraf edərək Mingəçevirdə hündürlüyü 20-25 m olan beton bəndin tikintisinin layihəsini əsaslandırmaq məqsədilə geniş hidrogeoloji araşdırmaları təşkil etməyi qərara aldı. İşlər S.İ.Lukoşeviçin rəhbərliyi altında hidrogeoloji partiya tərəfindən aparılırdı.

Geoloji tədqiqatlarda geoloqlar, V.A.Strax<sup>1,2,3,4</sup>, M.E.Lavrov, V.V.Şişkin və s. iştirak edirdilər, ümumi rəhbərlik prof. F.A.Savarenski tərəfindən həyata keçirilirdi. Araşdırmaların məqsədi hündürlüyü 25 m-dən artıq olmayan dayaqla dəmirbeton bəndin tikilməsini əsaslandırmaq idi.

Araşdırmalar nəticəsində Boğazın və onun hidrogeologiyası aşkar edilmişdir. S.İ.Lukoşeviç<sup>5</sup>tərəfindən dayaqla bəndin tikilməsi üçün olduqca ağır geoloji şəraitin olması müəyyən edilmişdir.

---

<sup>1</sup> Страхов В.А. Геологическое строение Мингечаурской горловины. Гидроэнергопроект,1934.

<sup>2</sup> Страхов В.А. История геологического развития Куринской депрессии. Фонд СОПС АН СССР.

<sup>3</sup> Страхов В.А. Стратиграфия плиоценовых отложений Мингечаура. Гидроэнергопроект,1947.

<sup>4</sup> Страхов В.А. Тектоника Мингечаура (структура надвигов), Гидроэнергопроект,1937.

<sup>5</sup> Лукашевич С.И. О Геологических и гидрогеологических условиях долины р. Куры у с. Мингечаур. Материалы Упрводсхемы. Вып. 6, Тбилиси,1932.

S.İ.Lukoşeviçin materialları əsasında («Uprvadsxema»1939) ilə sxematik layihə tərtib edilmişdir. 1931-ci il Kür-Araz hövzəsinin sxeminin tərtib edilməsi zamanı aşkar edilmişdir ki, dayaqqlar artdıqca Mingəçevir su anbarının dəyəri olduqca artır. Bununla əlaqədar olaraq Mingəçevirdə hündürlüyü 30 m olan bəndin yeni variantının tikilməsi nəzərdə tutulması təklif edilmişdi.<sup>6,7</sup>

1932-ci ildən 1933-cü ilə qədər «Böyük Mingəçevir» sxeminin əsaslandırılması üçün yeni daha detal geoloji tədqiqatlar aparılmışdır.

1956-cı ildə C.M.Süleymanov tərəfindən Mingəçevir qovşağının geoloji və hidrogeoloji şəraitinə həsr edilmiş məqalə dərc edilmişdir. Bu əsərdə Mingəçevir qovşağının orohidroqrafiyasının, geomorfologiyasının geoloji quruluşunun qısa təsviri verilmişdir<sup>8,9</sup>.

Geodinamik proseslərə həm daxildə (endogen), həm də xaricdə (ekzogen) cərəyan edən hadisələr güclü təsir göstərir. Süni zəlzələlərin yaradılmasında “bənd zəlzələləri”nin də təsiri böyükdür. Bu cür zəlzələlərin su bəndləri vasitəsilə yaradılmış anbarlarda suyun səviyyəsinin 80, 100, 120 m-ə cətkən baş verməsi müşahidə edilmişdir.<sup>10</sup>

Bunlardan bəzilərini xatırlayaq 1975-ci il avqustun 1 də ABŞ-ın Ovril şəhərində gücü 7 bal olan zəlzələ baş verməsi seysmoloqların diqqətini cəlb etdi, bunun da səbəbi şəhərin yaxınlığında tikilmiş, hündürlüyü 235 m, su tutumu 4,4 km<sup>3</sup> olan su anbarının yaradılması idi.

Araşdırılmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, hələ 1935-ci ildə Ovril bənd zəlzələsindən 40 il əvvəl Nevada və Arizona ştatlarının sərhəddində tağlı Quver su bəndi tikilmiş, Kolorado çayı üzərində Mid su anbarı doldurulduqdan bir il sonra suyun səviyyəsi 100 m-ə çatdıqda, bu ərazidə seysmik təkanlar başlamışdır.

---

<sup>6</sup> Мячкин В.И. Процессы подготовки землетрясений. М., Наука, 1978, с. 232

<sup>7</sup> Мячкин В.И., Костров Б.В., Соболев Г.А., Шамина О.Г. Лабораторные и теоретические исследования процессов подготовки землетрясений. Изв. АН СССР, Физика Земли, 1974, №10, с. 107-112.

<sup>8</sup> Сулейманов Д.М. и др. отчет. "Вопросы физико геологический явлений на берегах Мингечаурского водохранилища" Баку Изд АН. Аз ССР. 1961-143с.

<sup>9</sup> Сулейманов Д.М. Общие геологические и инженеро-геологические условия Мингечаурского гидроузла. Тр. Ин-та геологии им.а.к. И.М. Губкина АН Азерб. ССР, - т. XVII, - Изд. АН Азерб. ССР,Баку 1956.

<sup>10</sup> Кərimov К.М., Əliyev М.В. "Seysmik situasiyanın dəyişilməsində süni amillərin rolu" Та, Б. Расточи, "Плотины и землетрясения" Москва 1979. Изд "Мир".



**İkinci fəsildə** Mingəçevir ərazisinin hidrogeoloji şəraiti, qrun sular və ekzogen geoloji proseslər öyrənilmişdir. Ərazi yeraltı suların yayılması cəhətdən kasıbdır. Yeraltı sulara Abşeron, Ağçagil və Bakı mərtəbəsinin çöküntülərində rast gəlinir. Abşeron çöküntüləri hidrogeoloji xüsusiyyətlərinə görə üç tipə ayrılır:

1. Müəyyən qalınlığa malik, qumdaşlarından ibarət və xüsusi hidrogeoloji rejimə malik içərisində qum təbəqəsi olan gilli laylar.

2. Susaxlayan gil layların tərkibində qum təbəqələri müşahidə edilir.

3. Gillər və qumdaşlarından ibarət olan aralıq sulu qat.

Mingəçevir rayonunun tektonik baxımdan və layların yatım şəraitindən aslı olaraq su saxlayan horizontlar özünəməxsusluğu ilə səciyyələnir. Abşeron çöküntülərinin laboratoriya üsulu ilə təyin olunmuş süzülmə əmsalları – 0.069 m/gün, yuxarı Abşeron çöküntülərininki isə 0.1728-0.773 m/gün-dür. Bu rəqəmlər göstərir ki, Abşeron yaşlı qumdaşları çox kiçik su süzülmə əmsalı ilə səciyyələnir, bu çöküntülərdə bəzi hallarda süzülmə əmsalının artması onların tektonik hərəkətlər nəticəsində çatlara məruz qalması ilə izah olunur.

Yeraltı suların minerallaşması demək olar ki, yüksəkdir. Minerallaşma 2-12 qram arasında dəyişir. Mingəçevir rayonu ərazisində mineralizasiya əsasən sulfat və xloridlərin hesabına aşağı düşür. Mingəçevir ərazisinin ümumən yeraltı suların minerallaşması yuxarı olub 130-400 mq/ekv arasında dəyişir. Bu ərazidəki yeraltı sular əsasən sulfatlı sulara aiddir ki, bunların da səbəbi ərazidə süxurların tərkibində gipsin həddən artıq çox olması ilə əlaqədardır. Sulu horizontların bir-biri ilə təması bəzi yerlərdə pozulur. Bunun nəticəsində yeraltı suların qarışması baş verir və yeraltı suların yeni tipi yaranır.

Qeyd olunduğu kimi tətqiqat rayonunun ərazisi Gəncə-Qazax dağətəyi düzənliyinin cənub-şərq kənarında yerləşən alluvial və delüvial-prolüvial mənşəli düzənliklərini əhatə edir. Düzənliklərin hüdudlarında qrun və təzyiqli sulu horizontlar yayılmışdır.

Ərazinin hidroqrafik şəbəkəsində Kür çayı ilə yanaşı, Gəncə-Qazax düzənliyinin Kürəkçay, Goranboy, İncəçay və Şirvan düzənliyinin Əlicançay çayları, habelə Yuxarı Qarabağ və Yuxarı Şirvan suvarma kanalları nəzəri cəlb edir. Azərbaycan ərazisinə daxil Kür çayı Ağsta-façay mənsəbindən aşağıda çox dərin olmayan dərə ilə dağları yara-

raq düzənliyə çıxır və Mingəçevir şəhərindəkə hamar müstəvi şəklində uzanır. Mingəçevir şəhərindən yuxarıda çay Bozdağ sıra dağlarının dərin olmayan dərəsinə kəsir. Hal-hazırda dərə bəndlə kəsilərək, arxasında həcmi 15 mlrd. m<sup>3</sup> su olan geniş Mingəçevir su anbarı yaradılmışdır. Bənddə Azərbaycanda ən böyük hidrotexniki qurğu olan SES inşa edilmişdir. Çay suyunun sərfi mənbəyindən mənsəbinə doğru artır. Mingəçevir şəhəri yaxınlığında 397m<sup>3</sup>/san təşkil edir. Suların minerallaşması il ərzində 150-dən 644 mq/l-dək dəyişir.<sup>11</sup>

Qrunt suları horizontunun qalınlığı 15,2 m-dən (Uçxoz q.) 29,7 m-dək (Salahlı) dəyişir. Suçəkmə zamanı quyuların sərfi 19,9-179,9 /gün, xüsusi sərf 0,07-0,43 l/s m, susaxlayan suxurların süzülmə əmsalı 0,47-7,96 m/gün, sukeçiricilik əmsalı 6,2-67,7 m<sup>3</sup>/gün hüdudlarında dəyişir.

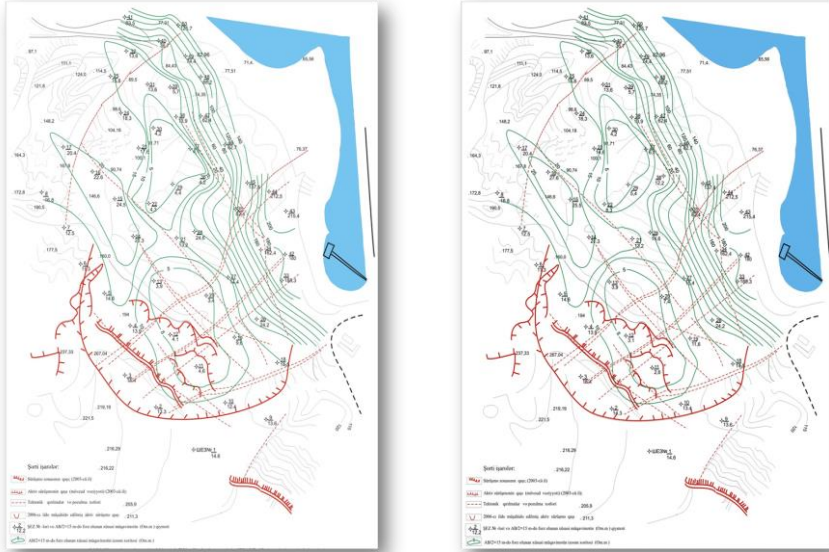
Mingəçevir su anbarının sağ sahilində mövcud olan (Bozdağ sürüşmə sahəsi) aktiv sürüşmə sahəsinin öyrənilməsi və sürüşmə proseslərinin izlənilməsi məqsədilə 3 km<sup>2</sup> sahədə aparılmış geofiziki işlərin məlumatlarının nəticələrinə əsasən sürüşmə sahəsinin konturları və sürüşmə müstəvisinin parametrləri təyin edilmişdir. Belə ki, bu sahədə sürüşmə kütləsi Qarabağ kanalının qərb kəsiyində, relyefin 60° bucaq altında yatan və 15-20 m sürüşmə güzgüsünə malik hissəsində baş verir. Sürüşmə asekvent xüsusiyyətli olub, sürüşmə dilinin anbar suları ilə kəskin islanması, Bozdağ silsiləsinin su ayrıclarında mövcud olan çat və çat sistemləri üzrə atmosfer çöküntülərinin sızması nəticəsində baş verir. Kəsilişin üst hissəsinin litoloji tərkibi də sürüşmə proseslərinin baş verməsi üçün əlverişlidir.

Əvvəllər Mingəçevir su anbarı zonasında aparılmış EGP monitorinqi və mühəndis geoloji işlərin nəticələrindən istifadə edilməsi nəzərdə tutulduğundan müayinə məqsədli çöl işlərinin həcmi xeyli azalmışdır. Mingəçevir su anbarının sağ sahilindəki sürüşmə sahəsində 30 f.n, Yenikənd və Şəmkir su anbarlarında isə elektrik kəşfiyyatı rejim müşahidələri aparılmışdır (şək. 1).

---

<sup>11</sup> Mingəçevir su anbarının bənd zonasında sağ sahil yamacının mühəndisi-geoloji şəraiti haqqında//Mingəçevir Kompleks hidrogeologiya-Keofizika partiyasının hesabatı, Azərbaycan respublikası dövlət keologiya və mineral ehtiyatlar komitəsi, hidrogeologiya və mühəndis geologiyası idarəsi, Bakı-2000

Sürüşmə kütləsi və ətraf sahələrdə yaradılmış monitoring şəbəkəsi, habelə qurulmuş reperlərə görə aparılmış monitoring işlərinin nəticələrinə görə Bozdağ sürüşmə sahəsində tərtib edilmiş izopotensiallar xəritəsi sürüşmə proseslərinin öncədən proqnozlaşdırılması metodikasının hazırlanması üçün baza rolunu oynamışdır.



**Şəkil. 1. Mingəçevir su anbarının bənd hissəsində 2006-cı il oktyabr və dekabr ayları ərzində ŞEZ(AB/2=15 m) monitoring nəticələri xəritəsi (tərtib edib: R.F.Hüseynov)**

Profillər üzrə aparılmış elektrik kəşfiyyatı üsulu ilə sürüşmə zonasında, aktiv sürüşmənin və tektonik pozulma xətləri müəyyənləşdirildikdən sonra aylıq monitoring ölçmələri aparılmış və izopotensial xəritələri tərtib edilərək təhlil edilməklə dinamik gərginliyin yüksəldiyi ərazilər təyin edilmiş, gərginliyin trendinə uyğun olaraq proqnoz edilən gələcək sürüşmənin istiqaməti müəyyənləşdirilmişdir. Müşahidələrin aparıldığı mərhələdən yalnız bir aktiv sürüşmə (30 oktyabr 2006-cı il) baş vermişdir. Oktyabr və noyabr ayları üçün tərtib edilmiş izopotensial xəritələrindən görüldüyü kimi oktyabr ayının əvvəlində sürüşmə sahəsinin suayırıcı hissədə olan qaş zonasında intensiv müsbət potensiallar zonası əmələ gəlmişdir. Proses ayın sonuna doğru sürətlə inkişaf

etmiş və tam sürüşmə kütləsini əhatə etmişdir. Bu mərhələdə aparılmış vizual marşrut müayinələrinə görə sürüşmənin qaşı və ondan 200 m aşağıda təsbit edilmiş yeni aktiv sürüşmə qaşı ölçülərini böyütməkdə davam etmişdir. Bilavasitə müsbət izopatensial sahənin sürüşmə kütləsinin 50%-dən artıq ərazisini əhatə etdiyi zaman sürüşmənin baş verməsi zamanı ilə üst-üstə düşmüşdür. Sürüşmədən əvvəlki 10 gün ərzində sürüşmənin uzanması istiqamətində yeni intensiv çat zonaları da yaranmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, sürüşmənin baş verdiyi dövrdə Mingəçevir seysmoaktiv zonasında seysmik aktivliyin artması da müşahidə edilmişdir.<sup>12, 13</sup>

2019 ildə Salamov A.M. tərəfindən elektrik kəşfiyyat metodları ilə Mingəçevir su anbarının sağ sahilində Bozdağ sürüşmə sahəsi öyrənilmişdir. Aparılan geofiziki tədqiqatlar nəticəsində ŞmQ-CŞ istiqamətinin əvvəllər bilinməyən qırılma pozuntusu aşkar olundu. Ehtimal olunur ki, bu pozuntu əsas qırılma sahəsinin əsas nöqtəsidir. Sürüşmə müstivisinin əsas enmə bucağı 8° qeyd olunub və sürüşən səth yamacın boyunca meyilli şəkildə uzanan müxtəlif süxurları keçir, müxtəlif litoloji kompozisiyalardan ibarət olan müxtəlif təbəqələrin təmasından keçir. Bu səbəbdən də təsnifata görə sürüşmə qarışıq sürüşmələrinə aiddir.<sup>14</sup>

**Üçüncü fəsilə** seysmikliyin, makroseysmik məlumatların, zəlzələlərin ocaq mexanizmlərinin, Mingəçevir su hövzəsi ərazisində seysmotomoqrafiya tədqiqatların və müxtəlif dərinliklərdə P dalğasının sürətlərinin analizi aparılmışdır. Mingəçevir su hövzəsi və ona bitişik ərazilər Azərbaycanın digər bölgələri kimi seysmik aktivliklə

---

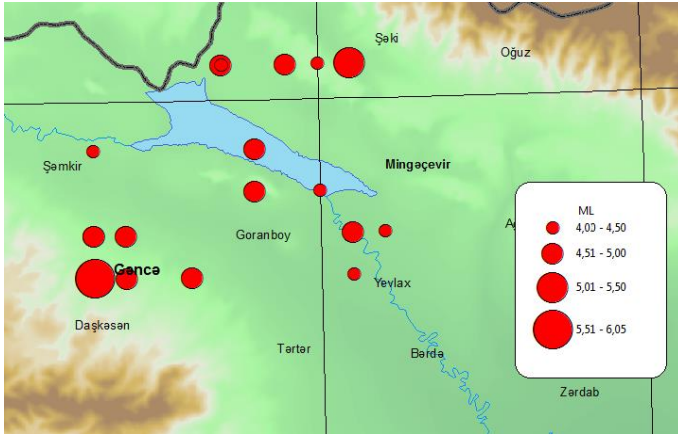
<sup>12</sup> Mingəçevir su anbarının bənd zonasında sağ sahil yamacının mühəndisi-geoloji şəraiti haqqında // Mingəçevir Kompleks hidrogeologiya-Geofizika partiyasının hesabatı, Azərbaycan respublikası dövlət keologiya və mineral ehtiyatlar komitəsi, hidrogeologiya və mühəndis geologiyası idarəsi, Bakı-2000

<sup>13</sup> Бабаев А.М., Кулагин В.К., Лысков А.М., Мамадалиев Ю., Мирзоев К.М. Azərbaycan Respublikası “Azərenerji” açıq səhmdar cəmiyyəti “Mingəçevir Su Elektrik Stansiyaları Silsiləsi” MMC Hesabat.

<sup>14</sup> Саламов А.М., Габиров Ф.Г., Саламов Ф.А. Исследования оползневых процессов на правобережной части Мингечаурского водохранилища методами электроразведки Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. Вып. 3(76). 2019, с. 40-49

səciyyələdir. Ümumi seysmik rayonlaşdırma xəritəsinə əsasən Mingəçevir ərazisi 6-7 ballı zonaya aid edilir, belə zəlzələlərin təkrarlanması orta hesabla 100 ildə bir dəfə baş verir. Zəlzələ episentrlərinin və seysmik prosesin digər xüsusiyyətlərinin məkan-zaman paylanması analizi qırılma şəbəkəsinin və Yer qabığının əsas sərhədlərinin strukturu barədə kifayət qədər əlavə məlumat verir.

Bütövlükdə ərazinin müasir seysmikliyinin bütöv görünüşünü almaq üçün tədqiqatları yerinə yetirməkdir. Öyrənilən ərazi üçün  $40.60^{\circ}$ -dən  $41.10^{\circ}$  ş.e. və  $46.50^{\circ}$ - $47.40^{\circ}$  ş.u. götürülmüşdür. Əsas mövzu seysmikliyin, zəlzələ və onların makroseysmik təzahürünün öyrənilməsidir (şək. 2).

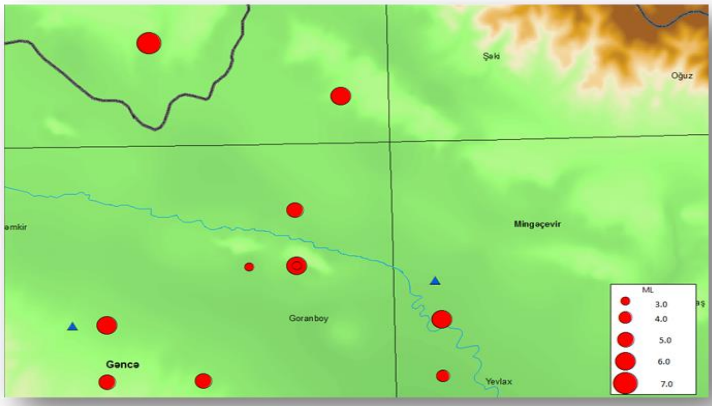


**Şəkil. 2. Mingəçevir su hövzəsi yaxınlığında 1900-2017-ci illər ərzində baş vermiş maqnitudu  $m_l \geq 4.0$  olan zəlzələlərin episentrlər xəritəsi**

Mingəçevir seysmogeodinamik poliçonunun ərazisi tamamilə Mingəçevir seysmotektonik blokunu əhatə edir. Ölkə ərazisinin ümumi seysmik rayonlaşdırma xəritə-sxeminə əsasən bu rayonda zəlzələlərin maksimal intensivliyi 8 bal qəbul edilmişdir və maksimal zəlzələlərin təkrarlanma periodu 1000 ildir. Tarixi dövr ərzində bilavasitə bu blokda dağıdıcı və katastrofik zəlzələlər qeyd olunmasa da qonşu seysmotektonik bloklarda  $I_0=9-10$  bal intensivlikli bir sıra zəlzələlər baş vermişdir. Mingəçevir seysmotektonik blokunda zəlzələlərin orta gücü 6-7 bal həddində qiymətləndirilir.

Mingəçevir zonasının, həmçinin ona bitişik ərazilərin uzunmüddətli seysmikliyini nəzərdən keçirərək ərazinin seysmikliyin öyrənilməsini iki mərhələyə bölmək olar:

Birinci mərhələ, Mingəçevir su hövzəsinin tikintisindən əvvəl illər 1950-ci ilə qədər olan dövrü əhatə edir. Bu illərdə olan məlumatlar makroseysmik məlumatlara əsaslanır. Zəlzələlərin episentrlər xəritəsi tərtib edilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, həmin ərazidə cəmi 11 zəlzələ baş verib (şək. 3).



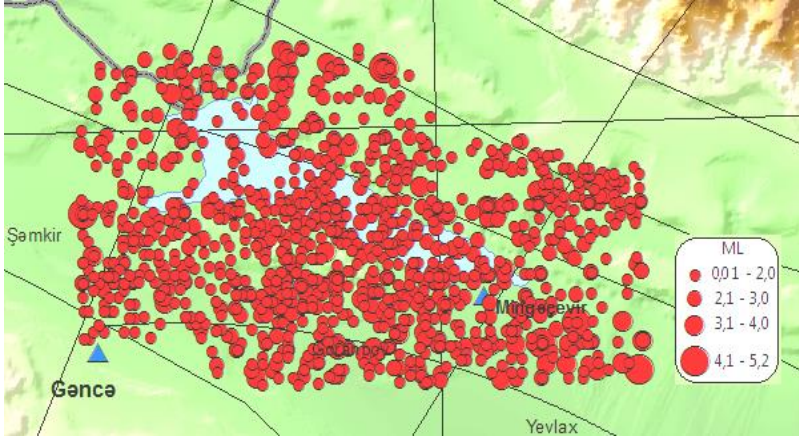
**Şəkil. 3. Mingəçevir rayonu və ona bitişik ərazilərin 1900-1954-ci illər üzrə episentrlər xəritəsi**

İkinci mərhələ isə Mingəçevir su hövzəsinin tikintisindən sonrakı dövrləri əhatə edir. 1954-cü ildən indiki vaxta qədər olan dövrü əhatə edir. 1962-ci ildə isə burada K.Ş.İslamovun rəhbərliyi ilə Mingəçevirdə seysmoloji ekspedisiya işləmiş, burada yerli və zəif zəlzələ ocaqlarının olduğu, əsasən onların çökmə qatında yerləşdiyi aşkar edilmişdir. Bu ekspedisiya işlədiyi müddətdə burada “Mingəçevir” stansiyasında S-P=1,0-1,5 olan 25 yerli təkan qeydə alınmışdır.

Həyata keçirilmiş tədqiqat ərazisi 40.60°-41.20° en dairəsi və 46.20°-47.40° uzunluq dairəsi ilə məhdudlaşmışdır və Mingəçevir su anbarının sahisini və yanaşı əraziləri əhatə edir.

Son illər (2003-cü ildən başlayaraq) Mingəçevir ərazisinin seysmikliyinin öyrənilməsi yüksək həssaslı stansiyalar əsasında alınan yeni seysmoloji məlumatların sistemləşdirilməsini və təhlilini tələb edir. Zəlzələ parametrlərinin müəyyən olunması dəqiqliyinin təkmilləşdi-

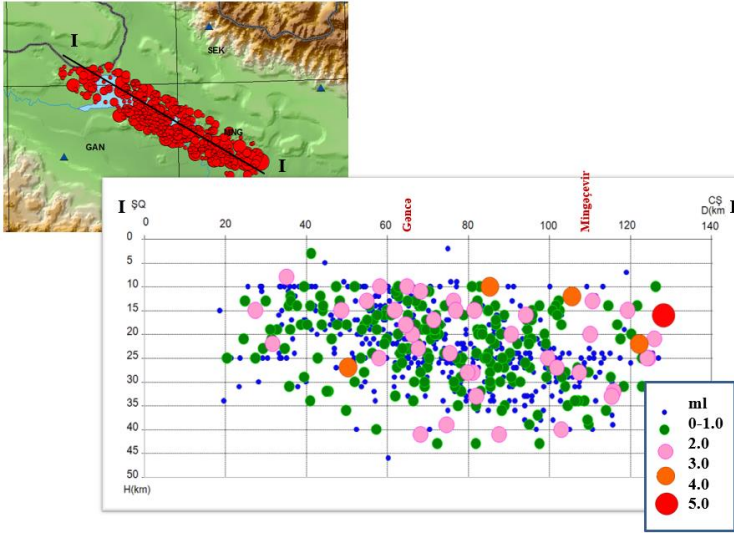
rilməsi, ərazidə seysmikliyin paylanması daha keyfiyyətli analizi, zəlzələ episentrlərinin qırılma zonaları ilə əlaqəsini müəyyən etməyə və aktiv əraziləri ayırmağa imkan verir. Belə ki, 1954-2017-ci illər ərzində baş vermiş zəlzələlərin episentrlər xəritəsi (şək. 4) göstərdi ki həmin ərazidə 1290 ml=0.1-5.2 olan zəlzələlər baş vermişdir.



**Şəkil. 4. Mingəçevir ərazisində 1954-2017-ci illər üzrə episentrlər xəritəsi (N=1290)**

Makroseysmik və instrumental məlumatların təhlili əsasında müəyyən edilmişdir ki Mingəçevir su anbarı ərazisində güclü zəlzələlərlə yanaşı həm də zəif zəlzələlər baş verir. Tədqiqatlar göstərir ki bu ərazidə zəif zəlzələlərin sayı artmışdır və bu da Mingəçevir su anbarında kiçik çatların yaranmasına səbəb olur. Bu isə güclü zəlzələ deyil həm də Mingəçevir su anbarının ekoloji təhlükəliliyinə gətirib çıxara bilər.

Zəlzələ ocaqlarının dərinliklər üzrə paylanmasını öyrənmək məqsədi ilə seysmoloji profillər qurulmuşdur. Şəkil ŞmQ-CS istiqamətində uzununa dərinlik qırılması ilə üst-üstə düşən I-I profilinin kəsilişi verilmişdir (şək. 5). Göründüyü kimi, burada əsasən orta hissəsində zəlzələ hiposentrlərin kütləsi (zəlzələ ocaqları) seçilir. Seysmogen zonada əsas ocaqlar 10-40 km dərinlikdə, 20-120 km episentral məsafədə yerləşmişdir.



**Şəkil. 5. Mingəçevir su hövzəsi ərazisinin I-I profili üzrə seysmoloji kəsilişi (2003-2017-ci illər)**

Zəlzələlərin əsas hissəsi müxtəlif istiqamətdə kəşişən qırılma zonasında, profilin aktiv olan Gəncəçay-Alazan və Arpa-Samur eninə qırılmalarının mərkəzi hissəsində cəmlənmişdir. Konsolidə olunmuş qat aydın görünür. Bünövrənin səthi şimal-qərbdən cənub-şərqə üfüqi istiqamətdə uzanır, cənub-şərq istiqamətində bünövrənin səthinin 15 km qədər tədricən enməsi tendensiyası müşahidə olunur. Zəlzələ ocaqlarının dərinliklərin çoxu 10-35 km arasında dəyişir. Qeyd etmək lazımdır ki, nisbətən güclü zəlzələlər  $m_l=3,0-4,0$  olan mərkəzi hissədə 10-dan 40 km qədər dərinlikdə yerləşir. Moxo sərhəddi qövşşəkilli formaya malikdir, mərkəzi hissəsinin dərinliyi 35 km və maksimal yüklənmə 45 km-dir. Yer qabığının sərhəddində xüsusi ilə onun üst qatlarında, çoxlu miqdarda çatlar və müxtəlifcinslilik var. Qeydə alınmış zəif zəlzələlər həmin çatların artması ilə əlaqədardır.<sup>15</sup>

2003-2017-ci illərdə baş vermiş zəlzələ ocaqlarının mexanizmlərinin analizi əsasında, Mingəçevir su hövzəsi zonasının tektonik hərəkətlərin tipləri müəyyən edilmişdir. Əsasən qırılıb-qalxma və qırılıb

<sup>15</sup> Геология Азербайджана, геоморфология, стратиграфия. Баку: АН Аз ССР, 1952, 552 с.



düşmə tipli hərəkətlər aşkar edilmişdir. Həmin zəlzələlərin sıxılma və gərilmə oxlarının sxematik xəritənin analizi göstərdi ki, gərilmə oriyentasiya oxları əsas QCQ-ŞmŞ və QŞmQ-ŞŞmŞ istiqamətində mövqe tutur, buna baxmayaraq, sıxılma oriyentasiya oxları isə CCQ-ŞmŞmŞ istiqamətində aşkara çıxır. Beləliklə, Mingəçevir su hövzəsi ərazisi sıxılma zonası kimi müəyyən olunmuşdur.

Qeyd etmək lazımdır ki, Orta Kür meqazonası (əyilmə) şimaldan cənuba doğru aşağıdakı struktur zonalara bölünür.

1. Çatma-Acinohur zonası, oliqosen-dördüncü nolaslarından təşkil olunmuş və valax qırışıqlıq fazasında formalaşmış, cənuba doğru çevrilmiş antiklinallar və azmeyilli üstəgəlmələr ilə birlikdə pulcuqvari-üstəgəlmə-quruluşuna malikdir. Üstəgəlmə yerdəyişmələrinin ampitudası qərbdə 25-20km-dən şərqdə 10-6 km-ə qədər azalır.

2. Ceyrançöl zonası Orta Kür əyilməsinin qərbində yerləşir və yer səthində əsasən üstpliosen – dördüncü dövr, bəzi yerlərdə miosen çöküntülərindən təşkil olunmuş, Eriktar-Göyçə üstəgəlmələr zonasının Çatma-Acinohur zonasından ayrılaraq, cənubda Kür üstəgəlməsi boyu Kiçik-Qafqaz ətəyi zonası ilə sərhədlənir.<sup>16</sup>

Əyilmənin ümumi fonunda, tağ hissələrində qırılıb-qalxma-üstəgəlmə pozulmaları ilə mürəkkəbləşən üç aktivlik zolaq müşahidə olunur.

**Dördüncü fəsildə** Mingəçevir su anbarının dolmasının seysmikliyə təsiri və anbarında zamanla suyun səviyyəsinin və seysmikliyin dəyişməsi ilə qarşılıqlı əlaqəsinin təhlili aparılmışdır.

Su anbarında suyun səviyyəsinin qalxması adətən 5 ay - mart ayından iyul ayına qədər, həm də may-iyun aylarında maksimal intensivliyə çatır. Avqustda suyun səviyyəsinin düşməsi başlayır: əvvəlcə yavaş-yavaş, sonra isə daha sürətlə. Yanvar-mart aylarında səviyyənin dalğalanması cüzi miqdarda olur. Yazda və yayda suyun səviyyəsinin qalxması Kür, İori və Alazani çaylarından gələn su ilə olduğu kimi, su anbarında çöküntülərlə də şərtlənir.

Payız-qış dövründə su anbarında suyun səviyyəsinin aşağı düşməsi bir tərəfdən suyun orta səviyyəsi ilə, digər tərəfdən isə energetika qrafiki üzrə işə düşən su anbarının iş rejimi ilə şərtlənir.

---

<sup>16</sup> Геология Азербайджана Том III, Магматизм. Баку: Nafta-Press, 2005, 434 с.

Mingəçevir su anbarında yazda çay sularının gur vaxtı iki amilin - dağlarda yığılan qar ehtiyatlarının əriməsi və yaz yağıntıları - qarşılıqlı təsirinin nəticəsidir. Yaz suyunun tədricən artması artıq mart ayında başlayır.

Beləliklə, daşqınların orta davam etmə müddəti 2,5 aydan 3 aya qədərdir. Daşqınların başlaması və bitməsi müddətləri üç çayda üst-üstə düşür. Bundan başqa, suvarma üçün suyun süni şəkildə yığılması axım rejiminə təsir göstərir. Ölçülmüş nasosların sərfiyyatı da müvafiq olaraq su sərfiyyatının dəyişilməsindən asılı olaraq dəyişilir.

Su anbarının dolmasının seysmikliyin yüksəlməsi ilə əlaqəsini müəyyən etmək üçün episentrlərin illik xəritələrində qeyd edilmiş 605 km<sup>2</sup> sahəli bütün ərazi detallı şəkildə tədqiq edilmişdir.

Zəlzələlərin 1980-2017-ci illər ərzindəki illik cəmlərin dəyişməsi nəzərdən keçirilmişdir və müşahidə edilmişdir ki, zəlzələlərin sayı 1981-ci ildən artma tendensiyasına malikdir, nə zaman ki, su anbarı 79,5 m səviyyəsinə kimi doldurulmuşdur və 2010-cu ildə suyun səviyyəsi su anbarında 83,5 m çatanda, maksimum həddinə çatmışdır.<sup>17</sup> Zəlzələlərin kvartal cəmləri suyun səviyyəsinin artması ilə yaxşı korrelyasiya olunur. Bizim tərəfimizdən su anbarında suyun səviyyəsinin zaman ərzində dəyişməsi ilə zəlzələlərin maqnitudası arasındakı asılılığı nəzərdən keçirilmişdir (şək. 6).

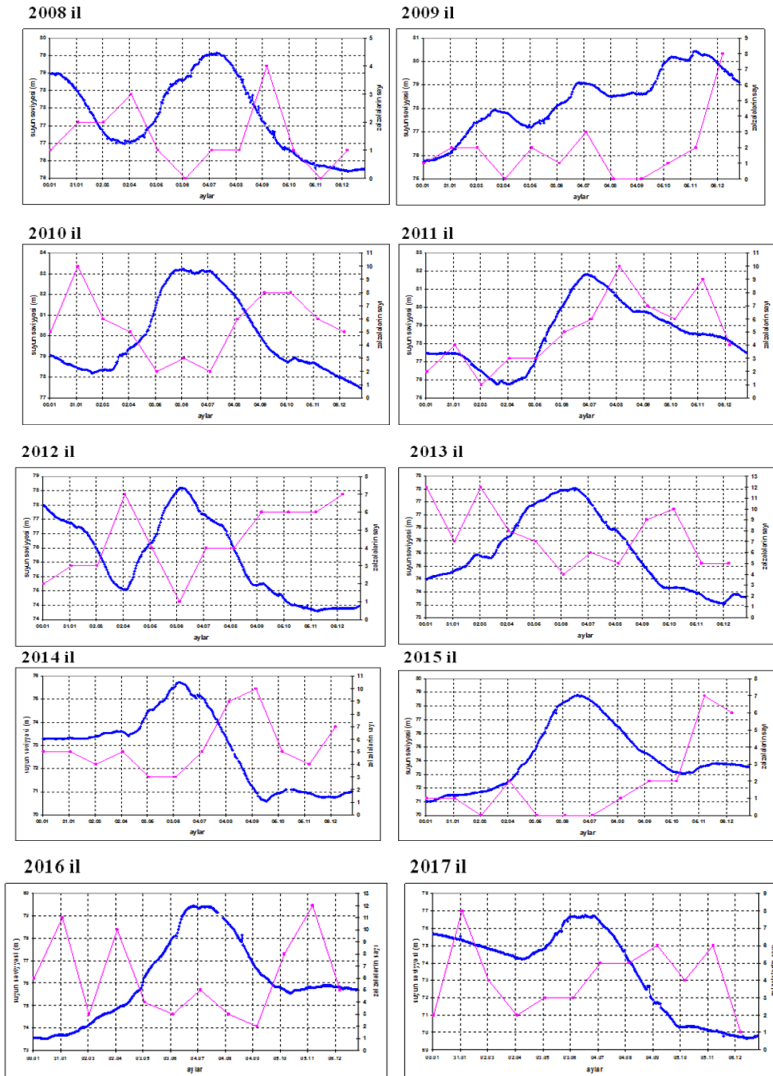
2008-ci ilin may ayından 2009-cu ilin mart ayına kimi, şəkil 7-dən göründüyü kimi, orta hesabla 31 zəlzələ baş vermişdi. 2008-ci ilin oktyabr ayında suyun səviyyəsinin artma dövründə ml=3.6-1.6 maqnituda 6 zəlzələ baş vermişdi. Suyun səviyyəsi öz 80,5 m maksimuma çatdıqda, suyun səviyyəsinin tədricən 78,2 m qədər azalması başladı. Bu zaman ərzində maksimal maqnituda ml=3.8 olan 18 zəlzələ baş verdi.

2010-cu ildə Mingəçevir su hövzəsində suyun səviyyəsi mart ayından 78-79 metr-dən, may ayında 82-83-metrə qədər qalxmışdır və may aylarında hövzədən buraxılan suyun miqdarının artırılması, Kur çayında suyun səviyyəsinin qalxması ilə əlaqədar daşqınlar baş verib. Həmin dövrdə aparılan seysmikliyin analizi göstərdi ki, fevral,

---

<sup>17</sup> Исламова Ш.К., Связь сейсмичности Мингячевирского района с заполнением Мингячевирского водохранилища // АМЕА RSXM 2005-ci ildə Azərbaycan ərazisində seysmoproqnoz müşahidələrin kataloqu. Bakı, 2005, 209-216 s.

mart, aprel aylarında və iyul, avqust, sentyabr aylarında Mingəçevir su hövzəsində maqnitudası 1.2-3.0 olan 21 zəlzələ baş vermişdir.



**Şəkil 6. Su anbarında suyun səviyyəsinin və zəlzələlərin sayının illər üzrə dəyişməsi histqramı<sup>18</sup>**

<sup>18</sup> Исламова Ш.К., Влияние Мингячевирского водохранилища на сейсмическую активность района., Azərbaycan ərazisində seysmoproqnoz müşahidələr, Bakı, 2012. 207-212 s.

2011-ci ilin mart ayında suyun səviyyəsinin artması başladı, tədricən artaraq iyunda 82 m qədər çatdı. Sonralar tədricən azalması və tədqiq edilən regionun seysmik aktivliyinin artması müşahidə olundu. 2011-ci ilin avqust ayından 2012-ci il aprelə qədər olan dövrdə 46 zəlzələ baş verdi.

Qeyd etmək lazımdır ki, son illər ərzində bu ərazidə zəif seysmiklik artmışdır (2010-2013-cü illərdə baş vermiş  $m \geq 0.5$ ). Bu zəlzələlərin əsasən cox hissəsi (75 %) tədqiq olunan ərazinin cənub hissəsində cəmlənmişdir.

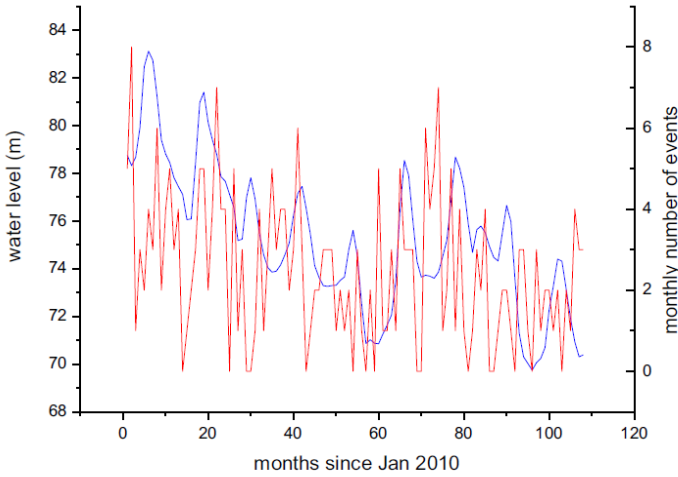
Şəkil 7-də 2014 -cü ildə su anbarında suyun səviyyəsinin və zəlzələlərin sayının zaman üzrə paylanması qrafiki verilmişdir (suyun səviyyəsi - 70.60-75.78 m). 2014-cü ildə Mingəçevir su hövzəsi ərazisində 104 təkan qeydə alınmışdır.

Beləki, su anbarının doldurulması birbaşa Mingəçevir su anbarı rayonunda və bitişik ərazilərdə zəif zəlzələlərin meydana gəlməsinə təsir göstərir. Müəyyən olunub ki, hər 5-6 ildən bir periodik dəyişmələr görsənir və 2012-ci ildə başlayaraq suyun maksimal səviyyəsi müşahidə olunur və 2017-ci ilə kimi saxlanılır.

Beləliklə anbarının doldurulması birbaşa Mingəçevir su anbarı rayonunda və bitişik ərazilərdə zəif zəlzələlərin meydana gəlməsinə təsir göstərir. Su anbarında suyun səviyyəsinin qalxması adətən 5 ay - mart ayından iyul ayına qədər davam edir. Avqustda suyun səviyyəsinin düşməsi başlayır: əvvəlcə yavaş-yavaş, sonra isə daha sürətlə (80-78 m-dən 74-73m-ə qədər). Yanvar-mart aylarında suyun səviyyəsinin dalğalanması az miqdarda olur. Su hövzəsində suyun səviyyəsinin düşməsi nəticəsində ərazidə süni seysmikliyin artması müşahidə olunur.

Aylar üzrə baş verən seysmik hadisələrin sayının və su səviyyə dəyişmə məlumatlarının sinqulyar spektr analizi və siqnalların funksiyalara ayrılması (empirik mod dekompozisiyası- EMD) üsullarının kompleks tətbiqi vasitəsilə təhlili nəticəsində su anbarı ərazilərində su səviyyəsinin dəyişmələri ilə əlaqədar olan yönəldilmiş seysmikliyin zaman-məkan parametrlərinin təyini metodu işlənib hazırlanmışdır. Tədqiqat işində 1953-cü ildə doldurulmuş Mingəçevir su anbarında 2010-2018-ci ilər ərzində instrumental seysmikliyinin zaman dinamikasının statistik təhlili aparılmışdır. Maqnitudadan asılı olaraq

( $M_c=1,6$ ) Mingəçevir su anbarında mərkəzindən maksimum 30 km məsafədə və 54 km dərinlikdə 9 il ərzində yalnız 269 hadisə seçilib. Buna görə də, bölgənin seysmik fəaliyyətinin dinamikası barədə məlumat əldə etmək üçün biz hər ay statistik metodlardan istifadə edərək zaman dinamikasının Mingəçevir su anbarında su səviyyəsinin ərazinin seysmikliyinə təsiri ilə əlaqəsini tapmaq üçün bu metodlardan istifadə etdik. Bu məqsədlə aşağıdakı metodları tətbiq etdik: sinqulyar spektr analizi və siqnalların funksiyalara ayrılması (empirik mod dekompozisiyası- EMD).<sup>19</sup>



**Şəkil 7. Su səviyyəsinin və zəlzələlərin aylar üzrə orta qiymətlərinin zaman üzrə dəyişməsi qrafiki (hadisə böyüklüyü  $\geq 1.6$ )**

Seysmikliyin, məsələn, Mingəçevir bəndinin ətrafında olduğu qədər sıx olmadığı hallarda, hadisələrin aylıq (və ya hətta illik) sayının zaman seriyalarının öyrənilməsi seysmik proseslər haqqında vacib məlumat verə bilər. Əslində, daha sərt bir vaxt qətnaməsi (ay və ya il) zaman seriyalarını qısaldır, daha dəqiq bir vaxt qətnaməsi (saat və ya gün) isə onları uzadır. Bununla birlikdə, ikinci vəziyyətdə, za-

<sup>19</sup> Telesca L., Kadirov F.A., Yetirmişli G.J., Safarov R., Babayev B., Islamova Sh.K., Kazimova S.E. Analysis of the relationship between water level temporal changes and seismicity in the Mingchevir Reservoir (Azerbaijan), Journal of Seismology. Vol. 24, 2020. pp. 937-952.

man seriyası birincidən daha çox sıfır dəyəərə sahib olacaq; bu səbəbdən həm müvəqqəti həlli, həm də zaman seriyasının ölçüsünü nəzərə almaq son dərəcə vacibdir. Bizim işimizdə, Mingəçevir ərazisində, hiposentrləri 55 km-dən az dərinlikdə, böyüklüyü 1,6-dan böyük və ya bərabər olan baş verən aylıq zəlzələ sayının zaman seriyasını təhlil etdik. Şəkil 7-də su səviyyəsinin orta aylıq və hadisələrin aylıq sayının müqayisəsi göstərilir. Suyun səviyyəsinin ilk 5 dövr ərzində azaldığı illik bir tezliklə dəyişdiyini müşahidə edə bilərik.

Beləliklə, suyun səviyyəsinin meyli növbəti iki dövr ərzində bir qədər artır, maksimum səviyyəsi demək olar ki dəyişməz qalır. Ayda baş verən hadisələrin sayına baxanda, suyun səviyyəsi maksimuma çatdıqdan sonra seysmik aktivliyin artdığı görünür. Bu davranış su səviyyəsinin ilk dövrlərində daha aydın görünür. Lakin, suyun səviyyəsinin və seysmik aktivliyin maksimumları arasında belə bir yazışma o qədər də aydın deyil. Çox güman ki, hər ayda zəlzələ sayının artması tendensiyası ilk 5 ildə suyun səviyyəsinin azalması və bir qədər sonra artması tendensiyasına uyğundur. Bu nəticələr su səviyyəsinin dəyişməsi ilə seysmik aktivlik arasında bir əlaqə ola biləcəyini düşünə bilər. Əlavə olaraq, suyun səviyyəsi illik tezliklə aydın şəkildə modulyasiya olunduğundan, seysmik aktivliyin eyni tezliklə modulyasiya olub olmadığını görmək çox vacibdir; bu vəziyyətdə suyun səviyyəsi açıq su anbarında seysmik aktivliyə səbəb olan amillərdən biri kimi qəbul edilə bilər.<sup>20</sup>

Bu məqsədlə aylıq zəlzələ sayına üç müstəqil zaman seriyası analiz metodu tətbiq edəcəyik: korrelogram əsaslı periodogram və iki paylanma metodu, sinqulyar spektr analizi (SSA) və empirik mod dekompozisiyası - EMD.

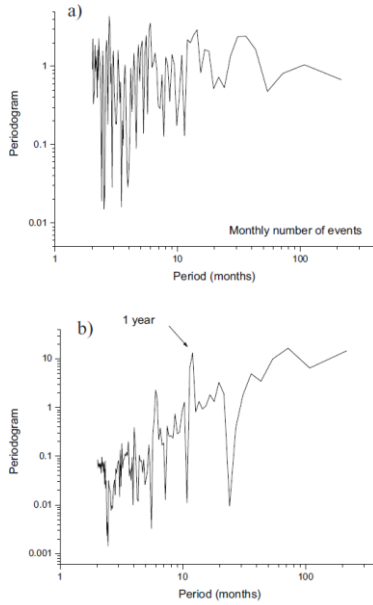
SSA metodu, parametrlı keçid prosedurundan istifadə edərək bir ölçülü zaman seriyasının çoxölçülü hala çevrilməsinə, ardından çoxölçülü zaman seriyasına əsas komponent analizi (PCA) (Principal component analysis) metodunun tətbiq edilməsinə əsaslanır. Bu vəziyyətdə, əl-

---

<sup>20</sup> Telesca L., Kadirov F.A., Yetirmişli G.J., Safarov R., Babayev B., Islamova Sh.K., Kazimova S.E. Analysis of the relationship between water level temporal changes and seismicity in the Mingchevir Reservoir (Azerbaijan), Journal of Seismology. Vol. 24, 2020, pp. 937952.

də edilən çoxölçülü trayektoriya seçilmiş əsas komponentlər baxımından seriyanın genişləndirilməsi və yenidən qurulması (yaxınlaşdırılması) istifadə edilərək araşdırılır. Metodun məqsədi zaman seriyasını şərh edilə bilən aşqar komponentlərinə ayırmaqdır. Nəzəri nəticələr müəyyən şərtlər daxilində xüsusi dəyərlər, öz dəyərlər və amil vektorları baxımından onların mənalı şərhini verməyə və hər birinə uyğun elementar matrislərin seçilməsini əsaslandırmağa imkan verir.

Şəkil 8-də aylıq zəlzələ sayının və suyun səviyyəsinin korrelograma əsaslanan periodogramı göstərilir. Suyun səviyyəsi 1 il ərzində əsas tezliyi təmsil edən çox aydın bir zirvəni göstərsə də, aylıq zəlzələ sayı aydın bir zirvə göstərmir.



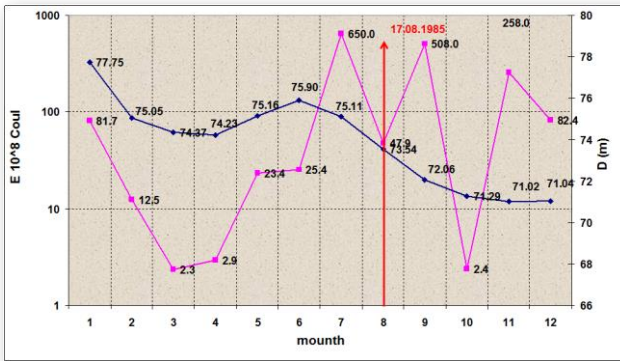
**Şəkil. 8. Zəlzələ sayının (a) və suyun səviyyəsinin (b) aylıq periodogramının korrelogramması**

Beləliklə təqdim olunan tədqiqat işində 2010-cu ilin yanvar ayından 2018-ci ilin dekabr ayınadək Mingəçevir sahəsində (Azərbaycan) instrumental yolla qeydə alınan seysmiklik ( $0.5 \leq M \leq 3.5$ ) və onun su anbarındakı su səviyyəsinin dəyişməsi arasındakı qanunauy-

ğunluqları tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, son illərdə Mingəçevir sahəsində lokal maqnitudası  $0.5 \leq M_l \leq 3.5$  olan zəlzələlərin əksəriyyəti su anbarının doldurulması başa çatdıqdan sonra 1-3 ay vaxt intervalı müddətində anbarın mərkəzindən 30 km radiusda olmaqla 34 km dərinlikdə baş verir ki, bu da onların texnogen təbiətini – yönəldilmiş seysmikliyi təsdiq edir.

Məlumdur ki, 1985-ci, 1987-ci, 1989-cu, 1996-cı, 2000-ci və 2006-cı illərdə Mingəçevir su anbarının sağ sahilində - Bozdağ silsiləsinin sərhədlərində sürüşmələr baş vermişdir.

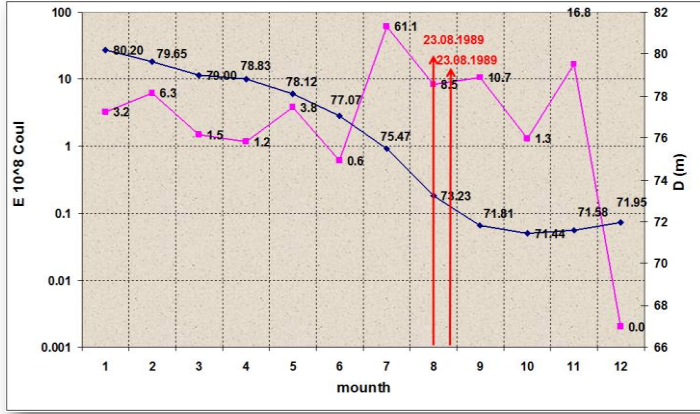
Hidrostatik təsirin tədqiqat aparılan rayonun sərhədlərində sürüşmələrin aktivləşməsinə təsirini öyrənmək məqsədi ilə bizim tərəfimizdən zəlzələlər və 1985-ci, 1987-ci, 1989-cu, 1996-cı, 2000-ci və 2006-cı illərdə sürüşmə proseslərinin aktivləşməsi nəticəsində ayrılan enerji ilə su anbarında suyun səviyyəsinin dəyişilməsinin müqayisəli təhlili aparılmışdır (şək. 9-10).



**Şəkil. 9. 1985-ci il ərzində Mingəçevir su hövzəsində suyun dəyişməsi ilə baş vermiş zəlzələlər zamanı ayrılan enerjinin təsiri nəticəsində sürüşmə proseslərinin aktivləşməsi qrafiki**

Mingəçevir su hövzəsinin ətrafında 2014-cü ildə baş vermiş sürüşmə sahəsində aparılmış seysmoloji, mühəndisi-seysmoloji, geofiziki (qravimetrik, maqnitometrik) və geodinamik (GPS və Tiltimetr) tədqiqatlar əsasında aşağıdakı nəticələr əldə olunmuşdur.





**Şəkil. 10. 1989-cu il ərzində Mingəçevir su hövzəsində suyun dəyişməsi ilə baş vermiş zəlzələlər zamanı ayrılan enerjinin təsiri nəticəsində sürüşmə proseslərinin aktivləşməsi qrafiki**

Bu ərazidə sürüşmə prosesi hələ iyul ayının əvvəllərində başlamışdır. Ərazidəki sürüşmələr Mingəçevir seysmik stansiyasında zəlzələlərdən fərqli seysmik titrəyişlər şəkilində qeydə alınmışdır. Sürüşmə sahəsinin yaxınlığındakı nəqliyyat, inşaat işləri və digər mənbələrdən sürüşmə zonasında gecə və gündüz müxtəlif tezlikli titrəyişlər baş verir və sahəni daimi titrəyişlərə məruz qoyur. Zonada sürüşmə müstəvisinin sərhəddi və sürüşməyə məruz qalmış Boz dağ yamacının CQ-ŞmŞ istiqamətli hərəkətli sahəsi müəyyənləşdirilmişdir. Qravimetrik məlumatlar tədqiqatların aparıldığı I və II profillər rayonunda 52 metr dərinlikdə sürüşmə xarakterli geodinamik hərəkətin olmasını göstərir. 50 m dərinliyə qədər tədqiq edilmiş: 1 saylı profildə sürüşmə səthinin dərinliyinin 18-30 m; 2 saylı profildə 12.5-22.5 m; 3 saylı profildə 12-21 m-ə uyğun olduğunu söyləmək olar. 100 m dərinliyə qədər tədqiq edilmiş: 2a saylı seysmik profilin mərkəzi hissələrində, əsasən 6-11 m dərinliklərin, şimal-qərb kənar yan tərəfində 16-49 m və uyğun olaraq, cənub kənar yan tərəfində, 38-75 m dərinliklərin sürüşmə səthinə uyğun olması fikrini söyləmək olar; 4 saylı seysmik profildə üst səthdən 12-23 m, həmçinin profilin şimal-qərb yan tərəfində, 50-88 m dərinlikləri sürüşmə səthi kimi ehtimal etmək olar.

Sürüşmə zonasında ilk günlərdə horizontal hərəkətlər ümumilikdə ŞmŞ istiqamətə yönəlsə də sonradan tədricən Şm-ŞmŞ istiqamətə keçmişdir. Sonrakı dövrdə sürüşmə hərəkətinin ümumi meyli Şm-ŞmŞ istiqamətində olmuşdur. Son 3 ay ərzində yerdəyişmələr ŞmŞ-CQ istiqamətində rəqsi xarakterli olmuşdur. Ümumilikdə, ŞmŞ istiqamətli hərəkətlər üstünlük təşkil etmişdir. Son dövrlərdə horizontal yerdəyişmənin qiymətləri tədricən azalmışdır. Sürüşmə sahəsində 1-2mm amplitudlu vertikal hərəkətlər müşahidə olunmuşdur. Təpənin ətəyində cənub tərəf çökməyə məruz qalmışdır. Vertikal hərəkətlər nəticəsində sahədə səthin əyilməsi baş versə də, o vaxtaşırı öz tarazlıq vəziyyətinə qayıdır. Sürüşmə zonasında təxminən iki ay yarımından sonra vertikal hərəkətlərin amplitudları zəifləmiş və son günlərdə isə 2-3 dəfə kiçilmişdir. Ümumilikdə, proses sönmək üzrədir.

## NƏTİCƏLƏR

1. Mingəçevir su hövzəsinin 1954-cü ildə yaradılması süni zəlzələlərin əmələ gəlməsinə və ərazinin seysmoloji vəziyyətin dəyişməsinə təsir edir.
2. Mingəçevir su hövzəsi zonasında, həmçinin ona bitişik ərazilərdə 2003-2017-ci illər ərzində baş vermiş zəlzələlər, əsasən Kür, Geokçay, Gəncəçay-Alazan və Arpa-Samur qırılmaları ilə əlaqəli baş verir. Zəlzələlərin hiposentrləri 10-30 km dərinlikdə yerləşir və əsasən qranit-bazalt qatlarda baş verir. Son 14 ildə ayrılan seysmik enerji və zəlzələlərin sayının paylanması analizi göstərir ki, 2009-cu ildən başlayaraq hər il aktivliyin artımı müşahidə olunur.
3. 2003-2017-ci illərdə baş vermiş zəlzələ ocaqlarının mexanizmlərinin analizi əsasında, qırılıb-qalxma və qırılıb düşmə tipli hərəkətlər müəyyən edilmişdir.
4. Həmin zəlzələlərin sıxılma və gərilmə oxlarının sxematik xəritənin analizi göstərdi ki, gərilmə oriyentasiya oxları əsas QCQ-ŞmŞ və QŞmQ-ŞŞmŞ istiqamətində mövqe tutur, buna baxmayaraq, sıxılma oriyentasiya oxları isə CCQ-ŞmŞmŞ istiqamətində aşkara çıxır. Mingəçevir su hövzəsi ərazisi sıxılma zonası kimi səciyyələnir.
5. Zəlzələlərin sayı ilə, suyun orta illik səviyyəsinin əlaqəsini göstərən Pirson korrelyasiya əmsalının qiymətləri 0.4-0.5 arasında dəyişir.

Əmsalın maksimum qiymətləri (0.73-0.82) 1985, 1996, 2006 və 2010-cu illərdə müşahidə olunur.

6. Su anbarının doldurulması birbaşa Mingəçevir su anbarı rayonunda və bitişik ərazilərdə zəif zəlzələlərin meydana gəlməsinə təsir göstərir. Su anbarında suyun səviyyəsinin qalxması adətən 5 ay - mart ayından iyul ayına qədər davam edir. Avqustda suyun səviyyəsinin düşməsi başlayır: əvvəlcə yavaş-yavaş, sonra isə daha sürətlə (80-78 m-dən 74-73m-ə qədər). Yanvar-mart aylarında suyun səviyyəsinin dalğalanması az miqdarda olur. Su hövzəsində suyun səviyyəsinin düşməsi nəticəsində ərazidə süni seysmikliyin artması müşahidə olunur.
7. 2010-cu ilin yanvar ayından 2018-ci ilin dekabr ayınadək Mingəçevir sahəsində (Azərbaycan) instrumental yolla qeydə alınan seysmiklik ( $0.5 \leq M_l \leq 3.5$ ) və onun su anbarındakı su səviyyəsinin dəyişməsi arasındakı qanunauyğunluqları tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, son illərdə Mingəçevir sahəsində lokal maqnitudası  $0.5 \leq M_l \leq 3.5$  olan zəlzələlərin əksəriyyəti su anbarının doldurulması başa çatdıqdan sonra 1-3 ay vaxt intervalı müddətində anbarın mərkəzindən 30 km radiusda olmaqla 34 km dərinlikdə baş verir ki, bu da onların texnogen təbiətini – yönəldilmiş seysmikliyi təsdiq edir.
8. 2010-cu ildə Mingəçevir su hövzəsində suyun səviyyəsi mart ayından 78-79 metr-dən, may ayında 82-83-metrə qədər qalxmışdır və may aylarında hövzədən buraxılan suyun miqdarının artırılması, Kur çayında suyun səviyyəsinin qalxması ilə əlaqədar daşqınlar baş verib. Həmin dövrdə aparılan seysmikliyin analizi göstərdi ki, fevral, mart aprel aylarında və iyul, avqust sentyabr aylarında Mingəçevir su hövzəsində maqnitudası 1.2-3.0 olan 21 zəlzələ baş vermişdir.
9. Mingəçevir su hövzəsinin ətrafında 03.07-10.12.2014-cü il müddətində baş vermiş sürüşmə sahəsində aparılmış seysmoloji və geodinamik tədqiqatlar əsasında sürüşməyə məruz qalmış Boz dağ yamacının CQ-ŞmŞ istiqamətli hərəkətli sahəsi müəyyənləşdirilmişdir. Su hövzəsi ətrafında 19 zəif zəlzələ ( $m_l=0.6-2.5$ ) və ümumilikdə 80 sürüşmə hadisəsi qeydə alınmışdır. Sürüşmə səthinin dərinliyi əsasən 18-50 m arası dəyişilir.

**Dissertasiyanın əsas müddəaları aşağıdakı dərc olunmuş elmi əsərlərdə öz əksini tapmışdır:**

1. Həsənov A.H., Məmmədli T.Y., Abdullayeva R.R., İslamova Ş.K., Azərbaycanın güclü zəlzələləri və seysmikrisk, AMEA RSXM Azərbaycan Seysmoloqlar Assosiyasiyası II Seysmologiya və seysmik Riskin Azaldılması Amilləri, Təbii fəlakətlər zamanı şəhərlərin və sənaye obyektlərinin mühafizə olunması Azərbaycanda instrumental müşahidələrin 100 illiyinə həsr edilir. Bakı, 2002, 43-44s.
2. İslamova Ş.K., Связь сейсмичности Мингячевирского района с заполнением Мингячевирского водохранилища. AMEA RSXM 2005-ci ildə Azərbaycan ərazisində seysmoproqnoz müşahidələrin kataloqu. Bakı, 2005, 209-216 s.
3. Исламова Ш.К. Влияние Мингячевирского водохранилища на сейсмическую активность района. Azərbaycan ərazisində seysmoproqnoz müşahidələr, Bakı, 2012, 207-212 s.
4. Етирмишли Г.Д., Казымова С.Э., Исламова Ш.К., Особенности сеймотектонических напряжений Мингечаурского водохранилища по данным цифровых сейсмических станций Азербайджана. Геология и Геофизика Юга России, 2013, №3, ISSN 2221-3198. 64-71 с.
5. Етирмишли Г.Д., Казымова С.Э., Исламова Ш.К. Особенности сеймотектонических напряжений Мингечаурского водохранилища по данным цифровых сейсмических станций Азербайджана. РАН Правительство Республики Северная Осетия-Алания Российский Фонд Фундаментальных Исследований Российская Ассоциация по Сейсмостойкому Строительству и защите от природных и техногенных воздействий центр геофизических исследований ВНИЦ РАН и РСО-А, Сейсмическая опасность и управление сейсмическим риском на Кавказе, Труды V Кавказской международной школы-семинара молодых ученых, Владикавказ, 16-18 октября, 2013, ISBN 978-5-904868-10-9. с.16-21
6. Етирмишли Г.Д., Исламова Ш.К., Гаравелиев Э.С., АХСУИНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 23 августа 2007 года с  $m_l=4.3$ ,  $I_0=5.0$  Землетрясения Северной Евразии, 2007 год,

РАН Геофизическая Служба, Обнинск, 2012, с. 408-414

7. Исламова Ш.К. Оценка геодинамического риска Мингячевирского водохранилища. «Фундаментальная и прикладная геологическая наука: достижения, перспективы, проблемы и пути их решения». 5-я международная научная конференция молодых ученых и студентов. 14-15 ноября 2013г. Баку, с.160-162
8. Етирмишли Г.Д., Казымова С.Э., Исламова Ш.К. Вариаций наклона графика повторяемости землетрясений в зоне Мингячевирского водохранилища. Геология и Геофизика Юга России, №3, 2015, ISSN 2221-3198. с.107-111
9. Исламова Ш.К. Вариаций наклона графика повторяемости землетрясений в зоне Мингячевирского водохранилища. Материалы Десятой Международной сейсмологической школы Азербайджан, 14-18 сентября 2015 г. Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных, 2015, с.148-151
10. Етирмишли Г.Д., Казымова С.Э., Исламова Ш.К. Seismic geodynamics of Mingachevir water reservoir, Бюллетень Оренбургского научного центра УрЦ РАН, 2018, №4, с.1-12
11. Исламова Ш.К., Казымова С.Э., Исмаилова С.С. Сейсмо-мографические исследования в районе Мингячевирского водохранилища, Бюллетень Оренбургского научного центра УрЦ РАН, 2019, №2, с. 1-13
12. Исламова Ш.К. Глубинное строение земной коры в зоне Мингячевирского водохранилища, РАН ГИ Владикавказского научного центра Российской академии наук Опасные природные и техногенные процессы в горных регионах: модели, системы, технологии Коллективная монография, ГФИ ВНИЦ РАН Владикавказ, 2019, с. 37-42.
13. Islamova Sh.K., S.E. Kazimova, S.S. İsmayilova Assessment of geodynamic risk of Mingachevir water reservoir, ANAS TRANSACTIONS Earth Sciences, 2019, №2, 61-69
14. Luciano Telesca, Fakhraddin Kadirov, Gurban Yetirmishli, Rafiq Safarov, Gulam Babayev, Shirin Islamova, Sabina Kazimova. Analysis of the relationship between water level temporal chan-

ges and seismicity in the Mingchevir Reservoir (Azerbaijan),  
Journal of Seismology. Vol. 24, pp. 937–952, 2020.  
<https://doi.org/10.1007/s10950-020-09926-3>

### **İddiaçının şəxsi əməyi**

[2, 3, 7, 9, 12] əsərlər müstəqil olaraq yerinə yetirilmişdir, [1, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 14] işlərdə iddiaçı məsələnin qoyulmasında, hesablamaların aparılmasında, nəticələrin interpretasiyasında iştirak etmişdir.

Dissertasiyanın müdafiəsi \_\_\_\_\_ 2021-ci il tarixində saat \_\_\_\_\_ Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.01 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az1143, Azərbaycan, Bakı şəh., H.Cavid pr., 119.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya və Geofizika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya və Geofizika İnstitutunun rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat \_\_\_\_\_ 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 11.10.2021

Kağızın formatı: 60x84<sup>1/16</sup>

Həcm: 36797

Tiraj: 100 nüsxə