22 ЧUU Տեղեկագիր, Գիտություններ Երկրի մասին, 2020, h. 73, N 3, 20-33 Известия НАН РА Науки о Земле, 2020, т. 73, N 3, 20-33 Proceedings NAS RA, Earth Sciences, 2020, v. 73, N 3, 20-33

ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

# 2019Թ. 4.8 ՄԱԳՆԻՏՈՒԴՈՎ ԲԱՎՐԱՅԻ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԸ (ՀՅՈՒՍԻՍ-ԱՐԵՎՄՏՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆ) ԵՎ ՀԵՏՅՆՑՈՒՄԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՄԱՐՈՒՄԸ

# Սարգսյան Լ.Ս.<sup>1</sup>,Սահակյան Է.Է.<sup>1</sup>, Գևոռօյան Մ.Ռ.<sup>1</sup>, Բաբայան Հ.Ե.<sup>1</sup>, Գևորգյան Ա.Հ.<sup>2</sup>, Խաչկայյան Կ.Լ.<sup>2</sup>, Ջուհարյան Ա.Կ.<sup>2</sup>, Հարությունյան Կ.Ա.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>22 ԳԱԱ Երկրաբանական Գիտությունների Ինստիտուտ (22, p.Երևան 0019, Մարշալ Բաղրամյան պողոտա, 24ա) E-mail s.sargsyan.lilit@gmail.com <sup>2</sup>22 ԱԻՆ, Սեյսմիկ Պաշտպանության Տարածքային Ծառայություն Ծիծեռնակաբերդի խմուղի, 8/1 շենք Հանձնված է խմբագրություն՝ 04.09.2020

2019թ. սեպտեմբերի 10-ին ՀՀ տարածքի հյուսիսային մասում՝ Բավրա քաղաքից 5 կմ հյուսիս-արևմուտք տեղի է ունեցել M=4.8 մանգնիտուդով երկրաշարժ, որին հետևել են բազմաթիվ թույլ հետցնցումներ։ Հիմնական ցնցումը, ինչպես նաև որոշ հետցնցումներ զգացվել են հարակից քաղաքներում և գյուղերում։ ՀՀ ԱԻՆ ՍՊՏԾ և ԳԱԱ, ԵԳԻ մշտադիտարկման սեյսմիկ ցանցերի և էպիկենտրոնային գոտում հիմնական ցնցումից հետո տեղադրված 3 ժամանակավոր սեյսմիկ կայանների տվյալներով որոշվել են երկրաշարժի հիմնական պարամետրերը, հիմնական ցնցման և հետցնցումների ֆոկալ մեխանիզմները, ապա գնահատվել է հետցնցումների ժամանակային նվազման ընթացքի համապատասխանությունը Օմորիի օրենքին։

**Հանգուցային բառեր.** Բավրայի երկրաշարժ, սեյսմիկ կայաններ, ֆոկալ մեխանիզմ, հետցնցումներ, Օմորիի օրենք

# Երկրաշարժի հիմնական պարամետրերը

2019թ. սեպտեմբերի 10-ին Գրինվիչի ժամանակով 16:22-ին ՀՀ տարածքում տեղի է ունեցել 4.8 մանգնիտուդով երկրաշարժ՝ Բավրա քաղաքից 5կմ հյուսիս-արևմուտք, որից 2 րոպե անց հետևել է 3.9 մագնիտուդով ամենաուժեղ հետցնցումը և բազմաթիվ թույլ հետցնցումներ։

Երկրաշարժից հետո, ՍՊՏԾ մասնագետների կողմից կատարվել է Լոռու մարզի թվով 14 համայնքներում գտնվող 15 շենքերի ու շինությունների (13 դպրոց և 2 բնակելի տուն) ուսումնասիրություններ։ Ուսումնասիրությունների արդյունքում երկրաշարժի ինտենսիվությունը, ըստ MSK-64 սանդղակի, Լոռու մարզի Մեդովկա, Ձորամուտ, Շենավան, Տաշիր համայնքներում գնահատվել է մինչև 6 բալ, Ագարակ, Բովաձոր, Ուռուտ համայնքներում, ինչպես նաև Ստեփանավան և Վանաձոր քաղաքում՝ 5-6 բալ, Թումանյան, Ծաթեր, Վահագնի, Օձուն համայնքներում և Ալավերդի քաղաքում՝ 5 բալ, Արթիկ, Մարալիկ քաղաքներում՝ 3-4 բալ։ Երկրաշարժը, ըստ ՍՊՏԾ հաղորդված տվյալների զգալի է եղել նաև Դիլիջան, Իջևան ու Երևան քաղաքում՝ 2-3 բալ ուժգնությամբ։

Ըստ նախնական տեղեկատվության կազմվել է մակրոսեյսմիկ դաշտի սխեմատիկ քարտեզ (նկ.1)։



Նկ.1. Տեղի ունեցած M4.8 երկրաշարժի ինտենսիվության սխեմատիկ քարտեզ։

Տեղի ունեցած երկրաշարժերից անմիջապես հետո, հիմնական ցնցման պարամետերը որոշվում են ինչպես տարածաշրջանային, այնպես էլ միջազգային մի շարք կազմակերպությունների կողմից և ներկայացվում են EMSC կայքում (European-Mediterranean Seismological Centre):

ԵԳԻ և ՍՊՏԾ մշտադիտարկման, ինչպես նաև ժամանակավոր սեյսմիկ ցանցի գրեթե բոլոր կայաններով նույնպես գրացվել է M=4.8 Բավրայի երկրաշարժը (նկ.2)։ Նկ.3-ում բերված է էպիկենտրոնին ամենամոտ կայանի թվային գրանցումները։ Պարզ է, որ օջախային գոտին բավականին բարդ բնույթի է, ինչի մասին է վկայում նաև հիմնական ցնցումից անմիջապես 2 րոպե հետո տեղի ունեցած M3.8 մագնիտուդով հետցնցումը։ Կարելի է ասել, որ օջախային գոտին ունի ենթաоջախային (субочаги) բնույթ, որը բնորոշ է ուսումնասիրվող օջախային գոտում տեղի ունեցող երկրաշարժերին (Саргсян,2008)։

Հաշվի առնելով երկրաշարժի ուժգնությունը, ինչպես նան հետցնցումային ակտիվությունը, ՍՊՏԾ-ն և ԵԳԻ-ն, համատեղ որոշում կայացրեցին էպիկենտրոնային գոտում տեղադրել ժամանակավոր սեյսմիկ ցանց։ Ցանցը բաղկացած էր երեք GURALP 6TD երեք բաղադրիչներով, լայնատիրույթ տվիչներից (աղյուսակ 1, նկ.2)։

Աղյուսակ 1

Station code	Station name	LAT	LONG
ZYG	Զույգաղբյուր	41.0182	43.9015
MSEP	ՄեծՍեպասար	41.0475	43.8251
GHZ	Ղազանչի	41.0711	43.8396

Բավրայի երկրաշարժից հետո էպիկենտրանային գոտում տեղադրված ժամանակավոր սեյսմիկ կայաններ



Նկ.2. ՍՊՏԾ-ի և ԵԳԻ –ի մշտական և ժամանակավոր դիտարկման սեյսմիկ կայանների ցանցը (աջ անկյունում ներկայացված են երկրաշարժից հետո տեղադրված ժամանակավոր սեյսմիկ կայանների տեղադիրքերը)։



Նկ.3. M4.8 մագնիտուդով Բավրայի երկրաշարժի սեյսմոգրամը՝ ըստ Բովաձոր (MAGY) սեյսմիկ կայանի։

Համատեղելով ՀՀ–ում գործող մշտադիտարկման բոլոր սեյսմիկ կայանների, երկրաշարժից հետո տեղադրված ժամանակավոր 3 կայանների տվյալները, TRANSECT նախագծի շրջանակներում ՀՀ և հարևան երկրներում տեղադրված ժամանակավոր CNET ցանցի, ինչպես նաև IRIS, ISC և EMSC միջազգային կազմակերպություններից` համալրելով հարևան երկրների (մասնավորապես Վրաստանի, Ադրբեջանի և Թուրքիայի սեյսմիկ կայանների) տվյալները, կամ գրանցումները հնարավոր եղավ բավականին բարձր ձշտությամբ որոշել ինչպես հիմնական ցնցման, այնպես էլ երկրաշարժից հետո հետցնցումների հիմնական պարամետրերը (աղյուսակ 2 (ISC,EMSC, IRIS))։

Աղյուսակ 2

DATE	ORIGIN	LAT N	LONG E	DEPTH	MAG	NO	DM	GAP	RMS	ERH	ERZ	Q
10-Sep-19	16:22:45.95	41.08517	43.93950	10.20	4.8	76	15.6	35	0.20	0.2	0.3	в
10-Sep-19	16:24:39.71	41.09333	43.93367	11.13	3.9	48	16.5	51	0.16	0.3	0.3	В
10-Sep-19	17:00:16.70	41.09133	43.94550	8.38	3.3	74	16.2	44	0.27	0.3	0.5	В
10-Sep-19	17:13:53.85	41.08417	43.92617	6.63	3.5	51	15.7	56	0.15	0.2	0.4	В
10-Sep-19	17:16:35.17	41.08667	43.93317	12.55	3.3	53	15.8	82	0.20	0.3	0.4	В
10-Sep-19	17:29:39.50	41.08267	43.93017	11.38	3.2	52	15.4	52	0.21	0.3	0.4	В
11-Sep-19	00:45:23.42	41.07667	43.92950	7.66	3.3	88	14.8	37	0.26	0.3	0.5	В

M=4.8 Բավրայի երկրաշարժի և M>3.0 հետցնցումների հիմնական պարամետրերը։

# Օջախային գոտու սեյսմիկությունը եւ սեյսմիկ ռեժիմի հիմնական պարամետրերը

M4.8 մագնիտուդով Բավրայի երկրաշարժի էպիկենտրոնը գտնըվում է Ջավախքի սեյսմոակտիվ գոտու հարավային մասում։

Ջավախքի սեյսմոակտիվ գոտին առանձնանում է և՛ տեկտոնական, և՛ սեյսմիկ ակտիվությամբ։ Ուսումնասիրվող տարածքը ենթարկվում է Հյուսիս-Հարավ ուղղությամբ սեղման և Արևելք-Արևմուտք ուղղությամբ ընդարձակման ազդեցությանը (Karakhanian et al., 2004), այստեղ գործում են ռեգիոնալ սեղմման և ընդարձակման ուժեր, որի հետևանքով էլ պայմանավորված է Ջավախքի բարձրավանդակում բարձր սեյսմիկ ակտիվությունը։

Այն բնութագրվում է ակտիվ տեկտոնական տարրերով և համարվում է նորագույն հրաբխականության ակտիվ շրջաններից մեկը Կովկասում (Karakhanian et al., 2004; Lebedev et al., 2008)։

Ջավախքի բարձրավանդակը տարածաշրջանում առանձնանում է բարձր սեյսմիկ ակտիվությամբ։ Այստեղ գրանցվում են ամբողջ Կովկասում տեղի ունեցող երկրաշարժերի շուրջ 55%-ը (Chadwick et al., 1988; Kuloshvili et al., 1989; Sorrells et al., 2002)։ Այս տարածքը հայտնի է սեյսմիկ ակտիվությամբ՝ հատկապես թույլ կամ միջին ուժգնությամբ երկրաշարժերով (նկ.4)։

Ուսումնասիրվող տարածքը հատում են մի շարք ակտիվ խզվածքներ, որոնց հետ կապված են տարբեր ժամանակներում գրանցված ուժեղ և միջին ուժգնության երկրաշարժեր։



Նկ.4. Ջավախքի սեյսմոակտիվ գոտւմ տեղի ունեցած երկրաշարժերի էպիկենտրոնների քարտեզ (2000-2020թթ., ըստ ՍՊՏԾ և ԵԳԻ կատալոգների)։

Նկ.4-ում ներկայացված է Ջավախքի սեյսմիկ գոտու մեր կողմից

առանձնացված տեղամասում 2000-2020թթ-երի ընթացքում գրանցված երկրաշարժերի էպիկենտրոնների բաշխվածության քարտեզը։ Ինչպես երևում է քարտեզից, էպիկենտրոնների բաշխումն ուսումնասիրվող տարածում բավականին խիտ է։

Նշված տարածքում ուսումնասիրվող ժամանակահատվածում տեղի ունեցած երկրաշարժերից ամենաուժեղը 2016թ.-ի հուլիսի 12-ին M=4.8 մագնիտուդով երկրաշարժն է (Սահակյան և ուր., 2019)։



Նկ.5. Ջավախքի օջախային գոտում տեղի ունեցած երկրաշարժերի կումուլյատիվ քանակի գրաֆիկ։

Ինչպես երևում է նկ.5-ից, երկրաշարժերի կումուլյատիվ քանակը 2016թ.-ի M4.8 մագնիտուդով երկրաշարժից հետո, որոշակի նվազել է, սակայն Բավրայի M4.8 երկրաշարժով, ինչպես նաև այս գոտում 2020թ.ի M3.9 երկրաշարժով համալրվել է ուսումնասիրվող գոտում ֆոնային քանակը, այնպես որ կարելի է համարել, որ այս երկրաշարժը օրինաչափ է տվյալ գոտու ռեժիմի համար։

#### Ֆոկալ մեխանիզմներ

4.8 մագնիտուդով Բավրայի երկրաշարժի օջախի մեխանիզմը ուսումնասիրելու և օջախ-խզվածք կապի բացահայտման համար գրանցված ամենաուժեղ ցնցման և Mւ≥3.0 մագնիտուդով հետցնցումների համար հաշվարկվել են ֆոկալ մեխանիզմները։

Հաշվարկների համար կիրառվել է P ալիքի առաջին մուտքի նշանով մեթոդը, ընդ որում, ֆոկալ մեխանիզմի լուծումներ տրվել են այն երկրաշարժերի համար, որոնց դեպքում P ալիքի առաջին մուտքի նշանների նվազագույն քանակը կազմել է 20։ P ալիքի առաջին մուտքի նշանով մեթոդի կիրառմամբ երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմների հաշվարկի ամենակարևոր նախապայմաններից մեկն է ապահովել էպիկենտրոնի նկատմամբ սեյսմիկ կայանների օպտիմալ ազիմուտային ծածկույթը, ինչպես նաև P ալիքի առաջին մուտքի նշանի հստակ գրանցումը ալիքային պատկերի վրա։ Դա թույլ է տալիս ձշգրիտ մուտքագրել P ալիքի առաջին մուտքի նշանը, ինչն էլ կապահովի լուծման բարձր ձշտությունը՝ գնահատելով սեյսմիկ կայանի նկատմամբ միջավայրի սեղմման կամ ընդարձակման իրական պատկերը։

Մեխանիզմների լուծումները հաշվարկվել են FA համակարգչային փաթեթի կիրառմամբ (Lander, 2004)։ Այն թույլ է տալիս հաշվել երկրաշարժի էպիկենտրոնի նկատմամբ տարբեր ուղղություններում բաշխված սեյսմիկ կայանների ազիմուտային անկյունները, P –ալիքի տարածման անկման անկյունները յուրաքանչյուր կայանի նկատմամբ, որոշել երկրաշարժի օջախում խզման պրոցեսը բնութագրող երկու նոդալ հարթությունների պարամետրերը, լարվածության սեղմման և ընդարձակման առանցքները և այլ։ Ծրագրի հիմքում ընկած ալգորիթմը հնարավորություն է տալիս ելքային պարամետրերի արդյունքների համար ապահովել սխալանքի (misfit) մինչև **±5 ձշտություն** (Lander, 2004)։

Տոկալ մեխանիզմների հաշվարկն իրականացվել է ստորին կիսագնդի համար։ Այսինքն այն դեպքերում, երբ ալիքի անկման անկյունը, և ազիմուտն ընդունել են համապատասխանաբար (90° ≤  $\Theta$  ≤ 180°) և (0° ≤ AZM ≤ 360°) արժեքները, ապա վերահաշվարկի արդյունքում`  $\Theta$ c = 180° -  $\Theta$ , AZMc = AZM (<180°) + 180° կամ AZM(≥180°) - 180° այս բանաձևերի կիրառմամբ բոլոր լուծումները բերվել են միևնույն (ստորին) կիսագունդ։



Նկ.6. M4.8 Բավրայի երկրաշարժի և M>3.0 հետցնցումների ֆոկալ մեխանիզմների լուծումները

Նկ.6-ում բերված են երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմների լուծման արդյունքները։

Ինչպես երևում է նկ.6-ից, Բավրայի երկրաշարժի հիմնական ցնցումը (Սեպտեմբերի 10, 2019թ., 16։22։45.95) բնութագրվում է կողաշարժային (SS) տիպով։ Հիմնական ցնցմանն անմիջապես հաջորդել է M3.9 մագնիտուդով հետցնցումը, այն ևս բնութագրվում է կողաշարժային (SS) տիպով։ Երկրաշարժի նույն օջախում որոշակի պարբերականությամբ իրար հաջորդել են ևս 5 հետցնցումներ, որոնց մագնիտուդը բարձր է 3.0-ից։ Այդ հետցնցումների ֆոկալ մեխանիզմների հաշվարկները ցույց տվեցին, որ դրանցից երեքը բնութագրվում են շարժման կողաշարժային (SS) տիպով, իսկ մյուս երկուսը՝ վարնետքային տիպով (NF)՝ կողաշարժային բաղադրիչով (SS)։

Աղյուսակ 3

# M=4.8 երկրաշարժի և դրան հաջորդած M>3.0 հետցնցումների ֆոկալ մեխանիզմների լուծումները



T PI	ତ	29.0	15.8	56.6	74.0	23.5	26.7	20.6
T Az.	େ	1112	85.6	94.7	106.5	106.4	106.9	122.7
P Pl.	େ	20.7	32.3	25.2	23.2	16.8	61.8	14.8
P Az.	ତ	213.3	185.9	230.1	199.6	204.0	266.1	218.4
Standard	deviauon Rake2	11.0	0.6	13.0	0.6	14.0	16.0	6.0
Rake2	Û	67.0	-13.0	39.6	-11.7	51.0	-63.8	43.0
Dip2	C	53.7	55.2	27.0	68.3	60.9	19.9	64.5
Strike2	C	254.6	2213	283.1	240.8	246.6	217.3	261.5
Standard	devlauon Rakel	10.7	10.0	31.0	27.1	24.2	30.0	23.0
Rake1	ତ	143.5	-144.5	111.5	-157.9	150.8	-99.1	154.4
Dip1	C	84.6	79.3	73.2	79.1	85.6	72.2	86.1
Strike1	ତ	160.7	318.9	156.7	335.1	154.2	97.0	169.7
Depth	(km)	10.20	11.13	8.38	6.63	12.55	11.38	7.66
Z	N	4.8	3.9	3.3	3.5	3.3	3.2	3.3
Long.	E (°)	43.93950	43.93367	43.94550	43.92617	43.93317	43.93017	43.92950
Lat.	N (°)	41.08517	41.09333	41.09133	41.08417	41.08667	41.08267	41.07667
Time	all II	16:22:45.95	16:24:39.71	17:00:16.70	17:13:53.85	17:16:35.17	17:29:39.50	00:45:23.42
Dete	חשוב	10.09.2019	10.09.2019	10.09.2019	10.09.2019	10.09.2019	10.09.2019	11.09.2019
2	2		5	ŝ	4	Ś	9	2

Աղյուսակ 3-ում բերված են ֆոկալ մեխանիզմների լուծումները M4.8 երկրաշարժի, և դրան հաջորդած M>3.0 մագնիտուդով հետցնցումների համար։ Աղյուսակում ներկայացված երկրաշարժի և հետցնցումների հիմնական պարամետրերը վերահաշվարկված են, բերված են երկրաշարժի օջախում խզման դինամիկան բնութագրող հնարավոր երկու նոդալ հարթությունների հիմնական պարամետրերի՝ Strike, Dip, Rake արժեքները, ինչպես նաև խզման հարթությունները բնութագրող սեղմման P (compression) և ընդարձակման T (tension) առանցքների անկման անկյունների (plunge angle) և ազիմուտային անկյունների արժեքները։

# M=4.8 Բավրայի երկրաշարժի հետցնցումների տարածաժամանակային բաշխումը

4.8 մագնիտուդով երկրաշարժից հետո, առաջին հետցնցումը ամենաուժգինն էր, 2 րոպե հետո M=3.8 մագնիտուդով, որը նույնպես զգացվել էր հարակից տարածքներում։ Այնուհետև, գրանցվել են առավել քան 150 հետցնցումներ, որոնք տատանվում են 0.1<M<3.8 մագնիտուդի սահմաններում, միչև 15կմ խորություններում (նկ.7)։

Մեր կողմից, համատեղ տվյալներով, որոշվել են հետցնցումների հիմնական պարամետրերը, հետցնցումների տարածաժամանակային բաշխումը ուսումնասիրելու նպատակով։



Նկ.7. M4.8 մագնիտուդով Բավրայի երկրաշարժի հետցնցումների տարածական, ըստ ժամանակի և ըստ մագնիտուդայի բաշխման գրաֆիկները։

Ինչպես երևում է նկ.7-ից, առավել ակտիվ է եղել հիմնական ցնցման օրը՝ մի քանի ժամվա ընթացքում տեղի են ունեցել առավել բարձր մագնիտուդով հետցնցումները, որից հետո մագնիտուդային ֆոնը 3-ից նվազել է և մարումը օջախային գոտում տեղի է ունեցել շատ թույլ հետցնցումների տեսքով առավելագույնը 2 մագնիտուդով։

Տեղի ունեցած երկրաշարժից հետո հետցնցումային ամպի տարածական բաշխումը ուսումնասիրելու համար, որոշվել է հետցնցումների հավանական զբաղեցրած մակերեսը։

Տ.Ուցուն և Ա.Սեկին ուսումնասիրել են բազմաթիվ ուժեղ երկրաշարժեր և ստացել են էմպիրիկ բանաձև, որը կապ է հաստատում երկրաշարժի մագնիտուդի՝ M-ի, և հետցնցումների զբաղեցրած գոտու՝ A-ի միջև, որը ներկայացված է ստորև.

LgA=1.02M+6.0 (1)

որտեղ A-ի չափման միավորը սմ<sup>2</sup>-ն է (Utsu et al., 1954):

Օգտագործելով նշված բանաձևը՝ հաշվարկվել է M4.8 մագնիտուղով Բավրայի հետցնցումների զբաղեցրած գոտու մակերեսը՝ A=10<sup>11</sup>uմ<sup>2</sup>։ Հետցնցումների բաշխման ամպը տարածվում է Ջավախքի խզվածքի գոտու երկայնքով։

Հետցնցումների քանակի ժամանակային նվազումը նկարագրվում է Օմորիի օրենքով, որը ներկայացված է հետևյալ էմպիրիկ հավասարումով՝

$$n(t) = \frac{K}{\left(t+c\right)^p} \,_{(2)}$$

որտեղ՝ ո-երկրաշարժերի քանակ

t-ն ժամանակ

K,c, և p-ն հաստատուններ են

K-ն կախված է իրադարձությունների համախության ամբողջական քանակից

c-ն կախված է ակտիվության արժեքից

p-ն նվազման պարամետր է։

Այս օրենքը հետցնցումների հաՃախության ժամանակային կորելացիաների արտահայտվածությունն է, որոնք կարող են դիտվել, որպես լարվածության նվազման համալիր պրոցեսներ՝գլխավոր ցնցումից հետո։

Այս երեք պարամետրերից թ-ն հանդիսանում է նվազման պարամետր, որը տատանվում է 0.6-1.8 սահմաններում (Wiemer et al., 1999) կամ փոփոխվում է 0.5-1.8 (Olsson, 1999)։ Այս փոփոխությունը կարող է կապված լինել տարածքի տեկտոնական պայմանների հետ, ինչպիսիք են՝ կառուցվածքային անհամասեռությունները, լարվածությունները և այլն (Utsu et al., 1995)։ (2) բանաձևի K,p,c պարամետրերը գնահատելու համար կիրառվել է առավելագույն հավանականային մեթոդը (նկ.8)։



Նկ.8. Р-արժեքի գրաֆիկ։

M=4.8 Բավրայի երկրաշարժի հետցնցումների համար ստացվել են հետևյալ արժեքները p=0.59, c=0, k=12.26։

Այնուհետև, կրկին կիրառելով առավելագույն հավանակային մեթոդը, կատարվել է հետցնցումների ըստ ժամանակի մարման մոդելավորում։

Ստորև ներկայացված գրաֆիկը (նկ.9) ցույց է տալիս հետցնցումների գումարային քանակն ըստ ժամանակի, որտեղ կապույտ գիծը ըստ մեր ունեցած կատալոգի տվյալներ են, կարմիր գիծը հիմնական մոդելն է, իսկ կանաչ գիծը կանխատեսումն է, որի վրա ցույց են տրված ստանդարտ շեղումները, իսկ մանուշակագույնով՝ ստացված



Նկ.9. Հետցնցումների գումարային քանակն ըստ ժամանակի և հաշվարկված մոդելը

դիտարկումներն են, հիմնական ցնցումից նշված ժամանակահատվածում, մեր դեպքում ընտրված է 60օր, և 90օր, հաշվի առնելով երկրաշարժի ուժգնությունը (նկ.9)։

Ըստ նկ.9-ի՝ Բավրայի երկրաշարժի հետցնցումների մարման էմպիրիկ մոդելը և ընտրված տեսական մոդելը բավականին մոտ են արժեքներով։ Այս մոդելից կարելի է գնահատել, որ ուսումնասիրվող տարածքում, ըստ հետցնցումների մարման մոդելի, անհրաժեշտ էր մոտավորապես 90 օր ժամանակ օջախային գոտում լիցքաթափման և սեյսմիկ ռեժիմի ֆոնային արժեքին հասնելու համար։

#### Ամփոփում

2019թ. սեպտեմբերի 10-ին ՀՀ տարածքի հյուսիսային մասում՝ Բավրա քաղաքից 5կմ հյուսիս-արևմուտք տեղ է ունեցել M=4.8 մանգնիտուդով երկրաշարժ, որին հետևել են բազմաթիվ թույլ հետցնցումներ։ ՀՀ ԱԻՆ ՍՊՏԾ և ԳԱԱ, ԵԳԻ մշտադիտարկման սեյսմիկ ցանցերի և էպիկենտրոնային գոտում հիմնական ցնցումից հետո տեղադրված 3 ժամանակավոր սեյսմիկ կայանների տվյալներով որոշվել են երկրաշարժի հիմնական պարամետրերը, հիմնական ցնցման և հետցնցումների ֆոկալ մեխանիզմները։ Բավրայի երկրաշարժի հիմնական ցնցումը (Սեպտեմբերի 10, 2019թ., 16:22:45.95) բնութագրվում է կողաշարժային (SS) տիպով։ Հիմնական ցնցմանն անմիջապես հաջորդել է M3.9 մագնիտուղով հետցնցումը, այն ևս բնութագրվում է կողաշարժային (SS) տիպով։

Որոշվել է հետցնցումների զբաղեցրած մակերեսը, ինչպես նաև գնահատվել է հետցնցումների ժամանակային նվազման ընթացքի համապատասխանությունը Օմորիի օրենքին։

Կիրառելով առավելագույն հավանակային մեթոդը, կատարվել է հետցնցումների ըստ ժամանակի մարման մոդելավորում։

Այս մոդելից կարելի է գնահատել, որ ուսումնասիրվող տարածքում, ըստ հետցնցումների մարման մոդելի, անհրաժեշտ է մոտավորապես 90 օր ժամանակ օջախային գոտում լիցքաթափման և սեյսմիկ ռեժիմի ֆոնային արժեքին հասնելու համար։

#### Գրականություն

- **Սահակյան Է.,Սարգսյան Լ., Գևորգյան Մ.,** 2019. «Ջավախքի հրաբխային լեռնաշղթայում «ենթադրյալ» խզվածքների սեյսմիկ ակտիվությունը և երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմների լուծումները», ՀՀ, ԳԱԱ Տեղեկագիր, Գիտություններ Երկրի մասին, N3, էջ 72-80։
- Саргсян Г.В., Саргсян Л.С., Мхитарян К.А., Геворгян Л.А. 2008, "Сейсмичность Армянского Нагорья после Спитакского разрушительного землетрясения 1988г.", Материалы международной конференции, посвященной 10-летию выпуска сборника научных трудов "Землетрясения Северной Евразии", Обнинск, с.269-276.
- Chadwick W., Archuleta R., Swanson D. 1988, "The mechanics of ground deformation precursory to dome-building extrusions at Mount St. Helens 1981–1982", J. Geophys. Res., 93, p. 4351–4366.

- Karakhanian A., Trifonov V., Philip H., Avagyan A., Hessami Kh., Jamali F., Salih Bayraktutan M., Bagdassarian H., Arakelian S., Davtian V., and Adilkhanyan A. 2004, "Active faulting and natural hazards in Armenia, eastern Turkey, and northwestern Iran": Tectonophysics, v. 380, no. 3–4, p.189–219.
- Kuloshvili S., Maisuradze G., and Tsagareli A. "Geological and geomorphologic studying andseismotectonics of the prognostic polygons, Earthquake Prognosis", Publishing House "Donish", Dushanbe-Tbilisi, 1989, 335 p.
- Lander A.V. 2004, "The FA2002 program system to determine the focal mechanisms of earthquakes in Kamchatka, the Commander Islands and the Northern Kuriles". Report KEMSD GS RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky; 250 p.
- Lebedev V., Bubnov S., Dudauri O., and Vashakidze G. 2008, "Geochronology of Pliocene Volcanism in the Dzhavakheti Highland (the Lesser Caucasus). Part 1: Western Part of the Dzhavakheti Highland" Stratigraphy and Geological Correlation, Vol. 16, No. 2, pp. 204–224.
- **Olsson R.** 1999. "An estimation of the maximum b-value in the Gutenberg-Richter relation" Journal of Geodynamics, volume 27, Issue 4-5, 2 March.
- Sorrells G., Bonner J., and Herrin E.: 2002, "Seismic Precursors to Space Shuttle Shock Fronts, Pure and ApplieduGeophysics, 159, 5, p.1153–1181.
- Tokuji Utsu, Yosihiko Ogata, and Ritsuko S. Matsu'ura "The Centenary of the Omori Formula for a Decay Law of Aftershock Activity" J. Phys. Earth, 43, 1995, p. 1-33.
- Utsu T. and A. Seki. 1954, "A relation between the area of aftershock region and the energy of main shock", J. Seism. Soc. JaPan 7, p.233-240.
- Wiemer Stefan & Katsumata, 1999, Kei. "Spatial variability of seismicity parameters in aftershock zones". Journal of Geophysical Research.1041. p.13135-13152. 10.1029/1999JB900032.

# ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ МАГНИТУДОЙ М4.8 2019г. В БАВРЕ (СЗ АРМЕНИЯ) И ЗАТУХАНИЕ АФТЕРШОКОВОЙ АКТИВНОСТИ ВО ВРЕМЕНИ

# Саргсян Л.С., Саакян Э.Э, Геворгян М.Р., Бабаян Г.Е., Геворгян А.А., Хачкалян К.Л., Джуарян А.К., Арутюнян К.А.

#### Резюме

10 сентября 2019г в северной части территории РА, в 5км к северозападу от города Бавра, произошло землетрясение магнитудой 4.8, за которым последовало множество более слабых афтершоков. Главный толчок, а также некоторые афтершоки, были зарегистрированы в близлежащих городах и селах. С помощью данных, полученных с сетей сейсмического мониторинга НССЗ МЧС РА и ИГН, НАН РА, а также с трех временных сейсмических станций, установленных в эпицентральной зоне, после главного толчка были определены основные параметры землетрясения, а также фокальные механизмы главного толчка и афтершоков; было определено соответствие процесса убывания афтершоковой активности во времени закону Омори.

## The 2019 4.8 MAGNITUDE BAVRA (NW ARMENIA) EARTHQUAKE AND ATTENUATION OF AFTERSHOCK ACTIVITY IN TIME

# Sargsyan L.S., Sahakyan E.E., Gevorgyan M.R., Babayan H.E., Gevorgyan A.H., Khachkalyan K.L., Juharyan A.K., Harutyunyan K.A.

#### Abstract

On September 10, 2019, a 4.8 magnitude earthquake occurred in the northern part of the RA, 5 km northwest of Bavra Town, which was followed by many smaller aftershocks. The main shock, as well as some of the aftershocks, was felt in adjacent cities and villages. Main earthquake parameters and focal mechanisms of the main shock and the aftershocks were determined by the data collected from the seismic monitoring networks of the NSSP, MES of RA, and the IGS, National Academy of Sciences (NAS of RA) and from the three temporary seismic stations installed in the epicenter area after the main shock. It was assessed if the course of aftershock activity was decreasing in time according to the Omori law.