ՀՐԱԲՈՒՂԽՆԵՐԸ

ՍԱՄՈՒԷԼ ԲԱԼԱՂԵԱՆԻ

Հրաբուղխները։ տեսքը։—Վեզուվը։—Էտնան։—Աբարատը, Ալագեազը։—Ծովերի և ավկիանոսների հրաբուղխները։—Հանգչած հրաբուղխներ։—Գլխաւոր փոսերը։—Հիպոթէզ ու թէօրիա։—Կանա-Լապլասի թէօրիան։—Հրաբղխային երևոյթների բացատրութիւնը։

I

Հրաբղխային երևոյթը աշխարհիս ամենահսկայական երևոյթներից մէկն է։ Կարճ միջոցում հրաբղխային ոյժերը ընդունակ են կազմել լեռներ հազարաւոր ոտնաչափ բարձրութեամբ, աւերելով իրանց շուրջը ամբողջ գիւղեր և քաղաքներ։

Ինչ կարող է լինել աւելի ահռելի քան այն ոյժը, որը գետնի տակից դուրս ցատկեցրեց Արարատը, Ալագեազը և շատ ուրիշ նոյնանման սարեր [1]։ Հրաբղխային լեռները ըստ մեծի մասին հեշտ ջոկւում են ուրիշներից իրանց կոնաձև տեսքով։ Այդ լեռների գագաթը լինում է տափարակ և ունենում է մի ծակ, որին անուանում են հրաբուղխի բերան, բաժակ կամ խառնարան, կամ կրատէր։

Վեզուվ հրաբուղխը, որը գտնւում է Իտալիայում Նեապոլ քաղաքից 2 վերստ հեռու, ամբողջ պատմական ժամանակը ցոյց էր տալիս գործունէութեան նշաններ։ 79 թվին Ք. Ց. Վեզուվի մօտ գիւղերի և քաղաքների բնակիչները լսեցին մի սարսափելի սոսկալի զարկ, որից գետինը սկսեց սաստիկ տրոփել։ Վեզուվի գագաթը ճեղքւեց և դուրս թափեց ահագին բարձրութեան ջրի գոլորշիի սիւներ։ Յետոյ սկսեց քարերի, հրաբղխային փոշիի և հրաբղխային աւազի արտավիժումը։ Քանի վերստ տարածութեան վերայ բոլոր երկինքը մթնել էր դուրս թափւող

---

[1]) Մի փոքր ուշ մենք կը տեսնենք, որ այդ լեռները իբաւ հրաբղխային ոյժերի ազդեցութեան տակ են գոյացել։

աւազից և փոշիից. Թէ ինչ քանակութեամբ վերջին նիւթերից դուրս Թափւեց, կարելի է եզրակացնել նրանից, որ այդ նիւթերի տակ բոլորովին Թաղւեցան երեք քաղաք՝ Հերկուլանում, Ստաբիայ և Պոմպէյա։ Այդ քաղաքները այնպէս կորան աւազի ու փոշիի տակ, որ մինչև անգամ նրանց տեղը որոշել անկարելի էր։ Շուտով Վեզուվի գործունէութիւնը դադարեց. մի շարք տարիներ Վեզուվը հանգստանում էր։ Յետոյ նորից սկսեց արտավիժումը և այդպէս հետզհետէ շարունակւում է մինչև մեր ժամանակները։ Ինչպէս տեսնում ենք, հրաբղխային գործունէութիւնը արտայայտւում է պարբերաբար, արտավիժումից յետոյ սկսւում է անգործութիւնը, յետոյ էլի արտավիժում և այլն։

Շատ սաստիկ էր Վեզուվի վերջին արտավիժումը, որը տեղի ունեցաւ 1872 Թւին։ Գլխաւոր կրատերից սկսեց դուրս Թափւել ահագին քանակութեամբ գոլորշի, քարեր, հրաբուղխային աւազ և վերջումը—լաւա, որը խառնուրդ է զանազան հանքերի հալւած դրութեան մէջ։ Բայց որովհետև շատ հանքեր հալւում են ահագին ջերմութեան ներքոյ, զարմանալի չի լինել այն ժամանակ, եթէ ասեմ որ լաւայի ջերմութիւնը հասնում է 1000 աստիճանի։ Նոյն տարին Վեզուվի գագաթը կրատերի մօտ ճեղքւեց, ճեղքիցը դուրս Թափւեցին ջրի գոլորշի, աւազ և քարեր, որոնք ընկնելով ճեղքի չորս կողմը, կազմեցին նոր հրաբղխային կոն. ուրեմն այս վերջին կոնը կազմած էր գլխաւոր կոնի վերայ։ Այսպէս է պատահում, որ շատ ժամանակ արտավիժումից յետոյ գլխաւոր հրաբուղխի գագաթին, կամ լեռան լանջի վերայ, գոյանում են երկրորդական հրաբղխային կոներ։

Էտնան Եւրոպայի երկրորդ չափանի հրաբուղխն է. նա գտնւում է Սիցիլիա կղզու վերայ։ Այդ կոնաձև սարը որի բարձրութիւնը համարւում է 1580 սաժէն կամ մօտաւորապէս 3 վերստ, շատ վաղուց է ցոյց տալիս գործունէութեան նշաններ. ամենասաստիկ արտավիժումը եղաւ 1669 Թ., երբ լաւան դուրս գալով կրատերից սկսեց հոսել ցածր։ Լաւայի հոսանքը անցաւ երկար տարածութիւն և ոչնչացրեց 14 քաղաք և գիւղ։

Վերև ես ասեցի որ Արարատը, -Ալագեազը նոյնպէս հրաբղխային գործունէութեան արտադրութիւն են։ Այժմ մի փոքր ընդարձակօրէն խօսեմ նրանց մասին։

Հէնց սկզբից նրանք մեզ հետաքրքրում են իրանց ուղիղ կոնաձև տեսքով։ Երկու լեռների լանջերը ծածկած են արդէն սառած լաւային կեղևով, որը քաշւելով հասնում է մինչև Արաքսը. Բացի դրանից յայտնի է որ 341 Թ. Ք. ե. այդ լեռների մօտ պատահեց սաստիկ երկրաշարժ, որից յետոյ լեռների գագաթից սկսեց դուրս գալ ծուխ և կրակ։ Մոզովցեւը, որը փորձեց վերջերումս բարձրանալ Արարատի գագաթը, պատմում է որ լեռան լանջի վերայ օդը լցւած էր. ծծմբային գազով։ Իսկ ծծմբային գազի արտադրելը նոյնպէս հրաբուղխների յատկանիշներից մէկն է։

Արարատը և Ալագեազը միակ հրաբուղխները չեն Կովկասում. ամբողջ հայոց լեռնադաշտը ծածկուած է հրաբղխային կոներով, բայց վերջինները գործունէութեան նշաններ չեն ցոյց տալիս, բացի Տանդուրեքից, որից հիմայ էլ դուրս է գալիս գոլորշի և գազեր։

Զարմանալի է որ արտավիժումը լինում է ոչ միայն ցամաքի երեսից, այլ և ծովերի և ովկեանոսների յատակից․ 1811 թուին Ատլանտեան ովկեանոսի յատակից սկսեց արտավիժում․ Դուրս թափուած նիւթերից կազմուեց մի ամբողջ կղզի, որի կոնի բարձրութիւնը հասնում էր 300 ոտնաչափի. Բայց ծովի ալիքները շուտով ոչնչացրին նորակազմ կղզին։

Մի այդպիսի արտավիժում եղաւ 1831 թուին Միջերկրական ծովում. ծովի երեսից սկսեց բարձրանալ գոլորշի, ջուր և այլ հրաբղխային նիւթեր, որոնցից կազմուեց կղզի 200 ոտնաչափ բարձրութեամբ։ Այդ կղզին նոյնպէս շուտով ոչնչացաւ։

Անհնարին է մի առ մի նկարագրել բոլոր հրաբուղխները, որովհետև նրանց թիւը հասնում է 321. կան և այնպիսի հրաբուղխներ, որոնք բոլոր պատմական ժամանակներում գործունէութեան ոչ մի նշան չեն ցոյց տալ, թէև ինչպէս կոնաձև ձևը, այնպէս և ուրիշ յատկութիւնները պարզ ապացոյց են որ դրանք մի ժամանակ եղել են իսկական հրաբուղխներ։ Այժմ այդ հրաբուղխները, ինչպէս ասում են, հանգել են։ Ինչպէս օրինակ հանգած հրաբուղխներ կարելի է համարել Ովերնի հրաբուղխների խումբը Ֆրանսիայում։

Այժմ աւելորդ չի լինիլ թւել հրաբուղխներին վերաբերեալ գլխաւոր փաստերը։ Արտավիժումը սկսւում է ստորերկրեայ դղրդիւնով և երկրաշարժով։ Սաստիկ արտավիժման սկզբումը լինում է այնպիսի դղրդիւն, որ լսելի է լինում մինչև անգամ 600—700 վերստ հրաբուղխից հեռու։ Անմիջապէս դղրդիւնից կամ երկրաշարժից յետոյ դուրս է թափւում ջրի գոլորշի գլխաւոր կրատէրից կամ նոր ճեղքուած տեղից։ Գոլորշիի սիւները շատ անգամ ահագին բարձրութեան են հասնում. Վեզուվի 1822 թ. արտավիժման ժամանակ գոլորշին բարձրանում էր 1400 սաժէն։

Ինչպէս յայտնի է, օդի բարձր շերտերը աւելի ցածր ջերմութիւն ունեն. այդ պատճառով գոլորշին, հասնելով աւելի ցուրտ շերտերին, կորցնում է իր գազային դրութիւնը և ջրի փոխւելով կաթիլները թափւում են ցած։ Այսպէս գոյանում են առատ անձրևներ։ Բացի գոլորշիից դուրս է թափւում քլոր-ջրածինային գազ (хлороводородный газъ), ածխաթթւա ծծմբային գազ, հասարակ աղ և այլն։ Արտավիժման գլխաւոր նիւթերից մէկն էլ լաւան է, որի ինչ լինելը արդէն յայտնեցի մի փոքր վերև։ Լաւան կամ ցածրանում է հրաբուղխի գագաթից կամաց կամաց, կամ հոսում է զարմանալի արագութեամբ և նրա առաջ ոչինչ չի դիմանում. տները, ծառերը, մինչև անգամ ամբողջ գիւղերը ոչնչանում են կրակոտ հոսանքի առաջ։ Իսլանդիայում մի արտավիժման ժամանակ լաւայի հոսանքները

տարածվեցին հազարաւոր քառակուսի վերստ, լցնելով ճանապարհի վերայ ամբողջ ձորեր։

Պատահում է, որ կրատէրից դուրս ցատկող գոլորշին իւր հետ բարձրացնում է լաւայի կտորներ, որոնք պտտելով բարձր օդի մէջ ընդունում են գնդակի ձև և կրկին ընկնում են գետնի վերայ։ Այդ գնդակաձև լաւայի կտորները անւանում են հրաբղխային ռումբեր (бомбы)։ Նոյն գոլորշին բարձրացնում է նաև քարեր։ Հրաբղխային աւազը և հրաբղխային փոշին լաւայի մանրացած կտորներն են։ Այս վերջին նիւթերը դուրս են թափւում ահագին քանակութեամբ։ Օրինակ 1835 թ. Կոսեգուին հրաբուղխի (գտնւում է Նիկարագուայում) արտավիժած աւազով և փոշիով ծածկվեցին շրջակայ գիւղերը։ Այդ գիւղերից մի քանիսները 40 վերստ հեռաւորութիւն ունէին հրաբուղխից!

Շատ անգամ հրաբղխային աւազը և թոզը, բարձրանալով օդի մէջ և խառնւելով անձրևի հետ, կազմում են հրաբղխային ցեխ։ Ցեխը թափւում է հրաբուղխի վերայ, գոյանում են ահագին ցեխի հոսանքներ, որոնք զարմանալի արագութեամբ վազում են ցած։ Այդպիսի հոսանքները սաստիկ վտանգաւոր են շրջակայ բնակիչների համար։ Այդ ցեխի հոսանքներն են, որ 79 թւին կործանեց Հերքուլանում, Պոմպէյա և Ստաբիան։

Հրաբուղխները գտնւում են բացի Եւրոպայից նաև աշխարհիս միւս մասերում։ Բայց գլխաւորապէս լինում են հրաբուղխները կղզիների վերայ։ Զարմանալի է որ ցամաքային հրաբուղխները նոյնպէս գտնւում են ովկիանոսների և ծովերի մօտ։ Այնպէս որ, ինչպէս երեւում է, ջուրը նշանաւոր դեր է կատարում հրաբղխային գործունէութեան մէջ։

Միւս գլխաւոր օրէնքը, որը նկատւում է հրաբուղխների տարածման մէջ, այն է, որ հրաբուղխները տարածւում են ուղիղ կարգերով այն ափերի մօտ, ուր կան մեծ լեռներ։ Օրինակ հարաւային Ամերիկայի հրաբուղխները շարւած են արևմտեան ափի վերայ, ուր գտնւում է Անդի հսկայական լեռնաշղթան։

II

Այժմ առաջ ունենալով բոլոր վերոյիշեալ հրաբղխային երևոյթները՝ մարդու գլխում ակամայ յարուցւում է հարցերի ամբողջ մի շարք. ինչտեղից է առաջացել երկրագնդի կենտրոնում այն ահագին ջերմութիւնը, որը ընդունակ է հալեցնել մինչև անգամ ամենածանր մետաղները և արտադրել լաւայի ահագին հոսանքները. այն ինչ ուժ է, որը դուրս է թափում քարեր, լաւան և ուրիշ նիւթերը։ Ինչ է պատճառը, որ հրաբուղխները տարածւած են լեռների մօտ, ծովերի և ովկիանոսների ափերում։ Մի խօսքով մարդ ցանկանում է իմանալ այն պատճառը, որը արտադրում է հրաբղխային երևոյթները։

Տարաբաղդաբար պիտի ասեմ, որ այդ երևոյթների պատճառը մինչև այժմ դեռ չի գտնված, չը նայած որ այդ հարցի վերայ աշխատել են շատ հանճարեղ գիտնականներ։ Երբ մի երևոյթի իսկական պատճառը չի լայտնի, այն ժամանակ գիտնականները աշխատում են բացատրել նոյն երևոյթը հիմնելով մի որ և է ենթադրութեան վերայ։ Ահա այդպիսի ենթադրութիւնները անուանում են հիպոթէզներ, որոնք մեծ ծառայութիւններ են մատուցանում գիտութեանը, տրիպելով գիտնականներին նորանոր հետազօտութիւններ անել հիպոթէզի ճշտութիւնը, կամ անճիշտութիւնը իմանալու համար։ Այդպէս հիպոթէզները հարստացնում են գիտութիւնը նոր գիւտերով։ Շատ անգամ հիպոթէզները կատարելով իրանց դերը, այսինքն զեկավարելով գիտնականներին մի որոշ ժամանակ, կորցնում են իրանց ուժը, էլ չեն կարողանում զարկ տալ գիտութեան զարգացմանը։ Այդ ժամանակ հիպոթէզը ընկնում է, տալով իւր տեղը աւելի նոր հիպոթէզին, որը աւելի համապատասխանում է փաստերին։ Բայց պատահում է և դրա հակառակը, երբ հիպոթէզը քանի գնում է՝ աւելի ամրանում է։ Գիտնականները հիմնելով այդ հիպոթէզի վերայ, սկսում են զուշակել մի շարք նոր փաստերի և երևոյթների։ Երբ այդ զուշակութիւնների մեծամասնութիւնը իրագործւում է հետազօտութիւններով, այն ժամանակ հիպոթէզին աւելի մեծ հաւատ են ընծայում, հիպոթէզը փոխարկւում է թէորիայի։ Ուրեմն թէև հիպոթէզը և թէորիան երկուսն էլ հիմնված են ենթադրութիւնների վերայ, բայց թէորիան աւելի մօտ է ճշմարտութեանը քան թէ հիպոթէզը։

Հրաբխային երևոյթները բացատրելու համար առաջարկված են տասնեակ հիպոթէզներ, դրանցից շատերը լինելով թոյլ արդէն ընկել են, նրանց տեղը ամենայն տարի առաջարկում են նորերը։ Թողնելով թոյլ և միակողմանի հիպոթէզները ես կ'աշխատեմ ծանօթացնել միայն այդ հիպոթէզի հետ, որը աւելի շատ է ընդունված և որը բաւականացուցիչ կերպով բացատրում է հրաբխային երևոյթները։ Այդ հիպոթէզը լինելով հիմնված երևելի Կանտ-Լապլասի թէորիայի վերայ, հարկաւոր է առաջ թէորիայի հետ ծանօթանալ։ Ուրեմն ինչո՞ւմ է կայանում այն թէորիան, որը միևնոյն ժամանակ զարմացնում է և հիացնում ողջ գիտնական աշխարհը։

III

Բիւրաւոր տարիներ մեզնից առաջ արեգակը և մոլորակները, Կանտի ու Լապլասի կարծիքով, բաժանված չէին մէկը միւսից ինչպէս այժմ, այլ կազմում էին մի ահագին գազային մարմին, որը պտտւում է իւր առանցքի (ось) շուրջը։ Սկզբում այդ մարմնի ջերմութիւնը շատ մեծ էր, բայց հետևեալ ժամանակներում քանի գնում պակասում էր։ Այդպէս պտտող

մարմնից, ֆիզիքական օրէնքների հիման վերայ, էկլատորի մօտ բաժանւում է մի օղաձև մաս, որը պտտւում է նոյն ուղղութեամբ, ինչպէս և գլխաւոր մարմինը։ Յետոյ այդ օղակը բաժանւում է մի քանի կտորների, որոնք պտտւում են միևնոյն ուղղութեամբ, ընդունելով գնդակի ձև։ Ահա այդ գնդակաձև կտորներից գոյացել են մոլորակները, իսկ գլխաւոր մասը, որը գտնւում էր կենտրոնում և որից բաժանւեցին մոլորակները, արտադրեց հետևեալ ժամանակներում մեզ լայտնի արեգակը։ Այժմ հետևենք մոլորակների փոփոխութիւններին։

Մոլորակները, բաժանւելով գազային մարմնից, բնական է որ սկզբում ունէին գազային դրութիւն, բայց յետոյ այդ դրութիւնը չը պահպանեցաւ։ Դրա պատճառը այն է որ մոլորակները շրջապատող տաքութիւնը, այսպէս անւանեալ «միջմոլորակային տարածութիւնը», սաստիկ ցածր ջերմութիւն ունի։ Այդպիսի ցածր ջերմութեան ներքոյ մոլորակները սկսեցին կորցնել իրանց ջերմութեան մի մասը և դրա հետ կորցնելով իրանց գազային դրութիւնը՝ փոխադրւեցին հեղուկի։ Լինելով մոլորակներից մէկը — երկիրը նոյնպէս առաջ եղել է գազային, յետոյ հեղուկային դրութեան մէջ, մինչև որ հասել է այժմեան դրութեանը։ Երկրիս գնդաձև տեսքը գնդեցիկ ապացոյց է, որ երկիրը առաջ ունեցել է հեղուկային դրութիւն։ Ահա Կանտ-Լապլասի թէօրիայի գլխաւոր կէտերը, որոնք ընդունւում են համարեա բոլոր այժմեան գիտնականների կողմից։ Իմ նպատակներից դուրս է աւելի մանրամասնօրէն խօսել այդ թէօրիայի մասին, կ'աւելացնեմ միայն որ գիտութեան յետագայ գիւտերը փայլուն կերպով ապացուցեցին այդ թէօրիայի նախագուշակութիւնների ճշդութիւնը։ Տեսնենք հիմայ, թէ ինչպէս է օգնում Կանտ-Լապլասի թէօրիան հրաբղխային երևոյթների բացատրութեանը։

Նոյն թէօրիայից մենք իմացանք, որ երկիրը առաջ եղել է գազային մարմին և ունեցել է անհագին ջերմութիւն։ Նա պտտելիս է եղել միջմոլորակային տարածութեան մէջ։ Այս վերջինի ջերմութիւնը այժմեան գիտնականների հաշւով՝ հասնում է —60° կամ մինչև անգամ —120°, այսինքն միջմոլորակային տարածութեան ջերմութիւնը 120° աստիճան ցածր է զրոյից։ Այդ մի այնպիսի ցուրտ է, որ մենք երևակայել անգամ չենք կարող։ Ցուրտ շրջանի ազդեցութեան տակ երկիրը կազմող գազերը սկսեցին փոքր առ փոքր թանձրանալ մինչև որ հասան հեղուկային դրութեանը։ Բայց դրանով չը վերջացաւ շրջապատող տարածութեան ազդեցութիւնը երկրի վրայ, որովհետև նրանց ջերմութիւնների մէջ դեռ մեծ զանազանութիւն կար։ Երկիրը շարունակում էր կորցնել իւր ջերմութիւնը։ Պէտք է նկատել, որ երկիրը չէր ստանում միակերպ բոլոր իւր մասերում. այն մասերը, որոնք անմիջապէս շփւում էին շրջապատող ցուրտ տարածութեան հետ, այսինքն երկրագնդիս արտաքին կողմերը, բնականաբար աւելի շատ ջերմութիւն էին կորցնում, քան թէ կենտրոնը։

Այդ հանգամանքի հետևանքը այն եղաւ, որ երկրագնդիս արտաքին մասերը սառչելով կազմեցին պինդ կեղև, իսկ ներքին մասերը մնացին հալած դրութեան մէջ։ Բայց կենտրոնական հալած մասը, քանի դնում պակասում էր, որովհետև ցուրտը շարունակում էր ներգործել արտաքին կողմերից դէպի կենտրոնը, պնդացնելով հեղուկի նոր մասեր։ Այդ պատճառով երկրագնդի արտաքին պինդ կեղևը կամաց-կամաց հաստանում էր։

Երկրագունդը, ունենալով արտաքին կողմերումը պինդ կեղև, իսկ կենտրոնում լինելով հալած, շարունակում էր սառչել նոյն միջմոլորակային տարածութեան ազդեցութեան տակ։ Իսկ լայնի է որ երբ մի մարմին սառչում է, նրա ծաւալը, ուրեմն և մակերևոյթը փոքրանում է։ Դժուար չէ իմանալ, թէ ինչ կը պատահէր, երբ երկրագնդի կեղևի մակերևոյթը փոքրանում էր։ Կեղևը պէտք է արտադրէր իւր մի քանի մասերումը կնճիռներ. ինչ ասել կուզի, որ այդ կնճիռները ահագին էին, որովհետև սառչող մարմինը—երկիրը, ահագին էր։ Կովկասի լեռնաշղթան, Ալպեան լեռները—միւս ամենաբարձր սարերը հէնց նոյն հսկայական կնճիռներն են, որոնք զոյացել են կեղևի մակերևոյթի փոքրանալուցը։ Այն շերտերը, որոնցից կազմուած է կեղևը, տատիկ ծռմռել են այնտեղ, ուր զոյացել են լեռներ, մինչև անգամ այդպիսի տեղերումը շերտերը ճեղքել են։ Ատտեղից հասկանալի է, որ երկրագնդի կենտրոնումը գտնուող հեղուկ մասերը կարող են հարաբերութիւն ունենալ երկրիս մակերևոյթի հետ ամբի հեշտ լեռնոտ տեղերումը. ինչպէս վերև տեսանք, երկրիս կեղևը ճեղքուածքներ է ստացել։ Այժմ դժուար չէ երևակայել, թէ ինչպէս է լինում հրաբղխային երևոյթների մեքանիզմը։ Մոլորակին ջուրը թափւում է վերոյիշեալ ճեղքուածքներով և հասնելով հալած դրութեան մէջ գտնուող նիւթերին, որոնք ունեն անհամեմատ ամբի բարձր ջերմութիւն քան կեղևի մակերևոյթը, գոլորշիանում է և սկսում է ճնշել ցածր գտնուող հեղուկի վերայ։ Ահա այդ ճնշման ազդեցութեան տակ հալած նիւթերը բարձրանում են կեղևի ճեղքուածքներով դէպի երկրի մակերևոյթը, կազմելով լաւայի հոսանքները։

Եւ աւարտեցի մեզ հետաքրքրող հիպոթէզի մեկնութիւնը։ Ընթերցողը տեսնում է որ այդ հիպոթէզը բաւարար կերպով բացատրում է հրաբուղխներին վերաբերեալ գլխաւոր փաստերը։ Այժմ մեզ համար պարզ է, որ ջուրը անհրաժեշտ է հրաբղխային գործունէութեան համար, հէնց այդ պատճառով էլ հրաբուղխները գտնում են ծովերի և օվկիանոսների ափերում։ Նոյնպէս հասկանալի է, թէ ինչու հրաբուղխները տարածած են լեռների մօտ. չէ որ լեռների զոյանալու ժամանակ կեղևը ճեղքել էր լեռների մօտ։ Ահա այդ ճեղքուածքները ամենապարմար ճանապարհներն են կենտրոնից դուրս թափւող հեղուկի համար։