

ԿՅԱՆՔԻ ԱՌԱՋԱՑՈՒՄԸ ԵՎ ՉԱՐԳԱՑՈՒՄԸ ԵՐԿՐԻ ՎՐԱ

Նանե Խաչատրյան
«Մխիթար Սեբաստացի» կրթահամալիր
Nanekhachatryan@mskh.am
Դեկավար՝ Անուշ Ասատրյան

Նախաբան

Որպես հետազոտական աշխատանքի թեմա ընտրել ենք «Կյանքի առաջացումը և զարգացումը Երկիր մոլորակի վրա» թեման: Այն ընտրել ենք, որովհետև անցած տարի ուսումնասիրել էինք Էվոլյուցիայի հետքերը մեր մեջ, և դրանից հետո ինձ մոտ առաջացավ հետաքրքրություն՝ հասկանալու, թե ինչպես է ընդհանրապես ձևավորվել և զարգացել կյանքը Երկիր մոլորակի վրա՝ ոչ միայն մարդու, այլև բոլոր կենդանի էակների:

Կարծում եմ՝ յուրաքանչյուր մարդ գոնե մեկ անգամ մտածել է, թե ինչպես է առաջացել մեր մոլորակը, ինչպես է կյանքի պատմությունը սկսվել և ինչ ճանապարհով ենք հասել մինչ այսօր: Ինձ հետաքրքիր է հասկանալ, թե ինչ փուլերով է անցել ամեն ինչ՝ սկսած պարզ նյութերից մինչև բարդ էակներ և մարդ:

Կյանքի առաջացման ուսումնասիրությունը նաև ստիպում է մտածել մեր տեղի մասին բնության մեջ: Մենք հաճախ մեզ համարում ենք ամեն ինչից վեր, բայց իրականում Երկրի երկար պատմության մեջ մենք միայն մի շատ չնչին հատվածն ենք կազմում: Սա հիշեցնում է, որ մենք կենդանիներից առավել չենք և պարտավոր ենք նրանց ու մեր մոլորակին ավելի պատասխանատու վերաբերվել:

Թեմայի արդիականությունը

Կյանքի առաջացման և զարգացման հարցը ժամանակակից գիտության ամենակարևոր և հիմնարար խնդիրներից է: Այս թեմայի ուսումնասիրությունը հնարավորություն է տալիս հասկանալ, թե ինչպես է անշունչ նյութից առաջացել կենդանի համակարգը և ինչ ճանապարհով է այն զարգացել մինչև այսօր գոյություն ունեցող կենսաբազմազանությունը:

Թեման արդիական է, քանի որ՝

- այն օգնում է բացատրել Երկրի վրա կյանքի ծագման պայմաններն ու օրինաչափությունները,
- նպաստում է Էվոլյուցիոն գործընթացների հասկանալուն,
- կարևոր է կենսաբանության, աստղակենսաբանության և կենսատեխնոլոգիայի զարգացման համար,
- հնարավորություն է տալիս կանխատեսել կյանքի գոյության հավանականությունը այլ մոլորակներում,
- նպաստում է գիտական աշխարհայացքի ձևավորմանը:

Աշխատանքի նպատակն է՝

- Ուսումնասիրել կյանքի առաջացումը Երկիր մոլորակի վրա և կիսվել այդ գիտելիքով:

Աշխատանքի խնդիրներն են՝

- Երկրի երկրաբանական ժամանակաշրջանները
- Ուսումնասիրել Երկրի ձևավորումը և նախակենսաբանական շրջանը
- Բացահայտել կյանքի առաջացումը և միաբջիջ օրգանիզմների շրջանները
- Նկարագրել բազմաբջիջ կյանքի և կենսաբազմազանության զարգացումը

Ինֆորմացիան վերցրած է գիտական կայքերից և աշխատանքներից, որոնց ինֆորմացիան հիմնված է վարկածների և հետազոտությունների վրա: Դրանք կարող են փոփոխվել նոր բացահայտումների արդյունքում:

Գլուխ 1. Երկրի ձևավորումը և նախակենսաբանական շրջանը

Որպեսզի կարողանանք պատկերացնել, թե ինչպես է Երկիրը ձևավորվել, սկզբից պետք է հասկանալ, թե ինչպես է տիեզերքը այսօրվա զարգացել և մեծացել: Չնայած նրան, որ ամբողջովին հստակ պատասխան չկա, ամենահավանական տարբերակն է Մեծ պայթյունի տեսությունը: Ըստ այս տեսության մոտ 13.7 միլիարդ տարի առաջ ամբողջ տիեզերքում ամեն ինչ խտացված էր անսահման փոքր եզակիության՝ անսահման խտության և ջերմության մի կետի մեջ՝ մոտ 10 միլիարդ տրիլիոն աստիճան ըստ Ցելսիուսի:¹ Եզակիությունը (կամ սինգուլյարությունը) մի կետ է, որտեղ խտության կամ գրավիտացիոն ուժի նման մեծությունները դառնում են անվերջ, և ֆիզիկայի օրենքները, ոնց մենք դրանք հասկանում ենք, խզվում են: Այդ եզակիությունը այնքան փոքր էր, որ պրոտոնն (ատոմի մեջ գտնվող դրական լիցք ունեցող մասնիկ) իր համեմատ հսկայական էր դառնում:

Ոչնչից սկսվում է տիեզերքը: Այն ոչ թե պայթյունի տեսքով է լինում, ինչպես շատերն են կարծում, այլ որպես շատ արագ ընդլայնում: Առաջին միլիվայրկյանի ընթացքում Տիեզերքը էներգիայից էր, ինչից արտադրեց ենթատոմային մասնիկների տաք զանգված, որոնց մի մասը միանում էին իրար և ստացվում էին պրոտոններ և նեյտրոններ, իսկ մասնիկների մի մասը նորից հետ էր վերածվում էներգիայի:² Մի ակնթարթում այն դառնում է անսահման մեծ: Առաջանում են ձգողականությունը և այլ ֆիզիկական մեծությունները:³ Մի քանի րոպեից նեյտրոններից ու պրոտոններից ձևավորվում են ատոմային միջուկներ: Միայն մոտ 380.000 տարի անց է տիեզերքը այնքան սառում, որպեսզի այդ միջուկները միանան էլեկտրոններին և ձևավորվեն առաջին ատոմները՝ ջրածին, հելիում և շատ քիչ լիթիում:⁴

Մեծ պայթյունը համարվում է տիեզերքի սկիզբը, որովհետև մինչ այդ ո՛չ ժամանակ, ո՛չ տարածք, ո՛չ էլ նյութ չի եղել: Որոշ գիտնականներ կարծում են, որ, հնարավոր է, գոյություն ունեն տիեզերքների անվերջ թիվ, որոնցից ամեն մեկը տարբեր հատկանիշներով է, տարբեր համադրություններով, և մենք ապրում ենք նրա վրա, որը համատեղում է ամենինչը այնպես, որ թույլ է տալիս մեզ գոյություն ունենալ:

¹ Space.com: [What is the Big Bang Theory?](#)

² **Bookinist.** Գիտելիքների Յանրագիտարան, Տիեզերք. Յայաստան, 2017, էջ 110

³ **Bill Bryson.** *A short history of nearly everything.* ԱՄՆ, 2003, էջ 9

⁴ **Bookinist.** Գիտելիքների Յանրագիտարան, Տիեզերք. Յայաստան, 2017, էջ 110

Ինչպե՞ս է առաջացել մեր Արեգակնային համակարգը և հենց Երկիր մոլորակը: Աստղերն առաջանում են, երբ ձգողականությունը գազն ու փոշին իրար է քաշում՝ ձևավորելով խիտ միջուկ, որը շրջապատող նյութի սկավառակ ունի: Երբ միջուկը բավական տաքանում էր, ջրածինը միաձուլվում էր հելիումի հետ՝ անջատելով էներգիա և ստեղծելով աստղ:⁵ Առաջին աստղերը ձևավորվում են Մեծ պայթյունից մոտ 550 միլիոն տարի անց, իսկ գալակտիկաները՝ 600 միլիոն:

Մոտ 4.6 միլիարդ տարի առաջ Ծիր Կաթինում հին աստղերի պայթյուններից մնացած գազի և փոշու ամպից ձևավորվեցին նախաաստղերի մի խումբ: Դրանցից մեկը դարձավ մեր Արեգակը: 4.59 միլիարդ տարի առաջ Արեգակի շուրջ ձևավորվեցին հսկա մոլորակները՝ Յուպիտերը, Սատուրնը, Ուրանը և Նեպտունը: Դրանցից մի քանիսը, օրինակ Ուրանը և Նեպտունը, սկզբում ավելի մոտ էին Արեգակին քան հիմա են, և հնարավոր է, որ եղել են նաև այլ սառցե հսկաներ, որոնք դուրս են եկել Արեգակնային համակարգից: 4.55 միլիարդ տարի առաջ Արեգակը սկսեց ջրածինը հելիումի վերածել, ինչը այն դարձրեց հսկական աստղ: Մոտ 4.5 միլիարդ տարի առաջ ձևավորվեցին Մերկուրին, Վեներան, Երկիրը և Մարսը:

Երկիրը մնացած մոլորակների նման սկսեց ձևավորվել, երբ արևի առաջացումից մնացած նյութի շատ քիչ քանակության մեջ փոքրիկ մասնիկներ իրար բախվեցին և, եթե բախումը շատ ուժեղ չէր լինում, դրանք կաչում էին իրար ու մեծանում՝ ինչպես ձևագունդը: Մասնիկների կպնելուց և բախվելուց գնալով առաջանում էին ավելի մեծ կույտեր: Փոքր կույտից երիտասարդ մոլորակ դառնալու համար պետք էր մի քանի միլիոն տարի, և Երկիրը արդեն բավականին ձևավորված է մոտ 4.5 եղել միլիարդ տարի առաջ:⁶



(a) Հաբլ տիեզերական աստղադիտակի այս պատկերները ցույց են տալիս Օրիոնի միգամածության երիտասարդ աստղերի շուրջ սկավառակներ: Յուրաքանչյուր սկավառակի կենտրոնում գտնվող կարմիր լույսը երիտասարդ աստղ է, որը մեկ միլիոն տարեկանից ոչ ավելի է: Այս պատկերները համապատասխանում են նախաստղի կյանքի փուլին:⁷

Երկրի ձևավորումից մոտ 50 միլիոն տարի հետո Մարսի չափի մի մարմին բախվեց Երկրին, և կտորները միացան՝ ստեղծելով Լուսինը: 4.1-ից 3.8 միլիարդ տարի առաջ հսկա մոլորակները շարժվում էին՝ ցրելով ավելի փոքր մարմիններ ամբողջ Արեգակնային համակարգով մեկ: Դրանցից մի քանիսը հարվածում էին Ներքին մոլորակներին (Մերկուրի, Վեներա, Երկիր, Մարս): Հնարավոր է, որ հենց այդ բախումների շնորհիվ է Երկիրը ստացել իր ջրի մեծ մասը և կյանքի առաջացման համար անհրաժեշտ կարևոր նյութերը: 4-ից 3 միլիարդ տարի առաջ այս հարվածները մոլորակների վրա բազմաթիվ հրաբուխների ժայթքման պատճառ դարձան:⁸

⁵ BBC: [Understanding the Big Bang Theory](#)

⁶ Bill Bryson. *A short history of nearly everything*. ԱՄՆ, 2003, էջ 38

⁷ University of Central Florida: [Evidence that planets form around other stars](#)

⁸ The Planetary Society: [Solar System timeline](#)

Երկրի ամենավաղ պատմությունը, Յադեյան ժամանակաշրջանը, երկրաբանական գրառումներում հազիվ է արձանագրված: Երկիրը դեռևս շատ երիտասարդ մոլորակ էր և ավելի շատ նման էր փայլող աստղի: Նրա մակերեսը ծածկված էր մագմայի հսկայական օվկիանոսներով, որոնց ջերմաստիճանը գերազանցում էր 1000°C-ը:

Երբ մոլորակը սկսեց սառչել, ավելի ծանր նյութերը, օրինակ երկաթը, խորասուզվեցին դեպի կենտրոն՝ ձևավորելով Երկրի մետաղական միջուկը, մինչդեռ ավելի թեթև նյութերը բարձրացան մակերես: Մագնիսական դաշտը ձևավորվեց այն ժամանակ, երբ երկաթը նստեց միջուկում: Դրա խորասուզումը բավարար էներգիա արձակեց մոլորակի մեծ մասը ներսից հալեցնելու համար: Յարյուր միլիոնավոր տարիներ շարունակ հսկա աստերոիդները շարունակում էին հարվածել Երկրին՝ թողնելով հազարավոր կիլոմետրեր լայնությամբ խառնարաններ: Միևնույն ժամանակ ռադիոակտիվ տարրերի խորը գետնի տակ քայքայումը շատ ջերմություն անջատեց, մոլորակը պահելով տաք և անկայուն:⁹

Այս բախումների շնորհիվ Երկիրը հարստացավ ջրով, գազերով և օրգանական միացություններով, որոնք անհրաժեշտ էին կյանքի առաջացման համար: Առաջին միլիարդ տարվա ընթացքում մոլորակը անկենդան էր, քանի որ նրա վաղ մթնոլորտը դեռևս չէր կարող կենդանի օրգանիզմներ պահել: Սակայն ժամանակի ընթացքում, բախումների հաճախության պակասելուն զուգընթաց, պայմանները սկսեցին փոխվել: Յրաբուխները արտանետեցին ջրային գոլորշի և գազեր, ինչպիսիք են ածխաթթու գազը, ձևավորելով առաջին մթնոլորտը, չնայած այն պարունակում էր շատ քիչ թթվածին: Երկրի սառչելուն զուգընթաց գոլորշու մեծ մասը խտացավ՝ թափվելով անձրևի տեսքով: Մոտ 4 միլիարդ տարի առաջ Երկրի վրա առկա էին ջրի առաջին մշտական կուտակումները, որոնք ձևավորում էին օվկիանոսները և ջրային այլ մարմիններ:¹⁰ Ծուռով Երկիրը պարունակում էր կյանքի հնարավոր դարձնող անհրաժեշտ բաղադրիչներն ու էներգիայի աղբյուրները:¹¹

Արևային ճառագայթումը կարևոր դեր խաղաց: Այն որոշ ջրի մոլեկուլներ (H₂O) բաժանեց ջրածնի և թթվածնի: Ջրածինը, լինելով թեթև, դուրս եկավ տիեզերք, մինչդեռ թթվածինը դանդաղորեն կուտակվեց մթնոլորտում, քանի որ քիմիական ռեակցիաները հեռացնում էին թթվածինը նույնքան արագ, որքան այն առաջանում էր: Թթվածինը ձևավորեց օզոնային շերտը (O₃), որը պաշտպանում է Երկիրը վնասակար ուլտրամանուշակագույն ճառագայթումից¹², ինչը բարելավեց պայմանները կյանքի ձևավորման համար, սակայն այսօրվա թթվածինը դեռ բավական չէր կյանք ապահովելու համար:

⁹ Scientific American: [A cool early Earth?](#)

¹⁰ Roger Williams University: [Origin of the Oceans](#)

¹¹ Astrobiology at NASA: [What was the Earth like right after it formed?](#)

¹² OER services: [Early Earth](#)

Գլուխ 2. Երկրի երկրաբանական ժամանակաշրջանները

Պետք է հասկանալ, թե ինչպես է կյանքը սահմանվում: Այն շատ դժվար է սահմանել, և տարբեր ուրոտներում դրանք տարբերվում են, բայց ես կկենտրոնանամ կենսաբանականի վրա:

Կյանքը Երկրի վրա ինքնակարգավորվող համակարգ է, որն օժտված է նյութականությամբ, աճով, վերարտադրվելու և ներքին կայուն փոխակերպմամբ (հոմեոստազ) պահպանելու ունակությամբ:¹³ Պետք է նշել, որ այս սահմանումը վերաբերում է միայն երկրային կյանքին, քանի որ այլ մոլորակներում քիմիական և կառուցվածքային ձևերը կարող են շատ տարբեր լինել:

Երկիրը ունի երկար ու բարդ պատմություն, որը գիտնականները բաժանում են երկրաբանական դարաշրջանների: Այս գլխում կխոսվի այդ դարաշրջանների և դրանց հիմնական էկոլոգիական առանձնահատկությունների մասին, իսկ դարաշրջաններում կենդանիների զարգացման մասին ներկայացված է հաջորդ գլուխներում:

Անհրաժեշտ է ծանոթանալ երկրաբանական ժամանակի տարբեր տևողությունն ունեցող բաժանումների անվանումներին: Էոնը երկրաբանական ժամանակի ամենախոշոր հատվածն է, որը տևում է հարյուր միլիոնավոր կամ միլիարդավոր տարիներ: Երկրի զարգացումը ունեցել է չորս Էոն՝ Հադեյան, Արքեյան, Պրոտերոզոյան և Ֆաներոզոյան: Էոնները բաժանվում են Էրաների, դրանք՝ դարաշրջանների:

Հադեյան Էոնը տևել է 4.6-ից 4 միլիարդ տարի առաջ: Երկրի վրա այսքան հին ապարներ չկան, բացի երկնաքարերից: Հադեյան ժամանակաշրջանում Արեգակնային համակարգը ձևավորվում էր Արեգակի շուրջ գազի և փոշու մեծ ամպի մեջ, որը կոչվում է կուտակման սկավառակ: Ծրջապատող մասնիկները սկսել են ձգողականության ուժով միավորվել՝ վերածվելով ավելի մեծ գնդիկների կամ նախամոլորակների, որոնք շարունակել են կուտակվել՝ ձևավորելով մոլորակներ:

Քանի որ խոշոր նախամոլորակների միջև բախումները մեծ քանակությամբ ջերմություն են արձակում, Երկիրը և այլ մոլորակները իրենց պատմության սկզբում հալված կլինեին: Հալված նյութի ապար դառնալը տեղի է ունեցել Երկրի սառչելուն զուգընթաց: Մոտ 4.5 միլիարդ տարի առաջ Մարսի չափսերով մի մոլորակ (Թեյա) բախվեց Երկրին, ինչի արդյունքում ձևավորվեց Լուսինը: Ամենահին Երկրի ապարները 3.8 միլիարդ տարեկան են: Երկրի պատմության առաջին 800 միլիոն տարիների ընթացքում Երկրի մակերեսը հեղուկից վերածվել է պինդ վիճակի, որից հետո սկսվել է նրա երկրաբանական պատմությունը: Էրոզիան և սալերի տեկտոնիկան, հավանաբար, ոչնչացրել են բոլոր այն պինդ ապարները, որոնք ավելի քան 3.8 միլիարդ տարեկան էին: Ապարների պնդացումը մոտավորապես նշանավորում է Արքեյան Էոնի սկիզբը:¹⁴

Արքեյան Էոնը սկսվել է մոտ 4 միլիարդ տարի առաջ՝ Երկրի կեղևի ձևավորմամբ և տևել է մինչև 2.5 միլիարդ տարի առաջ պրոտերոզոյան Էոնի սկիզբը: Մթնոլորտում թթվածին չկար, դրա փոխարեն այն լցված էր ջրածնով, մեթանով,

¹³ Wikipedia: [Life](#)

¹⁴ Berkeley University of California: [The Archean Eon and the Hadean](#)

ամոնիակով:¹⁵ Հավանական է, որ Արքեյան դարաշրջանում մայրցամաքների մեծ մասը ծածկված է եղել ջրով:

Արքեյան Էոնը բաժանված է չորս Էրայի՝ Էոարքեյան (4-ից 3.6 միլիարդ տարի առաջ), Պալեոարքեյան (3.6-ից 3.2 միլիարդ տարի առաջ), Մեզոարքեյան (3.2-ից 2.8 միլիարդ տարի առաջ), Նեոարքեյան (2.8-ից 2.5 միլիարդ տարի առաջ):

Էոարքեյան Էրան Արքեյան Էոնի սկիզբն է, երբ ձևավորվեց Երկրի պինդ կեղևը, թեև մակերեսին դեռ առկա էին լավային տարածքներ: Այդ ժամանակ մթնոլորտում թթվածին չկար: Այս շրջանը բնութագրվում է Ուշ ծանր ռմբակոծությամբ (the Late Heavy Bombardment), որի ընթացքում գիսաստղերի բերած սառույցից (ըստ որոշ վարկածների) առաջացան օվկիանոսները:¹⁶

Պալեոարքեյան Էրան (3.6–3.2 միլիարդ տարի առաջ) բնութագրվում է կյանքի առաջին հետքերով: Այս շրջանի ստրոմատոլիտները և ածխածնի իզոտոպները փաստում են վաղ ֆոտոսինթեզի մասին, որտեղ ցիանոբակտերիաները սկսեցին արտադրել թթվածին՝ փոխելով մոլորակի երկրաբանությունը:¹⁷

Չուգահեռաբար ձևավորվում էր առաջին գերմայրցամաքներից մեկը՝ Վաալբարան, թեև մայրցամաքային կեղևի մեծ մասը դեռևս ջրի տակ էր:¹⁸ Դարաշրջանի նշանավոր իրադարձություններից է նաև Հարավային Աֆրիկայի մոտակայքում ~60 կմ չափի հսկայական աստերոիդի հարվածը:¹⁹

Մեզոարքեյան Էրայում (3.2–2.8 միլիարդ տարի առաջ) Վաալբարա գերմայրցամաքը տրոհվեց Կաապվաալ և Պիլբարա կրատոնների (մայրցամաքի կայուն ներքին մասը): Չուգահեռաբար ձևավորվեց մեկ այլ գերմայրցամաք՝ Ուրը: Առաջին անհերքելի բրածոները գալիս են այս ժամանակաշրջանից:

Էրայի առանցքային նշանն են շերտավոր երկաթի կազմավորումները (BIF), որոնք վկայում են մթնոլորտում թթվածնի ցածր մակարդակի մասին:²⁰ Մոտ 2.9 մլրդ տարի առաջ տեղի ունեցավ Երկրի առաջին՝ Պոնգոլայի սառցակալումը, որը կապված էր ֆոտոսինթեզի Էվոլյուցիայի հետ: Թեև ցիանոբակտերիաներն արդեն թթվածին էին արտադրում, այն դեռևս չէր կուտակվում մթնոլորտում:

Նեոարքեյան դարաշրջանը եղել է 2.8-2.5 միլիարդ տարի առաջ: Այս ժամանակ ցիանոբակտերիաները սկսել էին զգալի քանակությամբ թթվածին արտադրել: Երկրի վրա առաջին անգամ հայտնվել են մեծ մայրցամաքներ՝ ժամանակակից սալերի տեկտոնիկայով (մայրցամաքային սալերը սահում են միմյանց վրայով և սալերի բաժանման մասում լավայի ժայթքումներ են տեղի ունենում, որոնք նոր կեղև են առաջացնում):²¹

Քենոլիենո գերմայրցամաքը սկսել է ձևավորվել այս ժամանակահատվածում նոր մայրցամաքային կեղևի ձևավորման արդյունքում:²² Երիտասարդ մայրցամաքային կեղևի աճը, ինչպես նաև սալերի տեկտոնիկայի սկիզբը Արքեյան դարաշրջանում թույլ

¹⁵ Britannica: [Archean period](#)
¹⁶ World Atlas: [Geological Eras in World history](#)
¹⁷ Wikiversity: [Precambrian/Archean period](#)
¹⁸ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)
¹⁹ World Atlas: [Geological Eras in World history](#)
²⁰ University of Maryland: [The Archean Eon](#)
²¹ Wikiversity: [Precambrian/Archean period](#)
²² World Atlas: [Geological Eras in World history](#)

են սովել մեծացել մակերեսի քիմիական բազմազանությունը: Որոշ օրգանիզմներ կարողացել են ծաղկել, քանի որ որոշ մետաղների մատչելիությունը փոխվել է, մինչդեռ մյուսները սովի են ենթարկվել: Նեոարքեյան դարաշրջանում միջավայրում առկա պղնձի ավելացումը, հավանաբար, նպաստել է աերոբ օրգանիզմների նյութափոխանակությանը:²³

Պրոտերոզոյիկ Էոնը սկսվել է 2.5 միլիարդ տարի առաջ և ավարտվել 541 միլիոն տարի առաջ: Այս Էոնի ընթացքում տեղի են ունեցել շատ կարևոր իրադարձություններ. կայուն մայրցամաքները հայտնվել և կուտակվել են, ինչպես նաև կենդանի օրգանիզմների առաջին առատ բրածոները:²⁴ Արքեյան Էոնում թթվածնի մակարդակը 1%-ից պակաս էր, բայց մոտ 1.8 միլիարդ տարի առաջ բարձրացավ մինչև 3%-ը:

Պրոտերոզոյիկը բաժանվում է երեք Էրայի՝ պալեոպրոտերոզոյիկ (2.5–1.6 միլիարդ տարի առաջ), մեզոպրոտերոզոյիկ (1.6–1 միլիարդ տարի առաջ) և նեոպրոտերոզոյիկ (1 միլիարդ–541 միլիոն տարի առաջ):²⁵

Պալեոպրոտերոզոյիկ Էրան Երկրի երկրաբանական պատմության ամենաերկար դարաշրջանը, որը տևում է 2.5-ից մինչև 1.6 միլիարդ տարի առաջ: Այն բաժանվում է չորս երկրաբանական ժամանակաշրջանների՝ Սիդերյան, Ռիակյան, Օրոսիրյան և Ստատերյան: Այս ընթացքում Երկրի մայրցամաքները կայունացան, և օրերը կարճացան՝ տևելով մոտ 20 ժամ:

Այս դարաշրջանի ամենակարևոր իրադարձություններից մեկը Մեծ թթվածնացման իրադարձությունն էր, որը առաջացել էր թթվածին արտադրող ցիանոբակտերիաների կողմից, որոնք մթնոլորտային թթվածնի տոկոսը մեծացրին մինչև ժամանակակից մակարդակի մոտ 10%-ը: Այս փոփոխությունը հանգեցրեց բազմաթիվ անաերոբ օրգանիզմների ոչնչացմանը և պատճառ դարձավ Յուրոնյան սառցակալման համար: Յետագայում աերոբ կյանքի ձևերը դարձան գերիշխող, զարգացավ աերոբ շնչառությունը, և սկսեցին զարգանալ Էուկարիոտ օրգանիզմները: Ամենահին ցիանոբակտերիաների բրածոները և վաղ բազմազան Էուկարիոտները թվագրվում են այս ժամանակաշրջանին: Պալեոպրոտերոզոյիկում էին կատարվում մայրցամաքների առաջին լայնածավալ բախումները և լեռների առաջացումները, որոնք հանգեցրին Կոլումբիա գերմայրցամաքի (կամ Նուևա) ձևավորմանը:²⁶

Մեզոպրոտերոզոյիկ Էրան տևել է 1.6-ից մինչև 1 միլիարդ տարի առաջ: Այն բաժանված է երեք երկրաբանական ժամանակաշրջանների՝ Կալիմյան, Էկտասյան, Ստենյան: Այս Էրայում մայրցամաքները հիմնականում Նույն ցամաքային զանգվածներն էին, որոնք գոյություն ունեն այսօր, բայց շատ տարբեր կերպ էին դասավորված: Մեզոպրոտերոզոյան Էրայի հիմնական առանձնահատկությունը Կոլումբիա գերմայրցամաքի տրոհումն էր և ավելի ուշ՝ Ռոդինիա անունով Նոր գերմայրցամաքի ձևավորումը:

²³ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)

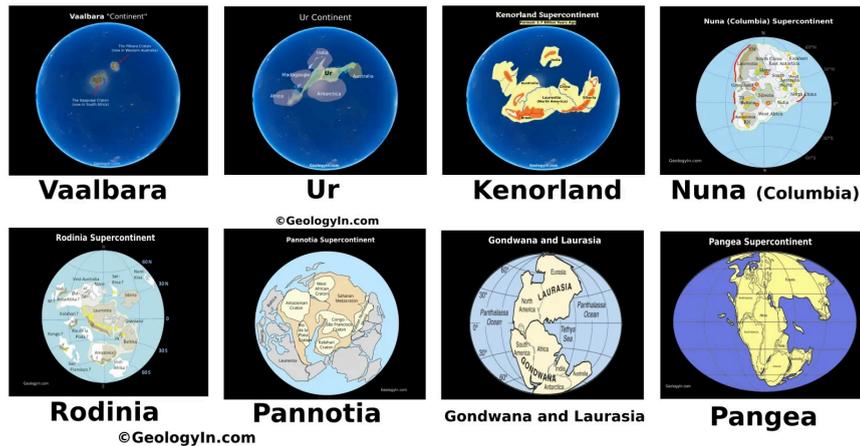
²⁴ Berkeley University of California: [The Proterozoic eon](#)

²⁵ Berkeley University of California: [The Proterozoic eon](#)

²⁶ Wikipedia: [Paleoproterozoic](#)

Earth's Ancient Supercontinents

©GeologyIn.com



(b) Երկրի գերմայրցամաքները ²⁷

Այս դարաշրջանը հատկապես կարևոր է կյանքի պատմության համար, քանի որ զարգացավ սեռական բազմացումը և հայտնվեցին առաջին բազմաբջիջ օրգանիզմները: Ստրոմատոլիտները հասան իրենց առավելագույն տարածվածությանը, սակայն հետագայում՝ Նեոպրոտերոզոյի վերջում, դրանց թիվը կտրուկ նվազեց: Մեզոպրոտերոզոյան դարաշրջանը նշանավորում է Երկրի պատմության կարևոր անցումային շրջան, որը բնութագրվում է ակտիվ սալերի տեկտոնիկայով, գերմայրցամաքային ցիկլերով և խոշոր կենսաբանական նորարարություններով:

Նեոպրոտերոզոյիկը պրոտերոզոյիկ Էոնի Էրաներից վերջինն է, որը տևում է 1 միլիարդից մինչև 541 միլիոն տարի առաջ, և Նախաքեմբրիական «սուպերտոնի» վերջին դարաշրջանն է: Նեոպրոտերոզոյիկը բաժանվում է Տոնյան (1 միլիարդից մինչև 720 միլիոն տարի առաջ), Կրիոգենյան (720–635 միլիոն տարի առաջ) և Էդիակարյան (635–541 միլիոն տարի առաջ) դարաշրջանների:²⁸

Երկրաբանական գրառումներում հայտնի ամենաուժեղ սառցակալման իրադարձություններից մեկը տեղի է ունեցել Նեոպրոտերոզոյի Կրիոգենյան շրջանում, երբ գլոբալ սառցե շերտերը, հնարավոր է, հասել են հասարակած և ստեղծել մոտ 100 միլիոն տարի տևած «Ձնագնդի Երկիր»:

Նեոպրոտերոզոյի սկզբում Ռոդինիա գերմայրցամաքը տարածվում էր հասարակածի վրա: Տոնյան դարաշրջանում Ռոդինիան բաժանեց մի շարք առանձին ցամաքային զանգվածների:²⁹ Գերմայրցամաք Պաննոտիան հայտնվեց մոտ 600 միլիոն տարի առաջ՝ Էդիակարյան ժամանակաշրջանի վերջում: 540 միլիոն տարի առաջ այն սկսել էր մասնատվել՝ ձևավորելով ավելի փոքր մայրցամաքներ:

Բարդ բազմաբջիջ կյանքի ամենավաղ բրածոները հայտնաբերվել են Էդիակարյան դարաշրջանում:³⁰

Տաներոզոյիկ Էոնը ներկայիս երկրաբանական դարաշրջանն է: Այն տևել է 541 միլիոն տարի առաջից մինչև մեր օրերը: Այն սկսվել է բազմաթիվ կենդանիների

²⁷ Geology In: [Earth Supercontinents: Rodinia, Gondwana, Pangea](#)

²⁸ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)

²⁹ Wikipedia: [Neoproterozoic](#)

³⁰ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)

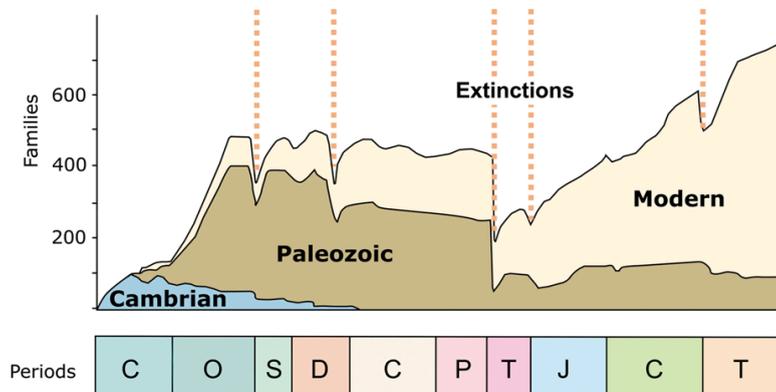
տեսակների բրածոների հանկարծակի ի հայտ գալով և դրանց արագ բազմազանեցմամբ: Տեկտոնական ակտիվությունը միավորել էր մայրցամաքները՝ ստեղծելով Պանգեա գերմայրցամաքը, որը հետագայում բաժանվել է՝ ձևավորելով ժամանակակից մայրցամաքները:

Ֆաներոզոյիկ էոնը բաժանված է երեք երայի՝ պալեոզոյական, մեզոզոյական և կայնոզոյական, որոնք հետագայում բաժանվում են 12 ժամանակաշրջանների: Պալեոզոյիկ երան բնութագրվում է ձկների, երկկենցաղների և սողունների էվոլյուցիայով: Մեզոզոյան երան բնութագրվում է մողեսների, կոկորդիլոսների, օձերի, կրիաների, կաթնասունների և դինոզավրերի (ներառյալ թռչունների) էվոլյուցիայով: Կայնոզոյան երան սկսվում է ոչ թռչնածին դինոզավրերի ոչնչացմամբ և բնութագրվում է թռչունների և կաթնասունների մեծ բազմազանության էվոլյուցիայով:³¹

Պալեոզոյիկ երան ներառում է վեց ժամանակաշրջան՝ Քեմբրիական, Օրդովիկյան, Սիլուրյան, Դևոնյան, Քարածխի և Պերմյան:

Մայրցամաքները դասավորված էին ժամանակակիցից շատ տարբեր ձևով և հաճախ ենթարկվում էին մակերեսային ծովերի ներխուժումների ու խոշոր լեռնակազմական գործընթացների:³²

Քեմբրիական դարաշրջանում (541–485 միլիոն տարի առաջ) կենդանիների հիմնական խմբերի մեծ մասն է հայտնվում, ինչը հայտնի է որպես Քեմբրիական պայթյուն: Օվկիանոսներում թթվածնի մակարդակը նույնպես բարձրացավ, ինչը, հավանաբար, օգնեց կենդանիներին զարգացնել կոշտ խեցիկներ և գոյատևման նոր մոտեցումներ:³³



(c) Ծովային անողնաշարավորների ընտանիքների բազմազանության կորը ֆաներոզոյիկ բրածոներում³⁴

Օրդովիկի դարաշրջանում (485–444 միլիոն տարի առաջ) ծովային կյանքը դարձավ ավելի բազմազան և բարդ: Օրդովիկի վաղ շրջանում CO₂-ի բարձր մակարդակը հանգեցրեց օվկիանոսների չափազանց տաքացման, հնարավոր է՝ հասնելով մոտ 45°C-ի, ինչը կարող էր դանդաղեցրեց կենդանիների վաղ բազմազանացումը: Ժամանակի ընթացքում օվկիանոսի ջերմաստիճանը աստիճանաբար սառչեց՝ հասնելով ժամանակակից արևադարձային ծովերի

³¹ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)
³² Berkeley University of California: [The Paleozoic Era](#)
³³ Berkeley University of California: [The Cambrian Period](#)
³⁴ The GRI Collections: [Ordovician Crinoids](#)

մակարդակին:³⁵ Դարաշրջանի վերջում Գոնդվանան շարժվեց դեպի Հարավային բևեռ՝ առաջացնելով մեծ սառցե դարաշրջան: Սա հանգեցրեց Օրդովիկ-Սիլուրյան ոչնչացմանը, որի ընթացքում ծովային անողնաշարավորների 60%-ը և ընտանիքների 25%-ը ոչնչացան:³⁶

Սիլուրյան դարաշրջանը (444–419 միլիոն տարի առաջ) վերականգնման և կայունացման ժամանակաշրջան էր: Կլիման ավելի տաքացավ, սառցադաշտերը հալվեցին, և ծովի մակարդակը կրկին բարձրացավ՝ ստեղծելով նոր բնակավայրեր: Կյանքը սկսեց տեղափոխվել ցամաքային տարածք:³⁷

Դևոնյան դարաշրջանը (419–359 միլիոն տարի առաջ) նշանավորվեց ձկների բազմազանության պայթյունով: Բույսերը նույնպես կտրուկ զարգացան՝ ձևավորելով առաջին անտառները, որոնք փոխեցին հողի ձևավորումը և կլիման՝ ավելացնելով թթվածինը և նվազեցնելով ածխաթթու գազը: Դևոնյան դարաշրջանն ավարտվեց զանգվածային ոչնչացմամբ, երբ բոլոր տեսակների 70%-ը ոչնչացավ, ինչը, հավանաբար, կապված էր կլիմայի փոփոխության, ծովի մակարդակի տատանումների հետ:³⁸

Քարածխի շրջանը (359–299 միլիոն տարի առաջ) առավել հայտնի է իր ճահճային անտառներով, որոնք հետագայում դարձան խոշոր ածխի հանքավայրեր: Կլիման տաք և խոնավ էր, և թթվածնի մակարդակը շատ բարձր էր, ինչը թույլ էր տալիս գոյատևել հսկա միջատներին: Կրկնվող սառցադաշտերը հանգեցրին ծովի մակարդակի բարձրացման և նվազման, ձևավորելով ինչպես ծովային, այնպես էլ ցամաքային միջավայրերը և թողնելով հետքեր ապարների վրա:³⁹

Պերմիան դարաշրջանը (298–251 միլիոն տարի առաջ) պալեոգոյի վերջին շրջանն էր և ծայրահեղ փոփոխությունների ժամանակաշրջան: Բոլոր հիմնական ցամաքային զանգվածները միացել են՝ ձևավորելով Պանգեա գերմայրցամաքը, ստեղծելով չոր ներքին տարածքներ և դաժան կլիմա: Դարաշրջանն ավարտվեց Երկրի պատմության մեջ ամենամեծ զանգվածային ոչնչացմամբ, որը ոչնչացրեց բոլոր տեսակների մոտ 95%-ը՝ վերացրեց ծովային տեսակների մեծ մասը և շատ ցամաքային կենդանիներ:⁴⁰ Այս զանգվածային ոչնչացումը տեղի ունեցավ օվկիանոսներում, քանի որ գլոբալ տաքացման պատճառով կենդանիները չկարողացան շնչել: Ջերմաստիճանի բարձրացման և ծովային կենդանիների նյութափոխանակության արագացման հետ մեկտեղ, ավելի տաք ջրերը չկարողացան բավարար թթվածին պահել նրանց գոյատևման համար: Այս իրադարձությունը վերաձևավորեց կյանքը Երկրի վրա և ճանապարհ բացեց մեզոզոյական դարաշրջանում դինոզավրերի առաջացման համար:⁴¹

Մեզոզոյան Երան տևել է 252-ից մինչև 66 միլիոն տարի առաջ և հայտնի է նաև որպես «դինոզավրերի դարաշրջան»: Մեզոզոյանում սողունները Էկոլոգիական գերիշխանություն ձեռք բերեցին սինապսիդների նկատմամբ:

³⁵ Natural History Museum: [Ordovician period](#)

³⁶ Berkeley University of California: [The Ordovician Period](#)

³⁷ Berkeley University of California: [The Silurian Period](#)

³⁸ Berkeley University of California: [The Devonian Period](#)

³⁹ Berkeley University of California: [The Carboniferous Period](#)

⁴⁰ Berkeley University of California: [The Permian Period](#)

⁴¹ Stanford University: [What caused Earth's biggest mass extinction?](#)

Մեզոզոյան դարաշրջանը բաժանված է երեք ժամանակաշրջանի՝ Տրիասի դարաշրջան (252–201 միլիոն տարի առաջ), Յուրայի դարաշրջան (201–145 միլիոն տարի առաջ) և Կավճի դարաշրջան (145–66 միլիոն տարի առաջ):⁴²

Տրիասի ժամանակաշրջանը (252–201 միլիոն տարի առաջ) ուներ երեք մաս՝ վաղ, միջին և ուշ տրիասի ժամանակաշրջան: Վաղ Տրիասի ժամանակաշրջանը տաք և չոր էր, ցածր բազմազանությամբ կենդանիներով, որոնք տարածվում էին ամենուրեք: Միջին Տրիասի ժամանակաշրջանում Պանգեան սկսեց բաժանվել, ցամաքում ծաղկեցին սողուններն ու փշատերևները:

Ուշ Տրիասի ժամանակաշրջանում հայտնվեցին դինոզավրեր, զարգացան պտերոզավրերը:⁴³ Ձևավորվեցին լեռներ, և Պանգեան սկսեց բաժանվել Գոնդվանայի և Լավրազիայի: Ցամաքային տարածքները մնացին չոր, մինչդեռ գետերի հովիտներն ու հյուսիսային անտառները ավելի խոնավ էին և լի էին մերկասերմերով:⁴⁴ Վերջում տեղի ունեցավ զանգվածային ոչնչացում, որը ոչնչացրեց բազմաթիվ խոշոր երկկենցաղների և արքոզավրերի, հավանաբար հրաբխային զանգվածային ժայթքումների պատճառով:

Յուրայի դարաշրջանի (201–145 միլիոն տարի առաջ) ժամանակ աշխարհը տաք և խոնավ էր: Վաղ կաթնասունները գոյություն ունեին, բայց մնացին փոքր: Գերմայրցամաքը շարունակում էր քայքայվել՝ ստեղծելով ավելի շատ ափագծեր և նոր բնակավայրեր, մինչդեռ կյանքը ծաղկում էր ամենուր:⁴⁵

Յուրայի դարաշրջանն ավելի խոնավ և կանաչ էր, քան Տրիասի դարաշրջանը՝ փարթամ անտառներով, պտերային և ցիկադային դաշտավայրերով: Ծաղկող բույսեր դեռևս չկային: Միջին և ուշ յուրայի դարաշրջանում դինոզավրերի աճը շարունակվեց, ծովերը ծաղկեցին, իսկ որոշ տարածաշրջանային անհետացումներ եղան, բայց ընդհանուր առմամբ կյանքը շարունակեց ակտիվորեն զարգանալ:⁴⁶

Կավճի դարաշրջանը (145–66 միլիոն տարի առաջ) վերջին և ամենաերկար մեզոզոյան շրջանն էր: Դինոզավրերը շարունակում էին գերիշխել: Երկինքը լցվել էր Պտերոզավրերով և վաղ թռչուններով: Ուշ կավճի դարաշրջանում կլիման սառչում էր և դառնում ավելի սեզոնային: Կաթնասունները դիվերսիֆիկացվում էին պարկավորների և վաղ ընկերթավորների:⁴⁷

Հայտնվեցին առաջին ծաղկող բույսերը: Պանգեան հիմնականում բաժանված էր՝ ստեղծելով մեկուսացված մայրցամաքներ և առանձին Էկոհամակարգեր: Վերջում երկրին հարվածեց հսկայական աստերոիդ (Chicxulub), որի պատճառով արևի լույսը արգելափակեց, կլիման փոխեց և համաշխարհային անտառային հրդեհներ սկսեցին: Հետագոտողները նաև ուսումնասիրում են, թե արդյոք այլ գործոններ, այդ թվում՝ հրաբխային զանգվածային ժայթքումները և ծովի մակարդակի փոփոխությունները, կարող էին նպաստած լինել դրան:⁴⁸ Այն ոչնչացրեց կյանքի 75%-ը՝ բոլոր ոչ թռչնածին դինոզավրերը, պտերոզավրերը, շատ ծովային սողուններ և ամոնիտներ, բայց թույլ տվեց կաթնասուններին, թռչուններին և ծաղկող բույսերին ծաղկել կայնոզոյան դարաշրջանում:⁴⁹

⁴² Berkeley University of California: [The Mesozoic Era](#)

⁴³ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)

⁴⁴ Berkeley University of California: [The Triassic Period](#)

⁴⁵ Berkeley University of California: [The Jurassic Period](#)

⁴⁶ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)

⁴⁷ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)

⁴⁸ American Museum of Natural History: [Mass Extinction: What Happened?](#)

⁴⁹ Berkeley University of California: [The Cretaceous Period](#)

Կայնոզոյան Էրան Երկրի պատմության ամենավերջինն է: Այն սկսվել է մոտ 66 միլիոն տարի առաջ՝ ոչ թռչնածին դինոզավրերի ոչնչացումից հետո, և շարունակվում է մինչ օրս: Այն հաճախ անվանում են կաթնասունների դարաշրջան:

Կայնոզոյանը բաժանված է երեք ժամանակաշրջանի՝ պալեոգեն, նեոգեն և քվատերնար: Պալեոգենը (65.5-ից 23.03 միլիոն տարի առաջ) բաժանվում է պալեոգենի (66-ից 55.8 միլիոն տարի առաջ), Էոգենի (55.8-ից 33.9 միլիոն տարի առաջ) և օլիգոգենի (33.9-ից 23.03 միլիոն տարի առաջ) փուլերի: Նեոգենը (23.03-ից մինչև 2.588 միլիոն տարի առաջ) բաժանվում է միոգենի (23.03-ից մինչև 5.332 միլիոն տարի առաջ), պլիոգենի (5.332-ից մինչև 2.588 միլիոն տարի առաջ): Քվատերնարը (2.588 միլիոն տարի առաջ մինչև մեր օրերը) բաժանվում է պլեյստոգենի (2.588 միլիոն տարի առաջ մինչև 11,700 տարի) և հոլոգենի (11,700 տարի մինչև մեր օրերը):⁵⁰

Պալեոգենում Պալեոգենի դարաշրջանը սկսվել է K-Pg ոչնչացման իրադարձությունից հետո, և դրա վաղ փուլը նշանավորվել է Երկրի վերականգնմամբ: Մայրցամաքները սկսում էին նմանվել իրենց ժամանակակից դիրքերին, չնայած շատերը դեռևս բաժանված էին: Աֆրիկան և Եվրասիան՝ Թեթիս ծովով, իսկ Ամերիկան՝ Պանամայի ծովային ճանապարհով: Կլիման տաքացել է, ինչը թույլ է տվել վաղ ժամանակակից ջունգլիներին տարածվել նույնիսկ դեպի բևեռներ: Կաթնասունները արագորեն բազմազանվել էին, բայց հիմնականում մնացել էին փոքր, մինչդեռ ամենամեծ ցամաքային մսակերները դեռևս սողուններ էին՝ կոկոռդիլոսները, օձերը:⁵¹

Էոգենը Պալեոգենի երկրորդ դարաշրջանն էր և տևեց մոտ 56-ից 34 միլիոն տարի առաջ: Վաղ Էոգենի ընթացքում առաջին անգամ հայտնվեցին ժամանակակից կաթնասունների խմբերի մեծ մասը, բայց դրանք դեռևս փոքր էին:

Կլիման չափազանց տաք էր, գրեթե առանց սառույցի, տեղումների մեծ քանակով և բևեռների ու հասարակածի միջև ջերմաստիճանի փոքր տարբերությամբ: Ցամաքային կամուրջները միացնում էին բազմաթիվ մայրցամաքներ, թույլ տալով կենդանիներին հեշտությամբ միգրացիա կատարել: Միջին Էոգենում Անտարկտիդան անջատվեց Ավստրալիայից՝ ձևավորելով Անտարկտիդայի շուրջ հոսանքը: Սա փոխեց օվկիանոսի շրջանառությունը և առաջացրեց գլոբալ սառեցում:⁵² Ջունգլիները սկսեցին կրճատվել, կաթնասունների ավելի հին խմբերը վերացան: Ուշ Էոգենում տեղի ունեցավ եղանակների վերադարձ, սավաննանման լանդշաֆտների տարածում, կաթնասունները մեծացան, անտառները կրճատվեցին և տեղի ունեցավ ոչնչացում Էոգեն-Օլիգոգենի սահմանին:⁵³

Օլիգոգենի դարաշրջանը տևել է 34-ից 23 միլիոն տարի առաջ և եղել է ժամանակակից Էկոհամակարգերի հիմնական անցում: Կլիման դարձել է ավելի զով և չոր, խոտերը ընդարձակվել են, և ի հայտ են եկել կամ դիվերսիֆիկացվել են բազմաթիվ ժամանակակից կաթնասունների խմբեր: Կենդանիների միգրացիան Ասիայի, Եվրոպայի և Հյուսիսային Ամերիկայի միջև վերաձևավորել է կենդանական աշխարհը, մինչդեռ Ավստրալիան զարգացրել է ավելի մեկուսացված Էկոհամակարգեր:⁵⁴

Նեոգենը տևեց 23-ից մինչև 2.6 միլիոն տարի առաջ և ունի երկու դարաշրջան՝ միոգեն և պլիոգեն: Միոգենի ընթացքում (23–5.3 միլիոն տարի առաջ)

⁵⁰ Berkeley University of California: [The Cenozoic Era](#)
⁵¹ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)
⁵² Berkeley University of California: [The Eocene Epoch](#)
⁵³ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)
⁵⁴ Berkeley University of California: [The Oligocene Epoch](#)

տափաստանները տարածվեցին աշխարհի մեծ մասում՝ կրճատելով անտառները: Հողերի մեծ մասը չորային և լեռնային էր, և գերակշռում էին արածեցնող կենդանիները: Թեթիսի ծովը փակվեց՝ ձևավորելով Սև, Կարմիր, Միջերկրական և Կասպից ծովերը, ինչը աշխարհն ավելի չորացրեց:⁵⁵

Անտառները կրճատվեցին, անապատներն ու բաց տարածքները ընդարձակվեցին, խոտակերները, խոշոր գիշատիչները, փոքր կրծողները և թռչունները բոլորը բազմազան դարձան:

Մայրցամաքները մոտեցան իրենց ներկայիս դիրքերին՝ ամբողջ աշխարհում ավելացնելով չորությունը: Ավստրալիան դարձավ ավելի չոր, Եվրասիան ստացավ ավելի շատ տափաստաններ, Աֆրիկայի ռիֆտին զրոյացրեց չոր գոտիներ, իսկ Անտարկտիդայի մեկուսացումը ձևավորեց շրջանաձև հոսանքը՝ սառեցնելով մոլորակը և խթանելով սեզոնայնությունը:⁵⁶

Պլիոցենը (5.3–2.6 միլիոն տարի առաջ) այն ժամանակաշրջանն է, երբ գլոբալ սառեցումը և չորացումը ընդարձակվեցին սավաննաները, սկսեցին ձևավորվել անապատներ, ինչպիսին է Սահարան, և տափաստաններ՝ նպաստելով երկար ոտքերով արածող կենդանիներին: Միջերկրական ծովը որոշ ժամանակ չորացավ Մեսիսյան աղիության ճգնաժամի ժամանակ: Ձևավորվեց Պանամայի նեղուցը, թույլ տալով կենդանիներին տեղաշարժվել Հյուսիսային և Հարավային Ամերիկայի միջև:⁵⁷ Ձևավորվեցին Հիմալայները, և Հյուսիսային Ամերիկայի և Եվրոպայի շատ լեռներ: Սառցե գլխարկները մեծացան, Անտարկտիդան սառցակալեց, և ծովի մակարդակը մոտ 30 մետրով բարձր էր, քան այսօր: Աֆրիկայում հայտնվեց Ավստրալոպիտեկը՝ մարդու նախնիներից մեկը:⁵⁸

Քվատերնարի Պլեյստոցենը տևել է 2.58 միլիոնից մինչև 11,700 տարի առաջ և նշանավորվել է կրկնվող սառցե դարաշրջաններով: Աֆրիկան դարձել է ավելի չոր՝ ձևավորելով Սահարա, Նամիբ և Կալահարի անապատները: Մամուտները, մաստոդոնները, բիզոնները, մեծ թռչունները, սրատամ կատուները, գայլերը և մարդիկ տարածված էին: Սառցե դարաշրջանը ձևավորեց աշխարհը, բայց մեծ ոչնչացումները, հավանաբար, միայն կլիմայի պատճառով չէին. դրանք կարող էին կապված լինել մարդկանց, հիվանդությունների կամ գործոնների համադրության հետ:⁵⁹

Հոլոցենը վերջին 11,700 տարիներն են, վերջին սառցե դարաշրջանից հետո տաք շրջանը: Այն երբեմն անվանում են «Մարդու դարաշրջան», քանի որ մարդկային քաղաքակրթությունները բարձրացել և տարածվել են ամբողջ աշխարհում, մարդկության պատմության բոլոր գրանցված դեպքերը տեղի են ունենում այստեղ: Մարդիկ փոխել են մոլորակը ավելի արագ, քան նախկինում եղած ցանկացած տեսակ՝ առաջացնելով գլոբալ տաքացում, բնակավայրերի կորուստ և զանգվածային ոչնչացումներ, որը երբեմն անվանում են «Վեցերորդ ոչնչացում», քանի որ արդյունաբերական հեղափոխությունից սկսած կորել են հարյուրավոր տեսակներ:⁶⁰

⁵⁵ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)

⁵⁶ Berkeley University of California: [The Miocene Epoch](#)

⁵⁷ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)

⁵⁸ Berkeley University of California: [The Pliocene Epoch](#)

⁵⁹ Cosmic Evolution Project: [Eras](#)

⁶⁰ Berkeley University of California: [The Holocene Epoch](#)

Գլուխ 3. Կյանքի առաջացումը և միաբջիջ օրգանիզմների շրջանները

Չնայած կյանքի առաջացման ճշգրիտ ձևը Երկրի վրա դեռևս լիովին հասկանալի չէ, մենք գիտենք, որ դրա ծագման համար անհրաժեշտ էին ածխածնի վրա հիմնված մոլեկուլներ, հեղուկ ջուր և էներգիայի աղբյուր:

Երկրի վրա կյանքի ամենավաղ ապացույցները կարող են թվագրվել 4.1 միլիարդ տարի առաջ՝ հիմնվելով Ավստրալիայում ցիրկոնի հատիկներում հայտնաբերված գրաֆիտի վրա (սակայն այդ ապացույցները վիճահարույց են, և որոշ գիտնականներ ենթադրում են, որ գրաֆիտը կարող էր առաջանալ ոչ կենսաբանական ճանապարհով): Ավելի հիմնավոր ապացույցներ են Գրենլանդիայի 3.7 միլիարդ տարեկան ապարները, բայց ամենահին բրածոները ստրոմատոլիտներն են՝ 3.48 միլիարդ տարեկան և գտնվել են Արևմտյան Ավստրալիայում. սա Արքեյան Էոնում էր: Այլ միկրոբրածոներ հայտնաբերվել են Ավստրալիայի և Չարավային Աֆրիկայի 3.4 միլիարդ տարեկան ապարներում: Ընդհանուր առմամբ, կյանքը, հավանաբար, ծագել է առնվազն 3.5 միլիարդ տարի առաջ, և հնարավոր է՝ արդեն 4.1 միլիարդ տարի առաջ, Երկրի և Նրա օվկիանոսների ձևավորումից կարճ ժամանակ անց:⁶¹

Կյանքը երևի սկսվել է հենց որ Երկրի պայմանները թույլ են տվել դա: Թվում է, թե սկզբում բախումների ուժեղ հոսքը կարող էր խանգարել կյանքի ձևավորմանը, բայց երբ բախումները պակաս հաճախակի դարձան, պայմանները հարմար էին կյանքի առաջացման համար մոտ 3.5-3.8 միլիարդ տարի առաջ:⁶²

Կյանքի ծագման մասին կան մի քանի հիմնական վարկածներ: Ըստ կրեացիոնիզմի վարկածի՝ կյանքը Երկրի վրա ստեղծվել է Արարչի կողմից, և այն անփոփոխ է: Ըստ ինքնաձևավորման վարկածի՝ առաջին կենդանի էակներն ինքնագոյացել են անկենդան նյութից՝ գոմաղբից, տիղմից, խոնավ հողից: Ըստ պանսպերմիայի վարկածի՝ գոյություն ունեն կյանքի սերմեր, որոնք Երկիր մոլորակ են տեղափոխվել մետեորիտների միջոցով այլ մոլորակներից: Ըստ կայուն վիճակի վարկածի՝ կյանքը միշտ գոյություն է ունեցել և անփոփոխ է: Ըստ կենսաքիմիական վարկածի՝ կյանքը Երկրի վրա ծագել է քիմիական և ֆիզիկական օրինաչափություններին ենթակա գործընթացների արդյունքում:⁶³ Ռ-Թ աշխարհի հիպոթեզը առաջարկում է, որ առաջին ինքնավերարտադրող մոլեկուլը եղել է Ռ-Թ-ն, քանի որ այն կարող է պահպանել գենետիկական տեղեկատվություն (ինչպես ԴՆԹ-ն) և հանդես գալ որպես քիմիական ռեակցիաների կատալիզատոր (ինչպես սպիտակուցները): Իսկ կավի հիպոթեզը ենթադրում է, որ կավե մակերեսները ծառայել են որպես հարթակ, որտեղ օրգանական մոլեկուլները միավորվել են բարդ կառուցվածքների:

Ես կատարեցի հարցում մեր դպրոցում, որպեսզի տեսնեք, թե երիտասարդությունը հիմա ինչին է ավելի շատ հավատում: Ըստ այս հարցման շատերը կողմ են կենսաքիմիական վարկածին, իսկ երկրորդ տեղում է կրեացիոնիզմը:

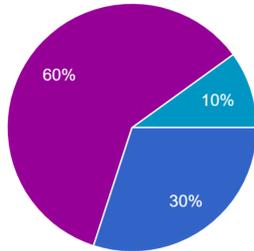
⁶¹ Wikipedia: [Earliest known life forms](#)

⁶² National Museum of Natural History: [Early Life on Earth - Animal Origins](#)

⁶³ Է. Ս. Գրիգորյան, Ֆ. Դ. Դանիելյան, Ա. Զ. Եսայան. Կենսաբանություն 9, Չայաստան, 2014, էջ 119

Նաև ուզում էի իմանալ, թե ինչքան են հաճախ են մարդիկ մտածում այս հարցի շուրջ, և շատերը պատասխանեցին, որ երբեմն:

Ձեր կարծիքով ինչպե՞ս է առաջացել կյանքը Երկրի վրա
10 ОТВЕТОВ



- Արարչի կողմից է ստեղծվել և անփոփոխ է
- Ինքնագոյացել է անկենդան կյուբից՝ գոմաղմբից, տիղմից, խոնավ հողից
- Այլ մոլորակներից մետեորիտների միջոցով տեղափոխվել են այստեղ <...>
- Միշտ գոյություն է ունեցել և անփոփոխ է
- Անօրգանական կյուբերից՝ երկարա...
- Այլ

Հիմնվելով ուսումնասիրությունների վրա ես ավելի հիմնավորված եմ համարում կենսաքիմիական (Օպարին-Յալդեյն) վարկածը: Ի տարբերություն կրեացիոնիզմի, որը հիմնված է հավատքի վրա և չունի ապացույցներ, կամ ինքնաձևության վարկածի, որը հերքվել է փորձերով, կենսաքիմիական վարկածը տալիս է տրամաբանական բացատրություն կյանքի աստիճանական առաջացմանը: Պանսպերմիան չի բացատրում հենց կյանքի առաջացումը, իսկ կայուն վիճակի վարկածը հերքվում է, քանի որ ոչինչ նույն տեղում չի կանգնում և Էվոլյուցիան միշտ կա և շարունակվում է, ինչը կարելի է տեսնել նույնիսկ մեր մեջ, օրինակ՝ որ մարդկանց մոտ աստիճանաբար սկսում է բացակայել իմաստության ատամը, քանի որ մեր սննդակարգը փոխվել է ավելի փափուկ սննդի, ինչի համար մեծ և հզոր ծնոտ պետք չէ:

Կյանքի ծագման առավել ընդունված վարկածներից մեկը Օպարին-Յալդեյնի աբիոգենեզի տեսությունն է, ըստ որի՝ առաջին օրգանիզմներն առաջացել են անկենդան կյուբից: Օպարինը ենթադրեց, որ նախնական օվկիանոսում ձևավորվել են կոացերվատներ՝ լիպիդային թաղանթով փոքրիկ կաթիլներ, որոնք ընդունակ էին միջավայրից նյութեր կլանել, աճել և տրոհվել: Թեև դա նման էր նյութափոխանակության, դրանք դեռ կենդանի չէին, քանի որ չունեին վերարտադրման հատկություն: Ինքնավերարտադրումը հնարավոր դարձավ միայն նուկլեինաթթուների ի հայտ գալուց և մատրիցային սինթեզի ձևավորումից հետո:

Առաջին օրգանիզմները պարզունակ հետերոտրոֆ բակտերիաներ էին, որոնք սնվում էին «առաջնային արգանակի» պատրաստի օրգանական նյութերով: Սննդի պաշարների նվազումը խթանեց ավտոտրոֆ սննդառության զարգացումը: Առաջին ֆոտոսինթեզող օրգանիզմները, որոնք իրականացրել են ֆոտոսինթեզ թթվածնի անջատմամբ, ցիանոբակտերիաներն էին, որոնց շնորհիվ մթնոլորտում սկսեց կուտակվել ազատ թթվածին՝ հիմնովին փոխելով կյանքի հետագա Էվոլյուցիան:

Էուկարիոտ բջիջների առաջացման վերաբերյալ կա երկու հիմնական վարկած: Առտոգեն վարկածի համաձայն՝ բջջային օրգանոիդներն առաջացել են պրոկարիոտ բջջի թաղանթի ներփքումների և տարբերակման արդյունքում: Իսկ առավել ընդունված սիմբիոտիկ վարկածը պնդում է, որ Էուկարիոտ բջիջն առաջացել է հաջորդական սիմբիոզների արդյունքում, օրինակ, երբ խոշոր բջիջը կլանել է անբոբ բակտերիաներ, որոնք հետագայում վերածվել են միտոքոնդրիումների, իսկ կլանված ֆոտոսինթեզողները՝ քլորոպլաստների: Նրանք ունեն իրենց ինքնուրույն ԴՆԹ-ն, ինչը այս վարկածը ավելի հավանական է դրաձևում:

Այսպիսով, Օպարին-Յալդեյն տեսությունը հաստատում է, որ կյանքի առաջին ձևերը ձևավորվել են վաղ օվկիանոսների տաք ջրերում՝ տևական քիմիական և կենսաբանական էվոլյուցիայի արդյունքում: Այս հետազոտություններն այսօր էլ հիմնարար են աբիոգենեզի գործընթացները հասկանալու համար:⁶⁴

1953 թվականին քիմիկոսներ Սթենլի Միլլերը և Յարոլդ Ուրեյը փորձարկեցին այս տեսությունը և կատարեցին փորձ, որը նմանակում էր այդ ժամանակվա պատկերացումը երկիր մոլորակի մթնոլորտի: Նրանք փակ ապակե տարայի մեջ ներարկեցին ամոնիակ, մեթան և ջրային գոլորշի, ապա տարայի միջով անցկացրեցին էլեկտրական կայծեր՝ ինչպես եղել էր մթնոլորտում: Որոշ ժամանակ անց տարայի մեջ առաջացան ամինաթթուներ՝ սպիտակուցների հիմքը կազմող նյութերը:⁶⁵ Սակայն հետագայում պարզվել էր, որ մթնոլորտը հիմնականում կազմված էր ազոտից և ածխաթթու գազից: Այսպիսով, պայմանները այնքան էլ ճշգրիտ չէին, բայց փորձը ցույց տվեց, որ կյանքի հիմնական շինանյութերը կարող են ինքնաբերաբար առաջանալ անկենդան նյութից:

Քանի որ այդ ժամանակաշրջանի բրածոներ մեզ չեն հասել, գիտնականները ստիպված են ուսումնասիրել այնպիսի օրգանիզմներ, որոնք այսօր գոյատևում են նմանատիպ պայմաններում: Դրանց հիման վրա նրանք փորձում են պատկերացնել, թե որտեղ կարող էր ծագել կյանքը:

Օրինակ՝ որոշ միկրոօրգանիզմներ այսօր էլ գոյություն ունեն ծայրահեղ միջավայրերում՝ շատ տաք և թթվային աղբյուրներում: Նման պայմաններ կան օվկիանոսի խորքում գտնվող հիդրոթերմալ արտահոսքերի մոտ: Այս ծխնելույզանման կառուցվածքները ձևավորվում են այն ժամանակ, երբ ծովի ջուրը շփվում է մագմայի հետ, ինչի հետևանքով առաջանում են գերտաքացած գոլորշու հոսքեր: Այդ արտահոսքերի պատերը հարուստ են երկաթով և երկաթի, պղնձի, ցինկի սուլֆիդներով, որոնք կարող էին գործել որպես կատալիզատորներ և արագացնել բարդ օրգանական ռեակցիաները: Բացի այդ, ծակոտիների ներսում եղած ջերմաստիճանի տարբերությունները կարող էին ստեղծել օրգանական միացությունների բարձր կուտակումներ և նպաստել մեծ մոլեկուլների առաջացմանը, այդ թվում՝ լիպիդների (ճարպային մոլեկուլների) և ռիբոնուկլեինաթթվի՝ ՌՆԹ-ի: Այդպիսի միջավայրերում ապրող միկրոօրգանիզմների պատճառով որոշ գիտնականներ ենթադրում են, որ հենց այս վայրերն են կարողացել դառնալ երկրի վրա առաջին կյանքի ծննդավայրերը: Սա հիդրոթերմալ արտահոսքերի վարկածն է:

Այսպիսով, նման միջավայրը կարող էր համարվել իդեալական «ՌՆԹ աշխարհի» համար և հենց այստեղ կարող էին առաջանալ ՌՆԹ-ի և այլ մոլեկուլների ինքնաբազմացող համակարգեր, որոնք հետագայում զարգացան ու վերածվեցին պարզ թաղանթներով բջջանման կառուցվածքների:⁶⁶

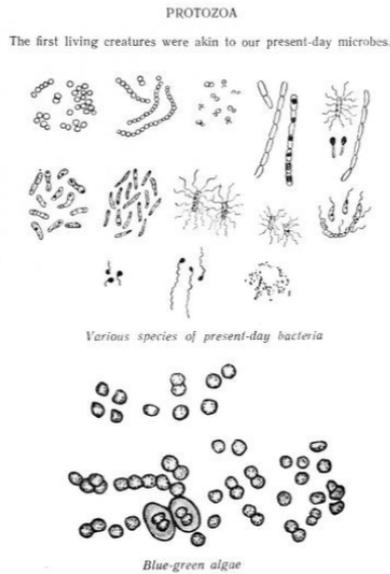
Բոլոր կենդանի օրգանիզմները երկրի վրա ունեցել են մեկ ընդհանուր նախնի: Վերջին ունիվերսալ ընդհանուր նախնին կամ Last Universal Common Ancestor-ը (LUCA) համարվում է այն օրգանիզմը, որից առաջացել են կյանքի երեք հիմնական խմբերը՝

⁶⁴ **Է. Ս. Գրիգորյան, Ֆ. Դ. Դանիելյան, Ա. Յ. Եսայան, Գ. Գ. Սևոյան.** Կենսաբանություն 11, Հայաստան, 2010, էջ 187-199

⁶⁵ UChicago News: [The origin of life on Earth explained](#)

⁶⁶ NewScientist: [Meet your maker: Homing in on the ancestor of all life](#)

արքեաներ ու բակտերիաներ (նախակորիզավորներ) և էուկարիաներ (կորիզավորներ): Վերջին գիտական ուսումնասիրությունների համաձայն՝ LUCA-ն ապրել է մոտավորապես 3.5-4.1 միլիարդ տարի առաջ: LUCA-ի տարիքի և բնութագրերի վերաբերյալ հետազոտությունները շարունակվում են:



Ջետազոտությունները ցույց են տալիս, որ LUCA-ն արդեն բավական բարդ էր: Այն ուներ հարյուրավոր գեներ և զարգացած նյութափոխանակություն: Բայց դա առաջին կյանքը չէր, դրան նախորդել են հազարավոր, եթե ոչ միլիոնավոր տարիների էվոլյուցիոն փորձարկումներ:⁶⁷

Իսկ դրանից է՛լ ավելի վաղ եղել է First Universal Common Ancestor-ը (FUCA)՝ LUCA-ի նախնին: FUCA-ի հասունացումը նշեց այն դարաշրջանի սկիզբը, երբ նախաբջջային համակարգերը սկսեցին ինքնակազմակերպվել և ձևավորել առաջին գեոմները: Որոշ վարկածներ ենթադրում են, որ վիրուսները կարող էին էվոլյուցիայի ենթարկվել FUCA-ից հետո, բայց LUCA-ից առաջ:⁶⁸ Սակայն FUCA-ի գաղափարը դեռևս տեսական մակարդակում է և համարվում է հիպոթետիկ

նախնին LUCA-ից առաջ:
 (d) Առաջին կենդանի օրգանիզմները նման էին ժամանակակից մանրէներին:⁶⁹

Չնայած LUCA-ի բրածո ապացույցներ չունենք, բոլոր ժամանակակից օրգանիզմների կենսաքիմիական նմանությունները դրա գոյությունը դարձնում են լայնորեն ընդունված գիտական աշխարհում: Նրա որոշ բնութագրեր կարելի է վերականգնել ժամանակակից գեոմների համընկնող հատկանիշներից, որոնք ցույց են տալիս բավական բարդ օրգանիզմ՝ բազմաթիվ համատեղ հարմարեցված առանձնահատկություններով, ներառյալ տրանսկրիպցիայի և տրանսլյացիայի գործընթացները, որոնք ապահովում են տեղեկատվության փոխանցումը ԴՆԹ-ից դեպի ի-ՌՆԹ և ապա դեպի սպիտակուցներ:

Միաբջիջ օրգանիզմների ժամանակաշրջանի կարևոր իրադարձությունն է Մեծ օքսիդացման իրադարձությունը, որը տեղի է ունեցել մոտ 2.4-2.3 միլիարդ տարի առաջ: Սկզբում, մոտ 3.8 միլիարդ տարի առաջ, երկրի մթնոլորտում թթվածինը բացակայում էր, և վաղ կենդանի օրգանիզմները էներգիա ստանում էին անաերոբ նյութափոխանակությամբ՝ օգտագործելով օվկիանոսի հանքային միացությունները: Ավելի ուշ, մոտ 2.7 միլիարդ տարի առաջ, հայտնվել են ցիանոբակտերիաները, որոնք արտադրում էին թթվածին, սակայն սկզբնական շրջանում այն կապվում էր օվկիանոսի երկաթի հետ, զևավորելով BIF-ը, այլ ոչ թե օդ բարձրանում:

⁶⁷ Wikipedia: [Last universal common ancestor](#)
⁶⁸ Wikipedia: [Last universal common ancestor](#)
⁶⁹ Internet archive: [\[A. I. Oparin\] The origin of life. Foreign languages publishing house, 1955. 87 էջ](#)



(e) Ստրոմատոլիտներ ^{70 71}

Երբ թթվածնով լի մակերեսային ջուրը խառնվում է երկաթով լի խորը ջրի հետ, երկաթը ռեակցիայի մեջ է մտնում թթվածնի հետ և առաջացնում երկաթի միներալներ: Այս միներալները խորտակվում են ծովի հատակը՝ ապարներում ստեղծելով մուգ, երկաթով հարուստ շերտեր (BIF):⁷²

Ընդհանրապես, թթվածնի քանակությունը մեծ դեր է խաղում կյանքի զարգացման հարցում: Դրա պակասի դեպքում օրգանիզմները մնում են փոքր, իսկ բարձր մակարդակը թույլ է տալիս կենդանիներին դառնալ ավելի բարդ ու խոշոր:

Ուրեմն կարելի է ասել, որ կյանքը առաջացել է այն ժամանակ, երբ երկրի պայմանները թույլ են տվել դա: Մթնոլորտում եղած գազերը տարբեր էներգիայի աղբյուրների ազդեցությամբ միավորվել են և ստեղծել պարզ օրգանական մոլեկուլներ: Ժամանակի ընթացքում դրանք դարձել են ավելի բարդ՝ առաջացնելով ՌՆԹ-ի նման մոլեկուլներ, որոնք կարողացել են ինքնուրույն կրկնօրինակվել: Չետո այդ մոլեկուլները փակվել են լիպիդային թաղանթների մեջ և ձևավորել առաջին բջջանման կառուցվածքները: Այս կառուցվածքները կարողացան պահել էներգիա, իրականացնել քիմիական ռեակցիաներ և աստիճանաբար դարձան ավելի կայուն: Այսպես, օվկիանոսներում աստիճանաբար առաջացել է առաջին կենդանի օրգանիզմը, որն էլ դարձել է բոլոր կենդանի ձևերի նախնին: Մոտ 1.8 միլիարդ տարի առաջ հայտնվել են նաև Էուկարիոտ բջիջները:

⁷⁰ GeologyScience: [Stromatolites](#)

⁷¹ ABC: [Shark Bay stromatolites under threat from runoff](#)

⁷² National Museum of Natural History: [Early life on Earth - Animal origins](#)

Գլուխ 4. Բազմաբջիջ կյանքի և կենսաբազմազանության զարգացումը

Դեռևս երկու միլիարդ տարի առաջ որոշ բջիջներ վերարտադրվելուց հետո դադարեցին ընթանալ իրենց առանձին ուղիներով և զարգացրին մասնագիտացված գործառույթներ: Դրանք հիմք հանդիսացան երկրի վրա բազմաբջիջ օրգանիզմների առաջին տոհմի առաջացման համար:⁷³

Ֆրանսվիլյան բիոտան (գաբոնիոնտները) մոտավորապես 2.1 միլիարդ տարվա բրածոներ են և կարող են լինել ամենահին բազմաբջիջ օրգանիզմները: Դրանք Էուկարիոտների գաղութներ էին, նման բակտերիալ գորգերին: Օրգանիզմները սկավառակաձև, բլթակավոր կամ խողովակաձև էին: Այս օրգանիզմները ի հայտ եկան թթվածնի մակարդակի կարճատև կտրուկ աճի ժամանակ: Երբ թթվածնի մակարդակը զգալիորեն նվազեց նրանք չկարողացան գոյատևել: Այնուամենայնիվ, շատ գիտնականներ կարծում են, որ այս կառուցվածքները պիրիտային բյուրեղների անօրգանական աճի արդյունք են, այլ ոչ թե կենդանի օրգանիզմների:⁷⁴

Նրանց անհետացումից հետո մոտ մեկ միլիարդ տարի Էուկարիոտները հիմնականում միաբջիջ էին, սա կոչվում էր Ձանձրալի միլիարդ (Boring Billion): Թեև պարզ բազմաբջիջ ձևերը (ջրիմուռները) հայտնվել էին դեռ 1 մլրդ տարի առաջ, սակայն բարդ բազմաբջիջ օրգանիզմների զանգվածային զարգացումը տեղի ունեցավ մոտ 600-700 միլիոն տարի առաջ: «Ձնագնդի երկրի» գլոբալ սառցակալումից հետո թթվածնի մակարդակի հերթական բարձրացումը խթանեց բջիջների միավորումը և մասնագիտացումը՝ սկիզբ դնելով առաջին խոշոր օրգանիզմներին:

Բազմաբջիջ կյանքի կայունությունը բացատրվում է «ռաչետային մեխանիզմով», որը բջիջների խմբային կախվածությունն անդամալի է դարձնում: Ըստ Ջորջիայի տեխնոլոգիական ինստիտուտի հետազոտողների՝ բջիջները ձեռք են բերում իրար լրացնող հատկանիշներ (օրինակ՝ տարբեր մուլեկուլների արտադրություն), ինչի պատճառով առանձին գոյատևելն անհնար է դառնում: Սա կանխում է վերադարձը միաբջիջ վիճակի և ամրապնդում բազմաբջիջ օրգանիզմի ամբողջականությունը:⁷⁵

Այս գաղափարը օգնում է բացատրել, թե ինչպես են հին մանրէները ձևավորել խմբեր, որոնք դարձել են մշտական, ինչպես բջիջների ներսում ապրող միտոքոնդրիոմները և քլորոպլաստները: Դրանք օգնում են բջիջն յուրացնել թթվածին կամ լույս, սակայն ժամանակի ընթացքում կորցրել են ինքնուրույն ապրելու ունակությունը: Այս փուլում ձևավորվեց նաև բջջակորիզը, որտեղ ամփոփվեց ԴՆԹ-ն: Արդյունքում առաջացած Էուկարիոտ (կորիզավոր) բջիջներն ունեին մասնագիտացված օրգանոիդներ, ինչը թույլ տվեց նրանց կատարել ավելի բարդ ֆունկցիաներ:

Վոլվոքս տեսակները կազմում են մինչև 50,000 բջիջներից բաղկացած գնդաձև գաղութներ: Այս համակարգումն ու կազմակերպվածությունը անսովոր են գաղութային ջրիմուռների համար, ուստի գիտնականներ այս կառուցվածքը համարում են կարևոր միկրոօրգանիզմներից կենդանիների էվոլյուցիայի հասկացման համար:⁷⁶

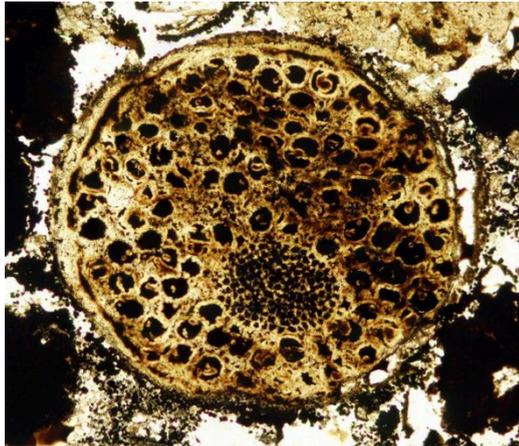
⁷³ Berkeley University of California: [From soup to cells: The origin of life](#)

⁷⁴ Extinct Animals Fandom: [Франсвиллианская биота](#)

⁷⁵ Astrobiology at NASA: [How did multicellular life evolve?](#)

⁷⁶ Britannica: [Volvox](#)

Ջորջիայի տեխնոլոգիական ինստիտուտում անցկացված փորձի ժամանակ գիտնականները ցույց տվեցին, թե ինչպես կարող են միաբջջի խմորիչները զարգանալ բազմաբջջի ձևերի: Ավելի քան 3000 սերունդների ընթացքում նրանք բազմիցս ընտրել են խմորիչների կույտեր, որոնք ամենաարագն են խորտակվում հեղուկում: Այս կույտերը աստիճանաբար դարձել են 20,000 անգամ ավելի մեծ և ամուր՝ զարգացնելով բջիջների միջև աշխատանքի պարզ բաժանում: Ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ համապատասխան պայմաններում միաբջջի օրգանիզմները կարող են զարգացնել համագործակցությունը և ձևավորել բազմաբջջի կառուցվածքներ՝ շատ նման միլիարդավոր տարիներ առաջ առաջին բազմաբջջի կյանքին:⁷⁷



(f) 600 միլիոն տարեկան բազմաբջջի օրգանիզմի բրածո Ադբյուր՝ Վիրջինիայի տեխնոլոգիական ինստիտուտ

Առաջին անգամ, երբ մոլորակի թթվածնի պաշարները մեծացան Մեծ օքսիդացման իրադարձության ժամանակ այդ ռեակտիվ գազը թույլն դարձավ և ոչնչացրեց կյանքի ձևեր: Երկրորդ թթվածնացման իրադարձությունը, որի պատճառը պակաս հստակ է, տեղի է ունեցել մոտ 850-ից 540 միլիոն տարի առաջ, և սա կարող էր հիմք դառնալ նոր կենդանիների ի հայտ գալու համար:

Մի ուսումնասիրություն ցույց է տալիս, թե ինչպես են «Ձնագնդի Երկրի» ժամանակ սառցակալած օվկիանոսները խոչընդոտել արևի լույսը՝ նվազեցնելով ֆոտոսինթեզը, սպառելով սննդանյութերը ու ստիպելով օրգանիզմներին մեծանալ և ավելի շատ ջուր մշակել գոյատևելու համար: Ավելի մեծ օրգանիզմները, որոնք ավելի շատ ջուր էին մշակում, ավելի մեծ հնարավորություն ունեին բավարար քանակությամբ սնունդ ստանալու, գոյատևելու համար: Երբ սառցադաշտերը հալվեցին այս ավելի մեծ օրգանիզմները կարող էին իրենց արեալը ավելի ընդարձակել:⁷⁸

Կենդանիների գերիշխող Էկոհամակարգերի ի հայտ գալուց առաջ շատ կարևոր փոփոխություն էր օվկիանոսների լիարժեք թթվածնացումը: Մինչ այդ միայն մակերեսային ջրերում կար որոշակի քանակությամբ թթվածին: Ավելի խորը օվկիանոսում թթվածին գրեթե չկար և լի էր ծծմբով և երկաթով, որոնք թունավոր կլինեին բարդ կյանքի մեծ մասի համար: Եղիակարյան ժամանակաշրջանում թթվածինը սկսեց տարածվել խորը ջրերում և աճել ինչպես օվկիանոսներում, այնպես էլ մթնոլորտում: Այս ժամանակ թթվածնի մակարդակը մոտ էր այսօրվա մակարդակին և մնաց կայուն, և կապվում է ցիանոբակտերիաների աճի և նստվածքներում ածխածնի ու պիրիտի թաղումի հետ: Թթվածնի կուտակումը բարենպաստ պայմաններ ստեղծեց մոլորակի վրա բարդ օրգանիզմների և առաջին կենդանիների առաջացման ու զարգացման համար:

Պրոտերոզոյան Էոնում կապտականաչ ջրիմուռների գերիշխումը փոխարինվեց Էոկարիոտ օգանիզմներով: Ցամաքում դեռ կյանք չկար, սակայն ափերին

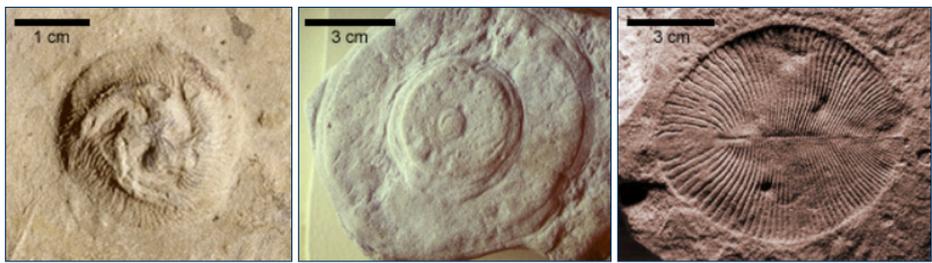
⁷⁷ Astrobiology: [The Origins Of Multicellular Life: Long-term Experimental Evolution In The Lab](#)
⁷⁸ Santa Fe Institute: [Snowball Earth and the rise of multicellularity](#)

բակտերիաների ու մանր ջրիմուռների գործունեության շնորհիվ սկսվել էր հողագոյացման գործընթացը: Այդ ժամանակաշրջանում ի հայտ էին եկել սպունգները, աղեխորշավորները, որդեր, որոշ հողվածոտանիներ: Վերջում կարող է ի հայտ էին եկել քորդավորները:⁷⁹ Մոտ 1.5 միլիարդ տարի առաջ սնկերը զարգացան՝ կենդանիների հետ մեկ ընդհանուր նախնուց և որպես կենդանի օրգանիզմների առանձին խումբ: Դրանք ո՛չ բույսեր են, ո՛չ էլ կենդանիներ:⁸⁰

Էոնի վերջում մակերեսային ծովերի հատակին հայտնվեցին առաջին բարդ, փափուկ մարմնով բազմաբջիջ օրգանիզմները: Սրանք հայտնի են որպես **Էդիակարյան** բիոտա: Էդիակարյան ժամանակաշրջանը տևել է գրեթե 100 միլիոն տարի՝ մոտ 635-ից մինչև 541 միլիոն տարի առաջ: Դա Երկրի պատմության այն ժամանակաշրջանն է, երբ կյանքը զարգացել է բջիջների ավելի պարզ հավաքածուներից դեպի տարբեր հյուսվածքներից կազմված ավելի բարդ կառուցվածքներ:⁸¹ Նրանք այսօր մեզ հայտնի խմբերի վաղ ազգականներն էին, դրանցից են մեդուզաները, որդերը, հողվածոտանիները:⁸²

Էդիակարյան մակրոօրգանիզմները գերիշխել են իրենց Էկոհամակարգերում մոտ 40 միլիոն տարի, հասնելով առավելագույն բազմազանության ամբողջ աշխարհում մոտ 560 միլիոն տարի առաջ, ապա Էդիակարյան դարաշրջանի վերջում նվազելով մինչև մի քանի խմբերի: Ֆրոնտոզ (տերևների կամ պտերների տեսք ունեցող) ձևերը գերակշռում էին ամենավաղ համակցություններում, մինչդեռ դարաշրջանի վերջում գերակշռում են խողովակաձև բրածոները: Էդիակարյան բիոտայի մեծ մասը անշարժ էր: Որոշ հետազոտությունների համաձայն՝ Էդիակարյան կենսաձևերը, հավանաբար, ծովից սննդանյութերը կլանում էին իրենց մաշկի միջոցով:

Վաղ կենդանիների որոշ օրինակներից են *Cyclomedusa*-ն, *Dickinsonia costata*-ն, *Charnia*-ն և փոքր մեդուզաների բրածոները, որոնք բոլորն էլ ավելի քան 600 միլիոն տարեկան են: *Dickinsonia costata*-ն համարվում է սպունգերի և իրական հյուսվածքներ ունեցող կենդանիների միջև կապող օղակ, սակայն գիտնականները դրանում դեռևս համոզված չեն: *Charnia*-ն կարող էր հասնել 2 մետր բարձրության և իր հյուսվածքներում ուներ ֆոտոսինթետիկ ջրիմուռներ կամ մանրէներ, որոնք, կարող է, նրան կանաչ տեսք էին հաղորդում: *Cyclomedusa*-ն մինչև 30սմ լայնություն ուներ, և գիտնականները մի ժամանակ կարծում էին, որ այն մեդուզա է, բայց հիմա շատերը կարծում են, որ դա իրականում ավելի մեծ օրգանիզմի այն մասն է, որով կաչում էր ծովի հատակին:⁸³



Three of the many interesting Ediacaran fossil animals. From the left are *Tribraichidium*, *Cyclomedusa*, and *Dickinsonia*.

⁷⁹ Է. Ս. Գրիգորյան, Ֆ. Դ. Ղանիբեկյան, Ա. Յ. Եսայան, Գ. Գ. Սևոյան. Կենսաբանություն 11, Հայաստան, 2010, էջ 203
⁸⁰ FungiMap: [Ecology and evolution](#)
⁸¹ Natural History Museum: [Complex animals living millions of years before the Cambrian Explosion revealed by seabed tracks](#)
⁸² Prague zoo: [The Palaeozoic era](#)
⁸³ Prague zoo: [The Palaeozoic era](#)

(m) Էդիակարյան կենսաբազմազանության օրինակներ⁸⁴

Haotia-ն պարունակում է մկանային հյուսվածքի հայտնաբերված ամենահին ապացույցը: Նրանք ունենին մկանային մանրաթելերի խրճեր, որոնք թույլ էին տալիս նրան ծալել ձեռքերը և բռնել անցնող սննդի մասնիկները:⁸⁵

Մի քանի հազվագյուտ բացառություններով, Էդիակարյան մակրոբիոտան անհետանում է բրածոների գրառումներից Քեմբրիական դարաշրջանի սկզբում: Դրանց անհետացման պատճառը ուսումնասիրվում է՝ որպես հնարավոր բացատրություններ են զանգվածային ոչնչացումը, Քեմբրիական շարժուն կենդանիների կողմից մրցակցությունից դուրս մնալը և այլն:⁸⁶

Էդիակարյան դարաշրջանին կից կան երկու անհետացումներ, որոնք միմյանցից բաժանված են մոտ 10 միլիոն տարի: Բազմազանության առաջին կտրուկ կորուստը տեղի է ունեցել Սպիտակ ծովի և Նամայի միաձուլումների ժամանակ: Երկրորդը՝ Էդիակարյանի և Քեմբրիականի սահմանին:

Այս խմբերը սովորաբար բաժանվում են երեք խմբի՝ Ավալոն (ամենահինը), Սպիտակ ծով և Նամա: Ավալոնների խումբը նշանավորում է նրանց առաջին հայտնվելը բրածոներում: Սպիտակ ծովի և Նամա խմբերը ցույց են տալիս նոր Էկոլոգիական առանձնահատկություններ, ինչպիսիք են մարմնի ավելի բազմազան ձևերը, սեռական բազմացումը և շարժումը: Չնայած Էդիակարյան օրգանիզմների մեծ մասը ոչնչացավ Էդիակարյան դարաշրջանի վերջում, այս նորարարությունները շարունակվեցին: Օրինակ, սեռական բազմացումը հետագայում օգտագործվեց կենդանիների գերիշխող խմբերի կողմից Էդիակարան-Քեմբրիական սահմանից հետո:⁸⁷

Էդիակարյանին հաջորդեց Քեմբրիական ժամանակաշրջանը, և Քեմբրիական կյանքը գրեթե ամբողջությամբ փոխարինեց Էդիակարյան կյանքին: Այժմ ժամանակակից կենդանիների գոյություն ունեցող մարմնի կառուցվածքների մեծ մասը ծագում է Քեմբրիանից, այլ ոչ թե Էդիակարյանից:

Որոշ հետազոտողներ պնդում են, որ շարժուն կենսաձևերը հայտնվել են Քեմբրիական պայթյունի ժամանակ: Նրանք սնվել են Էդիակարյան ժամանակաշրջանի անշարժ օրգանիզմներով և ոչնչացրել դրանք: Ուրիշ գիտնականներ ենթադրում են, որ նրանք ոչնչացել են թթվածնի պակասի հետևանքով:⁸⁸

Քեմբրիական ժամանակաշրջանը (541-ից 485.4 միլիոն տարի առաջ), որը պալեոգոյական Էրայի սկիզբն է, այն հանգեցրեց երբևէ հայտնի Էվոլյուցիայի ամենաուժեղ պայթյունին (541-ից 530 միլիոն տարի առաջ): Ամբողջ Քեմբրիական դարաշրջանում տևական Էվոլյուցիոն պայթյունի փոխարեն դա ավելի շուտ սկզբում արագ պոռթկում էր, որի ընթացքում հայտնվեցին կենդանիների մարմնի հիմնական պլանները և այսօր ապրող բազմաթիվ հիմնական կենդանական խմբերը՝ սպունգները, աղեխորշավորները, որդերը, փափկամարմինները, հողվածոտանիները, քարդավորները:

⁸⁴ Berkeley University of California: [The Ediacaran biota](#)

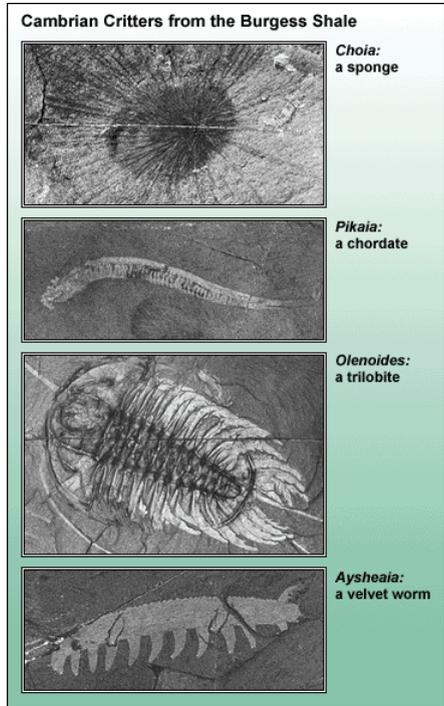
⁸⁵ Discovery Global Geopark: [Haotia](#)

⁸⁶ Ediacaran.org: [The Ediacaran biota](#)

⁸⁷ Astrobiology at NASA: [Crossing the Boundary of the Ediacaran and the Cambrian](#)

⁸⁸ Universe Today: [Earth's first known mass extinction event starved life of oxygen](#)

Պարզ չէ, թե ինչն է կյանքի այս կտրուկ բազմազանացման պատճառը: Հնարավոր է, որ մթնոլորտում թթվածնի առկայությունը: Միջավայրը նաև ավելի հարմար դարձավ, քանի որ տաքացող կլիման և ծովի մակարդակի բարձրացումը ողողեցին ցածրադիր ցամաքային զանգվածները՝ ստեղծելով մակերեսային, ծովային բնակավայրեր, որոնք իդեալական են նոր կյանքի ձևերի առաջացման համար:



Քեմբրիական դարաշրջանում կյանքը դեռ գոյություն ուներ միայն օվկիանոսներում: Ցամաքում դեռևս բույսեր չկային, ուստի այն մերկ էր և հեշտությամբ էրոզիայի ենթարկվում: Դրա պատճառով ցեխը և նստվածքը հաճախ սահում էին ծովը և հանկարծակի թաղում ծովային կենդանիներին:

Քեմբրիական շրջանի մնացորդները շատ լավ պահպանված են հայտնաբերվել Բերգես Շեյլի (Burgess Shale) տարածքում, որը գտնվում է լեռներում: Այստեղ հանածոների պահպանումը հնարավոր է դարձել հսկայական ջրիմուռային ռիֆի մոտ տեղի ունեցած ստորջրյա սահքերի շնորհիվ: Երբ նստվածքն ու ցեխը սահում էին ռիֆի կտրուկ լանջերից, դրանք արագորեն ծածկում էին օրգանիզմներին՝ թույլ չտալով, որ թթվածինը քայքայի նրանց:⁸⁹

(g) Քեմբրիական դարաշրջանի կենդանիներ Բերգես Շեյլից ⁹⁰

Մտավորապես այս ժամանակահատվածում էր, որ ցամաքային մայրցամաքային ապարներից քայքայված սննդանյութերի հսկայական քանակությունները լցվեցին օվկիանոսներ՝ ապահովելով կմախքներ և կոշտ խեցիկներ կառուցելու համար անհրաժեշտ կալցիում և ֆոսֆոր:⁹¹

Այս ժամանակաշրջանում ապրել են բրախիոպոդները (brachiopod), որոնք հայտնի են որպես հողվածոտանիներ՝ միջատների, սարդերի և խեցգետնակերպերի նախնիները: Առաջին ողնաշար ունեցող կենդանիներն էին առաջացել՝ անձնոտ ձկները: Տրիլոբիտները (trilobites) զրահապատ անողնաշարավոր հողվածոտանիների խումբ էին, որոնք առատ էին Քեմբրիական ծովերի մակերեսային հատվածներում:

Մեկ կենդանի, որը պահպանվել է, Pikaia gracilens-ն էր՝ փոքրիկ, որդանման արարած էր՝ նոտոքորդով, որը պարզ կառուցվածք է, որը հանդիպում է վաղ քորդավորներում: Այն խմբի ամենավաղ հայտնի անդամներից մեկն է, որից ի վերջո զարգացել են ողնաշարավորները, այդ թվում՝ մարդիկ:⁹²

Այս ժամանակաշրջանում ապրել են բրախիոպոդները (brachiopod), որոնք ապրում էին խեցիկների մեջ, ինչպես խեցգետնիները կամ խխունջները, և հողավորված,

⁸⁹ National Geographic: [Cambrian Period](#)
⁹⁰ Berkeley University of California: [The Cambrian explosion](#)
⁹¹ Natural History of Museum: [The Cambrian explosion was far shorter than we thought](#)
⁹² Bill Bryson. *A short history of nearly everything*. ԱՄՆ, 2003, էջ 327

արտաքին կմախք ունեցող կենդանիներ, որոնք հայտնի են որպես հողվածոտանիներ՝ միջատների, սարդերի և խեցգետնակերպերի նախնիները: Այս արարածները ունեին կարևոր զարգացում. պինդ մարմինները կենդանիներին ապահովում էին ինչպես պաշտպանություն թշնամիներից, այնպես էլ ավելի մեծ չափերի մարմիններ ունենալու հնարավորություն:

Առաջին ողնաշար ունեցող կենդանիներն էին առաջացել՝ անձնոտ ձկները, որոնք կոչվում էին «ագնաթաններ» կամ հենց այդպես՝ անձնոտներ: Նրանք ուժեղ գրահապատ արարածներ էին ոսկրային կմախքներով: Նրանց բրածո մնացորդների մեծ մասը ոսկրային արտաքին թիթեղների կտորներ են: Քանի որ նրանք չունեին կծող ձնոտներ, նրանք, հավանաբար, հատակում բնակվողներ էին, որոնք սնվում էին ֆիլտրով: Անձնոտ ձկների մի քանի սերունդներ այսօր գոյատևում են, օրինակ՝ լամպրեյը (լամպրեյները օձաձկան նման, անձնոտ ձկներ են՝ կլոր, ծող բաժակի տեսքով բերանով, որի մեջ կան շատ փոքրիկ ատամներ, որոնցով նրանք կպչում են այլ ձկներին և սնվում են մաշկը քերծելով, հեղուկներ ծծելով):

Տրիլոբիտները (trilobites) գրահապատ անողնաշարավոր հողվածոտանիների խումբ էին, որոնք առատ էին Քեմբրիական ծովերի մակերեսային հատվածներում: Տրիլոբիտներն ունեին տափակեցված, հատվածավորված, շերտավոր մարմիններ, որոնք օգնում էին պաշտպանվել նրանց ծովերում: Նրանք ունեին կոշտ, կալցիֆիկացված արտաքին կմախքներ, ինչը թույլ էր տալիս նրանց պահպանվել շատ քեմբրիական նստվածքային ապարներում:⁹³ Դրանց երկարությունը տատանվում էր մեկ միլիմետրից մինչև ավելի քան 0,6 մետր: Յայտնի է, որ շատ տեսակներ գոյատևել են մինչև 251 միլիոն տարի առաջ Պերմյան ժամանակաշրջանի բնաջնջումը:

Opabinia-ն ուներ հինգ աչք և երկար դունչ, որն օգտագործում էր բռնելու համար: Մեկ այլ կենդանի՝ Hallucigenia, քայլում էր փափուկ ոտքերի վրա և այնքան տարօրինակ տեսք ուներ, որ նրա առաջին վերակառուցումները գլխիվայր էին, և իր անունը ստացել է հենց իր տեսքի համար: Մեկ կենդանի, որը պահպանվել է, Pikaia gracilens-ն էր՝ փոքրիկ, որդանման արարած էր՝ նոտոքորդով, որը պարզ կառուցվածք է, որը հանդիպում է վաղ քորդավորներում: Այն խմբի ամենավաղ հայտնի անդամներից մեկն է, որից ի վերջո զարգացել են ողնաշարավորները, այդ թվում՝ մարդիկ:⁹⁴

Քեմբրիական դարաշրջանի գիշատիչներից մեկը հսկա, ծովախեցգետնանման Anomalocaris-ն էր, որը որսին որսում էր կեռիկներով պատված բերանային օրգանների մեջ: Այս կենդանիները որս էին անում ծովի հատակի մոտ, որտեղ հնագույն սպունգների խմբերը աճում էին ցիանոբակտերիաների ակտիվության արդյունքում առաջացած օրգանական, հանքային կառուցվածքների վրա:⁹⁵

Քեմբրիական դարաշրջանի վերջում կյանքը համեմատաբար պակաս բազմազան էր, քան սկզբում: Տեղի ունեցան մի շարք զանգվածային ոչնչացումներ, որոնց ընթացքում ոչնչացան բազմաթիվ խեցիկներով բրախիոպոդներ և այլ կենդանիներ:⁹⁶

⁹³ National Park Service: [Cambrian Period-541-485.4 MYA](#)
⁹⁴ Bill Bryson. *A short history of nearly everything*. ԱՄՆ, 2003, էջ 327
⁹⁵ National Geographic: [Cambrian Period](#)
⁹⁶ National Geographic: [Cambrian Period](#)

Օրդովիկյան դարաշրջանը (485–444 միլիոն տարի առաջ) նշանավորեց անցումը պարզից դեպի ավելի ժամանակակից ծովային կյանք: «Օրդովիկյան ճառագայթման» ընթացքում ծովային բազմազանությունը եռապատկվեց, և այդ ժամանակաշրջանի վերջում հայտնվեցին անողնաշարավորների մեծ մասը և մի քանի ողնաշարավորներ:

Օրդովիկյան դարաշրջանի ընթացքում Քեմբրիական ծովային կյանքը, որը հիմնականում կազմված էր նստվածքային սևվողներից, ինչպիսիք են տրիլոբիտները, փոխարինվեց պալեոզոյան ֆաունայով, որտեղ գերիշխում էին ֆիլտրային սևվողները:

Ծովային կենդանիները ավելի խորը սկսեցին փորել նստվածքների մեջ և տարածվել բաց ջրերում: Արածող փորոտանիները դարձան ավելի տարածված, և ի հայտ եկան նոր գիշատիչներ, ինչպիսիք են ծովաստղերը և գլխոտանիները: Քեմբրիական խմբերը գոյատևեցին, բայց դարձան պակաս կարևոր:

Օրդովիկյան դարաշրջանում ապրում էին սպունգները, աղեխորշավորները, որդերը, փափկամարմինները, հողվածոտանիները, քարդավորները: Ի հայտ եկավ տրիլոբիտների հարուստ նոր կենդանական աշխարհ: Ծովային աստղերը (Asteroidea), ինչպես նաև նրանց ազգականները՝ փխրուն աստղերը (Ophiuroidea), առաջին անգամ հայտնվեցին: Այս օրգանիզմները գերիշխեցին օվկիանոսներում հաջորդ 230 միլիոն տարիների ընթացքում: Ծովաշուշանները (Crinoidea) նույնպես առաջին անգամ հայտնվեցին այս դարաշրջանում:⁹⁷

Փորոտանիները (Gastropoda) Քեմբրիական դարաշրջանում փոքր և հազվադեպ էին, բայց Օրդովիկյան դարաշրջանում նրանք դարձան բազմազան և երբեմն մեծ մարմնով խումբ: Գլխոտանիները (Cephalopoda) նույնպես բազմազանացան և չափսերով մեծացան Օրդովիկյան դարաշրջանում:⁹⁸

Ծովաշուշանները (Crinoidea) առաջին անգամ հայտնվեցին այս դարաշրջանում: Նրանց մարմնի կառուցվածքը սովորաբար բաղկացած է ցողունից, բաժակից և պսակից: Այս թևերը կարող էին լինել ճյուղավորված և փետուրանման՝ հավելումներով: Նրանց կմախքը կազմված էր բազմաթիվ հողակապված կալցիֆիկացված թիթեղներից:⁹⁹

Օստրակոդերմները (Ostracodermi) ունեին փոքր գանգ, պարզունակ ծնոտագուրկ ձկներ էին՝ առանց գույգ լողակների: Նրանք զրահապատված էին մեծ ոսկրային թիթեղներով կամ թեփուկներով: Նրանք առաջին ձկներն էին, որոնք իրենց խռիկները օգտագործում էին միայն շնչառության համար, այլ ոչ թե սնունդ ֆիլտրելու: Նրանց մոտ առաջին անգամ զարգացան ավելի բարդ զգայարաններ՝ բարդ աչքեր, հավասարակշռության օրգաններ: Ծագել էին Օրդովիկյան դարաշրջանում, իսկ սկսեցին անկում ապրել ծնոտավոր ձկների ի հայտ գալու հետ մեկտեղ, և անհետացան Դևոնի վերջին ոչնչացման հետ մեկտեղ:¹⁰⁰

Էնդոկերասը (470-ից 444 միլիոն տարի առաջ), որը գլխոտանի է, իր ժամանակի ամենամեծ կենդանիներից մեկն էր՝ մինչև երեքու կես մետր երկարությամբ ուղիղ խեցիով: Էնդոկերասը խեցիի երկարության առումով ամենամեծ հայտնի բրածո

⁹⁷ The GRI Collections: [Ordovician Crinoids](#)
⁹⁸ Natural History Museum: [Ordovician Period](#)
⁹⁹ The GRI Collections: [Ordovician Crinoids](#)
¹⁰⁰ Natural History Museum: [Ordovician Period](#)

գլխոտանին է, քանի որ ավելի ուշ ձևերը զարգացրին պարուրածն խեցիներ: Էնդոկերասը որս էր անում ծովի հատակին մոտ:

Էնդոկերասները ունեին օրգան, որը կարգավորում էր լողունակությունը: Այն ապրում էր միայն վերջին խցիկում և մեծանալուն զուգընթաց փակում էր հները: Նրանք ամենախելացիներից էին իրենց ժամանակաշրջանում: Այնուամենայնիվ, երբ ի հայտ եկան այլ խոշոր գիշատիչներ, նրանց երկար, ուղիղ խցիկը, հնարավոր է, խոցելի էր դարձրել նրանց: Էնդոկերասները ոչնչացան Օրդովիկի վերջում, մինչդեռ խցիկավոր գլխոտանիների այլ գծեր, որոնց խցիկները պարուրվեցին, շարունակեցին ծաղկել:¹⁰¹



(n) Էնդոկերաս ¹⁰²

Սիլուրյան դարաշրջանը տևել է 444-419 միլիոն տարի առաջ: Օրդովիկի վերջի ոչնչացման իրադարձությունից հետո կենսաբազմազանությունը արագ վերականգնվեց: Տաք կլիման և ծովի բարձր մակարդակը հանգեցրեցին մեծ խութերի առաջացմանը մակերեսային հասարակածային ծովերում: Անողնաշարավորները մնացել էին գերիշխող, քանի որ ողնաշարավորները համեմատաբար հազվադեպ էին:¹⁰³

Ծովային կարիճները (eurypterid), որոնք կապված են պայտածն ծովախեցգետինների, կարիճների, սարդերի, տզերի հետ, հասել էին իրենց առավելագույն բազմազանությանը: Այս գիշատիչները ունեին 20սմ-130սմ երկարություն: Իրենց հզոր ճանկերով և խորության ընկալում ապահովող տեսողությամբ հարձակվում և կտրատում էին որսը, ինչպիսիք են պարզունակ ձկները կամ կաղամարների նախնիները:¹⁰⁴

Մեգամաստաքը (Megamastax) ոսկրային բլթակավոր ձկան տեսակ էր, որը ապրել է ուշ սիլուրյան ժամանակաշրջանում: Ներկայումս այն իր ժամանակաշրջանի ամենամեծ հայտնի ողնաշարավորն է, որի երկարությունն է մոտ 1 մետր: Մեգամաստաքը հավասարապես կարող էր որսալ և մշակել փափուկ մարմնով որս, և ավելի կոշտ մարմնով որս, ինչպիսիք են կեղևով փափկամարմինները և հողվածոտանիները:¹⁰⁵

Pneumodesmus newmani-ն բազմոտանիների տեսակ է: Այն առաջին բազմոտանիներից մեկն է և ցամաքում ապրած ամենահին արարածներից մեկը: Նա ուներ տախեաներ, շնչառական օրգան, որը գործում է միայն օդում: Սա P. newmani-ին դարձնում է տրախեաներ ունեցող ամենավաղ զրանցված հողվածոտանիներից մեկը և ցամաքում թթվածին շնչող առաջին հայտնի կենդանիներից մեկը:¹⁰⁶

¹⁰¹ University of Minnesota: [Endoceras \(cephalopods\)](#)

¹⁰² Wikipedia: [Эндочерас](#)

¹⁰³ Natural History Museum: [Silurian Period](#)

¹⁰⁴ Yale Peabody Museum: [Eurypterids. Giant Ancient Sea Scorpions](#)

¹⁰⁵ Prehistoric Wildlife: [Megamastax](#)

¹⁰⁶ Wikipedia: [Pneumodesmus](#)

Փափկամարմինները, բրիոզոաները (ջրային անողնաշարավոր կենդանիներ, գրեթե բոլորը ապրում էին նստակյաց գաղութներում) և հատկապես բրախիոպոդները ծաղկում էին, բայց տրիլոբիտները ոչնչանում էին: Հայտնվել են շարժվող ճնտոներով ձկներ, և զարգացել են առաջին ոսկրային ձկները:¹⁰⁷

Պարզ անոթային բույսերը հայտնվել էին ցամաքում մամուռային անտառներով, որոնք աճում էին գետերի հունների և լճերի ափերի երկայնքով: Դրանց օրինակ է *Cooksonia*-ն, որը ամենահին հայտնի բույսն է, որն ուներ անոթային հյուսվածքով ցողուն և, հետևաբար, անցումային ձև է պարզունակ ոչ անոթային և անոթային բույսերի միջև:¹⁰⁸ Ցամաք դուրս եկան հողվածոտանիների նման գիշատիչներ:

Սիլուրյան ժամանակաշրջանն ավարտվել է կլիմայի փոփոխության հետ կապված համեմատաբար աննշան ոչնչացման մի շարք իրադարձություններով:

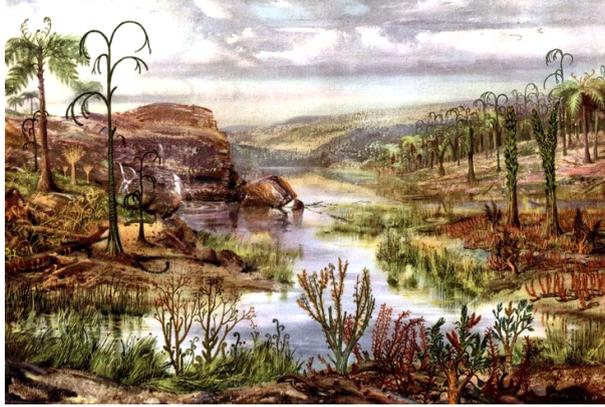
Դևոնյան դարաշրջանը նշանավորեց ծովային կյանքի բազմազանության զագաթնակետը պալեոզոյական դարաշրջանում: Ծնածկները, ոսկրային ձկները և ամոնոիդները գերիշխում էին օվկիանոսներում, մինչդեռ տրիլոբիտները շարունակեցին նվազել: Բրախիոպոդները դարձան ամենատարածված ծովային օրգանիզմները:

Դևոնի ժամանակաշրջանը հայտնի է որպես «Ձկների դարաշրջան», քանի որ հենց այդ ժամանակ ձկները հասան իրենց զարգացման զագաթնակետին: Հայտնվեցին ժամանակակից շնածկների ու ոսկրային ձկների նախնիները: Ծնոտների առաջացումը կարևոր փուլ էր ողնաշարավորների ընդհանուր կազմավորման զարգացման մեջ: Ծնոտաբերանների ժամանակակից սերունդներն են կռճիկային ձկները՝ շնածկները և կատվածկները: Ծովերում բնակվում էին երկշունչ և վրձնալողակավոր ձկները, որոնք լողափամփուշտ ունեին, կարող էին լողակների օգնությամբ սողալ ցամաքում, բայց հիմնականում ապրում էին ջրում, որտեղ սնման և բազմացման պայմանները հարմար էին: Վրձնալողակ ձկների մի խմբի ներկայացուցիչներից դարաշրջանի վերջում սկիզբ առան ցամաքային ողնաշարավոր կենդանիների նախնիները՝ հնադարյան երկկենցաղները: Դրանք ապրում էին ծանծաղ ջրերում, որոնք պարբերաբար ցամաքում էին, ինչը նրանց հարկադրում էր լողալով փոխադրվել այլ ջրամբարներ: Աստիճանաբար բնական ընտրության գործընթացում հնգամատ լողակները փոխակերպվում են ցամաքում քայլելու համար վերջույթների:¹⁰⁹ Նրանք դարձան բոլոր ցամաքային կենդանիների, այդ թվում՝ մարդու նախնիները: Մինևույն ժամանակ ցամաքում սկսեցին բազմանալ նաև առաջին անողնաշարավորները՝ կարիճները, սարդերը և թևավոր միջատները:

¹⁰⁷ Natural History Museum: [Silurian Period](#)

¹⁰⁸ iNaturalist: [Cooksonia pertonii](#)

¹⁰⁹ **Է. Ս. Գրիգորյան, Ֆ. Դ. Դանիելյան, Ա. Յ. Եսայան, Գ. Գ. Սևոյան.** Կենսաբանություն 11, Հայաստան, 2010, էջ 205, 206



(h) Դևոնյան լանդշաֆտ¹¹⁰ (այս հեղինակի նկարները հին են և կարող են մի քիչ չհամապատասխանել ժամանակակից պատկերացումներին)

Ցամաքում պարզունակ սիլուրյան տիպի բույսերը զարգացան հիմնական բույսերի խմբերի, այդ թվում՝ գետնամուշկայիններ, ձիաձետայիններ, պտերանմաններ: Այս բույսերը վերաձևավորեցին երկրի միջավայրը՝ ստեղծելով ճահճուտներ և առաջին անտառները: Այս անտառները ստեղծեցին նոր կենսոլորտ և փոխեցին գլոբալ ածխածնի շրջապտույտը, ձևավորելով բարդ հողեր, ավելացնելով օրգանական նյութը ինչպես ցամաքում, այնպես էլ օվկիանոսներում:

Դանկլեոստեուսը (*Dunkleosteus*) մոտավորապես 4-6մ երկարությամբ էր և գիտությանը հայտնի ամենամեծ պլակոդերմն է: Դանկլեոստեուսը զրահապատ կառուցվածք ուներ և շնաձկան նման էր: Դանկլեոստեուսը չունեցրեց իսկական ատամներ, փոխարենը ուներ երկու երկար ոսկրային շեղբեր: Ծնոտը կազմող ոսկրային թիթեղները ունեին ժանիքների և երկար կտրող եզրերի տեսք: Այն սնվում էր ձկներով, շնաձկներով և նույնիսկ իր տեսակի կենդանիներով: Դանկլեոստեուսը կարող էր արագ բացել և փակել իր ծնոտը՝ հնարավոր է՝ ստեղծելով ներծծման ուժ, որով ներծծում էր որսին:¹¹¹

Տիկտաալիկը (*Tiktaalik*) տեխնիկապես ձուկ է՝ թեփուկներով և խռիկներով, բայց այն ունի տափակ, կոկորդիլոսի նման գլուխ և անսովոր լողակներ: Նրա լողակները ներառում են բարակ ճառագայթային ոսկորներ, ինչպես մյուս ձկների մեծ մասը, ինչպես նաև ամուր ներքին ոսկորներ, որոնք թույլ էին տալիս Տիկտաալիկին բարձրանալ մակերեսային ջրում և օգտագործել իր վերջույթները որպես հենարան, ինչպես քառոտանի կենդանիներինը: Այս լողակները, մի շարք այլ հատկանիշների հետ մեկտեղ, Տիկտաալիկին դարձնում են հատկապես կարևոր, քանի որ այն հանդիսանում է կամուրջ ձկների և առաջին ցամաքային քառոտանիների միջև, որոնցից հետագայում առաջացել են սողունները, կաթնասուններն ու մարդը:¹¹²



¹¹⁰ **Аугуста Й., Буриан З.** По путям развития жизни. 1959, иллар 6: Среднедевонский ландшафт

¹¹¹ Dinopedia: [Dunkleosteus](#)

¹¹² Berkeley University of California: [What has the head of a crocodile and the gills of a fish?](#)

Դևոնյան ոչնչացումը 20 միլիոն տարի էր տևել, որը ոչնչացրեց կենդանական տեսակների 75%-ը: Այս իրադարձությունը տեղի ունեցավ համաշխարհային սառեցման և օվկիանոսային թթվածնի կորստի պատճառով, ինչը պայմանավորված էր ցամաքային անտառների աճով, ինչը փոխեց մթնոլորտային ածխածնի մակարդակը և սնուցեց ծովերում թթվածինը քայքայող մանրէները: Ցամաքային էկոհամակարգերը շատ չտուժեցին:¹¹⁵

Քարածխի դարաշրջանի օվկիանոսներում խութերի կառուցողները՝ սպունգերը և մարջանները, նվազել էին և խութերը վատ զարգացած էին եղել: Ջրում ծաղկում էին գլխոտանիները: Պարուրածն նաուտիլոիդները (մոլյուսկներ), արագ զարգացող ամոնիոիդները: Մինչ տրիլոբիտները շարունակում էին դանդաղորեն նվազել: Լողացող գիշատիչների բազմազանությունը հասավ նոր բարձունքների:

Ցամաքում միջատները ունեցան բազմազանության և չափերի զանգվածային պայթյուն: Որոշ ճպուռներ հասան 70 սմ թևերի բացվածքի, հավանաբար մթնոլորտային թթվածնի մինչև 30% հասնելու շնորհիվ: Այս ժամանակահատվածում տեղի ունեցավ նաև թևերի զարգացումը, դրանք ծալելու ունակությունը (որը նկատվում էր վաղ խավարասերների մոտ) և մորեխների, ծղրիդների և առաջին ցամաքային կարիճների ի հայտ գալը:¹¹⁶

Կլիմայի չորացումը խիստ անդրադարձավ հնադարյան երկկենցաղների վրա և շատերը ոչնչացան, իսկ փոքր մասը, որ կարողացավ թաքնվել ճահիճներում, սկիզբ տվեց ավելի փոքր չափերի երկկենցաղների, որոնք մինչև հիմա կան:

Ցամաքի հետագա գրավումը կարողացան իրականացնել երկկենցաղների մի խումբ, որը նոր պայմաններում մեծ փոփոխություններ կրեց: Փոխվեց այդ կենդանիների բազմացման եղանակը, առաջացավ ներքին բեղմնավորում, ձուկ կուտակեց դեղնուցի մեծ պաշար, հեղուկ պարունակող ներքին խոռոչ, հատուկ թաղանթներ, որոնք պաշտպանում էին սաղմը չորանալուց: Սաղմի զարգացումը կատարվում էր ձվում, ցամաքի վրա, ինչը վերջ դրեց կենդանիների բազմացման և զարգացման կախվածությանը ջրային միջավայրից: Նրանց մարմնի վրա զարգացավ եղջերային ծածկ, որը պաշտպանում էր չորացումից, խռիկային շնչառությունը փոխարինվեց թոքային շնչառությամբ: Հնագույն սողուններ հայտնվեցին, որոնք գլխավորապես խոտակեր էին, բայց որոշները անցան գիշաչության: Ենթադրվում է, որ զազանատամ սողուններից սկիզբ են առել առաջին կաթնասունները:¹¹⁷

Քարածխի դարաշրջանում շնածկները և նրանց ազգականները դարձան ծովի տիրողները: Այս ձկները զարգացան տարօրինակ և հսկա ձկների՝ որոշները հասնում էին ավելի քան 9 մետր երկարության, մինչդեռ մյուսները զարգացրին մասնագիտացված ատամներ:

Երիոպսը (Eryops) ուշ քարածխի շրջանի (մոտ 295 միլիոն տարի առաջ) անհետացած երկկենցաղ գիշատիչ էր, որը նաև ապրել էր Պերմիան դարաշրջանում: Այն իր ժամանակի ամենամեծ ցամաքային կենդանիներից մեկն էր՝ հասնելով մինչև 3 մետր երկարության և մոտ 200 կիլոգրամ քաշով, և հնարավոր է՝ այդ

¹¹³ The Academy of Natural Sciences of Drexel University: [New Exhibit Gets Up Close and Personal with the Real Tiktaalik](#)

¹¹⁴ Cleveland Museum of Natural History: [Meet Dunk: Ohio's Ancient Apex Predator](#)

¹¹⁵ Natural History Museum: [Devonian Period](#)

¹¹⁶ Britannica: [Carboniferous life](#)

¹¹⁷ **Է. Ս. Գրիգորյան, Ֆ. Դ. Դանիելյան, Ա. Հ. Եսայան, Գ. Գ. Սևոյան.** Կենսաբանություն 11, Հայաստան, 2010, էջ 208

ժամանակաշրջանի ցամաքային գիշատիչներից մեկը: Էրիոպսն ուներ մեծ, լայն և հարթ գանգ՝ լայն բերանով և բազմաթիվ կոր ատամներով: Էրիոպսն ուներ նաև հաստ մաշկ, և մեծ, ուժեղ վերջույթներ: Որպես ծակոտկեն մաշկ ունեցող երկկենցաղ, այն պետք է ապրեր ջրի մեջ կամ ջրի մոտ: Սողուններից տարբերվող երկկենցաղները ամփոփում են, ուստի նրանք ստիպված են իրենց անպաշտպան ձկերը դնել ջրի մեջ:¹¹⁸

Հիլոնոմուսը (Hylonomus) սողունների ցեղ է, որը ապրել է 312 միլիոն տարի առաջ՝ ուշ քարածխի ժամանակաշրջանում: Այն ամենավաղ սողունն է: Հիլոնոմուսը մոտ 20 սանտիմետր երկարություն ուներ և, հավանաբար, բավականին նման էր ժամանակակից մողեսներին: Այն ուներ փոքր, սուր ատամներ և, հավանաբար, սնվել է փոքր անողնաշարավորներով, ինչպիսիք են հազարոտնուկները կամ վաղ միջատները:¹¹⁹

Ցամաքային սնկերը ավելի բազմազան դարձան: Սնկերի բոլոր ժամանակակից դասերը ներկա էին ուշ քարածխի դարաշրջանում:¹²⁰

Քարածխի լանդշաֆտներում գերակշռում էին բազմազան անոթային բույսերը՝ թփերից մինչև 30 մետրից ավելի բարձրությամբ ծառեր: Այդ դարաշրջանի հսկաներն էին լիկոպոդները՝ բարձրահասակ ծառեր՝ պարուրաձև տերևներով և սպոր պարունակող կոներով, և սֆենոպսիդները, որոնք առանձնանում էին յուրահատուկ կապերով ցողուններով: Ինչպես իրական, այնպես էլ սերմնային պտերների հետ միասին այս բույսերը կազմում էին այդ ժամանակաշրջանը սահմանող հսկայական ածխային ճահիճների խիտ թփուտները:

Ավելի չոր բարձրավանդակային տարածքներում կորդափտները ծաղկում էին: Որպես անհետացած մերկասերմեր և ժամանակակից փշատերևների նախնիներ, նրանք աճում էին բարձրահասակ՝ թեփուկանման տերևներով և կոներով: Մինչդեռ պտերներն ու լիկոպոդները կախված էին սպորներից, սերմնային պտերներն ու կորդափտները ներկայացնում էին էվոլյուցիոն մեծ տեղաշարժ՝ սերմերը վերարտադրության համար օգտագործելու ուղղությամբ, թույլ տալով բույսերին գաղութացնել ջրի եզրից այն կողմ գտնվող միջավայրերը:¹²¹

Պերմյան դարաշրջանը ծովային կենդանական աշխարհի մասնագիտացման ժամանակաշրջան էր՝ ամոնոիդների, բրախիոպոդների մեծ բազմազանությամբ: Այս ժամանակահատվածում ծաղկում ապրեցին միջատները, երկկենցաղները և թերապսիդները (կաթնասունների նախորդները): Սողունները սկսեցին ծաղկել ջրում և ցամաքում: Բուսական աշխարհը հիմնականում բաղկացած էր վաղ փշատերևներից և սերմնավոր բույսերից: Դարաշրջանի կեսերին բուսականության մեջ տեղի ունեցավ մեծ փոփոխություն, որը հանգեցրեց ածխային ճահիճների և երկկենցաղների բնակավայրերի կտրուկ կորստի:¹²²

Հողվածոտանիները շարունակեցին բազմազանանալ: Պերմի դարաշրջանի ընթացքում զարգացան իսկական միջատներ, որոնց բերանի մասերը փոփոխվել էին բուսական նյութերը ծակելու և ծծելու համար:¹²³ Սորեխների և խավարասերների հետ

¹¹⁸ Paleozo: [Eryops](#)

¹¹⁹ Dinopedia: [Hylonomus](#)

¹²⁰ Wikipedia: [Carboniferous](#)

¹²¹ Britannica: [Carboniferous life](#)

¹²² Natural History Museum: [Permian Period](#)

¹²³ Live Science: [Permian Period: Climate, Animals & Plants](#)

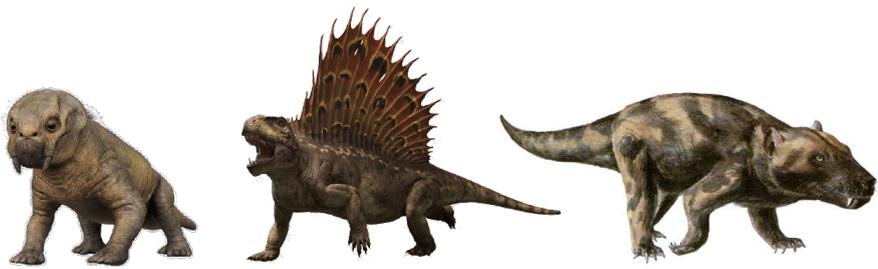
կապված չկերպարանափոխվող միջատներին, որոնք ծագել էին քարածխի դարաշրջանից, միացան առաջին հայտնի միջատների խմբերը, որոնք ենթարկվում էին կերպարանափոխության:

Ցամաքում և քաղցրահամ ջրերում ապրում էին երկկենցաղների լայն բազմազանություն, ինչպես նաև խոշոր խոտակերները: Խոտակերությունը ողնաշարավորների կարևոր և բարդ հարմարվողականությունն էր: Բուսական նյութը ոչ միայն պահանջում է հատուկ մեխանիկական հարմարվողականություններ այն քայքայելու համար, այլև մեծ մասամբ անմարսելի է, ինչը պահանջում է մասնագիտացված սիմբիոտիկ հարաբերություններ ֆերմենտատիվ բակտերիաների հետ:¹²⁴

Առաջին սինապսիդները պելիկոզավրներն էին (pelycosaur), որոնց թվում էր Դիմետրոդոնները (Dimetrodon): Այս կենդանին ուներ մողեսանման մարմին և մեջքի վրա մեծ ոսկրային լողակ, որը, հավանաբար, օգտագործվում էր ջերմակարգավորման համար: Չնայած մողեսանման տեսքին Դիմետրոդոնի գանգերը, ծնոտները և ատամները ավելի մոտ են կաթնասունների գանգերին, քան սողուններին:

Սինապսիդների մեկ այլ ցեղ՝ Լիստրոզավրը (Lystrosaurus), գրեթե 1 մետր երկարությամբ խոտակեր էր, որը նման էր մողեսի և գետածիու խառնուրդի: Այն ուներ հարթ դեմք՝ երկու ժանիքներով և սողուններին բնորոշ դիրք՝ ոտքերը մարմնից հեռու: Մեծ ոչնչացումից հետո նրանք այն քչերից էին, որ գոյատևեցին:

Պերմի ուշ շրջանում պելիկոսավրերին հաջորդեց նոր տոհմ՝ թերապսիդները (therapsid): Այս կենդանիները շատ ավելի մոտ էին կաթնասուններին: Նրանց ոտքերը գտնվում էին մարմնիների տակ, ինչը նրանց տալիս էր չորքոտանի կաթնասուններին բնորոշ ավելի ուղղահայաց դիրք: Նրանք ունեին ավելի հզոր ծնոտներ: Բրածոները ցույց են տալիս բեղիկների առկայություն, այսինքն որոշ տեսակներ ունեին մորթի: Ցինոդոնտ (cynodont) խումբը ներառում էր տեսակներ, որոնք որս էին անում կազմակերպված խմբերով: Ցինոդոնտները համարվում են բոլոր ժամանակակից կաթնասունների նախնիները:¹²⁵



(բ) Լիստրոզավր, Դիմետրոդոն և Ցինոդոնտ ^{126 127 128}

Պերմի դարաշրջանի չորային պայմանները մեծապես նպաստեցին սողուններին, որոնց թեփուկավոր մաշկը թույլ տվեց նրանց գոյատևել չոր անապատներում, ինչպես նաև ամնիոտիկ ձկները:¹²⁹

¹²⁴ Natural History Museum: [Permian Period](#)
¹²⁵ Live Science: [Permian Period: Climate, Animals & Plants](#)
¹²⁶ Jurassic Park wiki: [Lystrosaurus](#)
¹²⁷ Facts: [Dimetrodon Limbatus](#)
¹²⁸ Dinopedia: [Cynodontia](#)
¹²⁹ Life on Our Planet: [Permian](#)

Պերմի դարաշրջանի լանդշաֆտում գերիշխում էին կենդանիների երկու կարևոր խմբեր՝ սինապսիդները և սաուրոպսիդները: Սինապսիդներն ունեին գանգեր՝ մեկ քունքային բացվածքով, և համարվում է, որ նրանք են հանգեցրել կաթնասունների առաջացմանը: Սաուրոպսիդներն ունեին երկու գանգի բացվածք և սողունների, այդ թվում՝ դինոզավրերի և թռչունների նախնիներն էին:

Պերմի ուշ շրջանում հայտնվեց նոր տոհմ՝ թերապսիդները (therapsid): Այս կենդանիները շատ ավելի մոտ էին կաթնասուններին: Նրանց ոտքերը գտնվում էին մարմինների տակ, ինչը նրանց տալիս էր չորքոտանի կաթնասուններին բնորոշ ավելի ուղղահայաց դիրք: Բրածոները ցույց են տալիս բեղիկների առկայություն, այսինքն որոշ տեսակներ ունեին մորթի:

Կյանքը գրեթե ավարտվեց 252 միլիոն տարի առաջ՝ երկրի վրա ամենամեծ ոչնչացման իրադարձության ժամանակ: Այս ոչնչացումը կոչվում է նաև «Մեծ ոչնչացում»: Բոլոր դասերի 83%-ը, ծովային տեսակների 81%-ը և ցամաքային ողնաշարավորների 70%-ը ընդմիջտ անհետացան: Այն նույնիսկ ոչնչացրեց բոլոր տրիլոբիտներին: Միայն մի քանիսը գոյատևեցին:¹³⁰

Մեզոզոյան Երայի **Տրիասի** բուսական և կենդանական աշխարհը զգալիորեն տարբերվում է Պերմի բիոտայից: Պերմի անհետացումները շատ լայնածավալ և խորն էին: Օվկիանոսի կենսաբանական բազմազանության վերականգնման համար պահանջվեց գրեթե չորս միլիոն տարի: Ստրոմատոլիտները նորից լայն տարածում գտան 400 միլիոն տարվա ընթացքում առաջին անգամ: Կլիմայի և լանդշաֆտների զգալի փոփոխությունների հետևանքով փոխվեց նաև երկրի բուսածածկը: Պտերանմանները, գետնամուշկերը վերացան, զարգացում ապրեցին մերկասերմերը և սկսեցին ի հայտ գալ ծածկասերմերը:¹³¹

Այդ դարաշրջանում ծաղկում ապրեցին սողունները: Նրանց էվոլյուցիան ընթացավ շատ արագ, քանի որ պայմաններն էին հարմար և ցամաքի վրա մրցակցություն չկար: Սողունները հնարավորություն ստացան գրավել բոլոր միջավայրերը, տիրապետել տեղաշարժման բոլոր ձևերին և օգտագործել կերի բոլոր տեսակները:¹³²

Քաղցրահամ ջրերը երկկենցաղների ոլորտն էին: Մոտ 245 միլիոն տարի առաջ լիսամֆիբյանները (Lissamphibian) (օր.՝ գորտեր, սալամանդրներ) հավանաբար նոր էին հայտնվում: Մոտավորապես նույն ժամանակահատվածում հայտնվեցին առաջին սֆենոդոնտները: Նրանք մողեսների և օձերի քույր խումբն են:

Վաղ Տրիասի ժամանակաշրջանում աշխարհը դեռևս գերիշխում էին սինապսիդները, բայց Միջին Տրիասի վերջում նրանք անկման մեջ էին, և հայտնվել էր արթոզավրերի բազմազանություն: Արթոզավրերը դիապսիդների տոհմի բաղադրիչ էին, որը ներառում է մեզոզոյան բազմաթիվ խմբեր, ինչպիսիք են դինոզավրերն ու թռչունները, պտերոզավրերը, կոկորդիլոսները: Ուշ Տրիասի ժամանակաշրջանում սինապսիդների և արթոզավրերի միջև գերիշխանության փոփոխություն տեղի ունեցավ:¹³³

¹³⁰ Life on Our Planet: [Permian](#)

¹³¹ Natural History Museum: [Triassic Period](#)

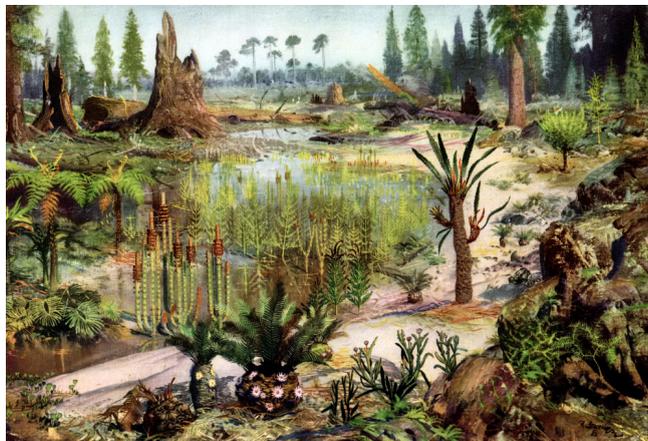
¹³² Է. Ս. Գրիգորյան, Տ. Դ. Դանիելյան, Ա. Յ. Եսայան, Գ. Գ. Սևոյան. Կենսաբանություն 11, Չայաստան, 2010, էջ 208

¹³³ Britannica: [Pterosaur](#)

250-ից 246 միլիոն տարի առաջ առաջին իխտիոզավրերը հայտնվեցին ծովերում: Իխտիոզավրը ծովային սողուն էր, որը նման էր ժամանակակից թունալի կամ դելֆինի: Նրանք ունեին հոսուն մարմին, մեջքային լողակ և հզոր պոչ: Բրածոները ցույց են տալիս, որ այս գիշատիչներն ունեին հաստ ականջի ոսկորներ՝ ջրի մեջ տատանումները զգալու համար, ինչը նրանց օգնում էր որսալ ձկներ և կաղամարներ՝ խուսափելով ավելի մեծ սպառնալիքներից: Իխտիոզավրը ծու չէր դնում, փոխարենը, այն ջրում կենդանի ձագեր էր ծնում: Այս սողունները սերում էին ծով վերադարձող ցամաքային կենդանիներից:¹³⁴

Մինչ արքոզավրերը շարունակում էին գերիշխել շրջակա միջավայրի մեծ մասում, դինոզավրերը արագ սկսեցին բազմազանանալ: Հերերազավրը (*Herrerasaurus*) թեթև կազմվածքով երկոտանի մսակեր էր՝ երկար պոչով և համեմատաբար փոքր գլխով: 4 մ երկարությամբ և մոտ 350 կգ քաշով այս ցեղը բրածոներում հայտնաբերված ամենավաղ դինոզավրերից մեկն էր: Հերերազավրն ուներ երկար, նեղ գանգ և ավելի շատ նման էր ավելի պարզունակ արքոզավրերին:¹³⁵

Մինչդեռ սողուններն արդեն գերիշխում էին օվկիանոսներում և ցամաքում, նրանք նաև նվաճեցին երկինքը: 228 միլիոն տարի առաջ հայտնվեցին առաջին պտերոզավրերը, ինչը նրանց դարձրեց առաջին ողնաշարավորները, որոնք զարգացրին թռչելու ունակությունը: Առաջին պտերոզավրերը բավականին փոքր էին, երկար ծնոտներով և պոչերով: Նրանք դինոզավր չէին, այլ արքոզավր: Պտերոզավրերը զարգացրել են թևի մակերես, որը ձևավորվել էր մաշկային թաղանթով: Այս թաղանթը ամրացված էր երկարացված չորրորդ մատին, և առաջին երեք մատները բարակ և ճանկավոր էին: Որոշ պտերոզավրեր կարող էին ունենալ մազանման մարմնի ծածկույթ:



(i) Մեզոզոյան լանդշաֆտ¹³⁶

Մոտ 230 միլիոն տարի առաջ էր, որ առաջին դինոզավրերը հայտնվեցին բրածոներում: Այս դինոզավրերը փոքր, երկոտանի արարածներ էին, որոնք կարող էին արագորեն շարժվել: Մինչ արքոզավրերը շարունակում էին գերիշխել շրջակա միջավայրի մեծ մասում, դինոզավրերը արագ սկսեցին բազմազանանալ: Հերերազավրը (*Herrerasaurus*) թեթև կազմվածքով երկոտանի մսակեր էր՝ երկար պոչով և համեմատաբար փոքր գլխով: 4 մ երկարությամբ և մոտ 350 կգ քաշով այս ցեղը բրածոներում հայտնաբերված ամենավաղ դինոզավրերից մեկն էր:

¹³⁴ ThoughtCo.: [Ichthyosaurus](#)

¹³⁵ Wikipedia: [Herrerasaurus](#)

¹³⁶ Аугуста И., Буриан З.. *По путям развития жизни*. 1959, նկար 14: Мезозойский ландшафт

Չնայած դինոզավրերն առաջին անգամ հայտնվել են Տրիասի ժամանակաշրջանում, նրանք այդ ժամանակաշրջանում գերիշխող ցամաքային կենդանիներ չէին: Այդ դիրքը զբաղեցնում էր մեկ այլ սողունային խումբ՝ պսևդոզուսիաները (Pseudosuchia), որոնք ավելի սերտորեն կապված էին կոկորդիլոսների, քան թռչունների հետ: Մյուս ճյուղը՝ Ավեմետատարսալիան (Avemetatarsalia), առաջացրել է և՛ դինոզավրերին, և՛ պտերոզավրերին:

225 միլիոն տարի առաջ սիևապսիդների մի ճյուղից առաջացան կաթնասունները, որոնք, հավանաբար, փոքր, գիշերային միջատակերներ էին: Յեղաց այս խմբից էլ հետագայում առաջացան ժամանակակից կաթնասունները:

Կլիման սկսեց փոխվել այնպես, որ 201.3 միլիոն տարի առաջ երկիրը ունեցավ զանգվածային ոչնչացում, որի հետևանքով անհետացավ բոլոր կենդանական տեսակների մոտ 70-75%-ը: Տրիասի շատ արքոզավրերը, բացառությամբ դինոզավրերի, պտերոզավրերի և կոկորդիլոսների, ոչնչացան:¹³⁷

Յուրայի դարաշրջանի ամոնիտները և դինոզավրերը մեծ վերադարձ կատարեցին Տրիասի վերջում գրեթե անհետացումից հետո: Հայտնվում են խեցգետիններ, ուստրեններ, օմարներ և ժամանակակից ձկներ: Առաջին անգամ հայտնվեցին պլեզիոզավրերը և ծովային կոկորդիլոսները՝ միանալով իխտիոզավրերին, շնաձկներին, ոսկրոտանի ձկներին, գլխոտանիներին և շատ այլ ծովային գիշատիչների: Սողունները մտնում են գերիշխող ցամաքային կենդանիներ: Առաջին թռչունները հայտնվում են բրածոների գրառումներում, բայց պտերոզավրերը դեռ տիրում են օդում: Թերոպոդ դինոզավրերը, որոնք հիմք հանդիսացան թռչունների առաջացման համար, շարունակում են զարգանալ զուգահեռաբար: Միջատները բազմազանանում են՝ զարգացնելով բազմաթիվ ժամանակակից ձևեր, ինչպիսիք են իշամեղուները: Առաջին մողեսները հայտնվում են, հավանաբար սնվելով նոր միջատների բազմազանությամբ:

Անտառները ծածկում էին ցամաքի մեծ մասը՝ ծառերով, ինչպիսիք են փշատերևները, գինկգոն, պտերները, ցիկասները և ձիապոչային եղեգները: Ծաղկող բույսերը դեռ չէին զարգացել, և խոտեր չկային:¹³⁸

Յուրայի դարաշրջանի օվկիանոսներում իխտիոզավրերը և պլեզիոզավրերը գերիշխող սողուններ էին: Մինչ իխտիոզավրերը լողալու համար օգտագործում էին պոչի լողակներ, պլեզիոզավրերը օգտագործում էին չորս հզոր լողակներ և զարգացել էին երկու ձևով՝ երկար պարանոցով և փոքր գլուխներով, և կարճ պարանոցով տեսակներ՝ մեծ գլուխներով:



Ցամաքում Տրիաս-Յուրայի դարաշրջանի անհետացումը ճանապարհ հարթեց դինոզավրերի համար, ինչպիսիք են Allosaurus-ը, Diplodocus-ը և Stegosaurus-ը, որպեսզի նրանք իշխեն: Վաղ կոկորդիլոսները, ինչպիսիք են գրահապատ Protosuchus-ը, հիմնականում ջրային էին, բայց պահպանում էին ուղիղ, ցամաքի հարմար ոտքեր: Այս

[The evolution of the dinosaurs](#)

ժամանակահատվածում նաև առաջին անգամ հայտնվեցին Kayentachelys-ի նման կրիաները, առաջին մողեսները, և բոլոր երեք ժամանակակից երկկենցաղային խմբերը՝ գորտերը, սալամանդրները և ցեցիլիանները:

(j) Յուրայան լանդշաֆտ ¹³⁹

Ծովերում հայտնվեց առաջին կաղամարը՝ հագեցած տասը ձեռքերով և թանաքային պարկերով: Մինչդեռ, կաթնասունները, ինչպիսին է մեգազոստրոդոնը, մնացին փոքր և գիշերային կենդանիներ՝ դիտոզավրերից խուսափելու համար: Այս վաղ կաթնասունները զարգացրին մորթի և սուր զգայարաններ՝ գիշերը կողմնորոշվելու համար:¹⁴⁰

156-145 միլիոն տարի առաջ՝ Յուրայի դարաշրջանում Բրախիոզավրը աճել է ավելի քան 24 մետր երկարությամբ և կշռել ավելի քան 28 տոննա: Բրախիոզավրի հսկայական չափերը ծառայել են որպես հզոր զսպող միջոց գիշատիչների դեմ, ինչպիսին է Ալոզավրը, և ապահովել է տարածք երկար մարտողական համակարգի համար: Նրա առջևի ոտքերը ավելի երկար էին, քան հետևի ոտքերը՝ ծառերին հասնելու համար:¹⁴¹

Ստեգոզավրը ապրել է մոտ 145 միլիոն տարի առաջ: Այն ուներ մոտավորապես ավտորուսի երկարություն և կշռում էր գրեթե 6 տոննա: Ստեգոզավրն ուներ թիթեղների երկու շարք, որոնք դուրս են ցցված նրա պարանոցից, մեջքից և պոչից: Դիտոզավրը կարող էր մեծ ուժով ճոճել իր մեծ պոչը կողքից կողք:¹⁴²

Ալոզավրը ապրել է մոտ 145 միլիոն տարի առաջ՝ Յուրայի դարաշրջանում: Թերոպոդների ընտանիքի՝ երկու ոտքով վագոդ դիտոզավրերի խմբի մաս կազմող այս դիտոզավրը կարող էր աճել մինչև 12 մետր:¹⁴³

150 միլիոն տարի առաջ ապրած աղավալու չափի Արքեոպտերիքսը կենսականորեն կարևոր էվոլյուցիոն կամուրջ է դիտոզավրերի և թռչունների միջև: Այն համատեղում էր թերոպոդի առանձնահատկությունները՝ ատամները, ոսկրոտ պոչը և ճանկավոր մատները՝ թռչնի առանձնահատկությունների հետ, ինչպիսիք են թևերը և երկու անրակների միաձուլվածությունը: Գիտնականները վիճում են, թե արդյոք այն կարող էր թևերը թափահարել թռչելու համար, թե պարզապես սահել ծառերից:¹⁴⁴



(q) Բրախիոզավր, Ստեգոզավր, Ալոզավր, Արքեոպտերիքս ^{145 146 147 148}

¹³⁹ Wikipedia: [Jurassic](#)

¹⁴⁰ Active Wild: [Jurassic Animals – A List Of Animals That Lived In The Jurassic Period \(That Weren't Dinosaurs!\)](#)

¹⁴¹ National Geographic: [Brachiosaurus](#)

¹⁴² National Geographic: [Stegosaurus](#)

¹⁴³ National Geographic: [Allosaurus](#)

¹⁴⁴ National Geographic: [Archaeopteryx](#)

¹⁴⁵ Jurassic Park Wiki: [Brachiosaurus](#)

¹⁴⁶ Dinosaur Wiki: [Stegosaurus](#)

¹⁴⁷ National Park Service: [Allosaurus fragilis](#)

¹⁴⁸ BBC: Archaeopteryx: [The day the fossil feathers flew](#)

Կավճի դարաշրջանում ծովային կյանքը ծաղկում ապրեց, և շատ խմբեր հասան իրենց գագաթնակետին: Սողունները գերիշխում էին ցամաքում:¹⁴⁹

Ծաղկող բույսերն առաջին անգամ հայտնվել են 125 միլիոն տարի առաջ: Մոտավորապես նույն ժամանակ միջատների շատ ժամանակակից խմբեր սկսում էին բազմազանանալ, և հայտնվում են ամենահին մրջյունները և թիթեռները:

Մոտավորապես 90 միլիոն տարի առաջ կլիմայի փոփոխության պատճառով փոխվեց նաև բուսածածկը: Առաջացան ավելի կոշտ կառուցվածք ունեցող փշատերև և ծածկասերմ բույսերը: Բուսակեր հսկայամարմին դինոզավրերը չէին կարող կոպիտ բուսական կերով բավարարել իրենց օրգանիզմի պահանջները, քանի որ ոչ բոլորը ունեին հզոր ծնոտ:

Ծածկասերմ բույսերի տարածումն ապահովեց արագաշարժ, մանր միջատների ծաղկումը, որոնք դուրս մղեցին սողուններին կեր ծառայող դանդաղաշարժ, խոշորամարմին միջատներին: Այսպիսով, կերը պակասելու հետևանքով աստիճանաբար վերացան բուսակեր և միջատակեր սողունները, ինչն էլ, ըստ երևույթին, ուրիշ գիշատիչ սողունների անհետացման պատճառ դարձավ: Բացի այդ, արդեն հայտնվել էին ավելի բարձր կազմավորված տաքարյուն թռչուններն ու գազանները, որոնց հետ դժվար էի մրցակցել:¹⁵⁰

Ամենահայտնի զանգվածային ոչնչացումները նշանավորում են կավճի ժամանակաշրջանի ավարտը՝ 66 միլիոն տարի առաջ: Դինոզավրերը, պտերոզավրերը, մոզզավրերը և ամոնոիդները այդ ժամանակ կորած խմբերի թվում էին: Մինչդեռ դինոզավրերն անհետացան, կենդանի մնացած կաթնասունները, սողունների մի մասը և ծաղկող բույսերը հիմք դարձան նոր դարաշրջանի համար:¹⁵¹

Տիրանոզավրերը հսկայական մսակերների խումբ էին, որոնք ապրում էին 85-ից 66 միլիոն տարի առաջ: Տիրանոզավր Ռեքսը ուշ Կավճի դարաշրջանի գերագույն գիշատիչն էր, որը կշռում էր ութ տոննա և ուներ 12 մետր երկարությամբ և 3,5 մետր բարձրություն: Վերջին հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ նրա արագությունը սահմանափակվում էր 19 կմ/ժ:¹⁵²

Տրիցերատոպսը հսկայական խոտակեր էր, որը կշռում էր մինչև 10 տոննա, և ապրում էր ուշ կավճի դարաշրջանում Տիրանոզավրի հետ միասին: Նրա ամենանշանակալի առանձնահատկությունը մետր լայնությամբ ոսկրային վահանն էր, որը ծառայում էր որպես զրահ և սոցիալական գործիք՝ զուգընկերներ գրավելու կամ տեսակներ ճանաչելու համար: Նաև մոտավորապես 1 մետր երկարությամբ զույգ եղջյուրներ, որոնցից մեկը յուրաքանչյուր աչքի վերևում էր: Նրա կտուցով կտրում էր կոշտ արմավենու տերևները:¹⁵³

Քվեցալկոատլուսը (Quetzalcoatlus) երբևէ գոյություն ունեցած ամենամեծ թռչող կենդանին էր, որը 66 միլիոն տարի առաջ գերիշխում էր երկնքում: Այս պտերոզավրն ուներ 10-11 մետր թևերի բացվածք: Նրա բարձրությունը 5-6 մետր էր, կշռում էր մոտ

¹⁴⁹ Natural History Museum: [Cretaceous Period](#)

¹⁵⁰ **Է. Ս. Գրիգորյան, Տ. Դ. Դանիելյան, Ա. Յ. Եսայան, Գ. Գ. Սևոյան.** Կենսաբանություն 11, Հայաստան, 2010, էջ 210

¹⁵¹ Berkeley University of California: [Cretaceous Period: Life](#)

¹⁵² National Geographic: [Why Tyrannosaurus rex was one of the fiercest predators of all time](#)

¹⁵³ Natural History Museum: [Triceratops](#)

250 կգ: Այն ուներ երկար, անատամ կտուց, որն օգտագործվում էր որսն ամբողջությամբ կուլ տալու համար, հիմնականում ձուկ որսալու կամ դինոզավրերի դիակներ որոնելու համար:¹⁵⁴

Թեև անհետացումները կործանարար են կենդանի աշխարհի համար, դրանք միաժամանակ նոր հնարավորություններ են ստեղծում այլ տեսակների զարգացման ու գերիշխման համար: Առանց այդ աղետների շատ կենդանիներ, որոնց մենք այսօր գիտենք, կարող էին երբևէ չձևավորվել: Օրինակ՝ եթե տեղի չունենար այս մեծ անհետացումը, հավանական է, որ սողունները կշարունակեին գերիշխել Էկոհամակարգերում, իսկ կաթնասունները կմնային փոքր: Այնուամենայնիվ, պետք է հաշվի առնել նաև, որ Էվոլյուցիան շարունակական գործընթաց է, և հնարավոր է, որ որոշ կենդանիների խմբեր ձեռք բերեին այնպիսի հարմարանքներ, որոնք թույլ կտային նրանց հասնել գերիշխող դիրքի նույնիսկ առանց արտաքին աղետների:

Կայնոզոյանը երբեմն հայտնի է որպես «Կաթնասունների դարաշրջան»: **Պալեոգենում** ոչնչացումից հետո շրջակա միջավայրի արագ լրացումն է տեղի ունենում: Ցամաքում պարզունակ կաթնասուններն ու թռչունները սկսեցին արագ տարածվել: Ծովային կյանքի մեծ մասը նման է ժամանակակից ձկներին:

Երկիրը ոչնչացումից վերականգնվելուց հետո փոքր կաթնասուններն ու թռչունները բազմազանություն են ստեղծում խիտ անտառներում: Կաթնասունները մնացին փոքր, ամենամեծերը միայն փոքրիկ պոնիի չափ էին: Անհետացումից հետո սկզբում առատ էին պտերները, բայց ծաղկող բույսերն ու փշատերևները շուտով գերակշռեցին: Խոտաբույսերը, որոնք չափազանց կարևոր խումբ էին ուշ դարաշրջանի Էվոլոգիաներում, առաջացել են Պալեոգենի վաղ շրջանում:

Օվկիանոսներում սողունների մեծ մասը անհետացել էր, բացի կրիաներից ու կոկորդիլոսներից: Ծնածկներն ու ոսկրային ձկները դարձել էին ավելի տարածված, իսկ ոսկրային ձկները գերիշխում էին ծովերում: Անողնաշարավորների շրջանում հայտնվում են ավելի ժամանակակից ձկներով փորոտանիներ, փափկամարմիններ և երկփեղկանիներ: Մրջյունների խումբը անողնաշարավորների ամենազարգացած խումբն էր:

Եոցենը սկսվեց գլոբալ տաքացմամբ, ինչի շնորհիվ արևադարձային անտառները հասան մինչև բևեռային շրջաններ: Սա կարևոր շրջադարձային կետ էր. ցամաքում հայտնվեցին առաջին պրիմատները, ձիերը և ուղտերը, իսկ օվկիանոսներում՝ առաջին կետերը: Չնայած խոտաբույսերը սկսեցին զարգանալ, կաթնասունները մնացին տերևակերներ, քանի որ իսկական տափաստանները դեռ չէին ձևավորվել:¹⁵⁵

Մայրցամաքների բաժանման հետևանքով պարկավորները մեկուսացան և գերիշխեցին Ավստրալիայում ու Հարավային Ամերիկայում, իսկ ընկերքավոր կաթնասունները (կրծողներ, լեմուրներ) տարածվեցին մնացած աշխարհում: Միաժամանակ, ատամնավոր կետերը ցամաքային նախնիներից վերածվեցին օվկիանոսի գերիշխող գիշատիչների:¹⁵⁶

¹⁵⁴ Hertfordshire Zoo: [Quetzalcoatlus](#)

¹⁵⁵ Natural History Museum: [Paleogene Period](#)

¹⁵⁶ Sjeverni Velebit National Park: [Paleogene](#)

Hyracotherium-ը պարզունակ ձի էր, ընտանիքի ամենավաղ հայտնի անդամը: Չնայած այն ունի ցածր պսակավոր ատամներ, մենք տեսնում ենք բնորոշ ձիանման ակոսների սկիզբը սեղանատամների վրա: Hyracotherium-ը առջևի ոտքին ուներ 4 մատ, իսկ հետևի ոտքին 3 մատ:¹⁵⁷

Գլոբալ սառեցում է սկսվում Օլիգոցենի դարաշրջանում: Անտառները սկսում էին կրճատվել, իսկ տափաստանները՝ ընդարձակվել: Մարդանման կապիկները առաջին անգամ հայտնվում են: Նոր բացված լանդշաֆտները նպաստում էին արագ վազող որսի և գիշատիչների էվոլյուցիային: Տարածված էին եռմատանի ձիեր և ճագերջյուրների տարբեր տեսակներ: Կաթնասունները այս ժամանակ հասնում էին մեծ չափսերի: Ինդրիփտթերիումը (Indricotherium), որը ճագերջյուր է, երկրի պատմության մեջ ամենամեծ ցամաքային կաթնասունն էր և այն մոտ 5,5 մետր բարձրություն ուներ մինչև ուսը և կշռում էր 15-20 տոննա: Մսակերների շարքում ներկայացված էին և՛ կատուները, և՛ շները, այդ թվում՝ սրատամ կատուները (saber-toothed cats): Օվկիանոսում այս դարաշրջանի ուշ շրջանում հայտնվում են փոկերը, ծովառյուծները: Անողնաշարավորները շարունակում էին ավելի ժամանակակից տեսք ունենալ, մինչդեռ մարջանային խութերը տարածվում էին հարավային կիսագնդում՝ մինչև Նոր Զելանդիա:¹⁵⁸

Նեոգենի դարաշրջանը սկսվել է անտառների հսկայական տարածքները տափաստաններով և սավաննաներով փոխարինելով, ինչը նպաստել է կաթնասունների և թռչունների հետագա էվոլյուցիային: Միջավայրի այս փոփոխությունը հանգեցրեց արագ վազող խոտակերների (ինչպիսիք են ձիերը) և պրիմատների էվոլյուցիային, որոնք քայլում էին երկու ոտքի վրա՝ բարձր խոտի վրայով տեսնելու համար: Կետերը բազմազանություն են ապրել ծովերում, իսկ շնաձկները հասել են իրենց ամենամեծ չափերին միոցենի ժամանակ:

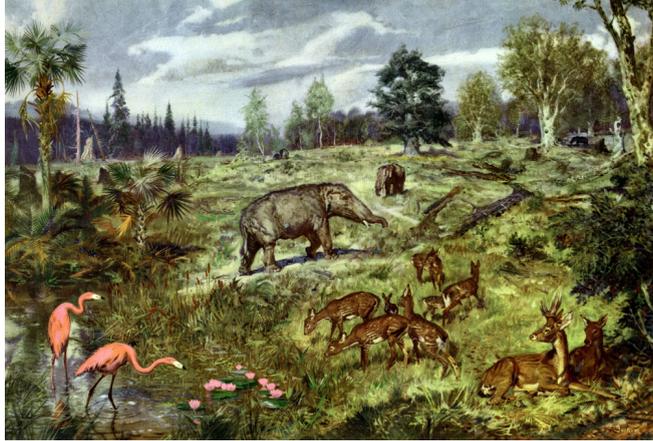
Միոցենի ընթացքում տափաստանների լայն ընդլայնում էր առաջացել ամբողջ հյուսիսային կիսագնդում և նպաստել կաթնասունների նոր տեսակների բազմազանությանը: Ձիերը անտառներից և մարգագետիններից անցել էին տափաստաններում արածելուն:¹⁵⁹ Ձիերը զարգացրին ավելի ամուր, էմալով պաշտպանված ատամներ, մինչդեռ որոճող կենդանիները (բիզոններ, ուղտեր, ոչխարներ, ընձուղտներ) զարգացրին բաժանված ստամոքսներ՝ կոշտ խոտը մարսելու համար: Բաց տարածքում անվտանգ մնալու համար շատ արածող կենդանիներ ավելի արագաշարժ դարձան և խմբեր կազմեցին:¹⁶⁰

¹⁵⁷ Florida Museum: [Hyracotherium](#)

¹⁵⁸ Natural History Museum: [Paleogene Period](#)

¹⁵⁹ Natural History Museum: [Neogene Period](#)

¹⁶⁰ National Geographic: [Neogene Period](#)



(k) Միոցենի լանդշաֆտ¹⁶¹

Ծովային կաթնասունները բազմազանություն են ապրել, այդ թվում՝ ատամնավոր և բեղավոր կետերի բազմազանություն, ծովառյուծներ, փոկեր, ծովացուլեր: Ոչ կաթնասուն գիշատիչների թվում էին ծովային կոկորդիլոսները և ամենամեծ շնածուկը՝ մեգալոդոնը: Ծովային անողնաշարավորները նման էին այսօրվա ներկայացուցիչներին:

Մեգալոդոնը պատմության մեջ ամենամեծ գիշատիչ շնածուկն էր, որի երկարությունը հասնում էր 10-15 մետրի: Նրա չափերը մրցում էին մեգոզոյան դարաշրջանի մեծ ծովային սողունների հետ, օրինակ՝ Իխտիոզավրի: Նրա երկու մետր լայնությամբ ձնոտները պարունակում էին ավելի քան 270 ատամ: Որպես դանդաղ նյութափոխանակությամբ գիշատիչներ, չափահասները թիրախավորում էին փոքրից մինչև միջին կետանմաններին, խոշոր ձկներին և ծովային կրիաներին:¹⁶²

Ամերիկյան մաստոդոնները անհետացել են 13,000 տարի առաջ: Մաստոդոնների ընտանիքը առանձնացել է մյուս փղանման ազգականներից Միոցենի ժամանակներում՝ 24-ից 5 միլիոն տարի առաջ: Չնայած հաճախ շփոթվում են մամոնտների և փղերի հետ, մաստոդոնները ավելի փոքր էին, քան մամոնտները՝ մոտավորապես ժամանակակից փղերի չափսերով, և առանձնանում էին ցածր գմբեթավոր գլուխներով, ավելի ուղիղ ժանիքներով: Նրանք օգտագործում էին իրենց եզակի կոնաձև ատամները՝ անտառային ճահճուտներում ճյուղեր և տերևներ մանրացնելու համար, ի տարբերություն խոտով սնվող մամոնտների: Նրանց ժանիքները, հավանաբար, օգտագործվում էին կեր հայթայթելու և զուգավորման ընթացքում գերիշխանություն հաստատելու համար: Դրանց անհետացումը բացատրվում է կլիմայի փոփոխությամբ և մարդկային որսով:¹⁶³

Նեոգենի ժամանակաշրջանում լանդշաֆտում գերիշխում էին սրատամ կատունները, ինչպիսիք են Մախայրոդոնը և Բարբուրոֆելիդները: Մախայրոդոնը հսկայական գիշատիչ էր, ուսի մոտ 1.2 մետր բարձրությամբ և ավելի քան 250 կգ քաշով, ատամնավոր, որոնք նախատեսված էին կտրատելու համար: Ի տարբերություն իրենց ավելի ուշ ազգականների, նրանք ունեին ավելի երկար ոտքեր, որոնք հարմար էին բաց խոտածածկ տարածքներում ակտիվ որսի համար: Միաժամանակ, «կեղծ»

¹⁶¹ Аугуста Й., Буриан З.. По путям развития жизни. 1959, №43: Миоценовый ландшафт

¹⁶² Paleo Hunters: [Megalodon](#)

¹⁶³ San Diego Natural History Museum: [Mastodon](#)

սրատամ Բարբուրոֆելիսը հասնում էր 300 կգ քաշի և առանձնանում էր երկար, բարակ սրերով: Այն կոչվում է կեղծ, քանի որ պատկանում է այլ ընտանիքի:¹⁶⁴

Պլիոցենում տեղի է ունեցել Պանամայի ցամաքային կամրջի ձևավորումը, որը սկիզբ է դրել «Մեծ ամերիկյան կենդանական փոխանակմանը»: Սա թույլ տվեց հյուսիսային տեսակներին (կատուներ, շներ, արջեր, ուղտեր) գաղթել դեպի հարավ, մինչդեռ հարավային տեսակները (հսկա համրուկներ, գրահակիրներ, պարկավորներ) տեղափոխվեցին հյուսիս, ինչը հանգեցրեց հարավամերիկյան բազմաթիվ եզակի տոհմածառերի ոչնչացմանը: Ցամաքում Պլիոցենը նույնպես կարևոր է մարդու էվոլյուցիայի համար. հենց այդ ժամանակ են վաղ հոմինիդները առաջին անգամ հայտնվում Աֆրիկայի բրածո գրառումներում, օրինակ՝ հայտնի «Լյուսի»-ն (*Australopithecus afarensis*):¹⁶⁵ Մարդկանց էվոլյուցիայի մասին ես մանրամասն գրել եմ իմ նախորդ հետազոտական աշխատանքում և դրա մեջ չեմ խորանա:

Քվատերնար կամ Անտրոպոգեն դարաշրջանում սկսեցին ուժեղ ցրտեր: Եվրագիան ու Հյուսիսային Ամերիկան չորս անգամ պատվեցին սառցադաշտերով: Դա էլ պատճառ է դարձել մամոնտների, քարանձավային արջերի, բրդոտ ռնգեղջյուրների, հսկայական եղջերուների և այդ ժամանակ հանդիպող շատ կենդանիների անհետացման համար:¹⁶⁶

Պլեյստոցենում էին հայտնվել ժամանակակից մարդիկ՝ *Homo erectus*-ը, *H. neanderthalensis*-ը և *H. sapiens*-ը: Մարդկանց Աֆրիկայից առաջին գրանցված միգրացիաները տեղի են ունեցել այս դարաշրջանում: Շատ խոշոր կաթնասուններ ոչնչացել են Պլեյստոցենի վերջում՝ մոտ 11,000 տարի առաջ, կարող է մարդկանց պատճառով:¹⁶⁷



(I) Պլեյստոցենի լանդշաֆտը ¹⁶⁸

Այս դարաշրջանում գերիշխում էին հսկա կենդանիներ: Հսկա կաթնասունները գերիշխում էին ցամաքում: Դրանց թվում էին քարանձավային արջերը, մամոնտները, հսկա եղջերուները, մաստոդոնտները, հսկա համրուկները, սրատամ կատուները և ուղտերը: Հյուսիսային Ամերիկայի հարթավայրերը բնակեցված էին տերատորնիդ թռչուններով (ամենամեծ թռչող թռչուններից էին) և հսկա կուղբերով:

Օվկիանոսները գերիշխում էին հսկա ծովային կենդանիներ, ինչպիսիք են մեգալոդոնտները և կետերը: Կլիմայի կայունացմանը զուգընթաց հսկա կենդանիները

¹⁶⁴ Berkeley University of California: [What is a Saber-Tooth?](#)

¹⁶⁵ Natural History Museum: [Neogene Period](#)

¹⁶⁶ **Է. Ս. Գրիգորյան, Ֆ. Դ. Դանիելյան, Ա. Յ. Եսայան, Գ. Գ. Սևոյան.** Կենսաբանություն 11, Հայաստան, 2010, էջ 212

¹⁶⁷ Natural History Museum: [Neogene Period](#)

¹⁶⁸ Utah Geological Survey: [Utah's Pleistocene Fossils: Keys for Assessing Climate and Environmental Change](#)

մահացան, բացի կետերից և ձիերից: Գիտնականները կարծում են, որ կա՛մ չափազանց որսը, կա՛մ ծայրահեղ ցուրտը ոչնչացրեցին այս կենդանիներին: Չենքի ծայրեր են գտնվել, որոնք խրված էին հսկայական ոսկորների կույտերում: Յակա համրուկները սառցե դարաշրջանում հաջող էին, անհետացան ընդամենը 4200 տարի առաջ, իսկ մյուս հսկաները այդքան երկար չապրեցին: Յակա քարանձավային արջը, որը կշռում էր մեկ տոննա, չնայած հիմնականում բույսեր էր ուտում, ոչնչացավ մոտ 24000 տարի առաջ:

Հոլոցենը ներկայիս դարաշրջանն է: Ժամանակակից կենդանիները կապված են Պլեյստոցենի կենդանիների հետ, նրանք կարող են ավելի փոքր լինել, բայց ունեն ընդհանուր գենետիկական տեղեկատվություն:

Մեծ սպիտակ շնաձուկը օվկիանոսի գերիշխող գիշատիչն է, որը հասնում է մինչև 6 մետր երկարության և կշռում է մինչև 2270 կգ: Այս շնաձկները արագաշարժ են, ունեն 300 ատամ: Նրանք ունեն անհավանական հոտառություն և նույնիսկ կարող են հայտնաբերել այլ կենդանիների էլեկտրամագնիսական դաշտերը:¹⁶⁹

Բրոյա մամոնտները ապրել են Եվրոպայի, Ասիայի և Հյուսիսային Ամերիկայի սառցե տունդրաներում մինչև մոտ 10,000 տարի առաջ, չնայած որոշները գոյատևել են մինչև մ.թ.ա. 1650 թվականը՝ Բրգերի կառուցման ժամանակահատվածում: Ունեին 4 մետր հասակ: Նրանք դիմացել են մինչև -50°C ջերմաստիճանին՝ շնորհիվ փոքր ականջների, ճարպ կուտակող սապատի և խիտ մորթու: Այս բուսակերները օգտագործում էին 4.5 մետր երկարությամբ ժանիքներ՝ ձյան մեջ խոտ փորելու համար: Ինչպես ժամանակակից փղերը, եգերը մտնում էին հոտերում, մինչդեռ արունները հեռանում էին մոտ 10 տարեկանում: Նրանք ոչնչացան կլիմայի տաքացման և մարդկային որսի պատճառով:¹⁷⁰

Դոդոն հսկա, չթռչող աղավաղ էր, որը զարգացել է Մավրիկիոսի մեկուսացված անտառներում 10 միլիոն տարվա ընթացքում: Մոտ 70 սմ հասակով և մոտավորապես 12 կգ քաշով գիտական ապացույցները ցույց են տալիս, որ այն բավականին նիհար և խելացի էր, զարգացած հոտառությամբ, որն օգտագործվում էր ընկած մրգեր գտնելու համար: Չնայած իր կղզուն կատարելապես հարմարված լինելուն, դոդոն 1680 թվականին ոչնչացել էր՝ հոլանդացի նավաստիների պատճառով: Մարդիկ որսում էին նրանց, խոզերը, առնետները և շները ոչնչացնում էին նրանց բները և ուտում նրանց ձկները:¹⁷¹

Մարդկային գործունեությունն է պատասխանատու «գլոբալ տաքացման»՝ միջին գլոբալ ջերմաստիճանի բարձրացման համար, որը դեռևս շարունակվում է:

Իսկ ի՞նչ էր կատարվում **Ջայաստանում** այդ ժամանակ: Լեռների զանգվածային բարձրացումից առաջ Ջայկական լեռնաշխարհը Թեթիսի օվկիանոսի մաս էր կազմում, ինչի մասին վկայում են բրածո կորալների, փափկամարմինների, հին կետերի և լամանտիանների (55-65 միլիոն տարեկան) հայտնաբերումները: Մոտ 25 միլիոն տարի առաջ տարածքը դարձավ չորային ցամաք՝ տաք արևադարձային կլիմայով: Այս ժամանակահատվածում տարածաշրջանի բնական միջավայրը նման էր ժամանակակից Աֆրիկային: Մաստոդոնները, հիպարիոնները, ընձուղտները, ռնգեղջյուրները և ջայլամները ապրում էին պտերների մեջ:

¹⁶⁹ AZ Animals: [The Quaternary Period: Animals, When It Happened, and Major Events](#)

¹⁷⁰ National Geographic: [Woolly Mammoth](#)

¹⁷¹ Natural History Museum: [The dodo bird: The real facts about this icon of extinction](#)

Մոտ 7 միլիոն տարի առաջ ակտիվ հրաբխային գործունեությունն ու սառեցումը կլիմայի ավելի խստացման պատճառ դարձան, բայց անընդհատ սառցադաշտերի բացակայությունը թույլ տվեց կյանքին գոյատևել և զարգանալ: Չարգացան եգակի տեսակներ, ինչպիսիք են հայկական մուֆլոնը, բեզուարյան այծը և վայրի հացահատիկայինները:¹⁷² Երևանի դիրքը մոլորակի վրա միլիոնավոր տարիների ընթացքում կարելի է լավ տեսնել [այս քարտեզով](#):

Վերջաբան

Ինֆորմացիան համառոտ ամփոփելով՝ Երկիրը ձևավորվել է 4.6 միլիարդ տարի առաջ, իսկ կյանքը առաջացել է մոտ 3.5-4.1 միլիարդ տարի առաջ: Մեծ օքսիդացման իրադարձությունը և «Ձևագնդի Երկրի» սառցադաշտերը շրջակա միջավայրի կարևոր փոփոխություններ էին, որոնք թույլ տվեցին բարդ բազմաբջիջ կյանքի առաջացմանը: Քեմբրիական պայթյունի բազմազանության պայթյունից հետո կյանքը գաղութացրեց ցամաքը և զարգացավ դինոզավրերի և կաթնասունների դարաշրջաններում:

Կյանքի ծագումը Երկրի վրա միլիոնավոր տարիներ տևած քիմիական և կենսաբանական Էվոլյուցիայի արդյունք է: Չնայած նախապատմական ժամանակաշրջանի մասին դեռ շատ հարցեր կան, բայց բրածոները օգնում են հասկանալ ընդհանուր պատկերը: Այս ամենը օգնում է մեզ ավելի լավ պատկերացնել մեր մոլորակի պատմությունն ու այն, թե ինչպես ենք հասել մեր օրերին:

Այս հետազոտությունն ինձ օգնեց ամեն ինչ իր տեղը դասավորել: Մինչ այս, երբ նախապատմական ժամանակաշրջանի մասին ինչ-որ բան էի լսում, ինֆորմացիան խառնվում էր իրար, որովհետև չէի պատկերացնում՝ որը երբ է եղել: Հիմա արդեն ամեն ինչ հերթով դասավորված է մտքիս մեջ ու հասկանում եմ, թե կյանքն ինչպես է աստիճանաբար զարգացել ու ավելի բարդացել: Այն նաև ինձ ցույց տվեց, թե ինչ հետաքրքիր և հրաշալի է կյանքը մեր մոլորակի վրա, թե ինչքան բարդ ուղով է անցել, ինչքան փոփոխություններով և զարգացումներով:

Այս թեման շատ ծավալուն է, ու կարելի է անվերջ գրել դրա մասին: Ես փորձեցի առանձնացնել ամենակարևորն ու ներկայացնել այնպես, որ հասկանալի լինի բոլորին:

Օգտագործված գրականություն՝

Bookinist. Գիտելիքների Հանրագիտարան, Տիեզերք. Հայաստան, 2017, էջ 110

Bill Bryson. *A short history of nearly everything.* ԱՄՆ, 2003, էջեր 9, 38, 327

Է. Ս. Գրիգորյան, Տ. Դ. Դանիելյան, Ա. Ջ. Եսայան. Կենսաբանություն 9, Հայաստան, 2014, էջ 119

Է. Ս. Գրիգորյան, Տ. Դ. Դանիելյան, Ա. Ջ. Եսայան, Գ. Գ. Սևոյան.

Կենսաբանություն 11, Հայաստան, 2010, էջեր 187-199, 203, 205, 208, 210, 212

Аугуста Й., Буриан З. *По путям развития жизни.* 1959, նկար 6, 14, 43

¹⁷² Вики Новости: [Армения до начала времен](#)