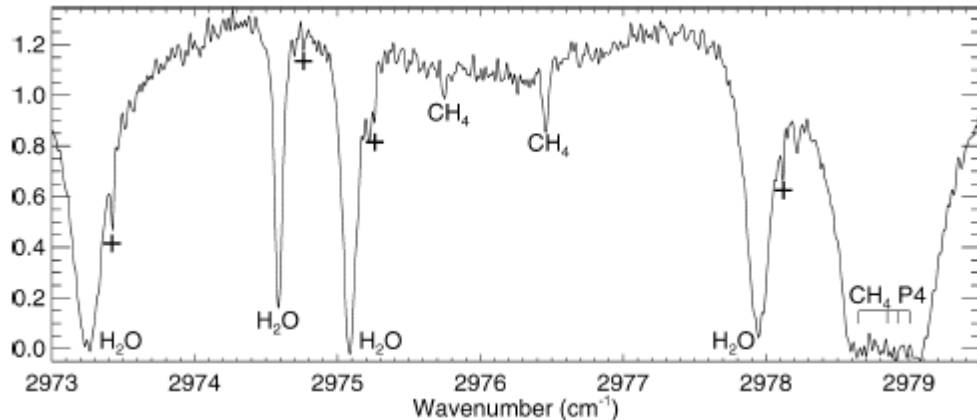


# Արդյո՞ք Մարսի մթնոլորտում դիտվող մեթանը կենսաածին բնույթ ունի Արարատ Եղիկյան

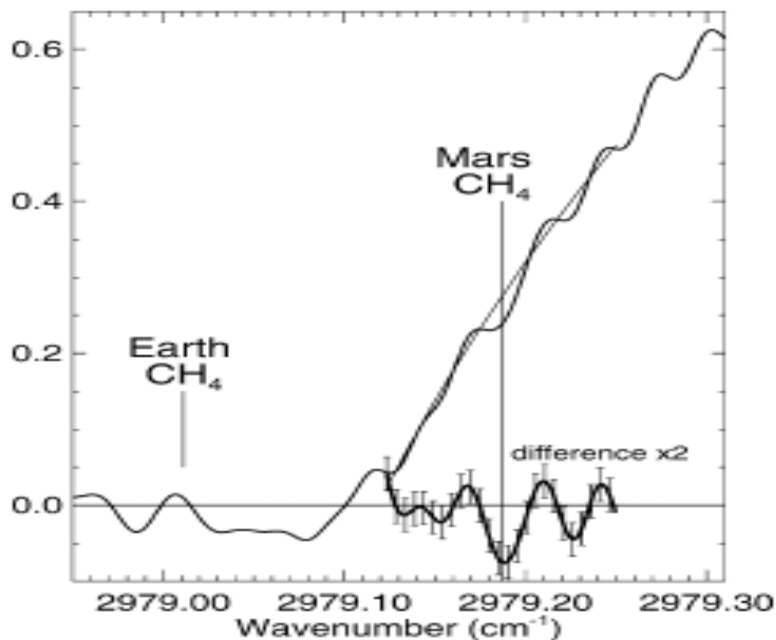
## 1. Ներածություն

Վերջերս Մարսի մթնոլորտի սպեկտրում մեթանի հետքեր են արձանագրվել, որի պարունակությունը հիմնական մթնոլորտային գազի,  $\text{CO}_2$  նկատմամբ  $10^{-8}$  է (Krasnopolsky at al., 2004):



Նկար 1. Մարսի մթնոլորտի սպեկտրը

Փաստը հաստատվել է նաև այլ հեղինակների կողմից, այլ գրանցման եղանակներով:



Նկար 2.  $\text{CH}_4$  շերտը Մարսի մթնոլորտի սպեկտրում

Վերլուծելով Մարսի պայմաններին բնորոշ մեթանի ոչ օրգանական բոլոր հնարավոր աղբյուրներով պայմանավորված ներհոսքը, նշված հեղինակները

եզրակացնում են, որ մեթանի դիտվող քանակությունը հետևանք է Մարսի վրա ապրող մեթանածին մանրէներին (դրանց նմանները հայտնի են նաև Երկրի կենսոլորտում): Սակայն նշված հեղինակները հաշվի չեն առել միջնոլորակային փոշու ակրեցիայով պայմանավորված մեթանի ներհոսքը Մարս առաջացումից անմիջապես հետո: Ոչ օրգանական ծագում ունեցող նյութի աղբյուրները քննարկելիս նրանք դիտարկել են միայն սովորականից ավելի փոքր միջին չափեր ունեցող գիսավորներ, հաշվի չառնելով այսպես կոչվող «փափուկ վայրէջք» երևույթի շնորհիվ գիսավորի նյութի մի մասի քիմիապես անփոփոխ Մարսի մակերևույթի վրա հայտնվելը: Աշխատանքի նպատակն է, ցույց տալ, որ միջնոլորակային փոշու միջոցով Մարս անհրաժեշտ քանակության մեթան է բերվել, ապահովելով ժամանակակից դիտվող մեծության արժեքը:

## 2. Մեթանի կյանքի տևողությունը Մարսի մթնոլորտում

Նշված հեղինակները (Krasnopolsky at al., 2004) պնդում են, որ Մարսի մթնոլորտում հայտնաբերված մեթանի քանակությունը, քայքայվելով որոշակի ֆոտոքիմիական ռեակցիաների պատճառով, կսպառվի մի քանի հարյուր տարիների ընթացքում, այնպես որ անհրաժեշտ է ընդունել Մարսի վրա մշտական գործող մեթանի աղբյուրի գոյությունը: Գնահատելով մեթանի ոչ օրգանական ծագում ունեցող աղբյուրների հզորությունը անբավարար, նրանք կապեցին մեթանի դիտվող քանակությունը «մեթանածին» մանրէների հետ:

Սկզբից հետևելով նշված հեղինակներին, համոզվենք, որ դիտվող մեթանը իրոք մոլորակի կյանքի տևողության հետ համեմատած շատ արագ պետք է անհետանա:

Մարսի մթնոլորտում հայտնաբերված մեթանի պարունակությունն

$$f_{\text{CH}_4} = \frac{N_{\text{CH}_4}}{N_{\text{CO}_2}} = 10 \pm 3 \cdot 10^{-9}, \quad N_{\text{CO}_2} = 16 \frac{\text{գ}}{\text{սմ}^2},$$

որտեղ  $N_{\text{CO}_2}$  միավոր կտրվածք ունեցող մթնոլորտային սյունակում ածխածնի դիօքսիդի քանակն է:

Մարսի մթնոլորտում մեթանի կորուստի հիմնական ձևը դա արեգակնային Լայման-ալֆա քվանտներով պայմանավորված քայքայումն է, ֆոտոլիզը: Այդ պրոցեսի արագությունը կարելի է գնահատել այսպես.

$$L_{1216} = \frac{I_{1216}}{4 \cdot r^2} \frac{\sigma_{CH_4}}{\sigma_{CO_2}} f_{CH_4},$$

որտեղ  $I_{1216} = 3.7 \cdot 10^{11}$  – ֆոտոնային հոսքն է Երկրի ուղեծրի մոտ,  $r = 1.52$  ա.մ. – Մարսի Արեգակից ունեցած հեռավորությունն է, արտահայտված աստղագիտական միավորներով,  $\sigma(CH_4) = 1.85 \cdot 10^{-17}$  սմ<sup>2</sup>,  $\sigma(CO_2) = 7.4 \cdot 10^{-20}$  սմ<sup>2</sup> – ֆոտոքայքայման համապատասխան կտրվածքներն են: Լայման-ալֆա ֆոտոնների կլանումը տեղի ունի, սկսած 80 կմ բարձրությունից, իսկ քանի որ մեթանի այսպես կոչվող խառնվելու ժամանակը շատ ավելի կարճ է, քան ստորև գնահատված ֆոտոլիզի նկատմամբ մեթանի կյանքի տևողությունը այդ բարձրություններում, կարելի է համարել, որ մեթանի պարունակությունը հաստատուն է այդ բարձրության վրա, և ստացիոնար դեպքում մեթանի կորուստի տեմպն է՝  $L = 3 \cdot 10^5$  սմ<sup>-2</sup> վ<sup>-1</sup>:

Համոզվենք, որ ֆոտոքայքայման հետևանքով մեթանի կյանքի տևողությունը Մարսի մթնոլորտում մի քանի հարյուր տարուց ավելի չի լինի: Իրոք, քայքայման տեմպի համար ստացանք  $L = 3 \cdot 10^5$  սմ<sup>-2</sup> վ<sup>-1</sup>, այսինքն, Մարսի մակերևույթից միավոր ժամանակում, միավոր մակերեսի վրա այդքան մեթանի մոլեկուլներ են ֆոտոքայքայվում: Բազմապատկելով Մարսի մակերեսով ( $S_{Mars} = 1.45 \cdot 10^{18}$  սմ<sup>2</sup>) կստանանք միավոր ժամանակում Մարսի մակերեսի մոտ քանի մեթանի մոլեկուլ կքայքայվի, իսկ բազմապատկելով  $3 \cdot 10^7$  (1 տարին =  $3 \cdot 10^7$  վ)-ով կստանանք, որ մեկ տարվա ընթացքում Մարսի մակերևույթի մոտ կքայքայվի  $1.3 \cdot 10^{31}$  մեթանի մոլեկուլ: Այն կհամապատասխանի հետևյալ զանգվածին՝  $ML_{CH_4} = 1.3 \cdot 10^{31} \cdot 16 \cdot 1.67 \cdot 10^{-24}$  գ =  $3.4 \cdot 10^8$  գ, քանի որ մեթանի մոլեկուլյար կշիռը 16 է, իսկ ջրածնի ատոմի զանգվածը  $1.67 \cdot 10^{-24}$  գ: Այսպիսով, մեկ տարվա ընթացքում Մարսի մակերևույթի մոտ կքայքայվի  $ML_{CH_4} = 3.4 \cdot 10^8$  գ  $CH_4$ :

Իսկ ինչքա՞ն մեթան կա Մարսի մթնոլորտում: Համեմատելի միավորներով Մարսի վրա գոյություն ունի  $M_{CH_4} = f_{CH_4} N_{CO_2} \cdot S_{Mars} = 10^{-8} \cdot 16 \cdot 1.45 \cdot 10^{18} = 2.32 \cdot 10^{11}$  գ: Պարզ է, որ այն կհերիքեր միայն  $t_{CH_4} = M_{CH_4} / ML_{CH_4} = 677$  տարի:

Այսպիսով, Մարսի մթնոլորտում մեթանի կյանքի տևողությունն է 677 տարի: Քանի որ Մարսը առաջացել է Երկրի հետ միասին մոտ 4.5 միլիարդ տարի առաջ, և ոչ մի հիմք չկա ենթադրել, որ Մարսի համար ներկա իրավիճակը տարբեր է այլ

ժամանակամիջոցներում տեղի ունեցած երևույթներից, կարելի է, հետևելով (Krasnopolsky at al., 2004) ընդունել, որ Մարսի վրա մեթանի մշտական գործող աղբյուր կա:

Նշված հեղինակները, բացառելով, ըստ իրենց, մեթանի բոլոր հնարավոր ոչ կենսածին աղբյուրները, եզրահանգեցին մեթանածին բակտերիաների առկայությանը Մարսում, որպես նման մի աղբյուր: Իրականում, նրանք թերագնահատել են մեթանի աղբյուր հանդիսացող, Մարսի առաջացման վաղ փուլում իրեն հետ բախված գիսավորներով բերված մեթանի քանակությունը, և ընդհանրապես հաշվի չեն առել նույնքան մեթանի մութքը արեգակնային համակարգի ձևավորման վաղ շրջանում միջմոլորակային փոշու միջոցով: Նախ քննարկենք Երկրի տիպի մոլորակների առաջացման ժամանակակից պատկերացումները, որոնց համաձայն ոչ Երկրի, և ոչ էլ Մարսի վրա ի սկզբանե օրգանական միացությունների և ոչ մի հետք չի եղել:

### **3. Օրգանական նյութը նախա-Երկրում և Մարսում**

Մարսի զարգացման վաղ փուլում տեղի ունեցած երևույթներից հատուկ ուշադրության են արժանի երկուսը՝ 4.5 միլիարդ տարի առաջ առաջացան բոլոր մոլորակները, այդ թվում Երկիրը և Մարսը, որին հետևեց մոլորակների ինտենսիվ ռմբահարումը գիսավորներով մոտ 700 միլիոն տարիների ընթացքում: Այդ ժամանակահատվածում զուգահեռաբար նույնքան նյութ, որքան որ Երկրի տիպի մոլորակների վրա էր բերվել գիսավորներով, իջավ մոլորակների վրա միջմոլորակային փոշու տեսքով, այն նույն նյութը, որից և առաջացել էին գիսավորները: Ինտենսիվ ռմբահարումը վերջացավ, համաձայն Լուսնի խառնարանների վիճակագրությանը, մոտ 3.8 միլիարդ տարի առաջ: Այսպիսով, 4.5-3.8 մլրդ տարի առաջ, այսինքն Երկրի առաջացման պահից, Լուսնի (հետևաբար և Երկրի և Մարսի) վրա են թափվել մի քանի հարյուր միլիոնից ավել գիսավորներ և (շատ ավելի պակաս թվով) աստղակերպեր (*Ehrenfreund, et al. 2002*): Դա զուգորդվել է նաև նույն բաղադրությամբ օժտված վաղ շրջանի միջմոլորակային փոշու ակրեցիայով:

Կան ապացույցներ (*Ehrenfreund, et al. 2002*), որ մոլորակների ձևավորման ժամանակը չի գերազանցել 10-30 մլն տարի, Երկրի տիպի մոլորակները ավելի շուտ, հսկաները ավելի ուշ: Կարևորը ներկայացվող սցենարում նա է, որ

ջերմաստիճանը նորաստեղծ մոլորակների մոտ կախված էր նախաարեգակից ունեցած հեռավորությունից, և որ հսկա մոլորակների առաջացման տիրույթում նյութը մնացել էր գրեթե անփոփոխ, այնպիսին, ինչպիսին եղել էր ծնող միջաստղային ամպում մինչև սեղմվելը, գազի և փոշու տեսքով: Մասնավորապես, նորաստեղծ Մարսի և Երկրի մոտ ջերմաստիճանը հավասար էր համապատասխանաբար, 400 և 800 K, այսինքն հիմնականում սիլիկատներից բաղկացած այդ մոլորակների ապարներում պետք է գրեթե բացակա էին ջուրը, այլ հեշտ քայքայվող և ցնդող նյութերը, օրինակ, բոլոր ածխածին պարունակող միացությունները: Ավելին, նորաստեղծ Երկիրը (և Մարսը) զուրկ էր ոչ միայն օվկիանոսներից, այլ նաև սկզբնական մթնոլորտից, քանի որ այդ մոլորակների զանգվածը այնքան մեծ չէր, որ ձգողությամբ պահեր շրջակա գազերը (հիմնականում ջրածինը և հելիումը): Յուպիտերի մոտ և ավելի հեռու, ջերմաստիճանը այնքան ցածր էր, որ ջրի և այլ միացությունների, օրինակ մեթանի, ամոնիակի, ածխածնի օքսիդների և նույնիսկ ածխաջրածինների սառույցները կարող էին գոյատևել: Հենց այդ պատճառով էլ նման գոյացումները ապարներից բաղկացած մոտավորապես Երկրի չափեր ունեցող միջուկների շուրջը սառույցների շնորհիվ կարողացան կուտակել մեծ քանակությամբ նյութ, դառնալով ի վերջո ջրածնա-հելիումային մթնոլորտով շրջապատված հսկա մոլորակներ: Մարսի և Յուպիտերի ուղեծրերի միջև ձևավորվեցին աստղակերպերը, չկայացած մոլորակները, իսկ Յուպիտերի և Նեպտունի արանքում՝ սառույցներից բաղկացած գիսավորները: Մի քանի մետրից մինչև մի քանի հարյուր կիլոմետր տրամագիծ ունեցող այդ օբյեկտների մի մասը, բախվելով հարևան մեծ մոլորակների հետ, ոչնչացան, մյուս մասը, հսկա մոլորակների ձգողության ազդեցության պատճառով, մղվեց դեպի ներքին մոլորակները, կամ էլ Արեգակնային համակարգի ծայրամասերը: Ինչպես արդեն նշվել է, 4.5-3.8 մլրդ տարի առաջ ընկած ժամանակահատվածում, համաձայն Լուսնի խառնարանների վիճակագրությանը, մի քանի կիլոմետրից ավել չափեր ունեցող մոտ 100 միլիոն գիսավոր է ընկել Երկրի և Մարսի վրա, միջինում մեկ հատը մի քանի տարվա ընթացքում, ընդ որում ամեն մի բախման հետևանքով անջատված էներգիան այնքան էր, որ օվկիանոսները ամբողջությամբ գոլորշիանում էին: Քանի որ Մարսի սկզբնական ջերմաստիճանը 400 K –ից պակաս չի եղել, իսկ գոյության առաջին կեսմիլիարդ տարվա ընթացքում Մարսի

վրա են ընկել մոտ հարյուր միլիոն գիսավոր, որոնցից առնվազն կեսը 20-30 կմ/վ արագությամբ, ակնհայտ է, որ Մարսի կեղևի մոտ հինգ կմ խորությամբ արտաքին շերտի ջերմաստիճանը 400 K-ից չի նվազել գոյության հենց առաջին կեսմիլիարդ տարվա ընթացքում, այնպես որ նախա-Մարսը զուրկ է եղել հեշտ ցնդող նյութերից, այն է, ջրից և ածխածին պարունակող միացություններից: Դրանց համեմատաբար փոքր մասը, գտնվելով կապված վիճակում ստորգետնյա ապարներում, հետագայում էլ, հրաբխային ակտիվության սկսվելուց հետո, փոքր դեր է խաղացել մթնոլորտի և ջրոլորտի առաջացման ժամանակ:

Իսկ հիմա պարզենք թե ինչպես է առաջացել առաջնային մթնոլորտը: Կյանքի առաջացումն ու զարգացումը մեր մոլորակում կապված են մթնոլորտի առաջացման և էվոլյուցիայի հետ: Առաջնային մթնոլորտը հավանաբար մատակարար է ծառայել այն նյութի համար, որից էլ հետո առաջացել է առաջնային կյանքը: Առաջնային մթնոլորտի կազմը փոփոխվել է նաև մթնոլորտային քիմիական և ֆոտոքիմիական ռեակցիաների հետևանքով: Ժամանակակից մոդելներում դիտարկվում են գիսավորների կապը մթնոլորտի ու կյանքի առաջացման և էվոլյուցիայի հետ (Yeghikyan, 2009):

Թեթև նյութի մեծ մասը մեր մոլորակում կազմում է  $H_2O$ -ն, և հենց նա էլ հանդիսանում է գիսավորների հիմնական բաղադրիչ մասը, ավելի ստույգ, գիսավորները բաղկացած են 70-80% ջրից, իսկ մյուս մասը «կիսվում է» ապարների և C,H,O,N պարունակող բարդ քիմիական միացությունների միջև, որոնց բնույթը դեռ պարզ չէ:  $CO$  և  $CO_2$  պարունակությունը ջրի նկատմամբ կազմում է մոտ 10-20%, մինչդեռ  $CH_4$ -ի համար՝ 1-10%: Գիսավորների միջուկների միջին խտությունը մոտ  $1 \text{ գ/սմ}^3$  է: Քանի որ Մարսի մթնոլորտի 95% բաղկացած է  $CO_2$ -ից, ընդամենը  $2.3 \cdot 10^{19}$  գ, հեշտ է համոզվել, որ այդ քանակության  $CO_2$  կարող էր հասցվել Մարս գիսավորներով: Իրոք, մոտ  $10^8$  գիսավորների (ավելի ճիշտ, վաղ շրջանում Երկիրը ռմբակոծած գիսավորների) գումարային զանգվածը, մեծամասնություն կազմող 3-5 կմ շառավիղ ունեցող գիսավորների համար, հավասար է  $(R = 4 \text{ կմ}) \cdot (4/3)\pi R^3 \cdot 1 \cdot 10^8 = 2.7 \cdot 10^{25}$  գ:

Որպեսզի գնահատենք, թե գիսավորների այդ հոսքից ո՞ր բաժինն է ընկել Մարսի վրա, համեմատենք Մարսի և Երկրի այսպես կոչվող գրավիտացիոն ազդեցության ոլորտների շառավիղները՝

$$\frac{g_{\text{Mars}}}{g_{\text{Earth}}} = \frac{r_{\text{Mars}} \cdot \left(\frac{M_{\text{Mars}}}{M_{\text{Sun}}}\right)^{2/5}}{r_{\text{Earth}} \cdot \left(\frac{M_{\text{Earth}}}{M_{\text{Sun}}}\right)^{2/5}} = 0.217 :$$

Պարզ է, որ դեպի Երկիր ուղղված գիսավորների հոսքի  $0.217^2=0.0473$  մասը բաժին կնկներ Մարսին, այսինքն գիսավորները այդ մոլորակն են հասցրել  $2.7 \cdot 10^{25} \cdot 0.0473=1.28 \cdot 10^{24}$  գ նյութ, կամ  $0.7 \cdot 0.1 \cdot 1.28 \cdot 10^{24} = 8.94 \cdot 10^{22}$  գ  $\text{CO}_2$  :

Այստեղ հարկ է շեշտել հետևյալ հանգամանքը: Մարսի մթնոլորտում մեթան հայտնաբերած հեղինակները, (Krasnopolsky at al., 2004) թերագնահատել են գիսավորներով բերված մեթանի քանակը, ընտրելով կես կիլոմետրից էլ պակաս շառավիղներ ունեցող գիսավորները վերը նշված գիսավորների հոսքի անդամների համար: Բանն այն է, որ բախման հետևանքով գիսավորի զանգվածին համեմատական անջատված էներգիան այնքան մեծ է, որ պայթյունի կենտրոնում ջերմաստիճանը կարող է հասնել մինչև 50000 K, որի հետևանքով մեթանի, ինչպես նաև ջրի և ածխածնի դիօքսիդի մոլեկուլները կքայքայվեն և անվերադարձ դուրս կնդվեն նշված միացությունների համապատասխան քիմիական ցիկլերից: Սակայն նման սցենարը քանաքապես հաշվարկված չէ հեղինակների կողմից, մինչդեռ վերջերս կատարած գիսավոր-Երկիր բախման ճշգրիտ գազադինամիկ հաշվարկները ցույց տվեցին, որ այսպես կոչվող շոշափող հարվածների դեպքում գիսավորի նյութի մի քանի տոկոսը (2-3% Երկրի դեպքում, մինչև 5-7% Մարսի դեպքում, հավանաբար 2.6 անգամ ավելի փոքր ազատ անկման արագացման արժեքի պատճառով): Շոշափող են կոչվում 5-10` և ավելի պակաս մութի անկյուն ունեցող բախումները` կարելի է ցույց տալ, որ գիսավորների համասեռ հոսքի դեպքում դրանց մասը կազմում է ոչ պակաս, քան մոտ 1%:

Այսպիսով, կարելի է ընդունել, որ գիսավորներով Մարս հասցրած  $8.94 \cdot 10^{22}$  գ  $\text{CO}_2$ -ի  $0.01 \cdot 0.05=0.0005$  մասը, այսինքն,  $8.94 \cdot 10^{22} \cdot 0.0005 = 4.47 \cdot 10^{19}$  գ ածխածնի դիօքսիդը քիմիապես անփոփոխ վիճակում իջել է Մարսի մակերևույթի վրա 4.5-3.8 միլիարդ տարի առաջ: Ինչպես արդեն նշվել էր, Մարսի ժամանակակից մթնոլորտը գրեթե ամբողջությամբ բաղկացած է  $\text{CO}_2$ -ից, ընդամենը  $2.3 \cdot 10^{19}$  գ, այսինքն կարգի ճշտությամբ ստացված մեր գնահատականը սխալ չէ և չի հակասում գիսավորներով բերված նյութի վարկածին: Իհարկե, հավանաբար

ապարների դեգազացիան էլ է դեր խաղացել Մարսի մթնոլորտի առաջացման գործընթացում, բայց որպես երկրորդական պրոցես:

Այսպիսով, գիսավորները առաջացել են նախա-Յուպիտերի շրջակայքում նախաարեգակնային սկավառակի նյութից: Սկավառակը իր հերթին առաջացել է նախա-Արեգակը ծնող միջաստղային ամպի սեխմվան հետևանքով, որտեղ սառցե մեթանի պարունակությունը փոշում 10% պակաս չի եղել (Yeghikyan et al. 2001):

#### 4. Ինչքա՞ն մեթան է բերվել Մարս գիսավորների կողմից

Ինչպես արդեն նշվել էր, մեթանի պարունակությունը գիսավորներում, ըստ ջրի մոլեկուլների քանակի նկատմամբ, կազմում է մոտ 1-10%, 1%՝ ժամանակակից գիսավորներում, և ինչպես արդեն ցույց տվեցինք, վաղ շրջանի նման տիպի օբյեկտներում այն կարող էր հասնել 10%-ի: Այդ դեպքում, հաշվի առնելով որ «փափուկ վայրէջք» կատարած գիսավորներով Մարս է բերվել մոտ  $4.47 \cdot 10^{19}$  գ  $\text{CO}_2$ , պարզ է, որ նույն գիսավորները բերեցին նաև  $(4.47/3.67) \cdot 10^{18} = 1.2 \cdot 10^{18}$  գ  $\text{CH}_4$ , որտեղ փակագծերում բերված արտահայտությունը հաշվի է առնում  $\text{CO}_2$  և  $\text{CH}_4$  մոլեկուլյար կշիռների հարաբերությունը: Երկրորդ բաժնում արդեն ցույց էր տրվել, որ մեկ տարվա ընթացքում Մարսի մակերևույթի մոտ կքայքայվի  $M_{\text{CH}_4} = 3.4 \cdot 10^8$  գ մեթան, այսինքն գիսավորներով բերված մեթանը կհերիքի  $1.2 \cdot 10^{18}$  գ /  $3.4 \cdot 10^8$  գ/տարի =  $3.5 \cdot 10^9$  տարի :

Համաձայն վերոհիշյալ գիսավոր-մոլորակ բախման գազադինամիկ հաշվարկների, շոշափոխ հարվածի դեպքում գիսավորի ստորին մասից անկման արագության վեկտորին հակառակ ուղղությամբ, բայց թվապես հավասար արագությամբ նյութի շիթ է ժայթքում: Շիթը կարող է պարունակել, Մարսի դեպքում, գիսավորի զանգվածի մինչև 5-7% : Հենց այդ նյութն էլ անփոփոկ վիճակում «փափուկ վայրէջք է» կատարում: Չի բացառվում, որ նա անմիջապես թաղվում է գիսավորի հեռավոր մասերից պայթյունի հետևանքով ցրված ապարներով: Սառցե մեթանը, սուբլիմացիայի հետևանքով, ապահովում է մեթանի մոլեկուլների դիֆուզիոն հոսք դեպի մակերևույթ, որը ստացիոնար պայմաններում պետք է հավասար լինի երկրորդ բաժնում բերված կորուստի հոսքին:

#### 5. Ամփոփում



Այսպիսով, այս ամենից կարող ենք եզրակացնել, որ Մարսի գոյության առաջին կեսմիլիարդ տարվա ընթացքում շոշափող հարվածներ իրականացնող գիսավորներով Մարս է հասցվել մոտ  $4.47 \cdot 10^{19}$  գ  $\text{CO}_2$  և  $1.2 \cdot 10^{18}$  գ  $\text{CH}_4$ : Ածխածնի դիօքսիդը ապահովել է մթնոլորտի գոյությունը, իսկ մեթանը անվերադարձ քայքայվելով, նվազել է մինչև այսօր դիտվող քանակությունը: Հայտնի է, որ Երկրի տիպի մոլորակների կեղևի առաջին մի քանի կիլոմետր հաստություն ունեցող շերտը լրիվ պայմանավորված է գիսավորներով, աստղակերպերով և երկնաքարերով բերված նյութով: Պարզ է, որ նման պայմաններում ջուր, մեթան և այլ սառույցներ պարունակող նյութը թաղվել է ամբողջ այդ շերտում, դարերի ընթացքում թափանցելով դիֆուզիայի շնորհիվ դեպի մակերևույթ: Խորին շերտերից առ այսօր իրականացվող մեթանի դեգազացիան է, որ ապահովում է Մարսի մթնոլորտում ժամանակակից դիտվող քանակությունը: Մարսի այն տիրույթներում, որտեղ հզոր է եղել հրաբխային ակտիվությունը, մեթանը, բնականաբար ավելի քիչ կլինի, կամ լրիվ կսպառվի: Եվ իրոք, դիտումներից հայտնի է, որ մեթանը մթնոլորտում դիտվում է ոչ թե ամենուրեք, այլ որոշակի աշխարհագրական դիրքեր ունեցող շրջաններում:

Մարսի գոյության առաջին կեսմիլիարդ տարվա ընթացքում միջմոլորակային փոշու միջոցով Մարս է հասցվել նաև մոտ  $4.47 \cdot 10^{19}$  գ  $\text{CO}_2$  և  $1.1 \cdot 10^{19}$  գ  $\text{CH}_4$ : Սա իհարկե, հետաքրքիր արդյունք է այն առումով, որ անհրաժեշտ է դառնում բացատրել մեթանի այդքան մեծ քանակության գրեթե լիովին սպառվելը մոլորակի էվոլյուցիայի ընթացքում: Բանն այն է, որ համաձայն ժամանակակից պատկերացումների, Մարսի զարգացման ընթացքում եղել է մի փուլ, երբ մթնոլորտային ճնշումը և հավասարակշիռ ջերմաստիճանը թույլ են տվել հեղուկ ջրի գոյությունը, ինչը հաստատվում է ցամաքած գետերի հունների անմիջական դիտումներով: Հավանաբար այդ պայմաններում Մարսի մակերևույթի արտաքին շերտի զգալի մասը զուրկ է եղել սառույցներից, այսպես կոչվող պերմաֆրոստից: Այդ դեպքում ապարների դեգազացիան շատ ավելի ինտենսիվ էր, քան այսօր, մեթանը դիֆուզիայի միջոցով հասնում էր մակերևույթ և էֆեկտիվորեն ֆոտոքայքայվում: Ածխածնի դիօքսիդը ապահովել է մթնոլորտի գոյությունը, իսկ մեթանը անվերադարձ քայքայվելով, նվազել է մինչև այսօր դիտվող քանակությունը:

Այստեղ հարկ է նշել, որ քանի որ Մարսը գտնվում է Արեգակից ավելի հեռու, ապա առաջացման պահին այն եղել է ավելի սառը, ինչպես արդեն նշել ենք Աղյուսակ 1–ում: Այստեղից հետևում է, որ այդ մոլորակի խորքում ավելի շատ ածխածին պարունակող նյութ պետք է լիներ Երկրի հետ համեմատած: Մինչդեռ քննարկվող հողվածի հեղինակները ապարների դեգազացիան հաշվի առնելու համար օգտագործել են Երկրին բնորոշ դեգազացիայի տեմպը, և Երկրին բնորոշ մեթանի արտահոսքը: Իհարկը, քանի դեռ Մարսի համար այդ տվյալները հայտնի չեն, դրանց կարելի է օգտագործել, բայց միշտ շեշտելով ասված վերապահումները:

Ամփոփելով, կարելի է պնդել, որ Մարսի մթնոլորտում դիտվող մեթանը արդյունք է բնական երևույթների, և ոչ թե կյանքի դրսևորմանը:

Ասվածից բնավ չի հետևում, որ Մարսի վրա բացառվում է կյանքի որևէ դրսևորում, բայց համապատասխան ապացույցները պետք է հիմնավորել մեծ զգուշությամբ, սպառելով նախ բոլոր հնարավոր ոչ կենսածին բնույթ ունեցող բացատրությունները:

## Գրականություն

- Vladimir A. Krasnopolsky, Jean Pierre Maillard , Tobias C. Owen, Detection of methane in the martian atmosphere: evidence for life? *Icarus*, 172, 537–547, 2004.
- Ehrenfreund, P., S.B. Charnley, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, Organic Molecules in the Interstellar Medium, Comets and Meteorites: A Voyage from Dark Clouds to the Early Earth, **38**, 427-483, 2000.
- Schidlowski, M. 1987, Application of stable carbon isotopes to Early Biochemical Evolution of Earth, *Annu. Rev. Earth. Planet. Sci.* 15, 47-72.
- Yeghikyan, A., 2008, On dust irradiation in molecular clouds. I. UV doses, *Astrophysics*, 2009, 52, 411:
- Yeghikyan, A., Viti, S. and Williams, D.A., 2001, The formation of heavy hydrocarbons in molecular clouds, *MNRAS*, 326, 313.