

ბამყინვაკებისა და ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცველობის  
კავშირის შესახებ

მანარაბე ა.ი.

## აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი

დედამიწა თბილი პლანეტაა, თუმცა მისი გეოლოგიური განვითარების ისტორიის მანძილზე გამყინვარებებს არაერთხელ ჰქონდა ადგილი, რომელიც ვრცელ რეგიონებს მოიცავდა. ეს არასოდეს ყოფილა გლობალური და დედამიწა მთლიანად არ დაუფარავს. მეოთხეულის გარდა გამყინვარებას ადგილი ჰქონდა გვიანკარბონულ-ადრეკერმულ, გვიანორდოვიციულ-ადრესილურულ, გვიანრიფეულ-ადრევენდურ გარდამავალ პერიოდებში. არის მონაცემები, რომლებიც მიუთითებს, რომ გამყინვარებებს უფრო ადრეც ჰქონდა ადგილი.

დედამიწაზე გამყინვარების მიზეზები ჯერ კიდევ არ არის დადგენილი, მასზედ მხოლოდ ჰიპოთეზები არსებობს.

თითქმის 1,5 საუკუნეა დიდი პოპულარობით სარგებლობს ს. არენიუსის და ტ. ჩემბერლენის ჰიპოთეზა, რომლის მიხედვითაც ატმოსფეროს ტემპერატურის ცვალებადობას განაპირობებს მასში ნახშირორჟანგის შემცველობის რაოდენობა. ამ ჰიპოთეზას საფუძვლად დაედო მე-19 საუკუნის შუა წლებში ი. ტინდალის მიერ აღმოჩენილი ნახშირორჟანგის უნარი მიწის ზედაპირზე გაატაროს სინათლის სხივები და არ გაატაროს მიწიდან არეკვლილი ინფრაწითელი სითბური სხივები.

ნახშირორჟანგის ეს უნარი, რომელსაც სხვა გაზებიც ფლობენ „სათბურის ეფექტის“ სახელითაა ცნობილი. ს. არენიუსი და ტ. ჩემბერლენი თვლიდნენ, რომ ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცველობის გაზრდა იწვევს ატმოსფეროს ტემპერატურის მატებას და დათბობას, შემცირება კი აციებას და გამყინვარებას. ნახშირორჟანგის „სათბურის ეფექტის“ ს. არენიუსმა და ტ. ჩემბერლენმა გამოიყენეს მეოთხეული გამყინვარების ასახსნელად.

ს. არენიუსი და ტ. ჩემბერლენი მეოთხეულ გამყინვარებას ამ დრო ჰაერში CO<sub>2</sub>-ის შემცველობის სიმცირით ხსნიან. ს. არენიუსის მოსაზრებით დღევანდელ ატმოსფეროში არსებული ნახშირორჟანგი იმ ნახშირორჟანგის მცირე ნაწილია, რომელიც წარსულში დედამიწის ატმოსფეროში არსებობდა და კარბონატული ქანების ფორმირებაზე დაიხარჯა. მისი მოსაზრებით ჰაერში CO<sub>2</sub>-ის შემცველობა იმდენად შემცირდა რომ მეოთხეულში მყინვარებიც კი ჩამოყალიბდა. ვერ გავიზიარებთ ს. არენიუსის მოსაზრებას. ატმოსფეროს დღევანდელი შედგენილობა ჯერ კიდევ ადრედეფონურ პერიოდში 400 მილიონი წლის წინათ ჩამოყალიბდა და ამის შემდეგ ატმოსფეროში ნახშირორჟანგისა და ჟანგბადის შემცველობის უმნიშვნელო ცვალებადობას აქვს ადგილი [1]. ჩამოყალიბდა წონასწორობის ტრიადა ატმოსფერო-ჰიდროსფერო-ბიოსფერო, რომელსაც მზის რადიაცია არეგულირებს. CO<sub>2</sub>-ის სათბურის ეფექტით ტემპერატურის მატების შემთხვევაში პროცესი შეუქცევადი იქნებოდა. ჰიდროსფეროს მთელი CO<sub>2</sub> ატმოსფეროში გადავიდოდა, რასაც ტემპერატურის პროგრესული ზრდა მოჰყვებოდა, რის შედეგადაც ტემპერატურა მიაღწევდა რა 250 °C კარბონატული ქანები დაიშლებოდა და მისი შემადგენელი CO<sub>2</sub>-იც ატმოსფეროში გადავიდოდა, რის შედეგადაც დედამიწაზე პლანეტა ვენერას მსგავსი ატმოსფერო ჩამოყალიბდებოდა. ტრიადაში ატმოსფერო-ჰიდროსფერო-ბიოსფერო მზის რადიაციით გამთბარი ჰიდროსფეროდან CO<sub>2</sub> ატმოსფეროში გადადის. სითბო და ნახშირორჟანგი განვითარების სტიმულს აძლევს ბიოსფეროს. მცენარეთა განვითარების სარტყლები მაღალ განედებისაკენ ფართოვდება. იზრდება ფოტოსინთეზი, ჰაერში ნახშირორჟანგის რაოდენობა მცირდება, ჟანგბადის – იზრდება. ნახშირბადის მნიშვნელოვანი ნაწილი გამოდის წრებრუნვიდან ცოცხალი ორგანიზმების ჩონჩხის, ნიჟარების, რბილობისა და ფეკალიების სახით; ტერიგენულ მასალასთან ერთად ილექება C ორგანული. ხმელეთის ფლორა მონაწილეობს ნიადაგწარმოქმნელ პროცესებში – ამდიდრებს ნიადაგს ჰუმუსით, სხვადასხვა ორგანული ნაერთებით; წარმოქმნის საპრონელს, ტორფს, ქვანახშირს. ს. არენიუსის მოსაზრების საწინააღ-

მდეგოს მიუთითებს ისიც, რომ გამყინვარებები კამბრიულ პერიოდშიც აღინიშნება, როცა CO<sub>2</sub>-ის შემცველობა ატმოსფეროში ბევრად მაღალი იყო ვიდრე მეოთხეულში.

მაშინდელი ცოდნის დონეზე, როგორც ჩანს ტ. ჩემბერლენი არ ფლობდა ინფორმაციას გამოფიტვის ქერქის გეოქიმიაზე და CO<sub>2</sub>-ის წრებრუნვის დეტალებზე. ის დანაოჭების ციკლების გეოკრატიულ ეპოქებში ძირითადად ხმელეთის ფართის გადიდებას ხედავდა, სადაც გამოფიტვისას დიდი რაოდენობით ატმოსფეროს CO<sub>2</sub> იხარჯებოდა, რის გამოც მისი რაოდენობა ატმოსფეროში მკვეთრად მცირდებოდა. ტ.ჩემბერლენი არ ითვალისწინებდა, რომ გეოკრატიულ პერიოდებში ხმელეთის ფართის გადიდებისას მაღალი რელიეფების ჩამოყალიბებას ჰქონდა ადგილი (ჰიონოსფეროს ქვედა საზღვარზე მაღალის). მყინვარების (წამოშობას სიმაღლესთან ერთად მყარი სუბსტრატის ზედაპირის გეომორფოლოგიაც განაპირობებდა – პლატო რელიეფი მყინვარების წარმოშობისათვის ხელსაყრელი ფორმებით და ჰაერის მაღალი ტენიანობა (გონდვანა, ბალტიის ფარი).

გეოლოგიური მონაცემების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ გონდვანის პერმო-კარსონული და ჩრდილო ამერიკა-ჩრდილო ევროპის გამყინვარებებს ვერ ხსნის ნახშირორჟანგის სათბურის ეფექტი.

გონდვანის კონტინენტი, რომელზედაც პერმო-კარსონულში მძლავრ გამყინვარებას ჰქონდა ადგილი სუბეკვატორული მიმართების თეტიისის ოკეანეს ეკვროდა სამხრეთიდან. თეტიისის ჩრდილოეთით, იმავე განედზე, რომელზედაც გონდვანა სამხრეთით, ლავრაზია მდებარეობდა ტროპიკული ფონური კლიმატით. აქ გავრცელებული იყო პეგდაპორიტები, ფერადი წყებები, ქვანახშირის საბადოები, კარბონატული ქანები, თბილი კლიმატის ფლორა და ფაუნა. გონდვანაზე მძლავრ გამყინვარებას ჰქონდა ადგილი, მაგრამ გამყინვარების ფაზებს შორის თბილი კლიმატის ნალექები, ფლორა და ფაუნა აღინიშნება. იქ, სადაც მყინვარები ოკეანემდე ჩამოდიოდა მყინვარულ ნალექებთან თბილი ზღვის ნალექები მორიგეობს [2]. აღნიშნულიდან გამომდინარე გონდვანაზეც ფონური კლიმატი თბილი იყო და გონდვანის მთებიდან წამოსულმა მყინვარების ნაკადებმა გამოიწვია მისი აციება. გონდვანის გამყინვარება ტროპიკული კლიმატის სარტყელშია ჩამოყალიბებული რელიეფის ინტენსიური ეპიროგენეტიური ახეების შედეგად, რასაც ხელი შეუწყო მისმა მაღალმა ტენიანობამ და გეომორფოლოგიურმა აღნაგობამ (პლატო რელიეფი), რომელიც ხელსაყრელი იყო მყინვარების კერების (ცირკული ფორმები) ჩამოსაყალიბებლად.

ატმოსფერო ღია სისტემაა. მას ცალკეულ უბნებზე რომელიმე გაზის დაგროვების უნარი არ გააჩნია, მითუმეტეს ერთსა და იმავე განედებში. ვერ დაუშვებთ, რომ ლავრაზიასა და გონდვანის ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცველობა იმდენად განსხვავებული ყოფილიყო, რომ სათბურის ეფექტის გავლენით კლიმატი ერთგან ტროპიკული, ხოლო მეორეგან არქტიკული გვქონოდა.

არც მეოთხეულის ჩრდილო ამერიკა-ჩრდილო ევროპის გამყინვარება აიხსნება ნახშირორჟანგის სათბურის ეფექტით. ჩრდილო ევროპაში გამყინვარების გენეტიურად განსხვავებული ორი დამოუკიდებელი კერა არსებობდა: 1. ალპების ხეობის ტიპის ხმელთაშუა ზღვა – ჰიმალაის მოძრავ სარტყელში და 2. სკანდინავიის (ბალტის ფარის) ზეწრიული გამყინვარება, რომელიც ჩრდილო ამერიკის გამყინვარების ზონის აღმოსავლეთ დაბოლოებას წარმოადგენს ამ ზონისათვის ინტენსიური აღმავალი ეპიროგენეტიული მოძრაობებია დამახასიათებელი, რომელიც ტალღისებურად ვრცელდება დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ. ალპებისა და სკანდინავიის რეგიონების გამყინვარებისა და გამყინვარებათა შორის დათბობის ეპოქების არ ემთხვევა ერთმანეთს, ასინქრონულია. აღნიშნული გამორიცხავს გამყინვარებებს თუ დათბობის გლობალური ფაქტორები (მზის რადიაცია, CO<sub>2</sub>-ის შემცველობა ატმოსფეროში). ალპებში ოთხი გამყინვარებისა და სამი გამყინვარებათაშორისო ფაზებს გამოყოფენ, ხოლო სკანდინავიის მყინვარების გავრცელების რეგიონში შესაბამისად სამსა და ორს. თუმცა რუსეთის დაბლობზე სხვადასხვა რაიონებში შეიძლება ფაზასაც გამოყოფენ, რაც ჰაერში CO<sub>2</sub>-ის შემცველობით არ აიხსნება.

ჩრდილო ამერიკა-ჩრდილო ევროპის ზოლში გამყინვარების კერების ჩამოყალიბება მყარი სუბსტრატის აღმავალი ეპიროგენული მოძრაობებით იყო გამოწვეული, რომელიც ტალღისებურად ვრცელდებოდა დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ:

კორდილიერები → ჰუდზონი → ლაბლადორი → ისლანდია → ფარერის კუნძულების წყალქვეშა ამაღლება, რომელმაც გზა გადაუღობა გოლფსტრიმს სკანდინავიასკენ → სკანდინავია → ჩრდილოეთ ურალი. ეპიროგენეტიული მოძრაობა კორდილიერებში პლიოცენური ეპოქის დასარულს დაიწყო და მისი გადაადგილება სკანდინავიამდე მთელ პლეისტოცენში მიმდინარეობდა. ამ ზოლში გამყინვარების ფაზები და მათ შორის თბილი ეპოქები ეპიროგენეტიული მოძრაობებით იყო განპირობებული. აღმავალი ეპიროგენეტიული მოძრაობებისას სკანდინავიაზე მყინვარების სიმძლავრე იზრდებოდა. ფინეთის ყურე, ბალტიისა და ჩრდილოეთის ზღვები წყლისგან თავისუფლდებოდა. ისინი ბარიერს არ წარმოადგენდა მყინვარების ხმელეთზე გავრცელებისათვის. დაღმავალი მოძრაობებისას ყინულის სიმძლავრე მცირდებოდა. ზღვა ხმელეთს უტევდა და ბარიერს ქმნიდა სკანდინავიის მყინვარების ხმელეთზე გავრცელებისათვის. მყინვარების გავრცელების რეგიონებში აღსდგებოდა ფონური კლიმატი, რომელიც მყინვარების ნაკადებით იყო შეცვლილი.

გამყინვარების კერები ყველა კლიმატურ სარტყელში იყო განვითარებული გამყინვარების კერებიდან გამომდინარე მყინვარები თავისი მოძრაობის გზაზე აციებდა რეგიონის კლიმატს, რომელიც მყინვარების უკან დახვევისას აღსდგებოდა თავისი ფლორითა და ფაუნით.

გამყინვარებები დედამიწაზე უკავშირდებოდა მოძრავი სარტყლების განვითარების გეოკრატიულ ეპოქებსა და მაზობელი ყარი სუბსტრატის ინტენსიურ ეპიროგენეტიულ ახევებებს.

დროის ხანგრძლივობა ორ გამყინვარებას შორის, ისევე როგორც ტექტონიკური ციკლებს შორის, მზის სისტემის გალაკტიკაზე ერთ შემოვლის (275 მილიონი წელი) ტოლია. დედამიწისათვის გამყინვარებები ნორმულ მდგომარეობას წარმოადგენს.

ამგვარად, გამყინვარების წარმოშობას დედამიწაზე ვერ ხსნის ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცველობის რაოდენობა, როგორც ამას ს. არენიუსი და ტ. ჩემბერლენი ფიქრობდნენ. გამყინვარების კერების ჩამოყალიბება უკავშირდება დედამიწის მოძრავი სარტყლების განვითარების გეოკრატიულ ეპოქებს და მასთან დროში თანხმხვედ მოსახლვრე მყარი სუბსტრატის ეპიროგენეტიულ ახევებებს.

## ლიტერატურა

1. Феирбридж В. Карбонатные породы и палеоклиматология в биохимической истории планеты. В кн. Карбонатные породы. т. I. –Москва, Мир, 1970, сс. 350-356.
2. Фумарье П. Проблемы дрейфа континентов. –Москва, Мир, 1974, 141-157.

## SUMMARY

### ON THE RELATIONSHIP BETWEEN GLACIATION AND THE CONTENT OF CARBON DIOXIDE IN THE ATMOSPHERE

Makhsradze A.I.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

The content of carbon dioxide in the atmosphere does not explain the glaciation on the Earth, as S. Arrhenius and T. Chamberlain thought. The foci of the formation of glaciation are associated with geocratic eras of the development of the Earth's mobile belts and concurrent epeirogenic uplift of the bordering solid substrate.

**Keywords:** glaciation, the content of carbon dioxide, atmosphere, Earth's mobile belts.