

# არასტანდარტული კოსმოლოგია

ალექსანდრე ღურჭუმელია

არასტანდარტულ კოსმოლოგიას უწოდებენ იმ თეორიებს, რომელთა გარშემოც არ არსებობს სამეცნიერო კონსენსუსი. დღეისათვის სტანდარტული კოსმოლოგიური მოდელია  $\Lambda$ CDM (Lambda Cold Dark Matter, ლამბდა ცივი ბნელი მატერია). ზოგადი ფარდობითობის თეორიამ, რომელიც აინშტაინმა 1915 წელს ჩამოაყალიბა, საფუძველი ჩაუყარა მათემატიკურ თეორიებს კოსმოლოგიაში. თეორეტიკოსებს მოდელების შესაქმნელად მოუწიათ რიგი დაშვებების გაკეთება სამყაროს შესახებ დიდ მასშტაბებზე. დაშვებები რომლებსაც კოსმოლოგიის დღევანდელი სტანდარტული მოდელი  $\Lambda$ CDM ეყრდნობა არის:

1. ფიზიკური კანონების უნივერსალობა - ფიზიკის კანონები არ იცვლება დროსა და სივრცეში;
2. კოსმოლოგიური პრინციპი - სამყარო თითქმის ერთგვაროვანი და იზოტროპულია სივრცეში მაგრამ არა დროში;
3. კოპერნიკის პრინციპი - ჩვენ არ ვაკვირდებით სამყაროს რაიმე განსაკუთრებული წერტილიდან.

ეს დაშვებები ზოგად ფარდობითობის თეორიასთან ერთად იძლევიან სამყაროს მოდელს რომელიც აღიწერება ფრიდმან-რობერტსონ-უოკერის მეტრიკით. ეს მეტრიკა აღწერს ორი ტიპის სამყაროს, სამყაროს რომელიც ფართოვდება და სამყაროს რომელიც იკუმშება, აგრეთვე სამყაროს რომელიც სტაციონალურია თუმცა ეს არ არის სტაბილური მდგომარეობა და მცირე შეშფოთებას ის საბოლოოდ გადაყავს ან პირველ ტიპში ან მეორეში. როდესაც აღმოაჩინეს ჰაბლის კანონი ცხადი გახდა რომ სამყარო ფართოვდება, ესე იგი წარსულში იგი იყო უფრო პატარა. ამან მიგვიყვანა შემდეგ დასკვნებამდე:

1. სამყარო იყო ცხელ, მკვრივ მდგომარეობაში სასრულ წარსულში;
2. რადგან სამყარო ცხელდება როცა იკუმშება და ცივდება როცა ფართოვდება, რაღაც ეტაპზე წარსულში სამყაროს ტემპერატურა უნდა ყოფილიყო იმდენად მაღალი რომ შესაძლებელი ყოფილიყო ნუკლეოსინთეზი;
3. უნდა არსებობდეს კოსმოსური მიკროტალღური ფონი, რომელიც იმ ფაზურ გადასვლაზე მოწმობს როდესაც პირველი ატომები ჩამოყალიბდნენ.

## ალტერნატიური გრავიტაცია

ზოგადმა ფარდობითობის თეორიამ, რომელსაც სტანდარტული კოსმოლოგია ეფუძნება, ჯერჯერობით გაუძლო ყველა შემოწმებას. მაგრამ ფუნდამენტურად იგი შეუთავსებადია

კვანტურ მექანიკასთან. სინგულარობების დაშვებით იგი წინასწარმეტყველებს საკუთარ დარღვევას. რადგან სტანდარტული კოსმოლოგია მას ეფუძნება, ალტერნატიული გრავიტაციის თეორია აუცილებლად მოგვცემს ალტერნატიულ კოსმოლოგიას. გრავიტაციის მოდიფიკაციის მრავალი მოტივაცია არსებობს, მაგალითად ბნელი მატერიის და ბნელი ენერგიის საჭიროების თავიდან არიდება.

**MOND** (Modified Newtonian Dynamics, მოდიფიცირებული ნიუტონური დინამიკა) არის მეტნაკლებად ახალი იდეა რომელიც ახდენს ნიუტონის მსოფლიო მიზიდულობის კანონის მოდიფიკაციას დაბალ აჩქარებებზე იმ მიზნით, რომ აღწეროს გალაქტიკების დინამიკა ბნელი მატერიის გარეშე. ნიუტონის გრავიტაციის მოდიფიკაცია აგრეთვე გამოიწვევს ზოგადი რელატივისტური კოსმოლოგიის მოდიფიკაციასაც, რადგან ნიუტონის კოსმოლოგია მიიღება ფრიდმანის კოსმოლოგიის ზღვარში. მიუხედავად იმისა, რომ ასტროფიზიკოსების უმრავლესობა დღეს უარყოფს MOND-ს, მცირე რიცხვი მეცნიერებისა განაგრძობს მასზე მუშაობას.

**$f(R)$  გრავიტაცია** არის თეორიების ოჯახი რომლებიც ახდენენ გრავიტაციის მოდიფიკაციას რიჩის სკალარის სხვა ფუნქციით განმარტებით. ფუნქციის შემოტანა იძლევა თავისუფლებას ავსნათ სამყაროს აჩქარებული გაფართოვება და სტრუქტურების ფორმირება ყოველგვარი უცნობი (ბნელი) მატერიის და ენერგიის ფორმების დამატების გარეშე. შესაძლებელი ხდება მრავალი ფენომენის ახსნა სხვადასხვა  **$f(R)$**  ფუნქციების ადებით, მაგრამ ბევრი ფუნქცია დღეს გამოირიცხა დაკვირვებებზე დაფუძნებით ან თეორიული პრობლემების გამო.

## სტაციონარული სამყაროს თეორიები

სტაციონარული სამყაროს თეორია კოსმოლოგიურ პრინციპში განავრცობს ერთგვაროვნების დაშვებას იმით, რომ სივრცულ ერთგვაროვნებასთან ერთად უშვებს დროში ერთგვაროვნებას. ეს “სრულყოფილი კოსმოლოგიური პრინციპი”, როგორც მას უწოდებენ, ამბობს, რომ სამყარო ერთნაირია ყველგან და ისეთია როგორიც ყოველთვის იყო და იქნება. განსხვავებით  $\Lambda$ CDM-ისგან, რომლის თანახმადაც წარსულში სამყარო სულ სხვანაირი იყო და მომავალშიც სულ სხვანაირი იქნება. სტაციონარული სამყაროს თეორიაში საჭირო გახდა მატერიის შექმნის ველის პოსტულირება, ეგრეთ წოდებული C-ველი, რომელიც მუდმივად წარმოქმნის მატერიას სამყაროში რათა სამყაროს გაფართოებისას მოხდეს მუდმივი სიმკვრივის შენარჩუნება. მეცნიერები 15 წელი კამათობდნენ ეს მოდელია სწორი თუ დიდი აფეთქების თეორია, იქამდე სანამ არ მოხდა მიკროტალღური ფონური გამოსხივების დაშვება, რომელსაც დიდი აფეთქების თეორია წინასწარმეტყველებდა, სტაციონარული სამყაროს თეორია კი არა. დიდი აფეთქების მოდელის თანახმად ფოტონებს ჰქონდათ ბოლო გაფანტვის მომენტი როდესაც ისინი გამოეყვნენ ბარიონულ მატერიას, რის შემდეგაც დაიწყეს თავისუფლად მოძრაობა. რაც მეტი მონაცემი დაგროვდა სტაციონარული სამყაროს თეორიას

უფრო და უფრო გაუჭირდა ამ მონაცემების ახსნა. მაგალითად, სტაციონარულ მოდელში პროტონული წყალბადის, დეიტერიუმის და ჰელიუმის რაოდენობების თანაფარდობა უბრალოდ შემთხვევითობაა, დიდი აფეთქების თეორია კი იძლევა ამ თანაფარდობების ახსნას. იმის მერე რაც დადგინდა, რომ მიკროტალღური ფონური გამოსხივება წარმოადგენს ყველაზე სრულყოფილ შავი სხეულის გამოსხივებას კოსმოლოგების უმრავლესობა გადავიდა დიდი აფეთქების მხარეს, რადგან სტაციონარულ მოდელს არ ჰქონდა ამის არანაირი ახსნა.