

გლობალური დათბობის ისტორიული პერსპექტივა და მისი გავლენა ეკოსისტემებზე

თეიმურაზ ადეიშვილი*, გაა დადუნაშვილი**, მადონა ხუსკვიამე**, მირანდა გეწამე**

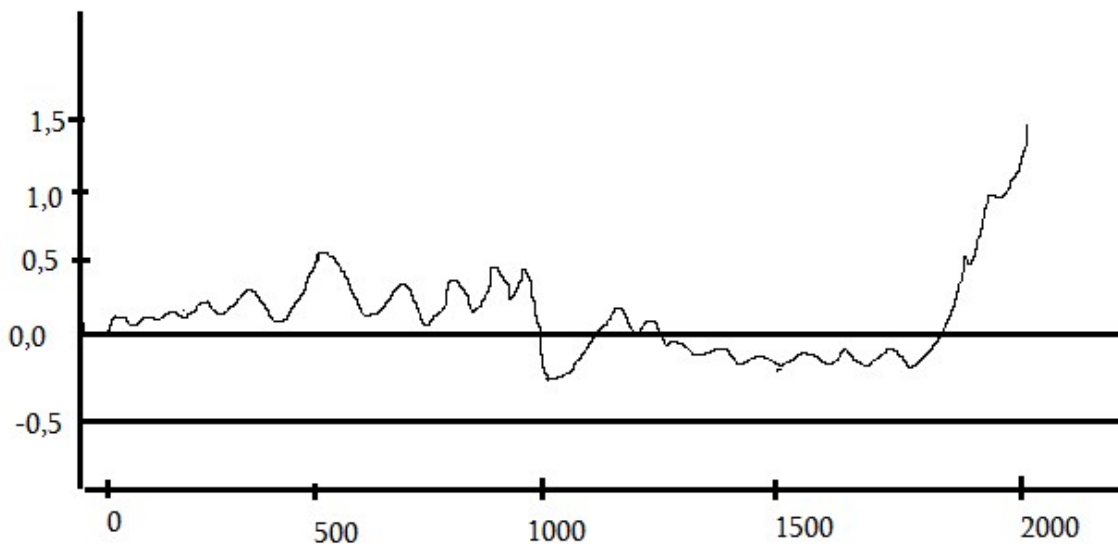
*საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

**აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი.

აბსტრაქტი. ნაშრომში წარმოდგენილია გლობალური დათბობის დაკვირვებათა ისტორიული მიმოხილვა, მისი შედეგები და ეკოლოგიური ცვლილებები, სასოფლო კულტურები და ადაპტაციის მეთოდები.

I. შესავალი. გასული საუკუნის ბოლოს გამოქვეყნდა ცნობები იმის შესახებ, რომ ჩვენი პლანეტის ტემპერატურის თანამედროვე ზრდა ძალზე მკვეთრია და უპრეცედენტო ხასიათს ატარებს, რომელსაც ანალოგი არ გააჩნია უკანასკნელი ორი ათასი წლის განმავლობაში. ამ პუბლიკაციების შემდეგ, გლობალური დათბობის თემა, პირველად გაჟღერდა საერთაშორისო დონეზე და მალე გახდა კლიმატოლოგიისა და თანამედროვე მსოფლიო პოლიტიკის ერთ-ერთი მთავარი თემათაგანი [1].

თავის დროზე აღნიშნული შედეგები კრიტიკის ქვეშ მოექცა. ეჭვქვეშ იქნა დაყენებული მასში გამოყენებული სტატისტიკური მეთოდები. დებატები მალე გასცდა საკუთრივ მეცნიერულ ჩარჩოებს და მასობრივი მედიისა და პოლიტიკის განსჯის საგანი გახდა. მიუხედავად ამისა კლიმატოლოგთა უმეტესობა ეთანხმება დასკვნებს იმის შესახებ, რომ XX ს-ში მიღწეული ტემპერატურა მაქსიმალური იყო უკანასკნელი 1300 წლის მანძილზე [1] (იხ. სურათი 1).



სურათი 1. ტემპერატურის რეკონსტრუქცია უკანასკნელი 2000 წლის განმავლობაში

თუმცა ეს არ ვრცელდებოდა ყველა რეგიონზე. ეს დასკვნები დადასტურდა რამდენიმე შემდგომ გამოკვლევაშიც [2].

კლიმატის ეკოლოგია, ათეულობით ათასი წლის დროის მონაკვეთში, იმყოფება მზის გარშემო დედამიწის ორბიტალური მოძრაობის ცვლილებების ზემოქმედების ქვეშ [3]. ორბიტური ციკლები წარმოადგენს ათეული ათასობით წლების რიგის დროის მანძილზე ნელ ვარიაციებს. დღეისათვის ის იმყოფება აცივების ეპოქაში, რომელსაც შეეძლო შორეულ პერსპექტივაში გამყინვარების ახალი პერიოდის ფორმირება, თუკი ანთროპოგენური ზემოქმედების დაგროვილი თბური ეფექტი ამას არ შეეწინააღმდეგებოდა [4].

ეს პროცესი დადასტურებულია ე.წ. **მილანკოვიჩის ციკლით**, რომელიც მას სერბი ასტროფიზიკოსის **მილუტინ მილანკოვიჩის** საპატივცემულოდ დაერქვა. მან 1941 წელს ჩამოაყალიბა მოსაზრება, რომ დედამიწის ორბიტის ფორმის რეგულარული და კანონზომიერი ცვლილებები და მისი ბრუნვის ღერძის ორიენტაციები განაპირობებენ მზის რადიაციის რაოდენობის ციკლურ ცვლილებებს, რაც ქმნის გამყინვარების ეპოქის დადგომის პირობას [5].

კლიმატის შემსწავლელი ჯგუფის (CAT-Climat Action Tracker, მიზანია სათბურის აირების ატმოსფეროში გამობოლქვის მონიტორინგი), მონაცემებით, 2022 წლის თებერვალში რუსეთის უკრაინაში შეჭრამ მნიშვნელოვნად გაზარდა მთელ მსოფლიოში ნახშირწყალბადების მოპოვება, რაც საფრთხის ქვეშ აყენებს გლობალური დათბობის შემცირების გეგმების შესრულებას. ნახშირწყალბადების მოპოვების ზრდამ შეიძლება კლიმატის ცვლილების შეუქცევად პროცესებამდე მიიყვანოს კაცობრიობა [6].

2023 წლის ზაფხულში, ტემპერატურის ზაფხულის პიკის გათვალისწინებით, სპეციალისტები მივიდნენ დასკვნამდე, რომ საშუალო ტემპერატურის 1,5°C შეზღუდვის ფარგლებში ზრდის შენარჩუნება შეუძლებელია.

II. გლობალური დათბობის შედეგები

გლობალური დათბობის გარემოზე ზემოქმედება ფართო და შორს მიმავალია. ის მოიცავს შემდეგ სხვადასხვაგვარ ეფექტს.

2.1. არქტიკული ყინულების დნობა. ზღვის დონის მატება

გლობალურმა დათბობამ არქტიკული ზღვის ყინულის შემცირება და შეთხელება გამოიწვია. დღეს ის საშიშ მდგომარეობაშია და ატმოსფერულ ანომალიებს იწვევს [7], [8].

არქტიკული ზღვის ყინულის შემცირების პროგნოზები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. უკანასკნელი პროგნოზების მიხედვით არქტიკა შეიძლება განთავისუფლდეს ყინულისაგან უკვე 2025-2035 წლების ზაფხულის პერიოდში. შეფასების მიხედვით, 1983 წლიდან ზღვის დონის მატებამ საშუალოდ შეადგინა 2,6-დან 2,9 -მმ-მდე წელიწადში. გარდა ამისა ზღვის დონის ზრდა დაჩქარდა 1995-2015 წლებში. კლიმატის ცვლილების ექსპერტთა სამთავრობათაშორისო ჯგუფმა (კცესჯ) შექმნა ემისიათა მაღალ დონის სცენარი, რომლის მიხედვით XXI საუკუნის განმავლობაში ზღვის დონე საშუალოდ შეიძლება გაიზარდოს 98 სმ-მდეც კი [9].

2.2. ბუნებრივი კატაკლიზმები

გლობალური ტემპერატურის მომატება ცვლილებებს გამოიწვევს ატმოსფერული ნა-

ლექების განაწილებასა და რაოდენობაში. ატმოსფერო ხდება უფრო ტენიანი, მაღალ და დაბალ განედებში მოდის უფრო მეტი წვიმა, ხოლო უფრო ნაკლები ტროპიკულ და სუბ-ტროპიკულ რეგიონებში. ამის შედეგად გახშირდება წყალდიდობები, გვალვები, ქარიშხლები და სხვა ექსტრემალური და სინოპტიკური მოვლენები. დათბობამ მთელი ალბათობით უნდა გაზარდოს ასეთ ხდომილობათა სიხშირე და მასშტაბები. ზოგიერთი მკვლევარის აზრით ზღვის წყლის ტემპერატურის მატებამ შეიძლება განაპირობოს ქარიშხლების ენერჯის მომატება. სხვების აზრით, ემპირიული მონაცემები არ ადასტურებენ უფრო ძლიერი ციკლონების ფორმირების სიხშირის ზრდას.

2.3. თბური ტალღები და სხვა კვაზისტაციონარული ამინდის მდგომარეობები

ძალიან ცხელი ამინდის ხდომილობათა სიხშირე 1980 წლამდე წინა ათწლეულებთან შედარებით დაახლოებით 50-ჯერ გაიზარდა. 40 წლის წინათ, გაუსაძლისმა ზაფხულის პაპანაქება სიცხემ, როგორც წესი, მოიცვა დედამიწის ზედაპირის დაახლოებით 0,2%. დღეს ეს მონაცემი დაახლოებით 10%-ია და წინასწარმეტყველებენ შემდგომ ზრდას. ამისი აშკარა მაგალითია 2010 წელი რუსეთის ევროპულ ნაწილში და კავკასიაში. მკვლევარები ასეთ მოვლენებს აკავშირებენ ძვრადობის შემცირებასთან და ატმოსფერული როსბის ტალღების ამპლიტუდის გადიდებასთან, რაც წარმოადგენს პოლუსსა და ეკვატორს შორის ტემპერატურათა სხვაობის შემცირების შედეგს, რაც მაღალ განედებზე წინმსწრები დათბობის გამო ხდება [10].

2.4. ხელსაყრელი ამინდის დღეების შემცირება

მკვლევარები განსაზღვრავენ ხელსაყრელი ამინდის საზღვრებს 18-30°C ტემპერატურით, დღე-ღამეში 1 მმ-ზე ნაკლები ნალექებით, მაღალი ტენიანობით და 20°C -ზე ნაკლები ნამის წერტილით. დედამიწაზე საშუალოდ „ხელსაყრელი ამინდი“ დგას წელიწადში 74 დღე-ღამე. გლობალური დათბობის გამო ადგილი ექნება ამ მაჩვენებლის შემცირებას [11].

2.5. ოკეანის დაჟანგვა. ოკეანის დეოქსიგენაცია

ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის ზრდამ ზღვის წყალში გახსნილი CO₂-ის მატება განაპირობა და აქედან გამომდინარე, ოკეანის მჟავიანობაც გაიზარდა. ოკეანის დაჟანგვა საფრთხეს უქმნის თევზჭერას, დაცულ სახეობებს და სხვა ბუნებრივ რესურსებს, რომლებიც ფასეულია საზოგადოებისათვის [12].

2.6. გლობალური დათბობის გრძელვადიანი შედეგები

ათწლეულებისა და ათასწლეულების განმავლობაში გლობალური დათბობის მასშტაბები პირველ რიგში განისაზღვრებიან CO₂-ის ანთროპოგენური გამონაბოლქვებით [13]. ეს დაკავშირებულია ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის ხანგრძლივი არსებობით. გრძელვადიანი ეფექტები ასევე მოიცავს დედამიწის ქერქის რეაქციას, რომელიც გამოწვეულია ყინულის დნობით და შემდგომი დეგლიაციაციით (მყინვარებისაგან განთავისუფლება), რომელიც მიმდინარეობს ე.წ. გლიაციოზოსტაზის (თანაბარი მდგომარეობისკენ მისწრაფება) პროცესში, რომლის დროსაც ხმელეთის უბნები არ განიცდიან ყინულის მასების წნევას. ეს შეიძლება იწვევდეს ზვავებს და სეისმური და ვულკანური აქტიურობების გაძლიერებას [14]. ოკეანეში წყლის დათბობა, მის ფსკერზე მუდმივი მყინვარების დნობისა და აიროვანი ჰიდრატების გამოყოფის შედეგად მომხდარი მიწისქვეშა მეწყრული მოვლენები შეიძლება

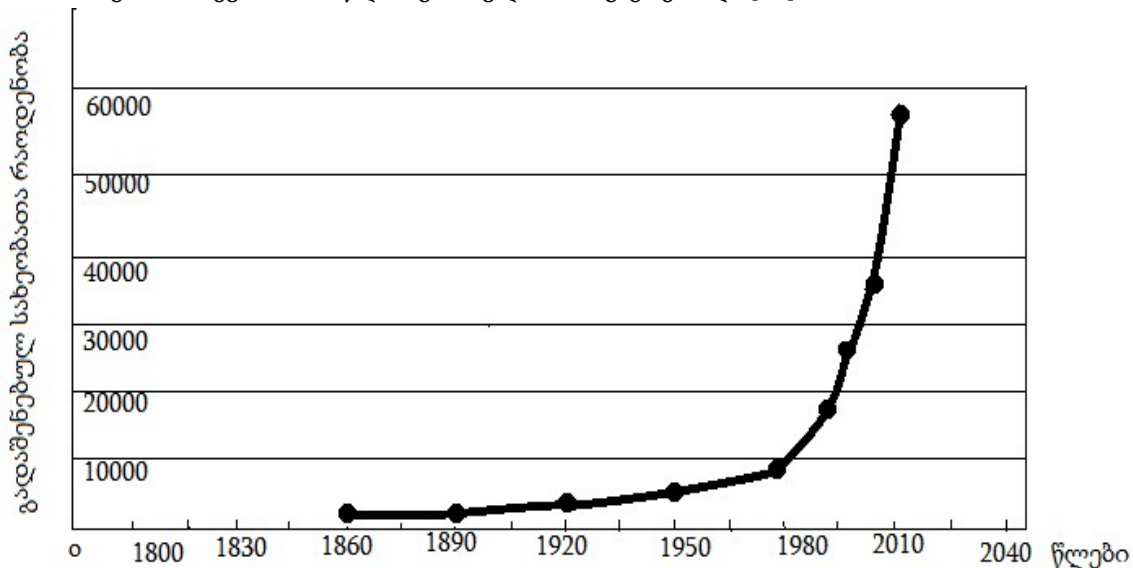
გახდეს ცუნამის მიზეზები [15].

2.7. კლიმატის მკვეთრი ცვლილება

ეს ურთულესი პროცესი შეიძლება მოხდეს უეცრად და შეიძლება იყოს შეუქცევადი. კლიმატის მკვეთრი ცვლილების მაგალითები შეიძლება გახდეს მუდმივი ყინულოვანი საფარიდან ნახშირორჟანგის, მეთანისა და აირების სწრაფი გამოთავისუფლების პროცესი [16], რამაც შეიძლება განაპირობოს გლობალური დათბობის გაძლიერება. მეორე მაგალითს წარმოადგენს ატლანტიკური მერიდიანული დინებების ცირკულაციის შენელების, ან შეწყვეტის, შესაძლებლობა. ამან შეიძლება გამოიწვიოს ჩრდილო ატლანტიკის, ამერიკისა და ევროპის რეგიონებში აცივება. ეს განსაკუთრებით იმოქმედებს ბრიტანეთის, საფრანგეთისა და სხვა ქვეყნების (შესაძლოა კავკასიის რეგიონის) ატმოსფერული პროცესების ცვლილებებზე [17].

III. გლობალური დათბობის გავლენა ეკოსისტემებზე

კლიმატის დათბობამ შეიძლება გამოიწვიოს ბიოლოგიური სახეობების არელების პოლარული ზონებისაკენ წანაცვლება და სანაპირო ზონებისა და კუნძულების მკვიდრთა მცირერიცხოვანი სახეობების ამოწყვეტის ალბათობის ზრდა. 2002 წელს ცნობილმა ბიოლოგმა ე. ვილსონმა გამოთვალა, რომ ბიოსფეროს ანთროპოგენური რღვევის მიმდინარე ტემპების შენარჩუნებისას მცენარეთა და ცხოველთა დედამიწაზე არსებული ყველა სახეობის თითქმის ნახევარი 100 წლის განმავლობაში გაქრებოდა [18].



სურათი 2: გრაფიკი დაფუძნებულია ე. ვილსონის მათემატიკურ მოდელზე და გვიჩვენებს სახეობათა ქრობის დამოკიდებულებას დროზე.

ეკოლუციური პროცესებით განსაზღვრული გაქრობის სიჩქარის „ფონური“ მნიშვნელობა 100-1000-ის ფარგლებშია, მაშინ როცა მომავალი ტემპები ალბათ 1000-ჯერ მაღალი იქნება. 2003 წლის მიმოხილვით, რომელიც შექმნილია ბიომრავალფეროვნების 14 კვლევით ცენტრში 2050 წლისათვის კლიმატის ცვლილებამ დედამიწის ცოცხალ არსებათა (15-37)% შე-

იძლება გაანადგუროს [18] (იხ. სურ. 2).

ეკოლოგიურად მდიდარი რეგიონები, რომელთაც ემუქრება მაქსიმალური დანაკარგები, იმყოფებიან აფრიკის სამხრეთში და კარიბის ზღვის აუზში.

ჩრდილოეთის ქვეყნებში, პირველ რიგში რუსეთში და კანადაში, გაფართოვდება ზონები, რომლებიც ხელსაყრელი იქნება სოფლის მეურნეობისა და ადამიანთა საცხოვრისი-სათვის. ერთ-ერთი პროგნოზის თანახმად, გლობალური დათბობის შედეგად 2080 წლისათვის სოფლის მეურნეობისათვის ვარგისიანი მიწების ნაზრდი 4,2 მილიონ კმ²-ს შეადგენს. ასევე ყინვების ალბათობის შემცირებისა და ატმოსფეროს ტენიანობის შემცირების გამო გამთბარი ოკეანის გაზრდილი აორთქლების ხარჯზე შემცირდება მოუსავლიანობის რისკი. კანადაში ნაზრდი იქნება კიდევ უფრო შესამჩნევი.

გლობალურ დათბობასთან ერთად ხდება გლობალური გამწვანებაც (კერძოდ ფოთლოვანი და წიწვოვანი ტყეები).

ყოველწლიურად CO₂-ის ყველა ანთროპოლოგიური გამონაფრქვევის თითქმის ნახევარი რჩება ატმოსფეროში, ხოლო მეორე ნახევარი შთაინთქმება ოკეანისა და მცენარეული საფარის მიერ (თითქმის თანაბარი რაოდენობით). ისტორიულად გამონაფრქვევების ზრდასთან ერთად მიწისზედა ეკოსისტემების მიერ CO₂-ის შთანთქმა ასევე იზრდება. კვლევები გვიჩვენებს, რომ XX ს-ის პერიოდში მცენარეთა ბიომასის ზრდამ 31% შეადგინა, შეიმჩნეოდა ნახშირორჟანგის უფრო ინტენსიური ჩაჭერა მცენარეული საფარის მიერ 1980 წლის შემდეგ. გამწვანებაში ყველაზე დიდი წვლილი (70%) შეაქვს ატმოსფეროში CO₂-ის კონცენტრაციას. მნიშვნელობა აქვს სხვა გლობალურ და ლოკალურ ფაქტორებსაც. ფოთლების ფართობის ინდექსი (ფფი) საკმაოდ სწრაფად იზრდება მცენარეებით დაფარული ხმელეთის თითქმის ნახევარზე. ყველაზე უფრო ფოთლების ფართობის ინდექსმა მოიმატა ჩინეთში და ინდოეთში. ამ ორ ქვეყანაზე მოდის გლობალური გამწვანების საერთო ეფექტის მესამედი, თუმცა ჯამში მათ მცენარეულობის საერთო ფართობის მხოლოდ 9% უჭირავთ. მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა ამ ქვეყნების სასოფლო სამეურნეო სავარგულებზე წელიწადში რამდენიმე მოსავლის მიღების თანამედროვე პრაქტიკამ და ასევე ჩინეთში ტყეების აღდგენის მასშტაბურმა პროგრამამ. მაგრამ დაუგეგმავი გამწვანებაც მნიშვნელოვანია. 2000-დან 2017 წლამდე რუსეთში ფოთლოვანი ფართობი 6,62%-ით გაიზარდა, ავსტრალიაში 5,62%-ით, ამერიკის შეერთებულ შტატებში 4,55%-ით, ევროკავშირში 7,78%-ით, კანადაში 7,3%-ით. გლობალურად ამ პერიოდში ფოთლოვანების ზრდა კი 5%-ია.

გლობალური გამწვანების პროცესი პირველად აღმოჩენილი იქნა 1990-იან წლების შუა ხანებში, თანამგზავრული გადაღებების ანალიზის საფუძველზე [19]. უფრო დეტალური ინფორმაცია მიღებული იქნა MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) თანამგზავრების გამოყენებით. მათი შედეგების საფუძველზე პირველი გამოკვლევები გამოქვეყნებულია 2016 წელს, რომლებმაც უჩვენა ამ მოვლენის მნიშვნელოვანი მასშტაბები და მისი არსებითი გავლენა ნახშირბადულ ციკლზე. MODIS მონაცემები საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ფოთლოვანი ფართობის ინდექსი ზედაპირის ფერის მიხედვით. მეთოდს გააჩნია თავისი შეზღუდვები. გამოკვლევების ავტორები აღნიშნავენ, რომ სურათებზე გამოსახული ზედაპირის ფერი ყოველთვის არ წარმოადგენს ფართის ერთეულზე ბიომასის

რაოდენობის საიმედო მაჩვენებელს. მაგალითად, ტყის შესახებ მოპოვებული ცნობები არ იძლევა ფერების ცვლილებას თუ ტყეები იცვლება სამოვრებით.

თუ როგორ წარიმართება მომავალში გამწვანების პროცესი, დამოკიდებულია ბევრ ფაქტორზე. მაგალითად, ინდოეთში სურსათის წარმოების ზრდა განისაზღვრება ირიგაციის საფუძველზე. წყლის მიწისქვეშა წყაროების გამოფიტვის შედეგად ტენდენცია შეიძლება შეიცვალოს [19]. მცენარეებისათვის CO₂-ის კონცენტრაციის ზრდით გამოწვეული დადებითი ეფექტი ასევე შეიძლება აღმოჩნდეს შეზღუდული. კვლევები უჩვენებს, რომ მცენარეები ადაპტირდებიან CO₂-ის უფრო მაღალი დონის მიმართ და დროთა განმავლობაში ამ ფაქტორის როლი მცირდება.

გლობალური გამწვანება, რომელშიც ლიდერის როლი მიუძღვის ჩინეთსა და ინდოეთს, ვერ აკომპენსირებს ტროპიკულ რეგიონებში ბუნებრივი მცენარეულობის ზარალს, კერძოდ, ასეა ბრაზილიაში და ინდონეზიაში. ეკოლოგიური მდგრადობისა და ბიომრავალფეროვნებისათვის ამ ეკოსისტემების ნეგატიური შედეგები ძალაში რჩება. ტროპიკულ ტყეებში ადამიანის საქმიანობისაგან დეგრადაციის შედეგად ბიომასის დანაკარგი ორჯერ აჭარბებს ტყეების ზრდის შედეგად მიღებულ მოგებას.

დედამიწის მიმართ დაფიქსირებული გამწვანების დადებითი ეფექტები სრულიადაც არ აკომპენსირებს გლობალური დათბობის ნეგატიურ შედეგებს.

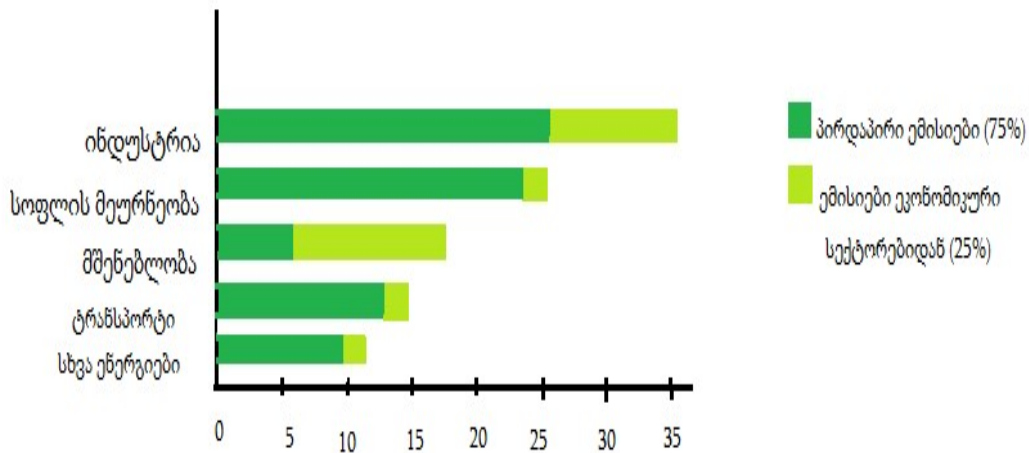
IV. გლობალური დათბობა და სოფლის მეურნეობა

გლობალური დათბობა და სოფლის მეურნეობა ეს ორი ერთმანეთთან დაკავშირებული ცნებაა. დედამიწის საშუალო ტემპერატურის, ნალექების რაოდენობის, ნახშირორჟანგისა და ოზონის ცვლილებამ შეიძლება შესამჩნევი გავლენა მოახდინოს სოფლის მეურნეობაზე. უარყოფითი გავლენის მაგალითები შეიძლება იყოს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მავნებლების არეალის გაფართოება, ზოგიერთ რაიონში გვალვის შესაძლო გამძლიერება, ზღვის დონის აწევის შედეგად ნიადაგის მარილიანობის მომატება. დადებითი გავლენის მაგალითები შეიძლება იყოს ვეგეტაციური პერიოდის გახანგრძლივება და მასთან დაკავშირებული ურისკო მიწათმოქმედების ზონის გაფართოება, ზოგიერთ რაიონში ნალექების რაოდენობის შესაძლო გამძლიერება, მცენარეული მასის პროდუქტიულობის ზრდა, რაც დაკავშირებულია ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის დონის მატებასთან (იხ. სურ 3).

სოფლის მეურნეობა ასევე გავლენას ახდენს კლიმატის ცვლილებაზე. გლობალური დათბობის მიზეზს წარმოადგენს სათბურის აირების ემისია, ასევე სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწების ხვნა-დამუშავება.

სოფლის მეურნეობა წარმოადგენს დედამიწის ატმოსფეროში მეთანისა და აზოტის ოქსიდის ზრდის ძირითად მიზეზს [20].

მაგრამ, თუ გამოვითვლით სოფლის მეურნეობის მიერ ატმოსფეროში CO₂-ის გამოფიტვის პროცენტულ თანაფარდობას სხვა დარგებთან მიმართებაში გაირკვევა, რომ სოფლის მეურნეობის წვლილი მხოლოდ 0,15%-ს დაიკავებს. მხედველობაშია მიღებული ევროკომისიის მონაცემები ნახშირწყალბადების გამოფიტვის შესახებ [20].



სურათი 3. სათბურის აირების გავლენა სხვადასხვა ინფრასტრუქტურაზე

ტექნოლოგიური პროგრესის მიუხედავად (მაგალითად, ახალი სახეობის მცენარეთა სელექცია, მინდვრების მორწყვის სისტემების შექმნა), ამინდი მაინც წარმოადგენს რაოდენობისა და ხარისხის ძირითად ფაქტორს. ამიტომ, აგრონომთა აზრით, მოსავლის კლებისა და მატების შეფასება თითოეული რეგიონისათვის სხვადასხვაა.

ჟურნალ Science-მა გამოაქვეყნა კვლევები იმის შესახებ, რომ 2030 წელს აფრიკამ შეიძლება დაკარგოს სიმინდის მოსავლის 30%-ზე მეტი, ხოლო აზიაში ბრინჯის მოსავლის დანარკავი 10%-მდე მიაღწევს საერთო რაოდენობიდან.

V. მიწათმოქმედება და მეცხოველეობა გლობალური დათბობისას

მიწათმოქმედებაზე გავლენის პროცესებს, ყველაზე ხშირად, წარმოადგენს შემდეგი აირების კონცენტრაციის ზრდა [20].

- ნახშირორჟანგი – ტყის გაჩეხვა იწვევს სათბურის აირების გამოფრქვევას;
- მეთანი- მისი გამოზოლქვა განაპირობებს მცენარეთა გამრავლების შეწყვეტას;
- აზოტის ჟანგი – გამონაბოლქვი გავლენას ახდენს სასუქების ხარისხზე;

მეცხოველეობაზე უარყოფითად მოქმედებს:

- ნახშირორჟანგის მსოფლიო გამონაბოლქვის 9%;
- მეთანის გამონაბოლქვის 35-40%;
- აზოტის ჟანგების გამონაბოლქვის 64% ;

ზოგჯერ კლიმატის ცვლილება, პირიქით, ცვლის მოსავლის რაოდენობას. მისმა რაოდენობამ მოიმატა: რუსეთში – 25%; კანადაში – 27%; ჩინეთში – 17%; ავსტრალიაში – 10%; საფრანეთში –8%, ინდოეთში – 4%,

კლიმატის ცვლილებისას მოსავლიანობა შემცირდა: ამერიკის შეერთებული შტატები – 2%; ურუგვაი –23%; ეგვიპტე–28%, ბრაზილია – 34%.

ლიტერატურა

1. Keigwin L.D. The little Ice Age and Medieval Warm Period in the Sargasso Sea//Science: Journal, 1996, Vol.274, №5292
2. Pearce, 2010-Pt4, „Part four: Climate change debate overheated after skeptics grasped „hockey stick“/Архивная копия/ от 26.05.2019
3. Hegerl A. al..Chapter 9:Understanding and Attributing Climate Change./და არქივებული ასლი 2019 წლის 11 მაისს
4. David Archer, Andrey Ganapolski. A movable trigger: Fossil fuel CO₂ and the next glaciations (PDF)/. Архивная копия/ от 06.03.2016.
5. Hays, Imbrie, Shackleton, 1976
6. Climate change: Ukraine War prompts fossil fuel gold rush- report / და არქივებული ასლი 09.06.2022. BBC, 9.06.2022.
7. Zhang Jinlun. What drove the dramatic arctic sea ice retreat during summer 2007//GRL, journal, 2008, 11.06.,Vol.35.
8. ადეიშვილი თ. გეოფიზიკა, ტომი11, ატმოსფეროს ფიზიკა. ნაწ.1, ატმოსფეროს ქვედა ფენების ფიზიკა, ქუთაისი, 2018
9. Churchs John, Clark peter. Chapter 13: Sea Level Change- Final Draft Underlying scientific – Technical Assessment /,Архивировано 16.10.2014
10. Michael E. et al. Influence of Anthropogenic Climate Change on Planetary Wave Resonance and Extreme Weather events/ Nature scientific Reports, 2017
11. Karin V.D.W. et al. Shifting patterns of mild Weather in response to projected radiative forcing. Climatic change- 2017,-vol.140.
12. Deutsch A.al. Climate- forced variability of ocean Hypoxia//Science,-2011.vol.333, P.336-339.
13. ადეიშვილი თ. გეოფიზიკა, 2, ატმოსფეროს ფიზიკა. ნაწ.2, ატმოსფეროს ზედა ფენების ფიზიკა, ქუთაისი, 2018.
14. ადეიშვილი თ. მიწისძვრის გამომწვევი მიზეზები და მისი პროგნოზის შესაძლებლობა, ქუთაისი, 2021.
15. Bill Mcguire. Climate forcing of geological and geomorphological hazards/,Journal,-Royal Society,2010, vol.368.
16. Adeishvili T.Khvedelidze L, Bardavelidze M. One physical Model of an Increase in Carbon Dioxide Concentration in the Upper layer before strong Earthquakes. Bulletin of the Georgian National Academy of sciences, 2006.TB.
17. Bischof J. et al. Ocean surface currents: The North Atlantic Drift Current/. Journal, university of Miami, 2003.
18. Wilson E. Grist Interview. Interviewed by Lisa Hymas. Архивировано/ из оригинала 4.10.2017.
19. NASA Explores. Human Activity in china and India Dominates the greening of Earth. NASA study shows/.საარქივო ასლი/, 18.05.2020. Wingback Machine-ზე , 11.02.2019 (ინგლ).
20. Global historical CO₂ emissions 2016 /statistic/(ინგლ). 25.08.2018

**A Historical Perspective of Global Warming and its Influence on Ecosystems
Summary**

Global average surface and lower- troposphere temperatures during the last 30 years have been progressively warmer than all earlier time. This warming has been particularly apparent the mid-and high-latitude regions of the Northern and Southern Hemispheres.

This process is due to the intensive emission of greenhouse gases.