

დისტანციური ზონდირების გამოყენებით მინათსარგებლობის
ცვლილებების ანალიზის მეთოდოლოგია და შედეგები
(გურჯაანის მუნიციპალიტეტის მაგალითზე)

ლევან ქოროღლიშვილი

*ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტის მაგისტრი
levanikoroglishvili.jr@gmail.com*

ანოტაცია

ლანდშაფტური დაგეგმარება და მონიტორინგი ბოლო ათწლეულის აქტუალური თემაა. სივრცის (გარემოს) ისე მონაცემების დაგეგმვა, რომ რესურსები რაციონალურად გამოვიყენოთ, დღითიდღე უფრო მნიშვნელოვანი ხდება. ჩვენ ვიცით, რომ ბუნებრივი რესურსები ამოწურვადია, და დროა, ახალი განახლებადი ენერგიის წყაროები გამოვიყენოთ. გლობალური კლიმატის ცვლილების ფონზე განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გარემოში ანთროპოგენური ცვლილებების დონის შეფასება და მონიტორინგი. სხვადასხვა ფაქტორის ზემოქმედების შედეგად, გარემო მუდმივად იცვლება და, ჩვენი აზრით, ყველაზე დიდ გავლენას განიცდის ანთროპოგენური ზემოქმედების დროს. მაგალითად, ადამიანი უდიდეს გავლენას ახდენს გარემოზე, როდესაც მიწას იყენებს სამეურნეო მიზნით (მინათსარგებლობა). მინათსარგებლობის ცვლილების შესასწავლად საქართველოს ტერიტორიაზე ამ დრომდე მასშტაბური კვლევები არ ჩატარებულა. საკვლევ ტერიტორიად შევარჩიეთ გურჯაანის მუნიციპალიტეტი. ყურადღება გავამახვილეთ სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებზე და გავარკვიეთ, შეიცვალა თუ არა მუნიციპალიტეტში მათი ათვისების მასშტაბები 1995-2019 წწ. ამისათვის გამოვიყენეთ NDVI (Landsat-ის 2019-1995 წწ. სურათებიდან), რომლის მაჩვენებლების ცვლილებების საფუძველზეც გამოვყავით დამუშავებული და ნასვენი მიწის ფართობები. დავეყრდენით მოსაზრებას, რომ ნასვენად ჩაითვალოს ნაკვეთი, რომელიც ხუთი წლის განმავლობაში არ მუშავდება. კვლევის შედეგად გაირკვა, რომ გურჯაანის მუნიციპალიტეტის ფარგლებში ასეთი ნაკვეთი, ფაქტობრივად, არ არსებობს - ასეთი დიდ ხანს ნაკვეთები დაუმუშავებელი, ფაქტობრივად, არ რჩება, მითუმეტეს, რომ ვიკვლევდით სახნავ-სათეს ფართობებს.

METHODOLOGY AND RESULTS OF LULC
CHANGE ANALYSIS FROM SATELLITE DATA
(CASE STUDY OF GURJAANI MUNICIPALITY)

Levani Koroglishvili

*Master of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University
levanikoroglishvili.jr@gmail.com*

ANNOTATION

Landscape planning and monitoring is a topical issue of the last decade. Arranging and planning the space (environment) in such a way that we use resources rationally is becoming more and more important. We know that natural resources are depleted and it is time to use new renewable energy sources, especially in the context of global climate change, it is important to assess and monitor the level of anthropogenic changes in the environment. The environment is constantly changing under the influence of various factors and in our opinion, it is most affected by anthropogenic impacts. For example, man has the greatest impact on the environment when he uses land for agricultural (land use) purposes. Until now, land surveys have not been conducted to study land use change, for example, we have selected Gurjaani Municipality to see

changes in land use levels. At the research stage, a certain methodology was developed and developed according to the NDVI index. We have developed a methodology using existing Georgian and foreign materials. We have taken into account the geographical features of the region of Georgia, more specifically Gurjaani municipality. We saw what resources are needed to do this, tried to explain correctly and easily to the reader all, geographical aspects, technological needs, educational resources that we use to identify land use change, and the goal was to create a kind of guide in this direction. We decrypted satellite imagery developed by Landsat for the 2019–1995 interval. As a result of the research, we can say that there is no abandoned land in the territory of Gurjaani Municipality in 2019-1995. We hope that the research will provide us with a kind of guide that we will use to study land use and land use for the region of Georgia.

შესავალი

გლობალური მასშტაბით მიწის საფარის კვლევას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ისეთ საერთაშორისო გამოწვევებში, როგორებიცაა გაერთიანებული ერების ჩარჩო კონვენცია კლიმატის ცვლილების შესახებ (UNFCCC) და კიოტოს პროტოკოლი. გლობალური მიწის საფარის შესახებ ინფორმაცია გამოიყენება უამრავი მოდელისათვის: გლობალური ცირკულაციის მოდელები, დედამიწის სისტემის მოდელები და ინტეგრირებული მოდელები სხვადასხვა პროცესისა თუ მოვლენის შეფასებისათვის, რომლებიც, თავის მხრივ, გამოიყენება კლიმატის გლობალური და რეგიონული სტიმულაციებისთვის, მცენარეული საფარის დინამიკის მოდელირებისათვის, ნახშირბადის მარაგის მოდელირებისათვის და სხვ.

ზემოთ ხსენებული ნებისმიერი მოდელის განხორციელებასა და, შესაბამისად, შედეგზე სწორედ მიწის საფარზე არსებული ინფორმაცია მოქმედებს, რაც, თავის მხრივ, აეროკოსმოსური სურათების გარჩევადობასა და კლასიფიკაციის სიზუსტეზე დამოკიდებულია.

უკანასკნელ წლებში დისტანციური ზონდირების ტექნოლოგიურმა წინსვლამ შესაძლებელი გახადა გლობალური მიწის საფარზე ინფორმაციის მოპოვება და სამეცნიერო კვლევისას, განსაკუთრებით კი - მოდელირებისას გამოყენება.

დისტანციურად ზონდირებული სურათების კლასიფიკაცია მიწათსარგებლობის/მიწის საფარის მიხედვით მომხმარებელს საშუალებას აძლევს, შეისწავლოს და დოკუმენტურად ასახოს ლანდშაფტები სხვადასხვა კვლევებისათვის. მკვლევრები იყენებენ მიწათსარგებლობის რუკებს, რათა მცენარეულ საფარსა და მოსახლეობის განსახლებას შორის ცვლილებათა შესასწავლად; საჭიროა, პასუხი გაეცეს ისეთ კითხვას, როგორიცაა: „როგორ შეიცვალა მცენარეულობა და რატომ?კვ

ნაშრომის მიზანი იყო გურჯაანის მუნიციპალიტეტის მიწათსარგებლობის ცვლილებების ანალიზი. კვლევისას გამოვიყენეთ Landsat-ის 1986-2019 წლებში გადაღებული სურათები.

კვლევის მეთოდები

გურჯაანის მუნიციპალიტეტში მიწათსარგებლობის დინამიკის დასადგენად დავსახეთ შემდეგი ამოცანები:

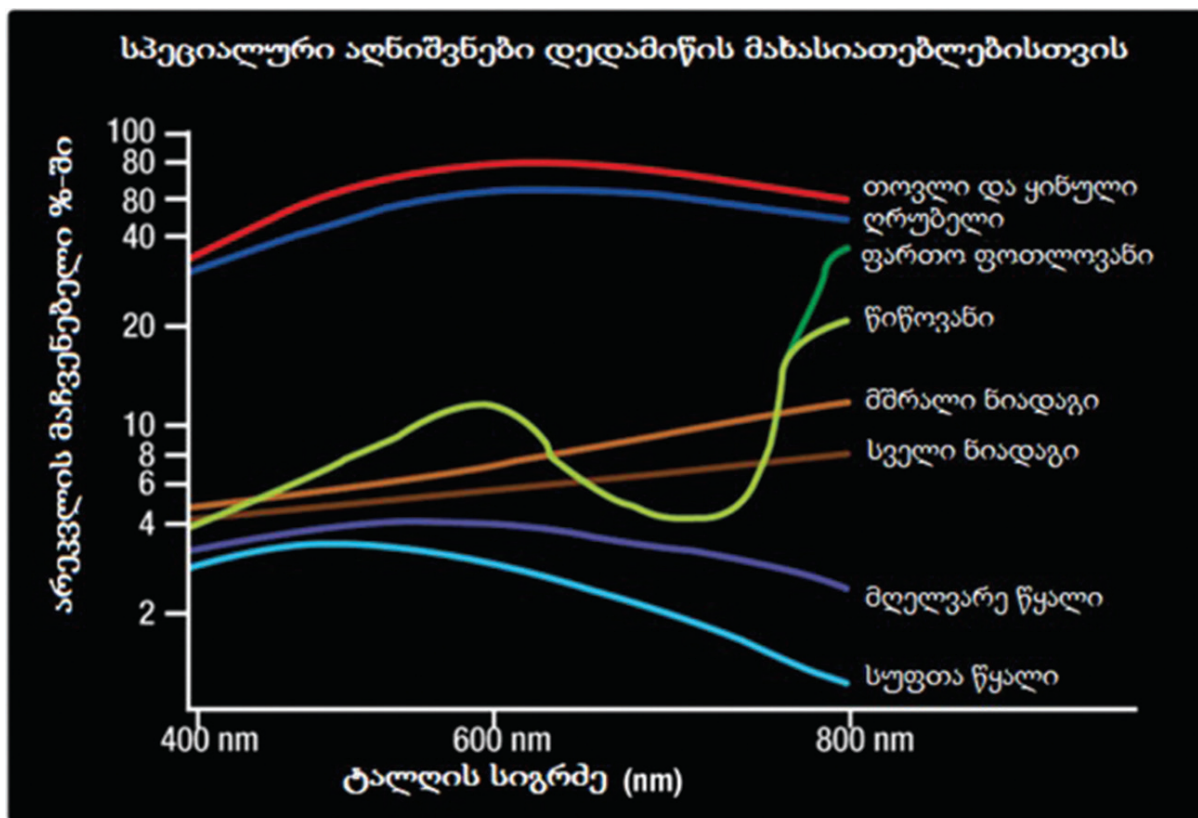
1. არსებული სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა და ანალიზი;
2. აეროკოსმოსური კვლევის სათანადო მეთოდების დამუშავება;
3. კვლევისათვის საჭირო მონაცემების მოძიება (მათ შორის: გეოგრაფიული ინფორმაცია, აეროკოსმოსური სურათები და რელიეფის ციფრული მოდელი და ა. შ.) და არსებული მონაცემების კომპიუტერული დამუშავება;
4. შერჩეული მეთოდებით მიწათსარგებლობის ცვლილების ანალიზი GIS-ში, ციფრული მოდელირება და მოდელირებაზე დაყრდნობით მიწათსარგებლობის ცვლილებების დადგენა, აგრეთვე, სივრცითი (ბუნებრივი გარემოს) ცვლილების ხარისხის ანალიზი დროში (დინამიკის დანახვა), დაუმუშავებელი მიწის ფართობების დადგენა ჰა-ში, ქრონოლოგიის მიხედვით; (ანუ მიწის მაქსიმალური მოცდენის პერიოდი).
5. მეთოდოლოგიების გაერთიანება და რეგიონისთვის ოპტიმალური მეთოდოლოგიის შემუშავება;

კვლევისას გამოვიყენეთ NDVI -Normalized Difference Vegetation Index-ის სეზონური ცვლილება. NDVI არის სტანდარტული ინდექსი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს, მივიღოთ სურათი, რომელზეც ასახულია მწვანე საფარი. ეს არის რიცხვითი ინდიკატორი, რომელიც იყენებს ელექტრომაგნიტური სპექტრის ხილულ წითელ და ახლო ინფრარითელ გამოსხივებას და, დისტანციური ზონდირების შედეგად მიღებული აეროკოსმოსური სურათების ანალიზით, აფასებს, საკვლევი ტერიტორია მოიცავს თუ არა ცოცხალ მწვანე საფარს. ცნობილია, რომ NDVI-ს უარყოფითი მნიშვნელობა ახასიათებს ღრუბლებს, წყალს და თოვლს, ნული დამახასიათებელია კლდეებისა და შიშველი ნიადაგისათვის, საშუალო მნიშვნელობები -0,2-0,3 დამახასიათებელია ბუჩქებისა და ბალახეულობისათვის, ხოლო უფრო მაღალი მაჩვენებელი 0,5-0,7 ტყეებისათვის [2,3].

ყველა მკვლევარი თანხმდება, რომ ძნელია, გაარჩიო ბალახის და ნორჩი მცენარის ანარეკლი სურათზე, თუმცა მცირედი განსხვავებები მაინც არის, მათ მიერ არეკლილი სხივური გამოსხივების ტალღის სიგრძეები მცირედით, მაგრამ მაინც განსხვავდება ერთმანეთისგან (ნახ. 1)

ნახ. 1. არეკვლილი გამოსხივების კლასიფიკაცია

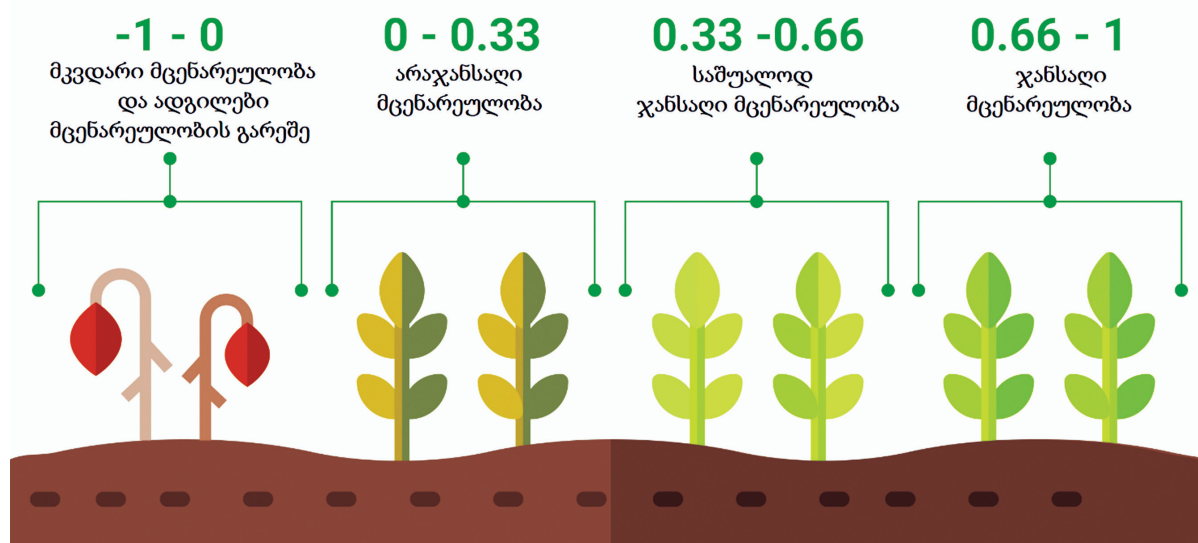
1. სასოფლო კულტურებს სურათზე უფრო თანაბარი (ჰომოგენური) გავრცელება ახასიათებს მაშინ, როდესაც ბალახი ნაკლებად ერთგვაროვანია;
2. ბალახით დაფარული ტერიტორიები სავსეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში NDVI-ის მეტნაკლებად ერთნაირი მნიშვნელობით ხასიათდება მაშინ, როდესაც კულტურული



მცენარეულობის შემთხვევაში, შესაძლოა, მნიშვნელობა ერთ დღეშიც კი შეიცვალოს (მოსავლის აღება, ნაყოფის მწიფობა და სხვ.).

ნახ. 2. NDVI ცვლილება ჯანსაღ და არაჯანსაღ მცენარეული საფარის დროს

ზემოთ ხსენებული ფაქტების გათვალისწინებით, გადმოვწერეთ ყველა სურათი ყველა წლის აპრილიდან სექტემბრამდე პერიოდის ჩათვლით. სხვადასხვა სამეცნიერო კვლევაზე დაყრდნობით, მივიღეთ სასოფლო-სამეურნეო მიწისათვის ოპტიმალური, მაქსიმალური



მოცდენის პერიოდი (როდესაც მიწის ნაკვეთი არ მუშავდება და ბალახითაა დაფარული). როგორც წესი, ეს არანაკლებ ხუთი წელია. ყველა სურათმა გაიარა შემდეგი ეტაპები:

1. შეირჩა მაღალი ხარისხის, უღრუბლო სურათები;
2. ყველა სურათზე გამოვთვალეთ NDVI-ის მნიშვნელობები;
3. შევადარეთ, რომელი სასოფლო-სამეურნეო სავარგული არ მუშავდებოდა მინიმუმ 5 წლის განმავლობაში;

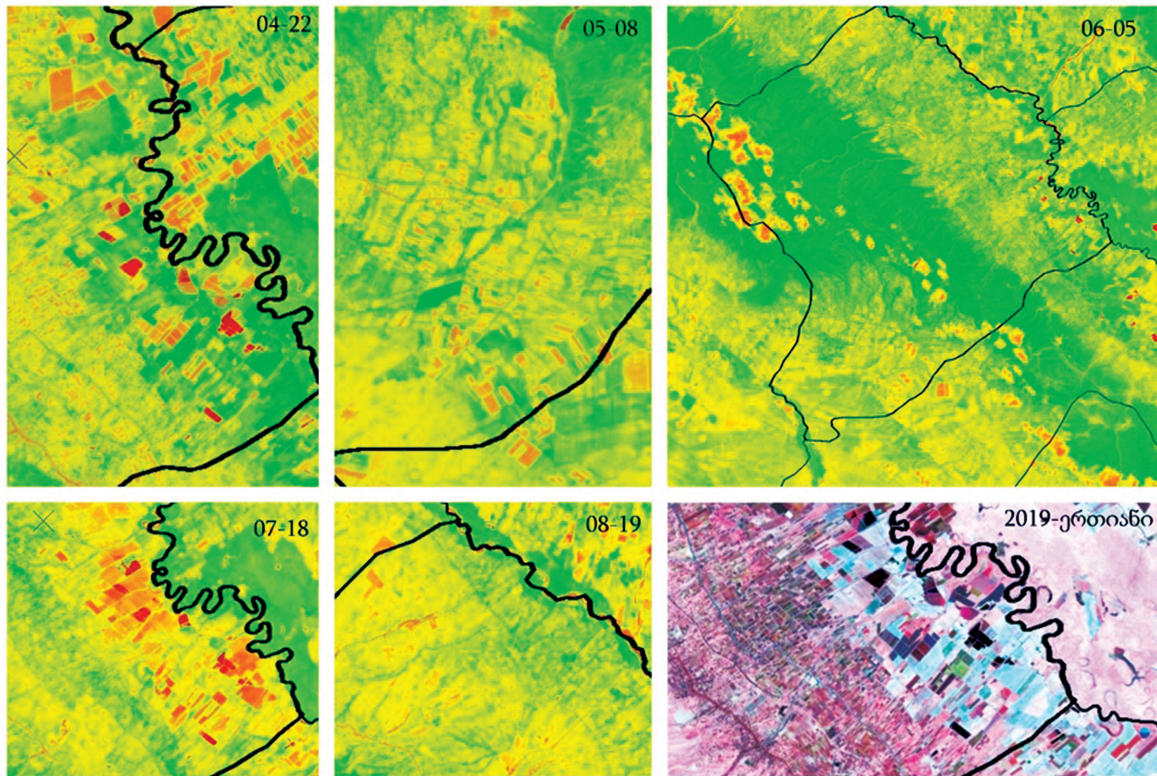
გადმოვწერეთ 1986-2019 წწ. ყველა წლის თებერვლიდან - ნოემბრის ჩათვლით პერიოდის ყველა შესაძლო ვარიანტი, სურათების ჯამური რაოდენობა-116 თანამგზავრული ფოტო (Landsat 5, Landsat 7, Landsat 8).

მარტის თვეში ხშირი იყო ღრუბლიანი ფოტოები, რაც გამოუსადეგარს ხდიდა სატელიტურ ფოტოს ჩვენი კვლევისთვის. ამიტომ კვლევის შემდეგ ეტაპზე დავამუშავეთ აპრილიდან სექტემბრის ჩათვლით სურათები. სწორედ ამ პერიოდში მიმდინარეობს სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები (მიწის მოხვნა და თანმდევი სამუშაოები), რაც ცვლის გამოსახულებას სურათზე. ასევე, როდესაც ნაყოფი მნიფდება, იცვლება მცენარის ანარეკლი სურათზე, დაუმუშავებელ ფართობებზე არსებული ბალახის საფარის ანარეკლი კი სავსებით სხვა პერიოდის განმავლობაში თითქმის უცვლელი რჩება.

დამუშავდა 51 ფოტო. 2012 წლის მონაცემები გამოუსადეგარი იყო. პირველი საკვლევი პერიოდი - 2019-2015 წლების მონაკვეთი, შედარდა 2014-2010 წლებთან.

აეროსურათებზე მუშაობა მიმდინარეობდა Arcgis-ში. მოსამზადებელი სამუშაოები, პირველ ყოვლისა, გულისხმობდა გეომეტრიულ და რადიომეტრულ კორექციას. სურათი საკმაოდ მაღალი ხარისხის იყო, შესაბამისად, არ დაგვჭირდა ე.წ. „ხმაურის მოცილება“. გამოვიყენეთ სივრცული ფილტრი და კუთხის გაზრდა, მაგრამ არ გამოგვიყენებია მრავალსურათიანი მანიპულაციები. აღნიშნული მანიპულაციების უმრავლესობა შესრულდა ნაბიჯ-ნაბიჯ, ხოლო ძირითადი ეტაპი იყო ატმოსფერული კორექცია, რაშიც სურათის ხარისხის ამაღლების ზემოთ ხსენებული ოპერაციებიც შედიოდა.

ჩვენს შემთხვევაში გამოვყავით შემდეგი კლასები: მდინარე, დასახლებული ტერიტორია, აგრარული ტერიტორია, შიშველი ნიადაგი, ფართოფოთლოვანი ტყე/ბუჩქნარი, შერეული ტყე, ბალახოვანი საფარი და სხვა ტერიტორია.



ნახ. 3. NDVI-ის მნიშვნელობები: 2019 აპრილი - აგვისტო

მიღებული შედეგები

ჩვენი კვლევის მიზანი იყო, განგვესაზღვრა მიწათსარგებლობის ცვლილება გურჯაანის მუნიციპალიტეტში და გაგვეანალიზებინა ცვლილებების გამომწვევი ფაქტორები. კვლევის პროცესში დადასტურდა, რომ მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე მასშტაბური ცვლილებები მიწათსარგებლობაში არ მომხდარა (არ მიმდინარეობს ურბანიზაციის აქტიური პროცესი, არც ახალი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებისთვის მიწის გამოთავისუფლება ხდება) და ცვლილებათა ძირითადი ნაწილი არსებულ სავარგულებს ეხება. განისაზღვრა, რომ სავარგული ნასვენად ჩაითვალოს, თუ იგი არ მუშავდება მინიმუმ 2-5 წლის განმავლობაში. შესაბამისად, თუ ყოველ 5 წლიან მონაკვეთში მიწის ნაკვეთი დაუმუშავებელი იყო, 1 წელს დამუშავდებოდა თუ არა, მიწის სტატუსი ვერ შეიცვლება. შესაძლოა, მიწა თავად მეპატრონემ დროებით სარგებლობაში გადასცეს სხვას, ამიტომ 1 წლით მიწის დაუმუშავებლობა მის მიტოვებაზე არ მიუთითებს. გამოვავლინეთ დაუმუშავებელი მიწის ფართობები ჰა-ში 2019-1995წ-ში, რაც წარმოდგენილია ცხრილის სახით:

2019	712	2009	289	1999	576
2018	467	2008	533	1998	544
2017	393	2007	378	1997	385
2016	651	2006	497	1996	487
2015	236	2005	557	1995	613
2014	678	2004	562		
2013	428	2003	482		
2012	No information	2002	452		
2011	659	2001	349		
2010	423	2000	487		

ნახ. 4. 2019-1995 დაუმუშავებელი მიწა ჰა-ში

ასევე ვეცადეთ განგვესაზღვრა სავარგულების სტატუსი, კერძოდ:

1. 2-3 წლიანი შუალედი - ნასვენი სავარგული
2. 5 წლიანი შუალედი - დროებით მიტოვებული სავარგული
3. 10 წლიანი შუალედი -მიტოვებული სავარგული
4. 15 წლიანი შუალედი - გამოუყენებელი სავარგული
5. 20 წლიანი შუალედი - გაპარტახებული მიწა
6. 25 წლიანი შუალედი - ანთროპოგენური ნარჩენი მიწა
7. 40 წლიანი შუალედი - მიწათსარგებლობის სრული ცვლილება

შემდგომ ეტაპზე კი, ამ კატეგორიების მიხედვით, გავანალიზეთ გურჯაანის მუნიციპალიტეტში არსებული სავარგულები 1995-2019 წწ. პერიოდისთვის. აღმოჩნდა, რომ წლიდან წლამდე ნასვენი სავარგულების ფართობები ასე გადანაწილდა ხუთწლიანი პერიოდების მიხედვით:

1. 2015-2019 საერთო მოიძებნა 15.95 ჰა
2. 2010-2015 საერთო ჰქონდა 9.7 ჰა
3. 2005-2009 საერთო არ მოიძებნა
4. 2000-2004 საერთო მოიძებნა 5.9 ჰა
5. 1995-2000 საერთო მოიძებნა 7 ჰა

შემდგომ იგივე პროცედურები განვახორციელეთ, მაგრამ გავზარდეთ შუალედი 10 (10 წლის მანძილზე არ მუშავდებოდა) წლამდე. აღმოჩნდა, რომ მიტოვებული სავარგულების ფართობები ასე გადანაწილდა:

1. 2010-2019 -5.7 ჰა
2. 1995-2004 -3.5 ჰა

შემდეგ ეტაპზე ვეცადეთ, გავგეზარდა შუალედი 15 წლამდე, მაგრამ აღმოჩნდა, რომ საერთო ფართობები არ მოიძებნა. ასევე, არ მოიძებნა საერთო ფართობები უფრო ხანგრძლივი პერიოდებისთვისაც. აქედან გამომდინარე, მუნიციპალიტეტში უკვე არსებული სავარგულები მუდმივად გამოიყენება, მიწის მაქსიმალური მოცდენის პერიოდი 10 წელია. არ ფიქსირდება ახალი სავარგულებისათვის მიწების გამოთავისუფლება. მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე მიმდინარეობს საგზაო ინფრასტრუქტურული სამუშაოები, მაგრამ მათ არ გააჩნიათ განსაკუთრებული მასშტაბები და სამუშაო უკვე არსებული გზების გაუმჯობესებით გამოიხატება.

დასკვნა

მიწათსარგებლობის ცვლილებების გავრცელებული ძირითადი ტიპებიდან გურჯაანის მუნიციპალიტეტში არც ერთ მათგანს არ ჰქონია მასშტაბური ხასიათი. მაგ., აქ არ მიმდინარეობს ინტენსიური ურბანიზაციის პროცესი, საბედნიეროდ, არც ტყეებს ჩეხენ მასშტაბურად და არც ტყის მასშტაბურ ხანძრებს ვაწყდებით.

გვაინტერესებდა, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ათვისების მხრივ, რა ცვლილებები მოხდა მუნიციპალიტეტში, რამდენად შეიცვალა მათი ფართობი საბჭოთა პერიოდის შემდეგ. მსგავსმა კვლევებმა სხვა ყოფილ საბჭოთა რესპუბლიკებში (რუსეთი, უკრაინა, ბელორუსია და სხვ.) აჩვენა, რომ მკვეთრად არის გაზრდილი მიტოვებული (სასოფლო-სამეურნეო სავარგული, რომელიც 5 და მეტი წლის განმავლობაში არ დამუშავებულა) სავარგულების ფართობები. გურჯაანის მუნიციპალიტეტში კი არ არსებობს მუდმივად მიტოვებული მიწა. რეგიონში არ მიმდინარეობს რაიმე ექსტრემალური მოვლენები, სასოფლო-სამეურნეო მიწის სრული ფართობი პერიოდულად მუშავდება. არ აღინიშნება ჩვენ მიერ განსაზღვრული რომელიმე მიწის კლასის ფართობის მკვეთრი კლების ტენდენცია.

კვლევის პერსპექტივები

იმედი მაქვს, მომავალში მექნება ამ კვლევის უფრო ვრცლად წარმოჩენის შესაძლებლობა. რეგიონის კვლევის დროს შესაბამისი მეთოდოლოგიის სწორად შერჩევა და ჩამოყალიბება ყველაზე რთული იყო, რადგან არ არსებობდა ერთიანი მეთოდოლოგია. პრინციპი ყველა ფოტოს

დეშიფრირებისას იგივეა - ინფორმაციის სწორად „ამოღება“. მაგრამ ერთ უნიკალურ მეთოდს არ იცნობს არც უცხოური გამოცდილება, რომელზე დაყრდნობითაც მიხედვითაა მთელი კვლევის წარმართვა. ამიტომ, საკვლევი ტერიტორიის ბუნებრივი პირობების და ვირუსული პანდემიის გათვალისწინებით, მომიხდა ახალ-ახალი გზის შერჩევა.

კვლევის შემდგომ ეტაპზე საინტერესო იქნება რეგიონის კომპლექსური შესწავლა, სხვადასხვა თანამგზავრული თუ პროგრამული სისტემის გამოყენება, რეგიონის ციფრული სიმაღლითი მოდელების ანუ DEM რუკების შექმნა.

კვლევის ექსპედიციურ ეტაპზე დრონების (უპილოტო საფრენი აპარატის) გამოყენება და შედარება თანამგზავრული ფოტოსურათებთან, ვფიქრობ, უფრო ზუსტსა და საინტერესო შედეგს მოგვცემს.

პრაქტიკის განვითარებასთან ერთად შესაძლებელია სასოფლო-სამეურნეო მონაცემების ყოველწლიური ანალიზი გეოგრაფიული, ბუნებრივი ფაქტორების გათვალისწინებით, რაც შემდგომი პერიოდისთვის მოგვცემს პროგნოზის საშუალებას მოსავლიანობის, დაზიანებული ან მიტოვებული მიწის ფართობის დასადგენად, სარეაბილიტაციო ან გამაჯანსაღებელი ღონისძიებების გასატარებლად, როგორც იქცევანი წამყვანი ქვეყნები.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Mora, B., Tsendbazar, N., Herold, M., & Arino, O. (2014). Global Land Cover Mapping: Current Status and Future Trends. In I. Manakos, & M. Braun, Land Use and Land Cover Mapping in Europe (pp. 11-30). Springer.
2. Bhata B. Remote Sensing and GIS. Oxford. 2011.
3. Campbell J. B, Wynne R. H. Introduction to Remote Sensing. The Guilford Press. New York, London. 2011.
4. He C, Shi P, Xie D, Zhao Y. Improving the normalized difference builtup index to map urban built-up areas using a semiautomatic segmentation approach. Remote Sensing Letters, 1:4, 213-221. 2010
5. Holme A.McR. Burnside D.G. Mitchell A.A. (1987). The development of a system for monitoring trend in range condition in the arid shrublands of Western Australia.
6. Australian Rangeland Journal 9:14-20.
7. Lavender S. Lavender A. Practical Handbook of Remote Sensing. CRC Press. 2016
8. Lillesand T. M, Kiefer R. W, Chipman J. W. Remote Sensing and Image Interpretation. WILEY. 2004
9. Liu D, Xia F. vssessing obzect-based classification: ad&antages and limitations. Remote Sensing Letters, 1:4. 2010.
10. Mather P. M. Computer Processing of Remotely Sensed Images. Third Edition. WILEY. 2004

გამოყენებული საიტები:

<https://landsat.gsfc.nasa.gov/>