

UDC 626.82

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2024-1-182-188>

## დროებითი სარწყავი ქსელის არხების გარეცხვა

**ოლა ხარაიშვილი** ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60

E-mail: xaraishvili@gmail.com

**ერეკლე კეჩხოშვილი** ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60

E-mail: e.kechkhoshvili@gtu.ge

### რეცენზენტები:

**ლ. იტრიაშვილი**, სტუ-ის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ზღვებისა და წყალსაცავების განყოფილების მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: itriashvili@mail.ru

**ე. კუხალაშვილი**, სტუ-ის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ინოვაციური განვითარების ჯგუფის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: e.kukhalashvili@gtu.ge

**ანოტაცია.** ნიადაგის ეროზიის შემცირება არის თანამედროვე საინჟინრო ეკოლოგიის ერთ-ერთი ძირითადი საკითხი. აღსანიშნავია, რომ ეს პრობლემა განპირობებულია არა მარტო ბუნებრივი ფაქტორებით, არამედ მორწყვის ზოგიერთი მეთოდის თავისებურებითაც. სტატიაში განხილულია თვითდინებითი მორწყვისას დროებითი ქსელის მიწის არხების გარეცხვის საკითხი. საქართველოს შიდა ქართლის რეგიონის სამი სოფლის სარწყავი სისტემების დროებით ქსელზე ექსპერიმენტულად განი-

საზღვრა გარეცხვის სიდიდე და დადგინდა მისი დამოკიდებულება ქსელის პარამეტრებსა და ნიადაგის პირობებზე. ჩატარებული სამუშაოს შედეგად დროებით ქსელზე ნიადაგის ეროზიის (გარეცხვის) შესამცირებლად რეკომენდებულია კვეთშემკვრივე-ბული არხების მოწყობა.

**საკვანძო სიტყვები:** გრძივი სქემა; დროებითი ქსელი; კვეთის შემკვრივება; ნიადაგის გარეცხვა; ნიადაგური პირობები; ქანობი; წყლის ხარჯი.

## შესავალი

დროებითი სარწყავი ქსელი შეიძლება მოეწყოს გრძივი (ძირითადი ქანობის) და განივი მიმართულებით. კომპრომისული ვარიანტია ე.წ. „ირიბი კვლები“, რომლებიც გატარებულია კუთხით ძირითადი ქანობის მიმართ. არხების გაყვანის მიმართულების შერჩევა ძირითადად დამოკიდებულია ფართობის ქანობზე. დიდი ქანობის შემთხვევაში, ნაკადის სიჩქარისა და ამით გამოწვეული არხების კალაპოტის გარეცხვის აღსაკვეთად ან შესამცირებლად საჭირო ხდება დროებითი არხის გაყვანა განივი ან ირიბი მიმართულებით [1,2]. არსებული მასალების მიხედვით გრძივი სქემის გამოყენების ზღვრად მიიღება ქანობი 0,007 რომლის შემდეგ უნდა გამოიყენებოდეს განივი ან ირიბი სქემა.

## ძირითადი ნაწილი

ტერიტორიის ქანობის, ნიადაგის პირობებისა და სარწყავი ხარჯების გავლენა დროებითი ქსელის არხების გარეცხვასა და გრძივი სქემის გამოყენების პირობებზე 2015 – 2017 წლებში შესწავლილია სოფლების ხელთუბნის, ზურტისა და მეჯვრისხევის სარწყავი სისტემების ცენტრალური ნაწილის სარწყავ ფართობებზე. დაკვირვება წარმოებდა სხვადასხვა ნიადაგისა და ქანის პირობებში, გრძივი მიმართულებით გაყვანილ დროებით სარწყავ არხებში წყლის ხარჯით 20 – 40 ლ/წმ (აღნიშნული ხარჯი მიღებულია დროებითი სარწყავი არხებისათვის საქართველოს პირობებში).

ნიადაგის გარეცხვის პროცესისა და მისი ინტენსიურობის დადგენა ხდებოდა არხის გრძივი ნიველობისა და 20 მ ინტერვალით აღებულ განივ კვე-

თებში გაზომვის საშუალებით ყოველი მორიგი მორწყვის წინ და მორწყვის შემდეგ. სამივე სოფელში სავეგეტაციო პერიოდში რწყვა ტარდებოდა ორჯერ. დაკვირვებისათვის შერჩეულ დამახასიათებელ წერტილებში აღებული იყო ნიადაგის ნიმუშები და გარეცხვისადმი ნიადაგის წინააღმდეგობის უნარის შეფასების მიზნით განისაზღვრა მათი მექანიკური შემადგენლობა.

დაკვირვებები ჩატარებული იყო შემდეგ პირობებში:

- სოფ. ხელთუბანი - არხის ქანობი  $i = 0.010$ , ხარჯი  $Q = 20$  ლ/წმ;
  - $i = 0.010$ ,  $Q = 40$  ლ/წმ;
  - $i = 0.014$ ,  $Q = 40$  ლ/წმ;
- სოფ. მეჯვრისხევი -  $i = 0.030$ ,  $Q = 12$  ლ/წმ;
- სოფ. ზურტი -  $i = 0.010$ ,  $Q = 20$  ლ/წმ;
  - $i = 0.010$ ,  $Q = 40$  ლ/წმ.
  - $i = 0.03207$ ,  $Q = 40$  ლ/წმ;

ექსპერიმენტის პროცესში სოფ. ზურტში დროებით სარწყავ არხში ქანობით  $i = 0.03207$ , წყლის ნაკადმა, გაშვებულმა ხარჯით  $Q = 40$  ლ/წმ მყისიერად გამოიწვია ძლიერი გარეცხვა, არხი მწყობრიდან გამოვიდა და შემდგომი დაკვირვებები შეუძლებელი გახდა. ცხადია, ასეთი ქანობის პირობებში  $Q = 40$  ლ/წმ წყლის ხარჯით დროებითი სარწყავი ქსელის გრძივი სქემის გამოყენება მიუღებელია.

საქართველოს პირობებში დროებითი სარწყავი არხით მორიგი მორწყვის ხანგრძლივობა, უმეტეს შემთხვევაში, ორი დღელამით შემოიფარგლება. ამდენად, ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები ორდღიანი მორიგი მორწყვის შედეგებს ასახავს.

დროებითი სარწყავი არხების გარეცხვის შეფასება ხდებოდა გარეცხვის წრფივი სიდიდისა და მე-

ტად მოხერხებული, განივკვეთის ფართობის საშუალო ცვლილების მაჩვენებლის ( $\Delta \omega$  მ<sup>2</sup>) მიხედვით, რომელიც იმავე დროს გამოსახავს არხის ერთი გრძივი მეტრიდან გარეცხილი მიწის მოცულობას.

ცალკეული დაკვირვებების მონაცემების ანალიზი შემდეგ სურათს იძლევა:

სოფ. ხელთუბანში  $i = 0.010$  ქანობისა და  $Q = 20$  ლ/წმ ხარჯის პირობებში დროებითი სარწყავი არხის გარეცხვა ორივე ფერდზე ხდებოდა თითქმის თანაბრად 2-22 სმ-ის ფარგლებში. ეს უნდა აიხსნას იმით, რომ არხი გატარებული იყო წრფივად. არხის ფსკერის გარეცხვის სიდიდე 0-10 სმ-ის. ფარგლებში იცვლებოდა.

სოფ. ხელთუბანში, იმავე ნიადაგურ და ქანობის  $i = 0.010 - 0.014$  პირობებში,  $Q = 40$  ლ/წმ ნაკადის გამოყენების შემთხვევაში, გარეცხვა, როგორც მოსალოდნელი იყო, უფრო ძლიერად იყო გამოვლენილი. მაგალითად, თუ წინა შემთხვევაში ფსკერის გარეცხვა მერყეობდა 0 - 10 სმ-ის ფარგლებში და საშუალოდ უდრიდა 4,4 სმ-ს, ამ შემთხვევაში იგივე მაჩვენებელი 0 - 13 სმ-მდე გაიზარდა და საშუალოდ იყო 6,28 სმ.

ანალოგიური შეფარდება არის არხის განივი კვეთის ცვლილების საშუალო ფართობის ( $\Delta \omega$ ) მხრივ. პირველ შემთხვევაში ის 0,0355მ<sup>2</sup>-ს შეადგენდა, ხოლო  $Q = 40$  ლ/წმ ხარჯის პირობებში შეადგენდა 0,0460 - 0,0510 მ<sup>2</sup>.

ერთი და იმავე ქანობისა და ხარჯის პირობებში, სოფ. ზურტში გარეცხვის მაჩვენებლების სიდიდე უფრო ნაკლები იყო ვიდრე ხელთუბანში:  $i = 0.010$  ქანობისა და  $Q = 20$  ლ/წმ ხარჯის პირობებში

სოფ. ზურტში ფსკერის საშუალო გარეცხვა 4 სმ-ს და განივკვეთის საშუალო ცვლილება  $\Delta \omega = 0,0215$  მ<sup>2</sup>-ს უდრიდა, ხოლო ხელთუბანში იგივე მაჩვენებელი 4,4 სმ-ს და  $\Delta \omega = 0,0355$  მ<sup>2</sup>-ს შეადგენს.

ანალოგიურ სურათს გვაძლევს შედარება  $Q = 40$  ლ/წმ ხარჯის პირობებში: სოფ. ზურტში, ფსკერის საშუალო გარეცხვა 4,90 სმ-ს და განივი კვეთის საშუალო დეფორმაცია 0,0280 მ<sup>2</sup>-ს უდრიდა, ხოლო სოფ. ხელთუბანში, იგივე ხარჯისთვის მაჩვენებლები შეადგენდა 6,28 - 6,45 სმ-ს და 0,0510-0,0460 მ<sup>2</sup>-ს.

ისევე, როგორც სოფ. ხელთუბანში, სოფ. ზურტში,  $Q = 40$  ლ/წმ ნაკადით გამოწვეული გარეცხვა, სხვა დანარჩენ ერთნაირ პირობებში, უფრო დიდი იყო  $Q = 20$  ლ/წმ ნაკადით გამოწვეულ გარეცხვასთან შედარებით:  $Q = 20$  ლ/წმ ნაკადის შემთხვევაში არხის ფსკერის საშუალო გარეცხვა 4,0 სმ და კვეთის ფართობის საშუალო ცვლილება 0,0215 მ<sup>2</sup> შეადგენდა, ხოლო  $Q = 40$  ლ/წმ ნაკადის შემთხვევაში იგივე მაჩვენებლები 4,9 სმ და 0,0280 მ<sup>2</sup> იყო. მეჯვრისხევიში  $i = 0.030$  ქანობისა და  $Q = 12$  ლ/წმ ხარჯის პირობებში არხის ფსკერის გარეცხვა საშუალოდ 3,92 სმ-ს შეადგენდა, ხოლო განივი კვეთის საშუალო ცვლილება - 0,0241 მ<sup>2</sup>.

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ გარეცხვისადმი წინააღმდეგობის უნარი [3] სოფ. ზურტის ნიადაგებს მეტი აქვს სოფ. ხელთუბანის ნიადაგებთან შედარებით, რასაც ადასტურებს აგრეთვე ჩვენ მიერ ჩატარებული ნიადაგების მექანიკური შედგენილობის ანალიზი. ამავე ანალიზების მიხედვით სოფ. ზურტისა და სოფ. მეჯვრისხევის ნიადაგები მსგავსი თვისებებით ხასიათდება (ცხრილი 1).

ნიადაგების მექანიკური შედენილობა

№	მაჩვენებლები <sup>1</sup>	სოფელი ხელთუბანი	სოფელი ზერტი	სოფელი მეჯვრისხევი
1	მოცულობითი მასა, გ/სმ <sup>3</sup>	1,30	1,41	1,42
2	სიმკვრივე, გ/სმ <sup>3</sup>	2,45	2,41	2,47
3	ფორიანობა, %	47	40	42
4	ზღვრული წყალტევადობა, %	31,94	28,09	29,01
5	ფილტრაციის კოეფიციენტი, სმ/წმ	0,000487	0,000270	0,002056
6	ფიზიკური თიხის შემცველობა, %	25,9	28,4	27,5
7	ნიადაგის სახეობა	მსუბუქი თიხნარი	მსუბუქი თიხნარი	მსუბუქი თიხნარი
8	დენადობის ზღვარი	0,44	0,38	0,36
9	შინაგანი ხახუნის კუთხე, °	23	24	24
10	ხვედრითი შეჭიდულობა, კპა	36	38	39

ამ ორ სოფელში ჩატარებული დაკვირვების მონაცემების შედარებიდან ჩანს, რომ ფსკერის გარეცხვა ორივე შემთხვევაში თითქმის ერთნაირია და განივკვეთის ფართობის ზედმეტი ცვლილება, რაც ძირითადად ქანობის ზრდით არის გამოწვეული, არხის

ფერდების გარეცხვის ხარჯზე ხდებოდა. აღნიშნულს ადასტურებს აგრეთვე არხების პროფილებისა და განივი კვეთების ერთიმეორესთან შედარება.

ჩატარებული დაკვირვების მონაცემები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

დროებითი არხების გარეცხვის კრებსითი მონაცემები

კვლევის ჩატარების ადგილი	არხის სიგრძე (მ)	არხის ხარჯი (ლ/წმ)	არხის ქანობა	გარეცხვა (სმ)		კვეთის დეფორმაცია (მ <sup>2</sup> )		ფარდობითი დეფორმაცია I მორწყვის შემდეგ (%)	ფარდობითი დეფორმაცია II მორწყვის შემდეგ (%)	ფერდებისა და ფსკერის დეფორმაციების ფარდობა	
				ფერდების	ფსკერის	სრული	აქედან				
							I მორწყვის შემდეგ				II მორწყვის შემდეგ
ხელთუბანი	200	20	0,010	4,62	4,40	0,0355	0,0279	0,0076	78,7	21,3	1,05
	200	40	0,010	9,06	6,52	0,0460	0,0406	0,0054	88,4	11,6	1,40
	400	40	0,014	9,52	6,40	0,0510	0,0436	0,0074	85,5	14,5	1,30
მეჯვრისხევი	300	12	0,030	4,42	3,92	0,0241	0,0213	0,0028	88,3	11,7	1,12
ზერტი	400	20	0,010	3,91	4,90	0,0264	0,0198	0,00166	75,0	25,0	0,70
	200	40	0,012	3,16	4,50	0,0280	0,0246	0,0034	88,0	12,0	0,80

<sup>1</sup> სამივე სოფელში ნიადაგის ნიმუშები აღებული იყო 0 – 64 სმ სიღრმემდე, 16 სმ გრადაციით. ცხრილში მოყვანილია ამ ნიმუშების გასაშუალოებული მონაცემები.

მიღებული შედეგების ზოგადი შეფასება შემდეგ სურათს იძლევა:

დროებითი სარწყავი არხები გაყვანილია უმთავრესად ხნულში და მხოლოდ ზოგიერთ, გამონაკლის შემთხვევაში ის ჩაღრმავებულია სახნავი ფენის ქვემოთ, ყამირში, სადაც არხის ფსკერის გარეცხვა შედარებით უმნიშვნელოა. ძირითადად ირეცხება იქ, სადაც დროებითი სარწყავი არხის ფსკერი ნიადაგის ქვედა, მაგარ ფენამდე არ არის ჩაღრმავებული.

ცალკეული მორწყვის გავლენის თაობაზე უნდა აღინიშნოს, რომ პირველი მორწყვის გავლენა ნებისმიერ შემთხვევაში მეტია. აქ დაახლოებით ასეთ სურათს ვღებულობთ: იქ, სადაც საერთო გარეცხვა სიღრმეში 10 სმ-ს აღწევდა, პირველი მორწყვით დაახლოებით 8 სმ გაირეცხა და მეორეთი – მხოლოდ 2 სმ. ასევე მინიმალური გარეცხვის პირობებში, პირველი მორწყვის დროს გაირეცხა 3 სმ, მეორე მორწყვით კი 1 სმ. აღნიშნული შედეგი სავსებით გასაგებია, პირველი მორწყვის დროს გაირეცხა არხის ფსკერის ზედა ფხვიერი ნაწილი, ხოლო მეორე მორწყვის დროს, არხის ფსკერი საკმაოდ დატკეპნილ მაგარ ფენას წარმოადგენდა.

რაც შეეხება ფერდების გარეცხვას, აქ რაიმე გარკვეული კანონზომიერება არ გამოიკვეთა: თუ ერთ შემთხვევაში წყლის პირველი გაშვებით (პირველი მორწყვის დროს) გაირეცხა მეტი, სხვა შემთხვევაში პირიქით, გარეცხვის სიძლიერე მეტი იყო წყლის მეორედ გაშვების (მეორე მორწყვის) შემთხვევაში.

დროებითი არხების კვეთის გარეცხვის სიდიდეზე დიდ გავლენას ახდენს მათი მოწყობის ტექნოლოგიაც. ექსპერიმენტისთვის შერჩეული არხები გაჭრილი იყო ჩვეულებრივი არხმჭრელით, რაც

ხელს უწყობს გრუნტის ნაწილაკების გახლეჩასა და ხნულის დამატებით გაფხვიერებას. ექსპერიმენტულად დადასტურდა, რომ მეორე რწყვის დროს, როდესაც არხის სველი პერიმეტრი შემკვრივებულია, გარეცხვის სიდიდე მკვეთრად შემცირდა. ამის საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ დაჭრისთანავე კვეთშემკვრივებული დროებითი ქსელი გარეცხვის მიმართ უფრო მდგრადი იქნება. კვეთის შემკვრივება შეიძლება იყოს დროებით ქსელის მოწყობის ცალკე ოპერაცია, ან პირდაპირ დროებით ქსელი დაიჭრას ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში დამუშავებული საგორი კვალსაჭრელით (გორვით და ტკეპნით) [4,5], ან მსგავსი მექანიზმით.

### დასკვნა

ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევა იძლევა შემდეგი დასკვნების გამოტანის საშუალებას:

1. დროებითი (მიწის) არხები ძირითადად ირეცხება წყლის პირველი გაშვებისთანავე. პირველი მორწყვით გამოწვეული გარეცხვა მთლიანი გარეცხვის 75 – 88,4 %-ს შეადგენს (საშუალოდ 84%);
2. ხარჯის გაზრდა ორჯერ (20 ლ/წმ-დან 40 ლ/წმ-მდე), სხვა ერთაირ პირობებში, იწვევს კვეთის საშუალო გარეცხვის ზრდას 30%-ით;
3. გარეცხვის სიდიდისთვის ნიადაგის წინააღმდეგობის უნარი, ხარჯის და ქანობის ცვლილებაზე უფრო მნიშვნელოვანია. მაგალითად, სოფ ზერტის ნიადაგებს, სხვა ერთაირ პირობებში, ეს მაჩვენებელი 1,64 - 1,65-ჯერ მეტი აქვთ სოფ. ხელთუბნის ნიადაგებთან შედარებით,

- რაც იწვევს კვეთის საშუალო გარეცხვის შემცირებას 1.34-ჯერ; (რწყვის დაწყებამდე) შემკვრივება ან თავიდანვე შემკვრივებული კვეთის მოწყობა.
4. გარეცხვის შემცირების მიზნით რეკომენდებულია დროებითი არხების კვეთის წინასწარი
- 

## ლიტერატურა

1. Koshovski, T.S., Zhidkin, A.P., Gennadiev, A.N., Ivanova, N.N. (2019). Diagnostics, genesis and localization of pedosediments within a small watershed (Central Russian uplands). *Eurasian Soil Science*, 5, p. 529-543.;
  2. Plotnikova, O.O., Lebedeva, M.P., Demidov, V.V., Karpova, D.V. (2019). Comparison of micromorphometric indicators of aggregates of unwashed and mediumly washed arable chernozem typical in a laboratory erosion experiment. *Eurasian Soil Science*, 10, p. 1225-1233.;
  3. Mirtskhulava, Ts. E. (1986). *Fundamentals of physics and mechanics of channel erosion*. Leningrad: Gidrometizdat. (In Russian);
  4. Samkharadze, V.I., Vartanov, M.V. (2006). Possibilities of increasing the length of the irrigation furrow with a roller furrow device. *Ecological Systems and Devices*, 11, p. 11–12. (In Russian);
  5. Samkharadze, V. (2019). Mechanisms and devices against soil erosion. *Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction: 9<sup>th</sup> International Scientific-Technical Conference* (pp. 251–255).
-

UDC 626.82

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2024-1-182-188>

## Scouring of Temporary Irrigation Network Canals

**Olga Kharaishvili** Tsotne Mirtskhulava Institute of Water Management, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.

E-mail: xaraishvili@gmail.com

**Erekle Kechkhoshvili** Tsotne Mirtskhulava Institute of Water Management, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.

E-mail: e.kechkhoshvili@gtu.ge

### Reviewers:

**L. Itriashvili**, Candidate of Technical Sciences, Chief Scientific Employee, Department of Sea and Water Basins, Tsotne Mirtskhulava Institute of Water Management, GTU

E-mail: itriashvili@mail.ru

**E. Kukhalashvili**, Doctor of Technical Sciences, Chief Scientist of the Innovative Development Group, Tsotne Mirtskhulava Institute of Water Management, GTU

E-mail: e.kukhalashvili@gtu.ge

**Abstract.** Reduction of soil erosion is one of the main issues of modern engineering ecology. It should be noted that this problem is caused not only by natural factors, but also by peculiarities of some irrigation methods. The article considers the issue of erosion of earthen channels of temporary irrigation network under gravity irrigation. On the temporary irrigation network of three villages in Shida Kartli region of Georgia the amount of erosion was experimentally determined and its dependence on network parameters and soil conditions was established. As a result of this work, to reduce soil erosion (scouring), it is recommended to install canals with compacted cross-section.

**Keywords:** longitudinal scheme; section compaction; slope; soil conditions; soil scour; temporal network; water flow.

---

*განხილვის თარიღი 22.09.2023*

*შემოსვლის თარიღი 22.12.2023*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 22.03.2024*