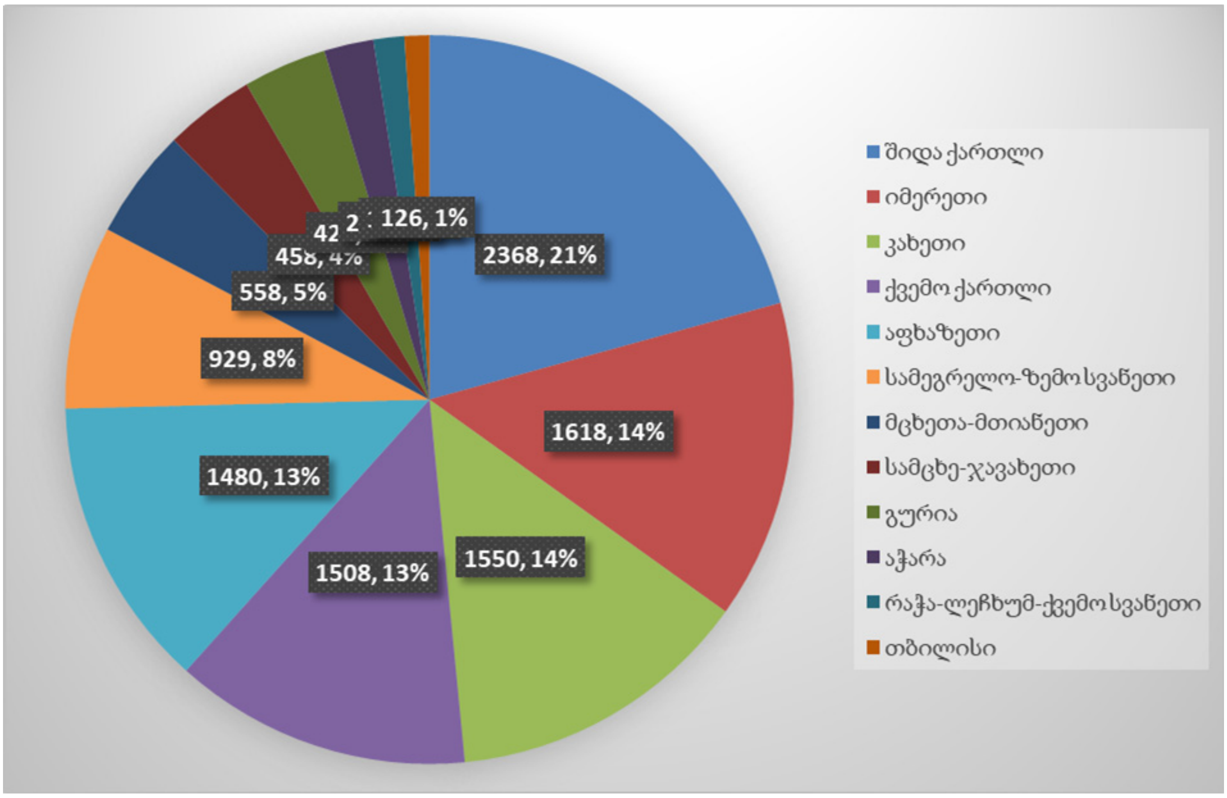
ანგსტრომის სახანძრო ინდექსის ცვალებადობა კახეთში კლიმატის ცვლილების ფონზე

[1]ამირანაშვილი ა., [1]ბლიაძე თ., [2]დავითაშვილი მ., [2]ხახიაშვილი მ.

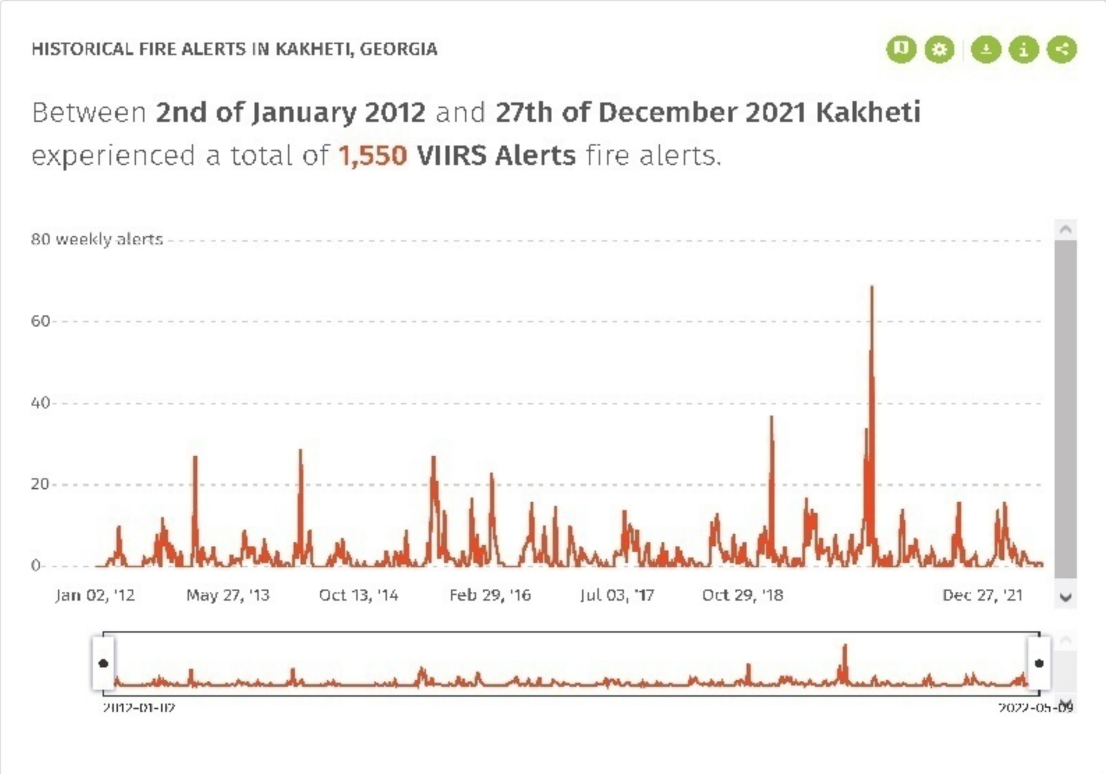
[1]ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიხეილ ნოდიას სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი
[2]იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
avtandilamiranashvili@gmail.com

1. შესავალი.

კახეთი წარმოადგენს საქართველოს ხანძარსაშიში რეგიონებიდან ერთერთს (ნახ. 1). თანახმად GLOBAL FOREST WATCH (https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/GEO/) მონაცემებისა, კახეთში 2012 წლის 2 იანვრიდან 2021 წლის 27 დეკემბრამდე დარეგისტრირებული იქნა 1550 სახანძრო განგაში (ნახ. 1 და 2). აღნიშნულ პერიოდში სახანძრო განგაშის რაოდენობის მიხედვით კახეთი იყო მესამე ადგილზე საქართველოს დანარჩენ რეგიონებს შორის შიდა ქართლისა და იმერეთის შემდეგ (ნახ. 1).



ნახ. 1. სახანძრო განგაშის ჯამური რაოდენობა საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში 2012-2021 წლებში. [https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/GEO/].



ნახ. 2. სახანძრო განგაშის 7 დღიანი რაოდენობის სვლა კახეთში 2012-2021 წლებში. (https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/GEO/5/)

ხანძრების წარმოშობის და გავრცელების პრობლემა, მათ შორის ტყის ხანძრებისა, მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ადგილის მეტეოროლოგიურ პირობებზე (ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა, ელჭექები, ატმოსფერული ნალექები და სხვა). კერძოდ ცნობილია რომ ჰაერის მაღალი ტემპერატურა და დაბალი ტენიანობა ხელს უწყობენ ხაძარსაშიშროების მატებას. ბოლო პერიოდში ეს პრობლემა ღრმავდება კლიმატის გლობალური [1] და ლოკალური დათბობით [2-8], რაც ხელს უწყობს ხანძრების რაოდენობის მატებას [9,10].

მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში გამოიყენება ტყის სახანძრო საშიშროების სხვადასხვა (მათ შორის საკუთარი) მაჩვენებელი (http://www.sasquatchstation.com/Fire_Weather.php; http://www.forestservice.gr/meteo/fwi1.html; [9-13]). ეს მაჩვენებლები წარმოადგენენ მათემატიკურ ფორმულებს, რომლებიც ფორმალიზებას უკეთებენ ტემპერატურისა და ტენიანობის, ატმოსფერული ნალექების, სატყეო საწვავის ტენიანობის, ელჭექის აქტივობის და სხვათა გავლენას. ამ მაჩვენებლების რიცხვითი მნიშვნელობების გარდა შესაბამისი სკალას მეშვეობით სიტყვიერად განისაზღვრება აგრეთვე სახანძრო საშიშროების ხარისხი. კლიმატოლოგიური ოპერატიული ინფორმაციის გარდა ტყეების ხანძარსაშიშროების დონეების შესახებ, განისაზღვრება აგრეთვე მათი მოკლევადიანი და გრძელვადიანი პროგნოზი. (http://www.sasquatchstation.com/Fire_Weather.php; [12]).

საქართველოში სამუშაოები ტყეების სახანძრო საშიშროების ინდექსის შესახებ დაიწყო 2019 წელს თბილისის მაგალითზე [14]. ეს კვლევები გაგრძელდა თბილისისა, თელავისთვის, ნალჩიკისთვის და კისლოვოდკისთვის [15-17]. ყველა ამ შემთხვევისთვის გამოიყენებოდა ანგსტრემის მარტივი შვედური ინდექსი [9,10] ოთხ და ხუთდიაპაზონიანი სკალათი [http://www.forestservice.gr/meteo/fwi1.html].

საბოლოოდ, ნაშრომში [18] მოყვანილია ანგსტრომის სახანძრო ინდექსის დღიური მნიშვნელობების სტატისტიკური ანალიზის ქუთაისისთვის

წინამდებარე ნაშრომი წარმოადგენს ზემოთაღნიშნული გამოკვლევების გაგრძელებას. ქვემოთ, კახეთის მაგალითზე წარმოდგენილია ანგსტრემის სახანძრო ინდექსის გამოყენების რეპრეზენტატულობის გამოკვლევის შედეგები ხანძრის წარმოშობის პირობების შეფასებისათვის და აგრეთვე კლიმატის დათბობის ზეგავლენა ხანძარის საშიშროების ხარისხის ცვლილებაზე.

2. გამოყენებული მონაცემები, კვლევის მეთოდები.

ნაშრომში გამოყენებულია შემდეგი მონაცემები.

მონაცემები თელავში ჰაერის ტემპერატურის T მაქსიმალური დღეღამური მნიშვნელობებისა და მინიმალური ფარდობითი ტენიანობის F შესახებ 1973-1977 და 2012-2016 წლების პერიოდებისათვის (http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php?id=ru&region=07); მონაცემები ტემპერატურის საშუალოწლიური მნიშვნელობების შესახებ თელავში 1973 დან 2016 წლამდე (გარემოს ეროვნული სააგენტო).

მონაცემები კახეთში ყოველ შვიდდღიან პერიოდში სახანძრო განგაშის რაოდენობის შესახებ 2012 - დან 2016 წლამდე პერიოდისათვის(https://www.globalforestwatch.org/dashboards/-country/GEO/5/).

ანგსტრემის შვედური ინდექსი გამოითვლება ფორმულით AFI = (F/20) + (27-T)/10 (Skvarenina და სხვ.; Lukić და სხვ.). სახანძრო საშიშროების ინდექსის AFI მნიშვნელობების გრადაციები შემდეგია [http://www.sasquatchstation.com/Fire_Weather.php]: I. AFI ≥ 4,1-დაბალი, II. AFI = 4,0 ÷ 3,0 - საშუალო, . AFI = 2,9 ÷ 2,5 - მაღალი, IY. AFI = 2,4 ÷ 2,0 - ძალიან მაღალი, Y. AFI = <2,0 – ექსტრემალური, (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის (AFI) მნიშვნელობები და ზანძრის გაჩენის შესაბამისი დონეები. [http://www.sasquatchstation.com/Fire_Weather.php].

AFI	≥ 4.1	4.0 – 3.0	2.9 – 2.5	2.4 – 2.0	< 2.0
Level	Low	Moderate	High	Very High	Extreme
დონე	დაბალი	ზომიერი	მაღალი	ძალიან მაღალი	ექსტრემალური

მონაცემების ანალიზისათვის გამოყენებულია სტანდარტული სტატისტიკური მეთოდები. ქვემოთ მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები: Min – მინიმალური მნიშვნელობა; Max - მაქსიმალური მნიშვნელობა; Average – საშუალო მნიშვნელობა; St Dev - სტანდარტული გადახრა; Cv - ვარიაციის კოეფიციენტი %; σm – სტანდარტული ცდომილება; 99%(+/-) - 99% საშუალოს ზემო და ქვემო სანდოობის ინტერვალი; R^2 – დეტერმინაციის კოეფიციენტი; საშუალო მნიშვნელობებს შორის სხვაობის შეფასება ხდებოდა სტიუდენტის კრიტერიუმის გამოყენებით ნიშნადობის α დონით.

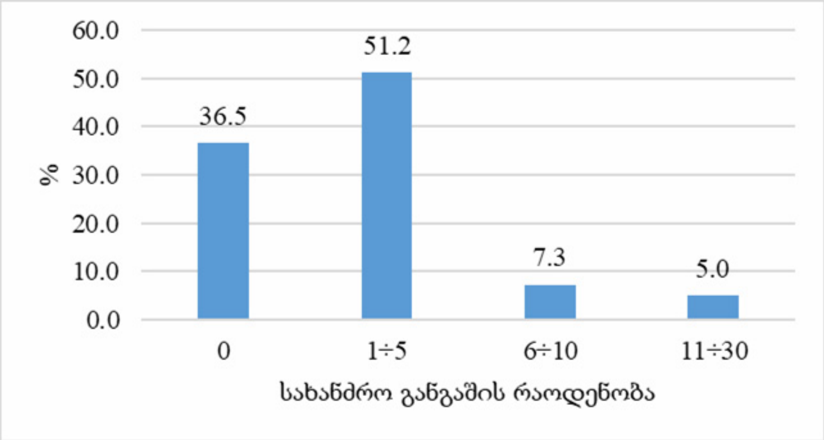
3. კვლევის შედეგები და განხილვა.

3.1. ანგსტრომის სახანძრო ინდექსის გამოყენების რეპრეზენტატულობის შეფასება კახეთში ხანძრების გაჩენის პირობების განსაზღვრისათვის

კახეთში ხანძრების გაჩენის პირობების განსაზღვრისათვის ანგსტრემის ინდექსის გამოყენების რეპრეზენტატულობის შეფასება ხდებოდა 7 დღის განმავლობაში სახანძრო განგაშების

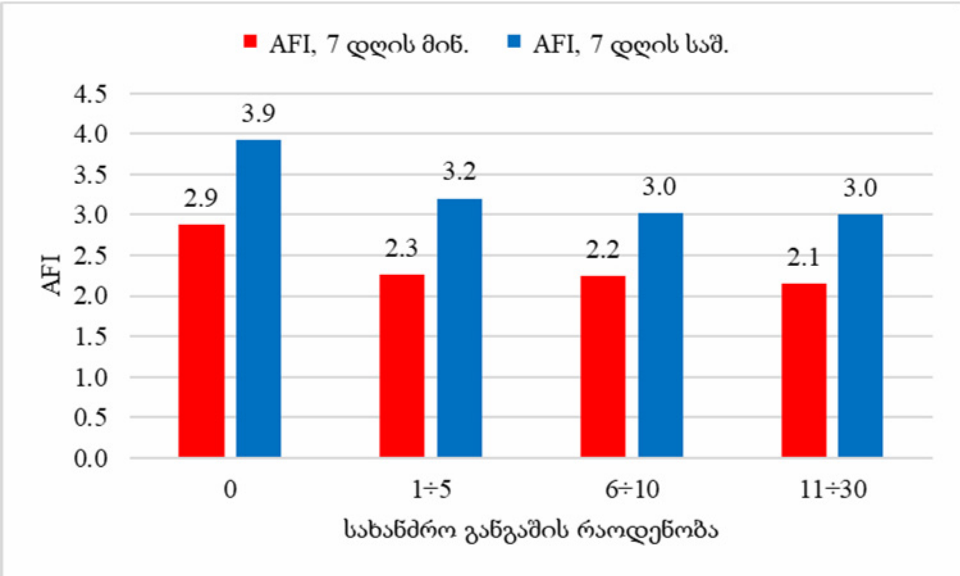
რაოდენობის შედარებით თელავში AFI-ის 7 დღის განმავლობაში საშუალო და მინიმალურ მნიშვნელობებთან 2012 - დან 2016 წლამდე პერიოდში (260 კვირა).

გამოსაკვლევ პერიოდში სახანძრო განგაშის რაოდენობის განმეორადობა იყო შემდეგი (ნახ. 3): ხანძრის გარეშე (36.5 %, 95 კვირა), 1 დან 5-მდე სახანძრო განგაში (51.2 %, 133 კვირა), 6-დან 10-მდე სახანძრო განგაში (7.3 %, 19 კვირა) და 11-დან 30-მდე სახანძრო განგაში (5.0 %, 13 კვირა).



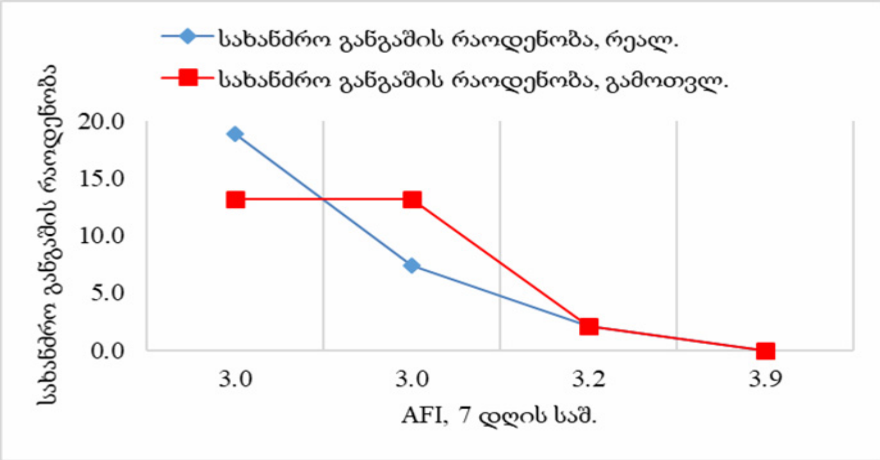
ნახ. 3. სახანძრო განგაშის რაოდენობის განმეორადობა კახეთში 2012-2016 წლებში.

ნახ. 4 წარმოდგენილია მონაცემები თელავში AFI-ის საშუალო და მინიმალური მნიშვნელობებისა 7 დღიან ინტერვალში სახანძრო განგაშის რაოდენობების სხვადასხვა დიაპაზონში კახეთში.

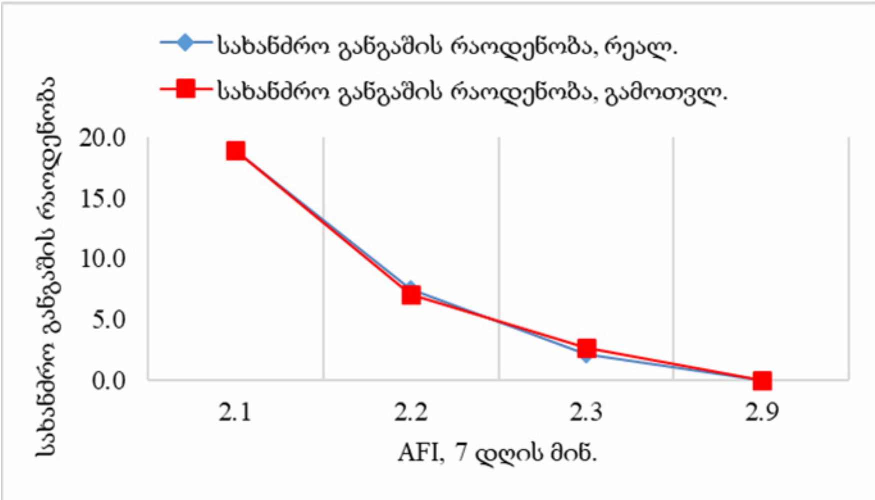


ნახ. 4. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის 7 დღის საშუალო და მინიმალური გასაშუალოებული მნიშვნელობები ხანძრის განგაშის რაოდენობის სხვადასხვა დიაპაზონში კახეთში 2012-2016 წლებში.

როგორც ჩანს ნახ. 4-დან სახანძრო განგაშის რაოდენობის ზრდა ხდება AFI- ის მნიშვნელობების შემცირების ფონზე. უფრო თვალსაჩინოდ ამის ილუსტრაციაა ნახ. 5 და 6.



ნახ. 5. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის 7 დღის საშუალო მნიშვნელობების და სახანძრო განგაშის რაოდენობის (N) ურთიერთკავშირი კახეთში 2012-2016 წლებში. N=exp(30.094-9.19·AFI).



ნახ. 6. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის 7 დღის მინიმალური მნიშვნელობების და სახანძრო განგაშის რაოდენობის (N) ურთიერთკავშირი კახეთში 2012-2016 წლებში. N=exp(23.8-9.93·AFI).

ექსპერიმენტული მონაცემების გარდა ნახ. 5 და 6 წარმოდგენილია 7 დღის საშუალოსა და AFI -ს მინიმალური მნიშვნელობების სახანძრო განგაშის რაოდენობასთან N რეგრესიული კავშირის შესაბამისი განტოლებების გრაფიკები.

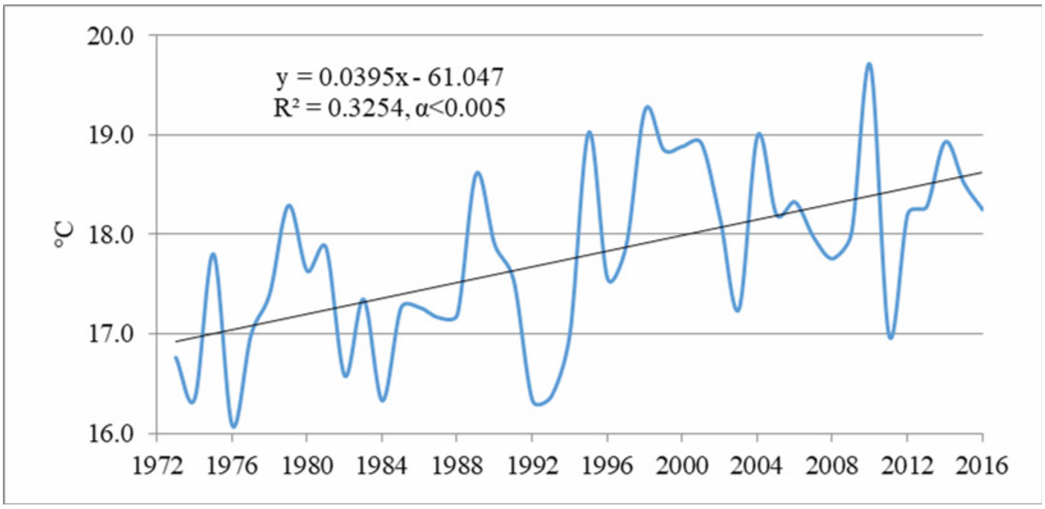
$$N=\exp(30.094-9.19\cdot AFI),\ R^2 = 0.692,\ \alpha = 0.2,\ (\text{ნახ. } 5).$$

$$N=\exp(23.8-9.93\cdot AFI),\ R^2 = 0.998,\ \alpha < 0.005,\ (\text{ნახ. } 6).$$

ამრიგად, თელავისთვის ანგსტრემის სახანძრო ინდექსი ადეკვატურად შეესაბამება კახეთში ხანძრების წარმოქმნის საშიშროების მეტეოროლოგიურ პირობებს.

3.2. მეტეოროლოგიური პარამეტრების ცვალებადობა თელავში, რომლებიც ასოცირებულია ანგსტრომის სახანძრო ინდექსთან 1973-2016 წლებში.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, AFI -ის გამოსათვლელად გამოიყენება მონაცემები ჰაერის ტემპერატურის T მაქსიმალური მნიშვნელობებისა და მინიმალური ფარდობითი ტენიანობის F შესახებ. ნაშრომის მოცემულ ნაწილში წარმოდგენილია მითითებული მეტეოროლოგიური პარამეტრების ცვალებადობის ანალიზი თელავში 1973-დან 2016 წლამდე. ამავე დროს დაკვირვების მთელი პერიოდის განმავლობაში (1973-2016 წლები) გამოყენებულია მონაცემები ჰაერის ტემპერატურის საშუალოთვიური მნიშვნელობებისთვის. ამ მეტეოროლოგიური პარამეტრების ცვალებადობის შესასწავლად გამოიყენებოდა მონაცემები T და F-ის ყოველდღიური მონაცემები 1973-1977 და 2012-2016 წლებისთვის.



ნახ. 7. ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურის საშუალო წლიური მნიშვნელობების ცვლილება თელავში 1973-2016 წლებში.

ნახ. 7-ზე წარმოდგენილია თელავში ჰაერის საშუალოწლიური მაქსიმალური ტემპერატურის ცვალებადობის გრაფიკი 1973-2016 წლებში, რომელიც ნათლად აჩვენებს კლიმატის დათბობას კახეთში აღნიშნულ პერიოდში. მაქსიმალური ტემპერატურის ტრენდი დადებითია და წრფივი. საშუალოდ რეგრესიის განტოლების შესაბამისად (ნახ. 7), T -ს მნიშვნელობა თელავში გაიზარდა 16.9°C 1973 წელს →18.6°C 2016 წელს (1.7°C მატება).

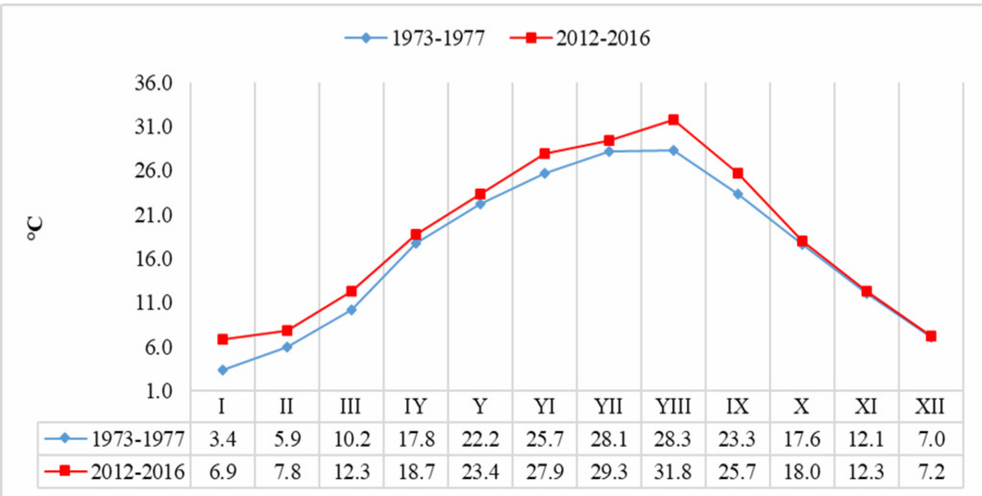
ცხრილებში 2 და 3 წარმოდგენილია მონაცემები ჰაერის ტემპერატურის T მაქსიმალური მნიშვნელობებისა და მინიმალური ფარდობითი ტენიანობის F სტატისტიკური მახასიათებლების შესახებ 1973-1977 და 2012-2016 წლების სხვადასხვა თვეებში. ნახ. 8 და 9- ზე თვალსაჩინოებისთვის წარმოდგენილია T და F-ის საშუალოთვიური მნიშვნელობების შიდაწლიური სვლის გრაფიკი 1973-1977 და 2012-2016 წლებში.

ცხრილი 2. ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურის (T, °C) სტატისტიკური მახასიათებლები თელავში 1973-1977 (I პერიოდი) და 2012-2016 (II პერიოდი) წლებში.
ΔT = T (II პერიოდი) საშუალო - T (I პერიოდი) საშუალო.

I პერ.	1973-1977											
თვე	I	II	III	IY	Y	YI	YII	YIII	IX	X	XI	XII
Min	-6.0	-6.0	-2.0	3.0	12.0	15.0	19.0	14.0	11.0	6.0	1.0	-2.0
Max	15.0	19.0	21.0	28.0	30.0	35.0	36.0	36.0	37.0	28.0	25.0	20.0
Average	3.4	5.9	10.2	17.8	22.2	25.7	28.1	28.3	23.3	17.6	12.1	7.0
St Dev	4.5	6.1	4.7	4.8	3.4	3.7	3.8	4.3	4.4	4.9	4.4	4.3
Cv,%	133.0	102.8	45.9	26.9	15.1	14.6	13.7	15.4	18.9	28.0	36.6	61.3
σm	0.36	0.52	0.38	0.39	0.27	0.31	0.31	0.35	0.36	0.40	0.36	0.35
99%(+/-)	0.92	1.32	0.97	1.00	0.69	0.79	0.79	0.90	0.93	1.02	0.93	0.89
II პერ.	2012-2016											
Min	-3.0	-5.2	1.7	6.5	13.1	18.3	18.2	18.3	15.6	1.9	-1.8	-2.2
Max	16.7	19.5	23.2	28.3	30.8	34.5	37.2	41.6	33.3	28.9	23.2	18.1
Average	6.9	7.8	12.3	18.7	23.4	27.9	29.3	31.8	25.7	18.0	12.3	7.2
St Dev	4.6	5.6	4.3	4.6	3.5	3.3	3.4	3.9	3.8	5.0	4.7	4.2
Cv,%	67.2	71.7	35.3	24.7	15.1	11.9	11.5	12.2	14.7	28.1	38.3	58.4
σm	0.37	0.47	0.35	0.38	0.28	0.27	0.27	0.31	0.31	0.41	0.38	0.34
99%(+/-)	0.95	1.20	0.90	0.97	0.73	0.69	0.70	0.80	0.79	1.04	0.99	0.86
ΔT	3.5	1.8	2.1	1.0	1.2	2.2	1.2	3.5	2.4	0.4	0.2	0.1
α(t)	<0.01	0.01	<0.01	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	არანიშნ.	არანიშნ.	არანიშნ.

კერძოდ, როგორც ცხრ. 2 და ნახ. 8 დან ჩანს, 1973-1977 წლებში ჰაერის ტემპერატურის მაქსიმალური დღეღამური მნიშვნელობები იცვლებოდა -6.0 °C (იანვარი, თებერვალი) 37.0 °C-მდე (სექტემბერი). T-ს საშუალოთვიური მნიშვნელობები იცვლებოდა 3.4°C-დან (იანვარი) 28.3°C -მდე (აგვისტო).

2012-2016 წლებში (ცხრილი 2 და ნახ. 8) ჰაერის ტემპერატურის მაქსიმალური დღეღა-მური მნიშვნელობები იცვლებოდა -5.2 °C-დან (თებერვალი) 41.6 °C-მდე (აგვისტო). T -ს საშუალოთვიური მნიშვნელობები იცვლებოდა 6.9°C-დან (იანვარი) 31.8 °C-მდე (აგვისტო).



ნახ. 8. ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობები თელავში 1973-1977 და 2012-2016 წლებში.

ამგვარად, ჰაერის ტემპერატურის მაქსიმალური საშუალოთვიური ნიშნადი ზრდა 2012-2016 წლებში 1973-1977 წლებთან შედარებით დაიკვირვება იანვრიდან სექტემბრამდე. უმეტესი ზრდა ხდება იანვარში და აგვისტოში (3.5 °C), უმცირესი - აპრილში (1.0 °C).

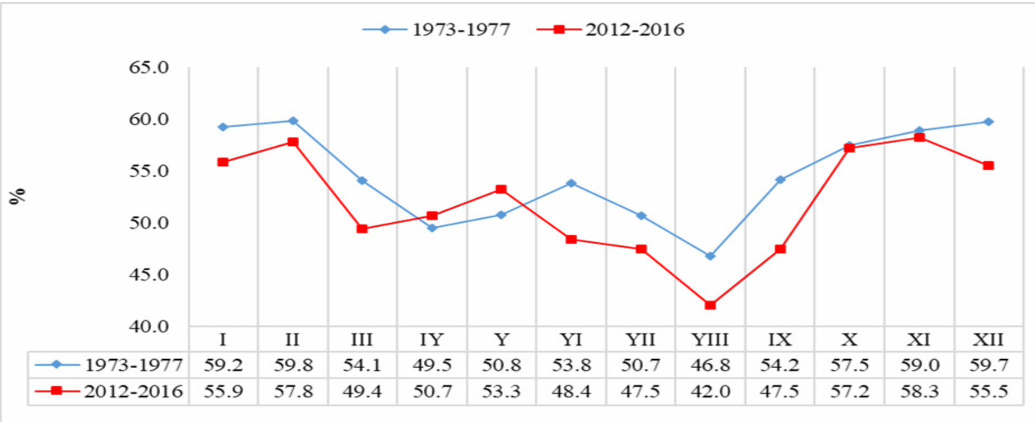
ცხრილი 3. ჰაერის მინიმალური ფარდობითი ტენიანობის (F, %) სტატისტიკური მახასიათებლები თელავში 1973-1977 (I პერიოდი) და 2012-2016 (II პერიოდი) წლებში.

ΔF = F (II პერიოდი) საშუალო - F (I პერიოდი) საშუალო.

I პერ.	1973-1977											
თვე	I	II	III	IY	Y	YI	YII	YIII	IX	X	XI	XII
Min	14	22	15	18	23	26	25	15	20	20	28	9
Max	93	93	93	93	88	94	94	100	94	100	93	100
Average	59.2	59.8	54.1	49.5	50.8	53.8	50.7	46.8	54.2	57.5	59.0	59.7
St Dev	17.6	18.7	17.1	16.4	12.9	12.8	14.2	16.5	15.8	17.9	16.7	18.4
Cv,%	29.7	31.2	31.6	33.1	25.5	23.8	27.9	35.3	29.2	31.2	28.3	30.7
σm	1.4	1.6	1.4	1.3	1.0	1.0	1.1	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5
99%(+/-)	3.62	4.0	3.5	3.4	2.7	2.7	2.9	3.4	3.3	3.7	3.5	3.8
II პერ.	2012-2016											
Min	20	27	25	25	31	23	23	25	20	24	21	22
Max	96	94	90	86	89	82	81	87	82	95	97	92
Average	55.9	57.8	49.4	50.7	53.3	48.4	47.5	42.0	47.5	57.2	58.3	55.5
St Dev	16.6	15.4	14.3	13.0	10.4	9.9	10.0	8.8	11.2	15.3	17.3	16.4
Cv,%	29.7	26.6	28.9	25.7	19.5	20.4	21.1	21.0	23.5	26.8	29.7	29.5
σm	1.3	1.3	1.2	1.1	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9	1.2	1.4	1.3
99%(+/-)	3.4	3.3	2.9	2.7	2.1	2.1	2.1	1.8	2.3	3.2	3.6	3.4
ΔF	-3.3	-2.0	-4.7	1.2	2.5	-5.4	-3.2	-4.8	-6.7	-0.2	-0.7	-4.2
α(t)	0.07	0.3	0.01	არანიშნ.	0.06	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	არანიშნ.	არანიშნ.	0.05

ცხრილი 3 და ნახ. 9 გამოდის, რომ 1973-1977 წლებში ჰაერის მინიმალური ფარდობითი ტენიანობის დღეღამური მნიშვნელობები იცვლებოდა 9%-დან (დეკემბერი) 100 %-მდე (აგვისტო, ოქტომბერი, დეკემბერი). F-ის საშუალოთვიური მნიშვნელობები იცვლებოდა 46.8 %-დან (აგვისტო) 59.8 %-მდე (თებერვალი).

2012-2016 წლებში (ცხრილი 3 და ნახ. 9) ჰაერის მინიმალური სადღეღამისო ფარდობითი ტენიანობის მნიშვნელობები იცვლებოდა 20 %-დან (იანვარი, სექტემბერი) 97 %-მდე (ნოემბერი). F-ის საშუალოთვიური მნიშვნელობები იცვლებოდა 42.0 %-დან (აგვისტო) 58.3 %-მდე (ნოემბერი).



ნახ. 9. ჰაერის მინიმალური ფარდობითი ტენიანობის საშუალო თვიური მნიშვნელობები თელავში 1973-1977 და 2012-2016 წლებში.

ნიშნადი ზრდა ჰაერის მინიმალური ფარდობითი ტენიანობის საშუალოთვიური მნიშვნელობებისა 2012-2016-წლებში 1973-1977 წლებთან შედარებით (ცხრილი 3 და ნახ. 9) დაიკვირვებოდა მხოლოდ მაისში (2.5 %). იანვრიდან მარტამდე და ივნისიდან სექტემბრამდე შეიმჩნეოდა F-ის მნიშვნელობების შემცირება დროის მეორე პერიოდში პირველთან შედარებით (მაქსიმალური შემცირება სექტემბერში 6.7 %-ით, მინიმალური-თებერვალში 2.0 %-ით).

3.3. ანგსტრომის სახანძრო ინდექსის ცვალებადობა თელავში **2012-2016** წლებში **1973-1977** წლებთან შედარებით.

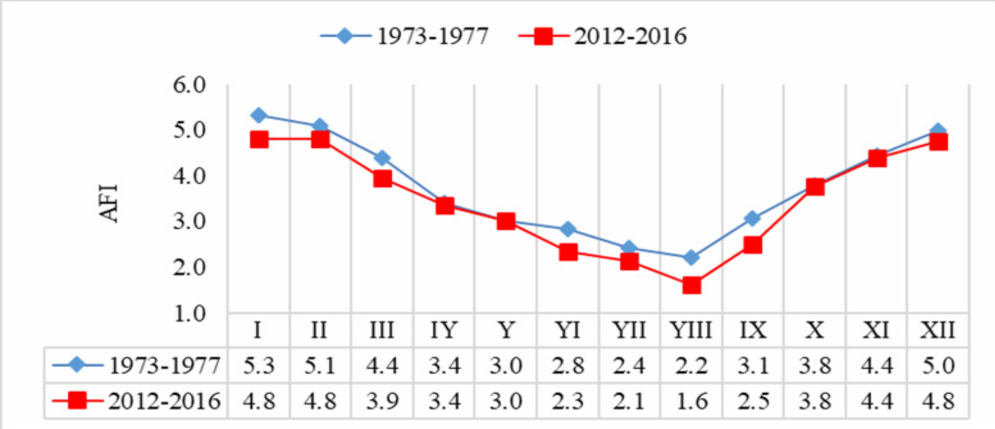
კახეთში კლიმატის დათბობამ გავლენა იქონია ანგსტრემის სახანძრო ინდექსის სხვადასხვა მასშტაბის საშუალოების (საშუალოთვიური, ერთკვირიანი, დღიური) ცვალებადობაზე.

3.3.1. ანგსტრომის სახანძრო ინდექსის საშუალოთვიური მნიშვნელობების ცვალებადობა თელავში 2012-2016 წლებში 1973-1977 წლებთან შედარებით.

ცხრილში 4 წარმოდგენილია მონაცემები ანგსტრემის სახანძრო ინდექსის მნიშვნელობების სტატისტიკური მახასიათებლების შესახებ 1973-1977 და 2012-2016 წლების სხვადასხვა თვეებში. ნახ. 10 წარმოდგენილია AFI-ის საშუალოთვიური მნიშვნელობების შიდაწლიური სვლის გრაფიკი 1973-1977 და 2012-2016 წლებში.

ცხრილი 4. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის (AFI) სტატისტიკური მახასიათებლები თელავში 1973-1977 (I პერიოდი) და 2012-2016 (II პერიოდი) წლებში.
Δ AFI = AFI (II პერიოდი) საშუალო - AFI (I პერიოდი) საშუალო.

I პერ.	1973-1977											
თვე	I	II	III	IY	Y	YI	YII	YIII	IX	X	XI	XII
Min	2.4	2.0	1.9	1.3	1.1	0.9	0.5	0.2	0.7	1.5	1.6	2.1
Max	7.7	7.6	7.3	6.8	5.7	5.9	5.5	6.3	6.0	6.7	7.3	7.7
Average	5.3	5.1	4.4	3.4	3.0	2.8	2.4	2.2	3.1	3.8	4.4	5.0
St Dev	1.2	1.4	1.2	1.2	0.9	0.9	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Cv,%	22.9	27.5	26.5	34.6	29.1	33.1	42.3	54.1	37.9	31.5	26.2	23.7
σm	0.10	0.12	0.09	0.10	0.07	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
99%(+/-)	0.25	0.30	0.24	0.25	0.18	0.20	0.21	0.25	0.24	0.25	0.24	0.24
II პერ.	2012-2016											
Min	2.4	2.3	1.9	1.3	1.4	0.8	0.6	0.3	0.9	1.4	2.0	2.8
Max	7.3	7.2	6.4	6.0	5.8	4.8	4.9	5.2	5.2	7.2	7.5	7.4
Average	4.8	4.8	3.9	3.4	3.0	2.3	2.1	1.6	2.5	3.8	4.4	4.8
St Dev	1.2	1.2	0.9	1.0	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	1.1	1.2	1.1
Cv,%	24.7	24.5	24.0	29.7	26.7	31.2	35.1	43.6	31.9	30.5	28.2	22.4
σm	0.10	0.10	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.09	0.10	0.09
99%(+/-)	0.25	0.25	0.19	0.21	0.17	0.15	0.16	0.15	0.17	0.24	0.26	0.22
Δ AFI	-0.5	-0.3	-0.4	0.0	0.0	-0.5	-0.3	-0.6	-0.6	0.0	-0.1	-0.2
α(t)	<0.01	0.08	<0.01	არანიშნ.	არანიშნ.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	არანიშნ.	არანიშნ.	არანიშნ.



	I	II	III	IY	Y	YI	YII	YIII	IX	X	XI	XII
1973-1977	5.3	5.1	4.4	3.4	3.0	2.8	2.4	2.2	3.1	3.8	4.4	5.0
2012-2016	4.8	4.8	3.9	3.4	3.0	2.3	2.1	1.6	2.5	3.8	4.4	4.8

ნახ. 10. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის საშუალო თვიური მნიშვნელობები თელავში 1973-1977 და 2012-2016 წლებში.

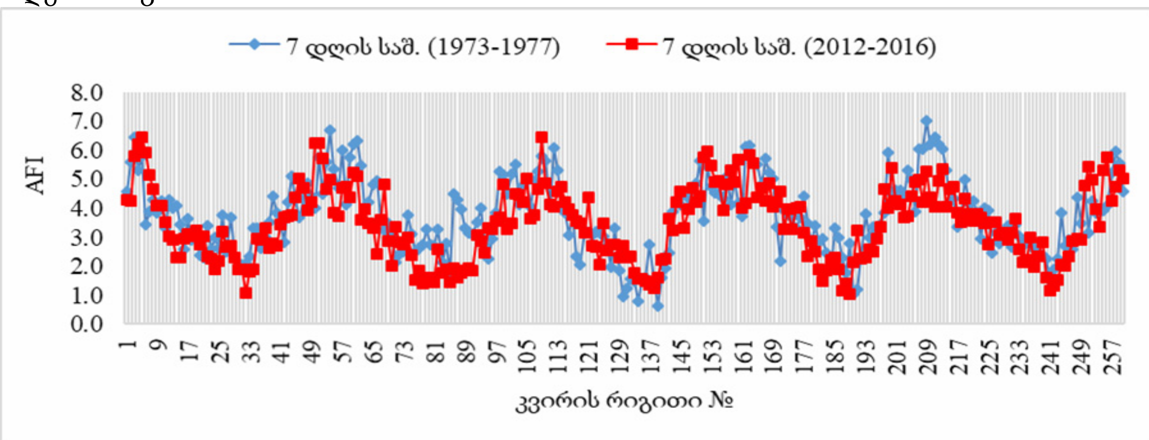
ცხრილიდან 4 და ნახ. 10 გამომდინარეობს, რომ 1973-1977 წლებში AFI -ის დღეღამური მნიშვნელობები იცვლებოდა 0.2-დან (აგვისტო) 7.7-მდე (იანვარი, დეკემბერი). AFI -ის საშუალოთვიური მნიშვნელობები იცვლებოდა 2.2-დან (აგვისტო) 5.3-მდე (იანვარი).

2012-2016 წლებში (ცხრილი 4 და ნახ. 10) AFI -ის დღეღამური მნიშვნელობები იცვლებოდა 0.3-დან (აგვისტო) 7.5-მდე (ნოემბერი). AFI -ის საშუალოთვიური მნიშვნელობები იცვლებოდა 1.6-დან (აგვისტო) 4.8-მდე (დეკემბერი, იანვარი, თებერვალი).

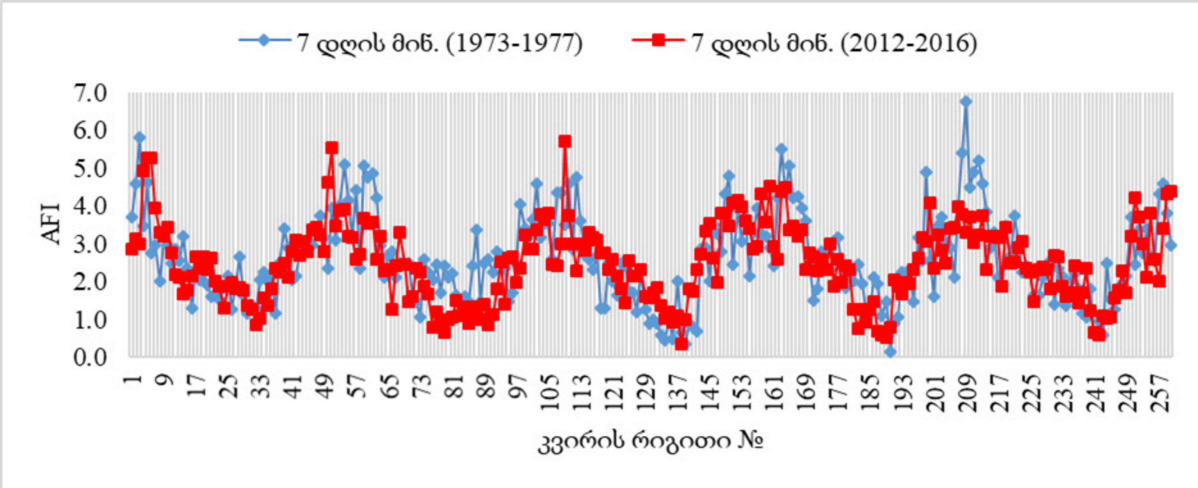
AFI-ის საშუალოთვიური მნიშვნელობების ნიშნადი შემცირება 2012-2016 წლებში 1973-1977 წლებთან შედარებით (ცხრილი 4 და ნახ. 10) დაიკვირვება იანვრიდან მარტამდე და ივნისიდან სექტემბრამდე (ყველაზე დიდი შემცირება აგვისტოში და სექტემბერში, 0.6-ით; უმცირესი - თებერვალში და ივლისში 0.3-ით).

3.3.2. ანგსტრომის სახანძრო ინდექსის საშუალოკვირეული მნიშვნელობების ცვალებადობა თელავში 2012-2016 წლებში 1973-1977 წლებთან შედარებით.

ნახ. 11 წარმოდგენილია მონაცემები AFI-ის 7 დღის გასაშუალოებული მნიშვნელობების ცვალებადობის შესახებ თელავში 1973-1977 და 2012-2016 წლებში (260 კვირაზე). ნახ 12 ნაჩვენებია მონაცემები AFI-ის 7 დღის უმცირესი მნიშვნელობების შესახებ დროის იმავე პერიოდებისათვის.



ნახ. 11. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის 7 დღის საშუალო მნიშვნელობების ცვლილება თელავში 1973-1977 და 2012-2016 წლებში.



ნახ. 12. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის 7 დღის მინიმალური მნიშვნელობების ცვლილება თელავში 1973-1977 და 2012-2016 წლებში.

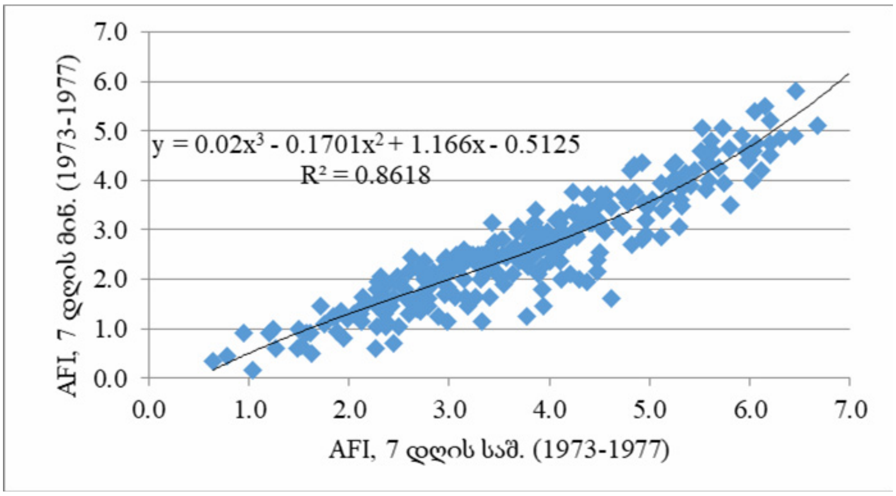
ზოგადად, როგორც გამომდინარეობს ნახ. 11 და 12 - დან თვალნათელია AFI-ის მნიშვნელობების შემცირება დროის მეორე პერიოდში პირველ პერიოდთან შედარებით.

ცხრილი 5. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის 7 დღის საშუალო და მინიმალური მნიშვნელობების სტატისტიკური მახასიათებლები თელავში 1973-1977 (I პერიოდი) და 2012-2016 (II პერიოდი) წლებში.
ΔAFI = AFI (II პერიოდი) საშუალო - AFI (I პერიოდი) საშუალო.

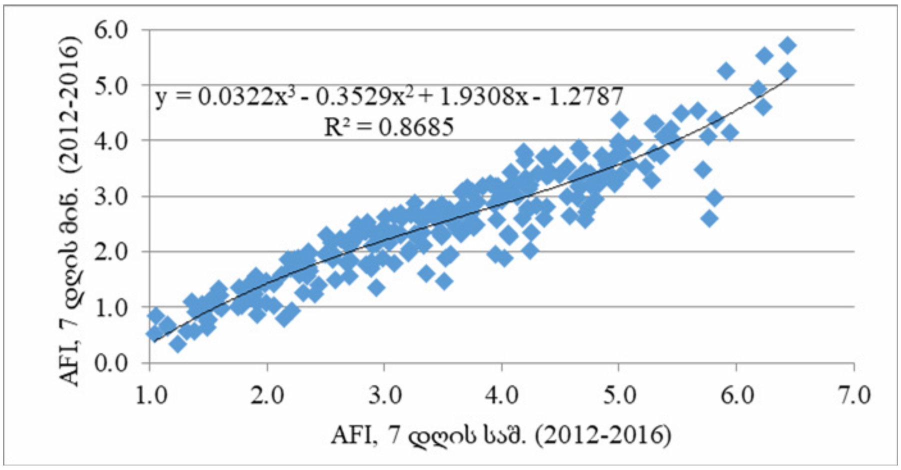
პარამეტრი	AFI, 7 დღის საშ.	AFI,7 დღის საშ.	AFI, 7 დღის მინ.	AFI, 7 დღის მინ.
პერიოდი	1973-1977	2012-2016	1973-1977	2012-2016
Min	0.6	1.0	0.2	0.3
Max	7.0	6.4	6.8	5.7
Average	3.7	3.4	2.6	2.5
St Dev	1.3	1.3	1.1	1.0
Cv,%	34.3	36.5	44.1	41.2
σm	0.08	0.08	0.07	0.06
99%(+/-)	0.20	0.20	0.18	0.16
Δ AFI	-0.3		-0.1	
α(t)	<0.01		0.2	

უფრო ზუსტი შეფასება კახეთში კლიმატის ცვლილების ზეგავლენისა AFI-ის 7- დღიან მასშტაბის საშუალოებზე წარმოდგენილია ცხრილში 5. კერძოდ, როგორც ჩანს ამ ცხრილიდან, 7 დღის საშუალოების გასაშუალებით წლის განმავლობაში AFI-ის მნიშვნელობები 1973-1977 და 2012-2016 წლებში შესაბამისად შეადგენს 3.7 და 3.4 (მეორე პერიოდში შემცირება 0.3-ით პირველთან შედარებით). AFI-ის 7 დღის მინიმალური მნიშვნელობების გასაშუალოებით წლის განმავლობაში 1973-1977 და 2012-2016 წლებში შესაბამისად შეადგენენ 2.6 და 2.5 (მეორე პერიოდში შემცირება 0.1-ით პირველთან შედარებით).

ნახ. 13 და 14 წარმოდგენილია AFI-ის 7 დღის საშუალოებსა და მინიმალურ მნიშვნელობებს შორის არსებული რეგრესიული დამოკიდებულება 1973-1977 და 2012-2016 წლებში.



ნახ. 13. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის 7 დღის საშუალო და მინიმალური მნიშვნელობების ურთიერთკავშირი თელავში 1973-1977 წლებში.

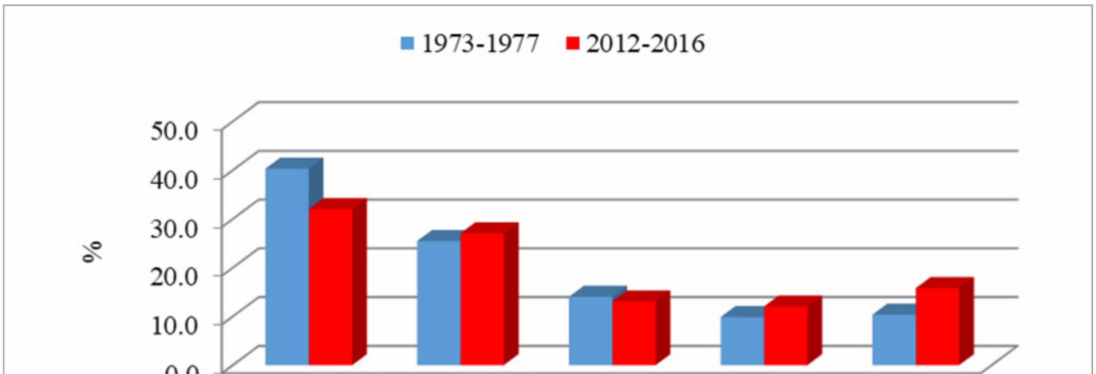


ნახ. 14. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის 7 დღის საშუალო და მინიმალური მნიშვნელობების ურთიერთკავშირი თელავში 2012-2016 წლებში.

როგორც ნახ. 13 და 14 -დან ჩანს, დროის ორივე პერიოდისათვის რეგრესიის სახეს AFI-ის აღნიშნულ მნიშვნელობებს შორის ერთი და იგივე სახე აქვთ - მესამე ხარისხის პოლინომის (დეტერმინაციის კოეფიციენტის ნიშნადობის დონე $\alpha < 0.005$). ესე იგი დაკვირვების ორივე პერიოდში აღნიშნული რეგრესიული დამოკიდებულება ინარჩუნებს მდგრადობას.

3.3.3. ანგსტრომის სახანძრო ინდექსის დღიური მნიშვნელობების ცვალებადობა თელავში 2012-2016 წლებში 1973-1977 წლებთან შედარებით.

ნახ. 15 წარმოდგენილია AFI-ის დღეღამური მნიშვნელობების განმეორადობის მონაცემები 1973-1977 და 2012-2016 წლებში, ხოლო ნახ. 15-ზე AFI-ის დღეღამური მნიშვნელობების განმეორადობის მონაცემები დროის იმავე პერიოდებში წლის თვეების მიხედვით. ცხრილში 7 წარმოდგენილია ინფორმაცია თელავში 1973-1977 და 2012-2016 წლებში თვეებისა და წლის სეზონების მიხედვით დღეების საშუალო რაოდენობის შესახებ AFI ≤ 2.9 და ≤ 2.4. მნიშვნელობებით. საჭიროა აღინიშნოს, რომ ეს მონაცემები, რომლებიც ახასიათებენ კახეთში კლიმატის ცვლილების ზეგავლენას რეგიონის სახანძრო საშიშროების დონეზე, სამეცნიერო ინტერესის გარდა გააჩნია პრაქტიკული მნიშვნელობაც.



	≥ 4.1	4.0 – 3.0	2.9 – 2.5	2.4 – 2.0	< 2.0
1973-1977	40.3	25.5	14.0	9.9	10.4
2012-2016	32.0	27.0	13.1	12.0	15.8

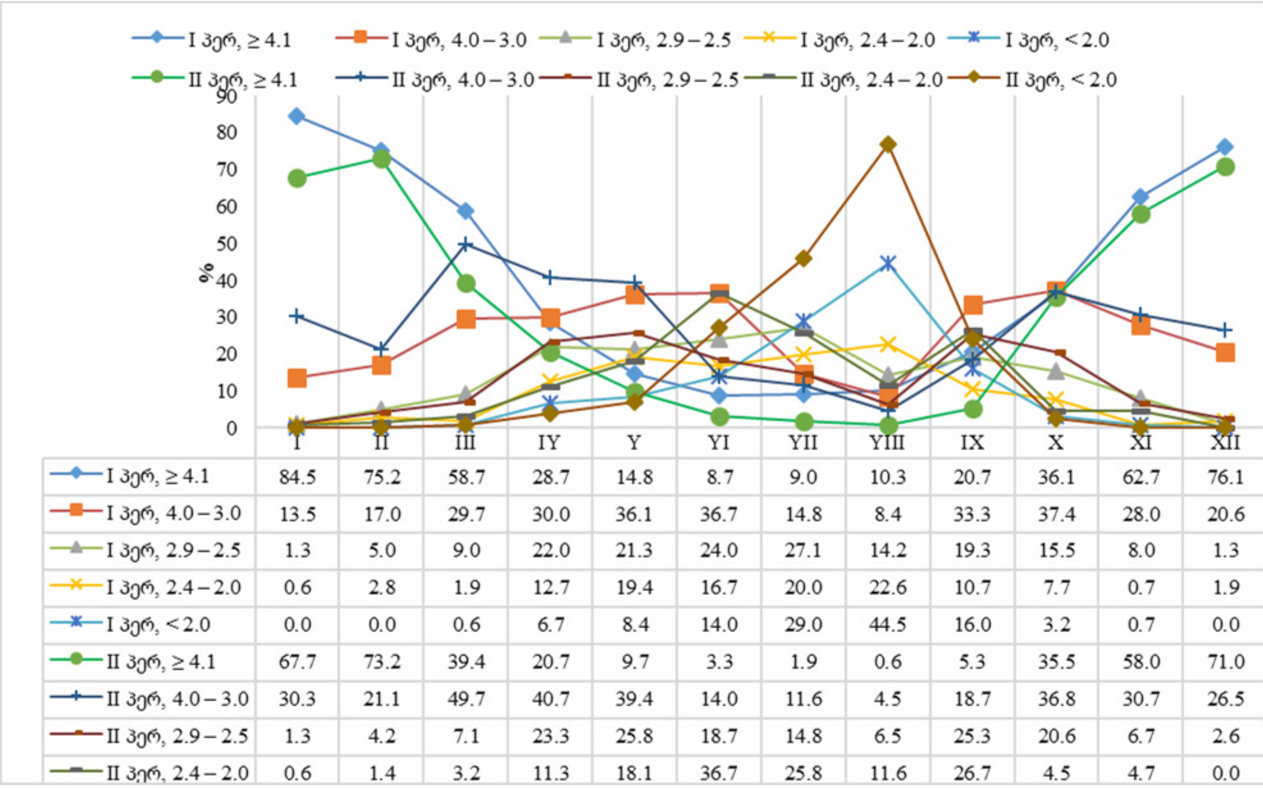
ნახ. 15. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის დღიური მნიშვნელობების განმეორადობა თელავში 1973-1977 და 2012-2016.

ნახ. 16-დან ჩანს, რომ AFI-ის განმეორადობა მისი მნიშნელობების სხვადასხვა დიაპაზონში 2012-2016 წლებში 2012-2016 წლებთან შედარებით შეიცვალა შემდეგნაირად:

- AFI ≥ 4.1 (ხანძრების გაჩენის დაბალი დონე), შემცირება 40.3 %-დან 32.0 %-მდე (შესაბამისად-147 და117 დღე წელიწადში);
- 3.0 ≤AFI≤ 4.0 (ხანძრების გაჩენის ზომიერი დონე), გაზრდილია 25.5 % -დან 27.0 %-მდე (შესაბამისად-93 და 99 დღე წელიწადში);
- 2.5 ≤AFI≤ 2.9 (ხანძრების გაჩენის მაღალი დონე), შემცირება 14.0 % -დან 13.1 %-მდე (შესაბამისად 51 და 48 დღე წელიწადში);
- 2.0 ≤AFI≤ 2.4 (ხანძრების გაჩენის ძალიან მაღალი დონე), გაზრდა 9.9 %-დან 12.0%-მდე(შესაბამისად 36 და 44 დღე წელიწადში);
- AFI< 2.0 (ხანძრების გაჩენის ექსტრემალური დონე), გაზრდა 10.4 %-დან 15.8 %-მდე-მდე(შესაბამისად 38 და 58 დღე წელიწადში);

ზოგადად, დროის მეორე პერიოდში პირველთან შედარებით დღეების რიცხვი ხანძრების საფრთხის დიაპაზონში--ხანძრების გაჩენის მაღალი - ექსტრემალური დონე გაიზარდა 125-დან 150 დღემდე წელიწადში(ზრდა თითქმის 20 %), ხოლო დიაპაზონში--ხანძრების გაჩენის ძალიან მაღალი - ექსტრემალური დონე გაიზარდა 74-დან 102 დღემდე წელიწადში (ზრდა თითქმის 38 %).

ნახ. 16 ჩანს, რომ AFI-ის განმეორადობა მნიშვნელობის დიაპაზონში, რომელიც ნაკლებია 2.9 -ზე 2012-2016 წლებში 1973-1977 წლებთან შედარებით მნიშვნელოვნად გაიზარდა ივნისიდან სექტემბრამდე(სახანძრო საშიშროების მატება). წლის დანარჩენ თვეებში ეს ცვალებადობა არც ისეთი მაღალია, 0-2.7 %-ის ფარგლებში AFI≤ 2.9 მნიშვნელობებისათვის (ხანძრების გაჩენის ძალიან მაღალი - ექსტრემალური დონე), და 0-4.0 %-ის ფარგლებში AFI≤ 2.4 მნიშვნელობებისათვის (ხანძრების გაჩენის ძალიან მაღალი - ექსტრემალური დონე).



ნახ. 16. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის დღიური მნიშვნელობების განმეორადობა თელავში 1973-1977 (I პერიოდი) და 2012-2016 (II პერიოდი) წლებში თვეების მიხედვით.

ცხრილი 6. ანგსტრომის ხანძრის ინდექსის საშუალო დღეთა რაოდენობა თელავში 1973-1977 და 2012-2016 წლებში თვეების და სეზონების მიხედვით როცა AFI ≤ 2.9 (ხანძრების გაჩენის მაღალი - ექსტრემალური დონე) და ≤ 2.4 (ხანძრების გაჩენის ძალიან მაღალი - ექსტრემალური დონე).

AFI	≤ 2.9		≤ 2.4	
თვე/პერიოდი	1973-1977	2012-2016	1973-1977	2012-2016
I	1	1	0	0
II	2	2	1	0
III	4	3	1	1
IY	12	12	6	5
Y	15	16	9	8
YI	16	25	9	19
YII	24	27	15	22
YIII	25	29	21	27
IX	14	23	8	15
X	8	9	3	2
XI	3	3	0	1
XII	1	1	1	0
XII-II	4	3	2	1
III-Y	31	31	15	14
YI-YIII	65	81	45	69
IX-XI	25	35	12	19

ივნისიდან სექტემბრამდე (ნახ.16, ცხრილი 6) AFI-ის განმეორადობა და დღეთა რიცხვი მისი მნიშვნელობის იმ დიაპაზონში, რომელიც ნაკლებია 2.9-ზე (ხანძრების გაჩენის დონე მაღალი და მეტი) 2012-2016 წლებში, 1973-1977-თან შედარებით, შეიცვალა შემდეგნაირად:

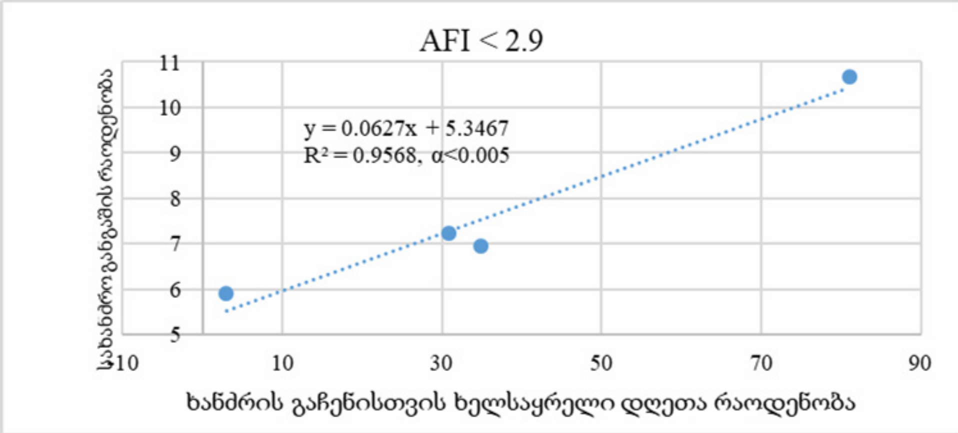
- ივნისი: AFI≤ 2.9 (ხანძრების გაჩენის მაღალი - ექსტრემალური დონე), მატება 54.7 % -დან 82.7 %-მდე (შესაბამისად 16 დ ა25 დღე თვეში, მატება 51 %). AFI≤ 2.4 (ხანძრების გაჩენის ძალიან მაღალი - ექსტრემალური დონე), მატება 30.7 % -დან 64.0 %-მდე (შესაბამისად – 9 и 19 დღე თვეში, მატება 109 %-ით).
- ივლისი: AFI ≤ 2.9 (ხანძრების გაჩენის მაღალი - ექსტრემალური დონე), მატება 76.1 % -დან 86.5 %-მდე (შესაბამისად-24 და 27 დღე თვეში, მატება 14 %). AFI ≤ 2.4 (ხანძრების გაჩენის ძალიან მაღალი - ექსტრემალური დონე), მატება 49.0 % - დან 71.6 %-მდე (შესაბამისად-15 და 22 დღე თვეში, მატება 46 % -ით).
- აგვისტო: AFI ≤ 2.9 (ხანძრების გაჩენის მაღალი - ექსტრემალური დონე), მატება 81.3 % -დან 94.8 %-მდე შესაბამისად - (25 და 29 დღე თვეში, მატება 17 % -ით). AFI ≤ 2.4 (ხანძრების გაჩენის ძალიან მაღალი - ექსტრემალური დონე), მატება 67.1 % -დან 88.4%-მდე (შესაბამისად-21 და 27 დღე თვეში, მატება 32 %).
- სექტემბერი: AFI ≤ 2.9 (ხანძრების გაჩენის მაღალი - ექსტრემალური დონე), მატება 46.0 %-დან 76.0 %-მდე (შესაბამისად-14 და 23 დღე თვეში, მატება 65 %). AFI≤2.4 (ხანძრების გაჩენის ძალიან მაღალი - ექსტრემალური დონე), მატება 26.7 % - დან 50.7 % - მდე (შესაბამისად - 8 და 15 დღე თვეში, მატება 90 %).

ზოგადად, დროის მეორე პერიოდში პირველთან შედარებით დღეების რიცხვი სახანძრო საშიშროებით მაღალი - ექსტრემალური დონე ივნისიდან სექტემბრამდე გაიზარდა 79-დან 104-მდე წელიწადში(მატება თითქმის 32%-ით) ხოლო დიაპაზონში ხანძრების გაჩენის ძალიან მაღა-ლი - ექსტრემალური დონე გაიზარდა 53-დან 84-დღემდე წელიწადში(მატება 58%-ით). წლის დანარჩენ თვეებში (იანვარი-მაისი, ოქტომბერი-დეკემბერი) დროის ორივე პერიოდში დღეების რიცხვი ხანძრის საშიშროების დიაპაზონში ხანძრების გაჩენის მაღალი - ექსტრემალური დონე არ შეცვლილა (46 ორივეში), ხოლო სახანძრო საშიშროების დიაპაზონში ძალიან მაღალი - ექ-სტრემალური დონე დროის მეორე პერიოდში შემცირდა პირველთან შედარებით 21-დან 18-მდე.

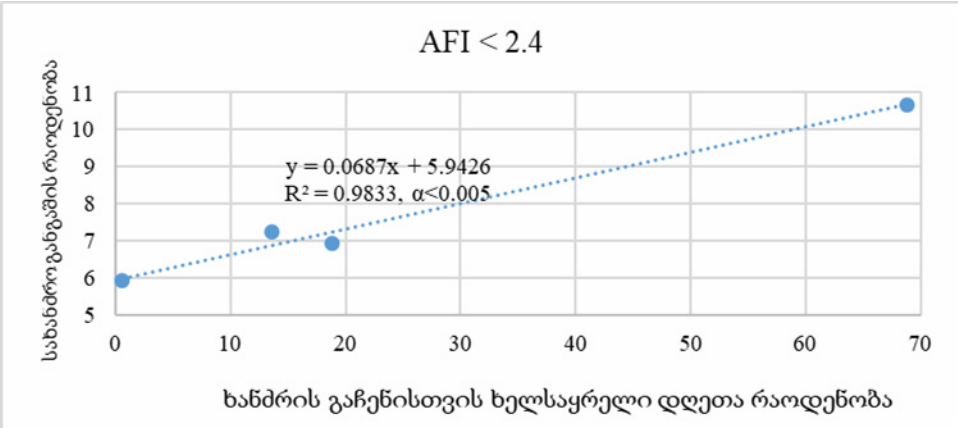
ამრიგად, კახეთში კლიმატის დათბობამ მნიშვნელოვნად იმოქმედა რეგიონში სახანძრო საშიშროების დონის ზრდაზე, რაც ყველაზე აშკარად გამოვლინდა ივნისიდან სექტემბრამდე პერიოდში.

3.3.4. თელავში ხანძრის წარმოქმნისათვის ხელშემწყობი საშუალო სეზონური დღეების რაოდენობის კავშირი კახეთში 2012-2016 წლებში საშუალო სეზონურ სახანძრო განგაშის რაოდენობასთან.

მოცემულ განყოფილებაში კიდევ ერთხელ დასტურდება AFI-ის მონაცემების რეპრეზენ-ტატულობა სახანძრო საშიშროების ხარისხის რეალური შეფასებისთვის, რომელიც ადრე შეფასდა 3.1 განყოფილებაში. ნახ. 17 და 18 -ზე წარმოდგენილია კორელაციური და რეგრესი-ული კავშირები ხანძრის წარმოქმნისათვის ხელშემწყობი დღეების რაოდენობასა (ცხრილი 6) და სახანძრო განგაშის საშუალოსეზონურ რაოდენობას შორის (გათვლები ნახ. 2 მონაცემებით) AFI < 2.9 და< 2.4 მნიშვნელობებისათვის.



ნახ. 17. წრფივი კორელაცია და რეგრესია ხანძრის გაჩენისთვის ხელსაყრელი დღეთა რაოდენობის (AFI < 2.9) და სახანძრო განგაშის რაოდენობის შორის 2012-2016 წწ. სეზონების მონაცემების მიხედით (ცხრილი 6, ნახ. 1).



ნახ. 18. წრფივი კორელაცია და რეგრესია ხანძრის გაჩენისთვის ხელსაყრელი დღეთა რაოდენობის (AFI < 2.4) და სახანძრო განგაშის რაოდენობის შორის 2012-2016 წწ. სეზონების მონაცემების მიხედით (ცხრილი 6, ნახ. 1).

როგორც ნახ. 17 და 18 - დან ჩანს, ორივე შემთხვევაში გამოსაკვლევ პარამეტრებს შორის დაიკვირვება წრფივი კორელაცია და რეგრესია საიმედოობის მაღალი დონით. ამრიგად, ინ-ფორმაცია ანგსტრემის სახანძრო ინდექსზე სრულიად ადეკვატურად ახასიათებს გამოსაკვლევი რეგიონის რეალურ სახანძრო საშიშროებას და მას შეიძლება რეკომენდაცია გაეწიოს პრაქტიკული გამოყენებისთვის როგორც ამ საფრთხის ინდიკატორს.

დასკვნები

ამრიგად, 1973-1976 და 2012-2016 წლებში კახეთის რეგიონში ჩატარებული კვლევების გაანალიზების შედეგად დადგინდა, რომ ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორებით გამოწ-ვეულმა კლიმატის ცვლილებამ, კერძოდ, დათბობამ მნიშვნელოვნად იმოქმედა რეგიონში სახანძრო საშიშროების დონის ზრდაზე, რაც ყველაზე აშკარად გამოვლინდა ივნისიდან სექტემ-ბრამდე პერიოდში. შესაბამისად იმატებს ხანძრების რაოდენობა და მისი უარყოფითი შედეგები, კერძოდ:

1. ანგსტრომის სახანძრო ინდექსის (AFI) გამოყენების რეპრეზენტატულობის შეფასება კახეთში, კერძოდ თელავში, ხანძრების გაჩენის პირობების განსაზღვრისათვის მიმდინარეობდა 7 დღის განმავლობაში 2012-დან 2016 წლამდე (260 კვირა) სახანძრო განგაშების AFI-ის რაოდენობის შედარებით საშუალო და მინიმალურ მნიშვნელობებთან, შედეგად აღინიშნებოდა სახანძრო განგაშის რაოდენობის ზრდა ხდება AFI- ის მნიშვნელობების შემცირების ფონზე. ასევე დადგინდა, რომ აღნიშნული კვლევის შედეგები ადეკვატურად შეესაბამება არა მხოლოდ თელავს, არამედ მთლიან კახეთს;

2. მეტეოროლოგიური პარამეტრების ცვალებადობა თელავში, რომლებიც ასოცირებულია ანგსტრომის სახანძრო ინდექსთან 1973-2016 წლებში, აღნიშნულის მეტეოროლოგიური პარამეტრების ცვალებადობის შესასწავლად გამოიყენებოდა T (ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურა) და F-ის (ჰაერის მინიმალური ფარდობითი ტენიანობა) ყოველდღიური მნიშვნელობები. საშუალო წლიური მაქსიმალური ტემპერატურის ტრენდი 1973-2016 წწ. დადებითია და წრფივი. რეგრესიის განტოლების შესაბამისად, თელავში 2016 წელს 2013 წლის შედარებით T-ს მნიშვნელობა საშუალოდ გაიზარდა: 16.9°C→18.6°C (1.7°C მატება). ჰაერის ტემპერატურის მაქსი-მალური საშუალოთვიური ნიშნადი ზრდა 2012-2016 წლებში 1973-1977 წლებთან შედარებით აღინიშნება იანვრიდან სექტემბრამდე. 1973-1977 წლებში ჰაერის მინიმალური ფარდობითი ტე-ნიანობის დღეღამური მნიშვნელობები იცვლებოდა 9%-დან (დეკემბერი) 100%-მდე (აგვისტო, ოქტომბერი, დეკემბერი). F - ის საშუალოთვიური მნიშვნელობები იცვლებოდა 46.8 %-დან (აგვისტო) 59.8 %-მდე (თებერვალი). 2012-2016 წლებში ჰაერის მინიმალური სადღეღამისო ფარდობითი ტენიანობის მნიშვნელობები იცვლებოდა 20 %-დან (იანვარი, სექტემბერი) 97%-მდე (ნოემბერი). F-ის საშუალოთვიური მნიშვნელობები იცვლებოდა 42.0 %-დან (აგვისტო) 58.3 %-მდე (ნოემბერი).

3. ანგსტრომის სახანძრო ინდექსი თელავში 2012-2016 წლებში 1973-1977 წლებთან შედარებით შეიცვალა შემდეგნაირად: 2012-2016 წლებში 1973-1977 წლებთან შედარებით ხანძრების გაჩენის მაღალი - ექსტრემალური დონე გაიზარდა 125-დან 150 დღემდე წელიწადში (ზრდა თითქმის 20%), ხოლო დიაპაზონში--ხანძრების გაჩენის ძალიან მაღალი - ექსტრემალური დონე, გაიზარდა 74-დან 102 დღემდე წელიწადში (ზრდა თითქმის 38%). ხოლო თვეების მიხედვით 2012-2016 წლებში 1973-1977 წლებთან შედარებით სახანძრო საშიშროებით, მაღალი - ექსტრემალური დონე ივნისიდან სექტემბრამდე, გაიზარდა 79-დან 104-მდე წელიწადში (მატება თითქმის 32%-ით), ხოლო დიაპაზონში ხანძრების გაჩენის ძალიან მაღალი - ექსტრემალური დონე, გაიზარდა 53-დან 84-დღემდე წელიწადში (მატება 58%-ით). წლის დანარჩენ თვეებში (იანვარი-მაისი, ოქტომბერი-დეკემბერი), დროის ორივე პერიოდში დღეების რიცხვი ხანძრის საშიშროების დიაპაზონში - ხანძრების გაჩენის მაღალი - ექსტრემალური დონე, არ შეცვლილა (46 ორივეში), ხოლო სახანძრო საშიშროების დიაპაზონში - ძალიან მაღალი - ექსტრემალური დონე, დროის მეორე პერიოდში პირველთან შედარებით შემცირდა 21-დან 18-მდე.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press.
2. Amiranashvili A.G., Kartvelishvili L.G., Trofimenko L.T., Khurodze T.V. The Statistical Evaluation of the Expected Changes of Air Temperature in Tbilisi and St.-Petersburg up to 2056 Years. Trans. of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University, ISSN 1512-0902, vol. 119, 2013, pp.58-622, (in Russian).
3. Amiranashvili A. Changeability of Air Temperature and Atmospheric Precipitations in Tbilisi for 175 Years. Int. Sc. Conf. "Natural Disasters in Georgia: Monitoring, Prevention, Mitigation". Proc., ISBN 978-9941-13-899-7, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, December 12-14, Tbilisi, 2019, pp.189-192.
4. Bliadze T., Gvasalia G., Kirkitadze D., Mekoshkishvili N. Changeability of the Atmospheric Precipitations Regime in Kakheti in 1956-2015. International Scientific Conference „Natural Disasters in Georgia: Monitoring, Prevention, Mitigation", Proceedings, ISBN 978-9941-13-899-7, Tbilisi, Georgia, December 12-14, 2019, pp. 74-77.
5. Bliadze T., Gvasalia G., Kartvelishvili L, Kirkitadze D., Mekoshkishvili N. Variability of the Annual Sum of Atmospheric Precipitations in Kakheti in 1956-2015. International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology" Proceedings, ISSN 1512-1976, v. 7, Tbilisi-Telavi, Georgia, 26-28 September, 2020, pp. 193-196.
6. Amiranashvili A.G., Kartvelishvili L.G., Kutaladze N.B., Megrelidze L.D., Tatishvili M.R. Changeability of the Meteorological Parameters Associated with Holiday Climate Index in Different Mountainous Regions of Georgia in 1956-2015. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-*ISSN:* 2667-*9973,* p-ISSN*:* 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 24(2), 2021, pp. 78-91. DOI: https://doi.org/10.48614/-ggs2420213326
7. Amiranashvili A., Povolotskaya N., Senik I. Comparative Analysis of the Variability of Monthly and Seasonal Air Temperature in Tbilisi and Kislovodsk in 1931-2020. International Scientific Conference „Natural Disasters in the 21st Century: Monitoring, Prevention, Mitigation". Proceedings, ISBN 978-9941-491-52-8, Tbilisi, Georgia, December 20-22, 2021. Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, 2021, pp. 27 - 30.
8. Amiranashvili A. Variability of the Average Annual Air Temperature in Tbilisi Against the Background of Global Warming in 1880-2021. II International Scientific Conference "Landscape Dimensions of Sustainable Development Science – Carto/GIS – Planning – Governance", Dedicated to the 75th Anniversary of Professor Nikoloz (Niko) Beruchashvili, Proceedings, 12-16 September 2022, Tbilisi, Georgia, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University Press, 2022, ISBN 978-9941-36-030-5, pp. 265-269. http://www.dspace.gela.org.ge/handle/123456789/10118
9. Lukić T., Marić P., Hrnjak I., Gavrilov M. B., Mladjan D., Zorn M., ... & Stojsavljević R. Forest fire analysis and classification based on a Serbian case study. Acta geographica Slovenica, 57 (1), 2017, pp. 51-63.
10. Skvarenina J., Mindas J., Holec, J., Tucek J. Analysis of the natural and meteorological conditions during two largest forest fire events in the Slovak Paradise National Park. Forest fire in the wildland-urban interface and rural areas in Europe: an integral planning and management challenge. Athens, 2003.
11. Gubenko I.M. Rubinshteyn K.G. Sravnitel'nyy analiz metodov rascheta indeksov pozharnoy opasnosti. Trudy Gidrometeorologicheskogo nauchno-issledovatel'skogo tsentra Rossiyskoy Federatsii, (347), 2012, pp. 207-222.
12. Kats A.L., Gusev V.A., Shabunina T.A. Metodicheskie ukazaniya po prognozirovaniyu pozharnoy opasnosti v lesakh po usloviyam pogody [Methodological guidelines for predicting fire danger in forests on the conditions of the weather]. Moscow, Gidrometeoizdat, 1975.
13. Ullah M. R., Liu X. D., Al-Amin M. Spatial-temporal distribution of forest fires and fire weather index calculation from 2000 to 2009 in China. Journal of Forest Science, 59 (7), 2013, pp. 279-287.

14. Bliadze T., Kirkitadze D., Samkharadze I., Tsiklauri Kh. Statistical Characteristics of Angstrom Fire Index for Tbilisi. Int. Sc. Conf. “Natural Disasters in Georgia: Monitoring, Prevention, Mitigation”. Proc., ISBN 978-9941-13-899-7, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, December 12-14, 2019, Tbilisi, pp. 86-90.
15. Bliadze T., Kirkitadze D., Samkharadze I., Tsiklauri Kh. Statistical Characteristics of Angstrom Fire Index for Telavi (Georgia). International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“, Proceedings, ISSN 1512-1976, v. 7, Tbilisi-Telavi, Georgia, 26-28 September, 2020, pp.64-67.
16. Bliadze T., Gekkieva S., Kirkitadze D. Comparison of Angstrom Fire Index for Nalchik (Kabardino-Balkaria, Russian Federation) and Telavi (Georgia). International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“, Proceedings, ISSN 1512-1976, v. 7, Tbilisi-Telavi, Georgia, 26-28 September, 2020, pp.68-72.
17. Bliadze T., Povolotskaya N., Senik I. Comparison of Angstrom Fire Index for Tbilisi (Georgia) and Kislovodsk (Russia). International Scientific Conference „Natural Disasters in the 21st Century: Monitoring, Prevention, Mitigation“, Proceedings, ISBN 978-9941-491-52-8, Tbilisi, Georgia, December 20-22, 2021, pp. 158-162.
18. Bliadze T., Amiranashvili A., Chkhitunidze M., Laghidze L. Statistical Analysis of Angstrom Fire Index for Kutaisi, Georgia. II International Scientific Conference “Landscape Dimensions of Sustainable Development Science – Carto/GIS – Planning – Governance”, Dedicated to the 75th Anniversary of Professor Nikoloz (Niko) Beruchashvili, Proceedings, 12-16 September 2022, Tbilisi, Georgia, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University Press, 2022, ISBN 978-9941-36-030-5, pp. 270-274. http://www.dspace.gela.org.ge/handle/123456789/10119

ანგსტრომის სახანძრო ინდექსის ცვალებადობა კახეთში კლიმატის ცვლილების ფონზე

ამირანაშვილი ა., ბლიაძე თ., დავითაშვილი მ., ხახიაშვილი მ.

რეზიუმე

კახეთის მაგალითზე წარმოდგენილია ანგსტრომის სახანძრო ინდექსის გამოყენების რეპრეზენ-ტატულობის გამოკვლევის შედეგები ხანძრის წარმოშობის პირობების შეფასებისათვის და აგრეთვე კლიმატის დათბობის ზეგავლენა ხანძარის საშიშროების ხარისხის ცვლილებაზე.

საკვანძო სიტყვები: ანგსტრომის ხანძრების ინდექსი, კლიმატის ცვლილება.

VARIABILITY OF THE ANGSTROM FIRE INDEX IN KAKHETI DUE TO CLIMATE CHANGE

Amiranashvili A., Bliadze T., Davitashvili M., Khakhiashvili M.

Abstract

On the example of Kakheti, the results of studies of the representativeness of the use of the Angstrom fire index to assess the conditions for the occurrence of a fire, as well as the impact of climate warming on changes in the degree of fire danger, are presented.

Key words: Angstrom Fire Index, climate change.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЖАРНОГО ИНДЕКСА АНГСТРОМА В КАХЕТИИ НА ФОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Амиранашвили А., Блиадзе Т., Давиташвили М., Хахиашвили М.

Реферат

На примере Кахетии представлены результаты исследований репрезентативности использования пожарного индекса Ангстрома для оценки условий возникновения пожара, а также влияние потепления климата на изменение степени пожарной опасности.

Ключевые слова: пожарный индекс Ангстрома, изменение климата.