

ASSESSMENT OF THE DESTRUCTIVE POWER OF A TORNADO ON THE TERRITORY OF THE POTI TERMINAL ON SEPTEMBER 25, 2021

Victor Chikhladze¹, Avtandil Amiranashvili², George Gelovani³, Khatia Tavidashvili⁴,
Lamzira Laghidze⁵, Nino Jamrishvili⁶

^{1,2,4,6} Atmospheric Physics Department, Mikheil Nodia Institute of Geophysics of TSU; ³ Head of Shift, Department of Hail Systems Management of Natural Disaster Impact Administration, State Military Scientific-Technical Center "Delta"; ⁵ Department of Geography, Javakishvili Tbilisi State University; Tbilisi, Georgia
¹vicachikh@gmail.com; ²avtandilamiranashvili@gmail.com; ³g_gelovani@list.ru; ⁴xatiatavidashvili@gmail.com;
⁵lamzira.laghidze@tsu.ge; ⁶jamrishvili@mail.ru

Georgia is distinguished by complex physical, geographical and natural conditions, as a result of which significant and abrupt changes in a number of meteorological elements take place in some regions. The assessment of extreme values of wind characteristics is especially important, since such phenomena can cause significant damage to the economic infrastructure of the country as a result of their destructive activity. The study, as a special case, considered a tornado that took place on September 25, 2021 in the terminal space of the city of Poti, which caused significant damage to one of the cargo terminals. To assess the specified damage, photographic materials were used, filmed in automatic mode by video cameras of the surveillance system located on the territory of the terminal. With the help of these data, it was possible to estimate the speed of the vortex flows of the above spontaneous process (tornado). To determine the speed of movement of objects inside the tornado, the deceleration program "Mivavi Video Editor Plus" was used. As a result of subsequent processing of the received video image, it was found that at one of the points in time, the speed of objects inside the tornado was 190 - 265 km/h. According to the so-called Fujita scale, the strength of a tornado is determined by the wind speed inside the tornado and related phenomena (degree of destruction).

As a result, it was found that the strength of the tornado in the considered territory of the terminal corresponds to the F2 value of the Fujita scale, which was due to the specifics of the location of the territory and the synoptic processes recorded in the considered period of time.

Keywords: city of Poti, tornado, natural phenomenon, Fujita scale

ქარბორბალას დამანგრეველი ძალის შეფასება ფოთის ტერმინალის ტერიტორიაზე 2021 წლის 25 სექტემბრის

ვიქტორ ჩიხლაძე¹, ავთანდილ ამირანაშვილი², გიორგი გელოვანი³,
ხატია თავიდაშვილი⁴, ლამზირა ლაღიძე⁵, ნინო ჯამრიშვილი⁶

^{1,2,4,6} ატმოსფეროს ფიზიკის სექტორი, მ. ნოდია სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი, თსუ;

³ ცვლის უფროსი, ბუნებრივ მოვლენებზე ზემოქმედების სამართველოს სექციის საწინააღმდეგო სისტემების მართვის დეპარტამენტი, სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრი „დელტა“; ⁵ გეოგრაფიის დეპარტამენტი, თსუ; თბილისი, საქართველო.

აბსტრაქტი

საქართველო გამოირჩევა რთული ფიზიკურ-გეოგრაფიული და კლიმატური პირობებით, რის შედეგადაც ზოგიერთ რეგიონში ადგილი აქვს რიგი მეტეოროლოგიური ელემენტების მნიშვნელოვან და მკვეთრ ცვალებადობას. ამ მხრივ განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქარის მახასიათებელი ექსტრემალური სიდიდეების შეფასება იმ თვალსაზრისით, რომ ამგვარ

მოვლენებს შეუძლია მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენოს ქვეყნის სამეურნეო-ეკონომიკურ ინფრასტრუქტურას მათი დამანგრეველი მოქმედების შედეგად. კვლევაში, როგორც კერძო შემთხვევა, განხილულია ქარბორბალა, რომელსაც ადგილი ჰქონდა 2021 წლის 25 სექტემბერს ქალაქ ფოთის სატვირთო სატერმინალო სივრცეში, რომელმაც მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენა ერთ-ერთ სატვირთო ტერმინალს. აღნიშნული ზიანის შესაფასებლად, გამოყენებულ იქნა ტერმინალის ტერიტორიაზე დამონტაჟებული სათვალთვალ ვიდეოკამერების მიერ ავტომატურ რეჟიმში დაფიქსირებული მონაცემები, რომელთა საფუძველზეც მოვახდინეთ აღნიშნული სტიქიური პროცესის (გრიგალის) სიჩქარის შეფასება. გრიგალში საგნების გადაადგილების სიჩქარეების დასადგენად გამოყენებულ იქნა სპეციალური პროგრამა „Mivavi Video Editor Plus“. აღნიშნული ვიდეომასალის შემდგომი დამუშავების შედეგად დადგინდა, რომ (დროის ერთ-ერთ პერიოდში) ქარბორბალას ეპიცენტრში ქარის სიჩქარემ 190-274.6 კმ/სთ სიჩქარეს მიაღწია. ეგრეთწოდებულ „ფუძიტას სკალის“ მიხედვით ქარბორბალას (ტორნადოს) ძალა განისაზღვრება ქარის სიჩქარით და თანმხლები შედეგების მიხედვით, რომელიც აღნიშნულ მოვლენას თან ახლავს.

შესაბამისად დადგინდა იქნა, რომ ქარბორბალას სიძლიერე განხილული ტერმინალის ტერიტორიაზე ე.წ. „ფუძიტას სკალით“ F2-ს შეესაბამება, რაც განპირობებულია ადგილობრივი ტერიტორიის სპეციფიკით და დროის განსახილველ პერიოდში დაფიქსირებული სინოპტიკური პროცესებით.

საკვანძო სიტყვები: ქალაქი ფოთი, ქარბორბალა, სტიქიური უბედურება, ფუძიტას სკალა.

შესავალი

ქარი წარმოადგენს ერთ-ერთ უმთავრეს კლიმატწარმოქმნელ ფაქტორს. საქართველოსთვის დამახასიათებელია რთული ფიზიკურ-გეოგრაფიული და კლიმატური პირობები, რის შედეგადაც ცალკეულ რეგიონებში დაიკვირვება რიგი მეტეოროლოგიური პარამეტრების მნიშვნელოვანი და მკვეთრი ცვალებადობა. ამიტომ საქართველოში, ასევე როგორც სხვა ქვეყნებში, ქარის რეჟიმის შესწავლას განსაკუთრებული ყურადღება ენიჭება. ქარის სიხშირეზე გავლენას ახდენს ადგილობრივი ქარები ე.წ ბრიზები, რაც განაპირობებს ქარის სეზონურ და დღეღამურ ცვალებადობას და იწვევს მისი რეჟიმის ცვლილებებს [1-4].

კვლევები ქარის რეჟიმის შესახებ მნიშვნელოვანია ქარის ენერგეტიკის, ეკონომიკის აგრარული სექტორის [2] და სხვა დარგების განვითარებისათვის. ძლიერი ქარი ხშირად იწვევს საცხოვრებელი და საწარმოო ობიექტების დაზიანებას და ნგრევას, აეროპორტების მუშაობის შეჩერებას, ქარბუქს, სხვა საშიში ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების (ინტენსიური ნალექები, სეტყვა და ა.შ.) ნეგატიური შედეგების გაძლიერებას, ადამიანთა მსხვერპლს და სხვა [5-8].

ქარის სიჩქარე განსაზღვრავს ჰაერის დაბინძურების დონეს [9,10]. ქარი არის აგრეთვე ერთ-ერთი უმთავრესი ბიოკლიმატური ფაქტორი. ამიტომ, ინფორმაცია ქარის რეჟიმის შესახებ მნიშვნელოვანია ეკონომიკის, საკურორტო-ტურისტული სექტორის განვითარებისა [11] და კონკრეტული ტერიტორიებისთვის სხვადასხვა მარტივი და რთული ბიოკლიმატური მახასიათებლების შეფასებისათვის [12, 13].

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქარის ექსტრემალური სიდიდეების შეფასება იმ თვალსაზრისით, რომ ასეთ მოვლენებს შეუძლიათ მნიშვნელოვანი ზარალი მიაყენონ ქვეყნის აგროეკონომიკურ და სხვა ინფრასტრუქტურას მათზე დამანგრეველი ზემოქმედების შედეგად [5,6,14,15]. კერძოდ, ნაშრომში [15] წარმოდგენილია ინფორმაცია ქობულეთში ქარბორბალას შესახებ, ასევე განხილულია საქართველოში ამ მოვლენების უფრო დეტალური შესწავლის საკითხი.

აღნიშნული კვლევა წარმოადგენს ნაშრომის [15] გაგრძელებას. იგი აღწერს 2021 წლის 25 სექტემბერს ქალაქ ფოთის სატვირთო სატერმინალო სივრცეში წარმოქმნილ ქარბორბალას, რომელმაც მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენა ერთ-ერთ სატვირთო ტერმინალს.

შესაბამისი კვლევის შედეგები წარმოდგენილია სტატიაში.

კვლევის ობიექტი, მასალა, მეთოდები და შედეგები

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ქარბორბალა, რომელსაც ადგილი ჰქონდა 2021 წლის 25 სექტემბერს ქალაქ ფოთის სატვირთო სატერმინალო სივრცეში, რომელმაც მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენა ერთ-ერთ სატვირთო ტერმინალს.

აღნიშნული ზიანის შესაფასებლად, გამოყენებულ იქნა ტერმინალის ტერიტორიაზე დამონტაჟებული Dahua IPC-HFW2431T-ZS-S2 ტიპის სათვალთვალ ვიდეოკამერების მიერ ავტომატურ რეჟიმში დაფიქსირებული მონაცემები, რომელთა საფუძველზეც მოვანდინეთ აღნიშნული სტიქიური პროცესის (გრიგალის) სიჩქარის შეფასება. შერჩეული იქნა ვიდეო კამერის ჩანაწერი, კერძოდ ვიდეო კამერია №412 (ნახ.1). ვიდეომასალის თანახმად, ქარბორბალა ტერმინალის ტერიტორიაზე შემოიჭრა ჩრდილო-აღმოსავლეთის მხრიდან, მისი ბრუნვის მიმართულება საათის ისრის საწინააღმდეგოა, ხოლო მანძილი ზღვის ნაპირიდან 2,6 კილომეტრია (ნახ. 2).

გრიგალში საგნების გადაადგილების სიჩქარეების დასადგენად, გამოყენებულ იქნა სპეციალური პროგრამა „Mivavi Video Editor Plus“, რომლის საშუალებით და კამერა №412 ვიდეო ჩანაწერის – slow 15%-ით შენელებით (ვიდეოს გადაყვანით შენელების რეჟიმში) - ერთი კადრი წამში რეჟიმის ნაცვლად ვიდეო სიჩქარეს ერთი კადრი წამის 15%-ს, (რაც შეესაბამება 1 კადრი წამში სიხშირის 15/100-ს).

ვიდეო ჩანაწერებში მოვიძიეთ ორი განმსაზღვრელი თანმიმდევრული კადრი, ჩვენ შემთხვევაში, მაგალითად 0.00.24 და 0.00.25 (ნახ. 3. 4.). 0.00.24 კადრზე დავაფიქსირეთ სამი განმსაზღვრელი რეალური გადაადგილებადი ობიექტი - ჰაერში მფრინავი სახურავიდან აგლეჯილი სტანდარტული 12 მეტრის სიგრძის ე.წ. პროფნასტილის ფილები. იგივე მეორდება 0.00.25 კადრზე.

შემდეგ შესრულებული რუტინული სამუშაოს შედეგად შეფასდა: მანძილი მონიტორის ეკრანის მარცხენა მხრიდან, ობიექტის სიგრძე, დახრა, შუა წერტილი და ეს ყველაფერი სამივე ობიექტისთვის ორივე კადრზე; მანძილი (სხვაობა) შესაბამის საშუალო ცენტრებს შორის; 0.00.24 და 0.00.25 კადრებზე a, b და c ობიექტების საშუალო ზომები; ჯერადობა; ობიექტის სიგრძეები მეტრებში; მანძილი, რომელსაც გადის ობიექტი 1 კადრის დროს; და შესაბამისად ბოლოს მივიღეთ ობიექტის სიჩქარე (ჰაერის ნაკადის სიჩქარე):

- a. 73.5 მ/წმ ანუ 264.6 კმ/სთ
- b. 52.8 მ/წმ ანუ 190 კმ/სთ
- c. 66.86 მ/წმ ანუ 240კმ/სთ

ბუნებრივია წამოიჭრება საკითხი - რატომ განსხვავდება ობიექტების სიჩქარე - სავარაუდოთ, პირველ რიგში იგი დამოკიდებულია ობიექტების ორიენტაციაზე, მათი გრიგალში განლაგების ადგილზე და ა.შ.

ქარბორბალას სავარაუდო სიჩქარის განსაზღვრისთვის მოვანდინეთ ქარის მიერ გადაადგილებულ ობიექტებზე დაკვირვება იმ ფაქტზე დაყრდნობით, რომ გადაადგილებული ობიექტების სიჩქარე არ აღემატება ქარის სიჩქარეს.

ტორნადოს ძალა განსაზღვრული იყო ე. წ. ფუძიტას სკალის მიხედვით (ცხრილი 1., [16]).

ცხრილი 1.

ტორნადოს ძალა ფუძიტას სკალის მიხედვით [16]

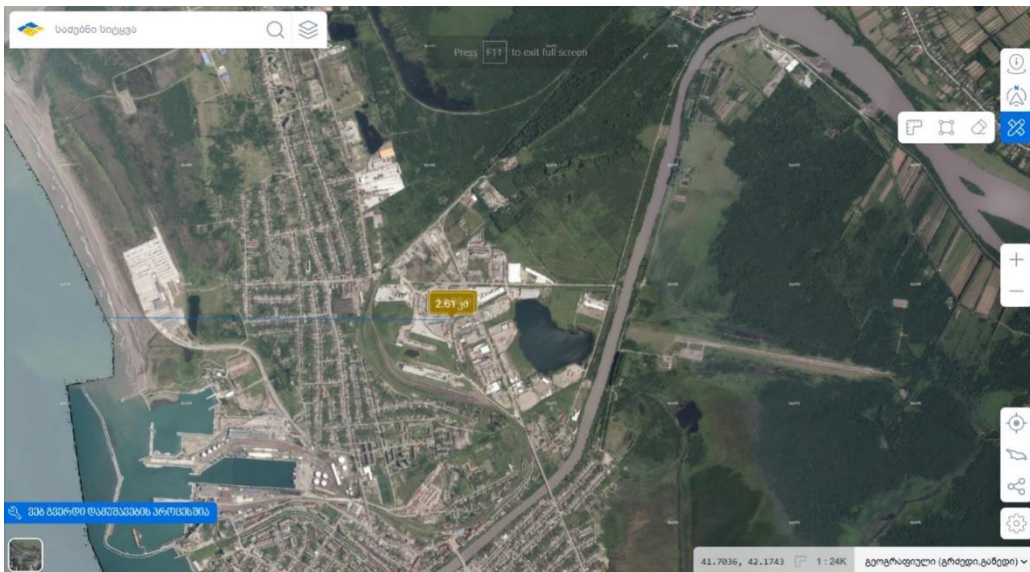
სკალა F	ქარის სიჩქარე (კმ /სთ)	გავლენა საშუალო (მაგალითად, აგურის) ევროპულ სახლზე
F0	64 - 116	(თითქმის) დაზიანების გარეშე
F1	117 - 180	სახურავის მსუბუქი ან საშუალო დაზიანება
F2	181–253	მნიშვნელოვანი ზარალი სახურავს /სახურავი გაქრა
F3	254–332	სახურავი გაქრა / ზოგი კედელი ჩამოინგრა
F4	333–418	კედლების უმეტესობა ჩამოინგრა
F5	419–512	დაიშალა და შესაძლოა ქარმა წაიღო

მოვლენის ილუსტრაციისათვის წარმოდგენილია ნახ.5. სადაც კარგად ჩანს, რომ ქარბორბალა მთელი ძალით უტევს ტერმინალის ერთ-ერთი საწყობის სახურავს და ნახ.6. - ქარბალას შედეგად საყრდენს მომტვრეული და ძირს დანარცხებული 45 ტონიანი ამწეკრანი.

ატმოსფეროს არამდგრადობის ხარისხი, და როგორც შედეგი, კონვექტიური ღრუბლიანობის, ელჭექის, ქარბორბალას და ა.შ. წარმოქმნის შესაძლებლობა, განისაზღვრება ეგრეთწოდებულ Totals (TT) ინდექსის შეფასებით, რომელიც ახასიათებს კონვექციის პირობებს [17,18]. TT ინდექსის გამოსათვლელად, გამოყენებულ იქნა ატმოსფეროს ვერტიკალური ტემპერატურული ზონდირების მონაცემები [19] დროის სამ საათიანი ინტერვალით. აპროქსიმაცია დროის ერთ საათიანი ინტერვალისთვის განხორციელდა რეგრესიის შესაბამისი განტოლების აგების გზით.



ნახ. 1. ფოტის ტერმინალის სქემა და № 412 ვიდეოკამერის ადგილმდებარეობა.



ნახ. 2. ფოტის ტერმინალის ადგილმდებარეობა.

როგორც ცხრ.2-დან გამომდინარეობს, ფოტის რაიონში 2021 წლის 25 სექტემბრის 13-დან 20 საათამდე TT ინდექსის სიდიდე იცვლებოდა 44-დან 53-დე, რაც მიუთითებს ამ რაიონში ელჭექების არსებობაზე. ამასთანავე, 17-დან 20 საათამდე იყო გაფრთხილება ელჭექებთან ერთად

ქარბორბალას შესახებაც, რაც გამოვლინდა ფოთის ტერმინალის ტერიტორიაზე.

ცხრილი 2.

ატმოსფერული TT ინდექსი ფოთის თავზე 2021 წ. 25 სექტემბერს 13 საათიდან 20 საათამდე.

საათი	TT ინდექსი	ატმოსფერული მოვლენები
13	44	ცალკეული ელჭექის კერები.
14	45	გაბნეული ელჭექის კერები.
15	47	ელჭექების მნიშვნელოვანი რაოდენობა (ზოგი მათგანი ძლიერი)
16	48	
17	50	გაბნეული ელჭექის კერები, რამოდენიმე სერიოზული ქარბორბალას ცალკეული კერები.
18	51	გაფანტული მრავალრიცხოვანი ელჭექის კერები. არც თუ ბევრი გაფანტული სერიოზული ელჭექის კერები. ქარბორბალას ცალკეული კერები.
19	52	
20	53	მრავალრიცხოვანი ელჭექის კერები. ქარბორბალას გაბნეული კერები



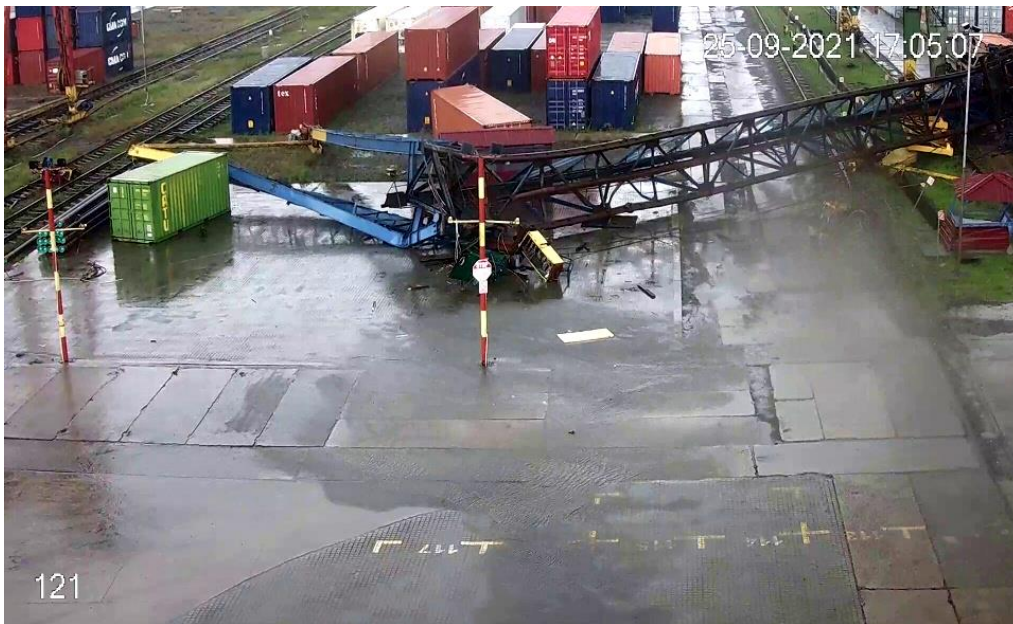
ნახ. 3. ვიდეო ჩანაწერი, კადრი 0.00.24.



ნახ. 4. ვიდეო ჩანაწერი, კადრი 0.00.25.



ნახ. 5.ვიდეო ჩანაწერი, სტიქიის შედეგი ერთ-ერთ საწყობის ტერიტორიაზე.



ნახ.6. ვიდეო ჩანაწერი, სტიქიის შედეგად წაქცეული ამწე კრანი.

დასკვნები და რეკომენდაცია

ვიდეო-ჩანაწერის გაანალიზება, ზემოთაღნიშნული მეთოდი და გამოთვლის პრინციპი, საფუძველს იძლევა დავასკვნათ, რომ ქარის საშუალო სიჩქარე შპს „ჯორჯიან ტრანს- ექსპედიცია - ფოთის“ ტერმინალზე ვიდეოჩანაწერში მითითებულ დროს შეადგენდა არანაკლებ 52.8 მ/წმ, რომელიც შეესაბამება მოყვანილი ფუძიტას ცხრილის F2-საც.

ზოგადათ ძნელია სტატისტიკის გამოყენება ამ მოვლენის პროგნოზირებისთვის. ითვლება, რომ ქარბორბალა შეიძლება წარმოიშვას იქ, სადაც მას უკვე ჰქონდა ადგილი. მომავალში, კომპანიის შესაძლებლობებიდან გამომდინარე, სასურველია ტერმინალის ტერიტორიის საკვანძო წერტილებში რამოდენიმე ავტომატური, დისტანციური ჩაწერის და ინფორმაციის შენახვის ფუნქციების მქონე მეტეოსადგურის დამონტაჟება. საქართველოში მეტეოროლოგიური

რადარების ქსელის განვითარება და გაუმჯობესება შესაძლებელს გახდის, ინფორმაციის დაგროვებისთანავე მოხდეს შესაბამისი მოვლენების დროული და ხარისხიანი პროგნოზირება.

მადლიერებები

ავტორთა ჯგუფი დიდ მადლობას ვუხდით შპს "ჯორჯიანტრანსექსპედიცია-ფოთი"-ს ხელმძღვანელობას იშვიათი მოვლენის ამსახველი საინტერესო მასალის მოწოდებისთვის და არა ნაკლებ საინტერესო ამოცანის ჩვენს წინაშე დაყენებისთვის.

ბიბლიოგრაფია

- [1] TAVARTKILADZE K., BEGALISHVILI N., KHARCHILAVA J., MUMLADZE D., AMIRANASHVILI A., VACHNADZE J., SHENGELIA I., AMIRANASHVILI V. Contemporary climate change in Georgia. Regime of some climate parameters and their variability. Monograph, ISBN 99928-885-4-7, Tbilisi, 177 p., (2006), (in Georgian).
- [2] ELIZBARASHVILI E. Climate of Georgia. Monograph, Institute of Hydrometeorology of GTU, ISBN 978-9941-0-9584-9, Tbilisi, 360 p., (2017), (in Georgian).
- [3] AMIRANASHVILI A.G., CHIKHLADZE V.A., GVASALIA G.D., LOLADZE D.A. Statistical Characteristics of the Daily Max of Wind Speed in Kakheti in 2017-2019. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 23(1), pp. 73-86, (2020). DOI: <https://doi.org/10.48614/ggs2320202655>
- [4] AMIRANASHVILI A., CHIKHLADZE V., GVASALIA G., LOLADZE D. Statistical Characteristics of the Daily Max of Wind Speed in Kakheti in the Days with and without Hail Processes in 2017-2019. Int. Sc. Conf. „Modern Problems of Ecology“, Proceedings, ISSN 1512-1976, v. 7, Tbilisi-Telavi, Georgia, 26-28 September, 2020, pp.197-201, (2020).
- [5] SVANIDZE G.G., TSUTSKIRIDZE I.A. (edit.). Opasnie gidrometeorologicheskie protsessi na Kavkaze. L., Gidrometeoizdat, 288 p., (1980), (in Russian).
- [6] VARAZANASHVILI O., TSERETELI N., AMIRANASHVILI A., TSERETELI E., ELIZBARASHVILI E., DOLIDZE J., QALDANI L., SALUQVADZE M., ADAMIA SH., AREVADZE N., GVENCADZE A. Vulnerability, Hazards and Multiple Risk Assessment for Georgia. Natural Hazards, Vol. 64, Number 3, pp. 2021-2056, (2012). DOI: 10.1007/s11069-012-0374-3, <http://www.springerlink.com/content/9311p18582143662/fulltext.pdf>.
- [7] AMIRANASHVILI A.G. Increasing Public Awareness of Different Types of Geophysical Catastrophes, Possibilities of Their Initiation as a Result of Terrorist Activity, Methods of Protection and Fight with Their Negative Consequences. Engaging the Public to Fight Consequences of Terrorism and Disasters. NATO Science for Peace and Security Series E: Human and Societal Dynamics, vol. 120. IOS Press, Amsterdam•Berlin•Tokyo•Washington, DC, ISSN 1874-6276, pp. 155-164, (2015). <http://www.nato.int/science>; <http://www.springer.com>; <http://www.iospress.nl>
- [8] PIPIA M., ELIZBARASHVILI E., AMIRANASHVILI A., BEGLARASHVILI N. Dangerous Regions of Blizzard in Georgia. Annals of Agrarian Science, ISSN 1512-1887, vol. 17, No 4, pp. 403 – 408, (2019).
- [9] AMIRANASHVILI A., BLIADZE T., CHIKHLADZE V. Photochemical smog in Tbilisi. Monograph, Trans. of Mikheil Nodia institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, vol. 63, Tb.,160 p., (2012), (in Georgian).
- [10] KUKHALASHVILI V.G., KORDZAKHIA G.I., GIGAURI N.G., SURMAVA A.A., INTSKIRVELI L.N. Numerical Modelling of Dust Propagation in the Atmosphere of Tbilisi City: The Case of Background Eastern Gentle Breeze. Journal of the Georgian Geophysical Society, ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 23(1), pp. 46-50, (2020).
- [11] SAAKASHVILI N.M., TABIDZE M.SH., TARKHAN-MOURAVI I.D., AMIRANASHVILI A.G., MELIKADZE G.I., CHIKHLADZE V.A. To a Question about the Certification of the Health Resort and Tourist Resources of Georgia. “Modern Problems of Using of Health Resort Resources”, Collection of Scientific Works of International Conference, Sairme, Georgia, June 10-13, 2010, ISBN 978-9941-0-2529-7, Tbilisi, pp. 175-180, (2010), (in Russian).
- [12] AMIRANASHVILI A.G., JAPARIDZE N.D., KARTVELISHVILI L.G., KHAZARADZE K.R., MATZARAKIS A., POVOLOTSKAYA N.P., SENIK I.A. Tourism Climate Index of in the Some Regions of Georgia and North Caucasus. Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 20B, pp. 43–64, (2017).
- [13] AMIRANASHVILI A.G., KARTVELISHVILI L.G., MEGRELIDZE L.D. Changeability of the Meteorological Parameters Associated with Some Simple Thermal Indices and Tourism Climate Index in Adjara and Kakheti (Georgia). Journal of the Georgian Geophysical Society, ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 21(2), Tbilisi, pp. 77-94, (2018).
- [14] BEGLARASHVILI N., CHIKHLADZE V., JANELIDZE I., PIPIA M., TSINTSADZE T. Strong Wind on the Territory of Georgia in 2014-2018. Int. Sc. Conf. „Natural Disasters in the 21st Century: Monitoring, Prevention, Mitigation“, Proceedings, ISBN 978-9941-491-52-8, Tbilisi, Georgia, December 20-22, 2021, pp. 19-22, (2021).
- [15] CHIKHLADZE V., JAMRISHVILI N., TAVIDASHVILI KH. Tornadoes in Georgia. Int. Sc. Conf. „Natural Disasters in the 21st Century: Monitoring, Prevention, Mitigation“, Proceedings, ISBN 978-9941-491-52-8, Tbilisi, Georgia, December 20-22, 2021, pp. 23-26, (2021).
- [16] ARSEN'YEV S. Smerchii tornado. <http://www.krugosvet.ru/>
- [17] http://weather.uky.edu/about_totl.htm
- [18] <http://weather.uky.edu/totl.html>
- [19] <http://ready.arl.noaa.gov/READYcmet.php>