

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები

ტომი № 121

ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური
პრობლემები

TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY
AT THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

VOL. №121

PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

ТОМ № 121

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2 0 15

მთავარი რედაქტორი	ნ.ბეგალიშვილი
სარედაქციო კოლეგია	ბ.ბერიტაშვილი (რედაქტორის მოადგილე), გ.გაჩეჩილაძე, გ.გუნია, გ.გრიგოლია, ე.ელიზბარაშვილი, გ.მელაძე, რ. სამუკაშვილი, ვ. ცომაია, თ.ცინცაძე (პასუხ. მდივანი)
სარედაქციო საბჭო	ნ.ბუაჩიძე, ი.გელაძე, ჯ.ვანნაძე, ლ.ინჭირველი, მ.მელაძე, გ.ხერხეულიძე.

Editor in Chief	N.Begalishvili
Editorial Board	B.Beritashvili (Deputy Ed.-in-Chief), G.Gachechiladze, G.Gunia, G.Grigolia, E.Elizbarashvili, G.Meladze, R. Samukashvili, V.Tsomaia, T.Tsintsadze (Executive secretary)
Editorial Council	N.Buachidze, J.Vachnadze, I.Geladze, L.Inckirveli, M.Meladze, G.Kherkheulidze

Главный редактор	Бегалишвили Н.А.
Редакционная коллегия	Бериташвили Б.Ш. (зам.гл. редактора), Гачечиладзе Г.А., Григолия Г.Л., Гуния Г.С., Меладзе Г.Г., Самукашвили Р.А., Цомая В.Ш., Цинцадзе Т.Н. (отв. секретарь), Элизбарашвили Э.Ш.
Редакционный совет	Буачидзе Н.С., Вачнадзе Д.И., Геладзе И.М., Инцкирвели Л.И., Меладзе М.Г., Херхеулидзе Г.И.

შენიშვნა: რედაქცია არ აგებს პასუხს ავტორების მიერ წარმოდგენილ მასალებზე
Note: The Editorial board is not responsible for materials submitted by authors
Примечание: Редакция не несет ответственности за содержание материалов, представляемых авторами

ISSN 1512-0902

©	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY AT THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY ИНСТИТУТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА	2015
---	--	------

წინამდებარე კრებულში შესულია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის 62-ე მაისის სამეცნიერო სესიაზე მოსმენილი მოხსენებები, მიძღვნილი ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემებისადმი. შესაბამისი სტატიები მოცემულია შემდეგ სამეცნიერო მიმართულებათა მიხედვით: ჰიდროლოგია, მეტეოროლოგია, კლიმატოლოგია, აგრომეტეოროლოგია, კლიმატის ცვლილება, ბუნებრივი გარემოს დაბინძურება.

კრებული განკუთვნილია გეოფიზიკურ, გეოგრაფიულ და ეკოლოგიურ მეცნიერებათა სხვადასხვა დარგში მომუშავე მეცნიერებისა და სპეციალისტებისათვის, მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისათვის.

In this issue texts of papers presented at the 62-th May scientific session of the Institute of Hydrometeorology are offered, dedicated to the pressing problems of Hydrometeorology and Ecology. Relevant papers are given according to the following scientific directions: Hydrology, Meteorology, Climatology, Agrometeorology, Climate Change, Environmental Pollution.

The volume is intended for experts working in different branches of geophysical, geographical and ecological sciences, magistrates and doctorates.

В настоящий сборник включены тексты докладов, заслушанных на 62-ой маиской научной сессии Института Гидрометеорологии, посвященной актуальным проблемы гидрометеорологии и экологии. Соответствующие статьи даны по следующим научным направлениям: гидрология, метеорология, климатология, агрометеорология, изменение климата, загрязнение природной среды.

Сборник предназначен для ученых и специалистов, работающих в различных областях геофизических, географических и экологических наук, магистрантов и докторантов.

ს ა რ ჩ ე ვ ი		
ჰიდროლოგია		
1	ხერხეულიძე გ. დვარცოფწარმოქმნელი პირობებისა და ფაქტორების ცვლილების გავლენის შესახებ დვარცოფული რისკის ხარისხსა და მასშტაბზე	10
2	გრიგოლია გ., კერესელიძე დ., ტრაპაიძე ვ., ბრეგვაძე გ. კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე სხვადასხვა პერიოდის ჩამონადენის ცვალებადობის ტენდენციების შეფასება და ანალიზი მდ. მტკვრისა და ფოცხოვის მაგალითზე	15
3	ბასილაშვილი ც. ვარციხის წყალსაცავში ჩამდინარე წყლის მაქსიათებლები მისი ექსპლუატაციის ეფექტურობისათვის	19
4	ბასილაშვილი ც. მდინარე არაგვის წყლის ჩამონადენის პროგნოზირება ჟინვალის წყალსაცავის ოპტიმალური სამუშაო რეჟიმისა და უსაფრთხოებისათვის	23
5	სალუქვაძე მ., კობახიძე ნ. ტყის საფარის როლი თოვლის ზვავების ფორმირებაში	27
6	გორგიჯანიძე ს. მდინარეებზე მყინვარულ მოვლენებთან დაკავშირებული ჩახერგვები, დაგუბებები და წყალმოვარდნები	30
7	გორგიჯანიძე ს. გარეგანი ფაქტორების გავლენით გამოწვეული ხეობების ჩახერგვები, დაგუბებები და ნაზღვევე წყალმოვარდნები	34
მეტეოროლოგია, კლიმატოლოგია		
8	თავართქილაძე კ., ბეგალიშვილი ნ., ცინცაძე თ., ბეგალიშვილი ნ.ნ., ცინცაძე ნ. გლობალური დათბობის გავლენა საქართველოში ატმოსფერულ ნალექთა ველზე	38
9	მელაძე გ., მელაძე მ. ქედის ტერიტორიაზე გლობალური დათბობის გავლენა მცენარეთა განვითარების ძირითად აგროკლიმატურ მაჩვენებლებზე სავეგეტაციო პერიოდში	43
10	ვანნაძე ჯ., დიასამიძე ც., სამუკაშვილი რ., ჭავჭავანიძე ზ. წაყინვები კოლხეთის დაბლობზე და მათი გამომწვევი სინოპტიკური პროცესების მოკლე ანალიზი	48
11	სამუკაშვილი რ., ვანნაძე ჯ., დიასამიძე ც. ნისლი კახეთის რეგიონში	53
12	ჭიჭილეიშვილი ხ., ხორავა ს., ელიზბარაშვილი ე. შავი ზღვის ჰიდროლოგიური რეჟიმის თანამედროვე დიამიკა (ბათუმის სანაპიროს მაგალითზე)	59
13	ელიზბარაშვილი ე., ფალავა ნ., ქამადაძე ც. ჰავის ცვლილება აჭარის ტერიტორიაზე და მისი გავლენა ნალექიანობის რეჟიმზე	63
ეკოლოგია		
14	შავლიაშვილი დ., ჩიტაშვილი ნ., ყავალაშვილი ნ., ყავალაშვილი დ., გრიგოლაშვილი თ., მაისურაძე შ. კლიმატის თანამედროვე გლობალური ცვლილების ფონზე ნიადაგის ნაყოფიერების შესწავლა	67
15	გუნია გ., სვანიძე ზ მთიან რეგიონებში ჰიდროენერგეტიკული სისტემების მდგრადი განვითარების ეკოლოგიური პრობლემების შესახებ	70
16	ყავრელიშვილი ნ., აბულაძე ნ., ბეგლარაშვილი ნ. სამცხე-ჯავახეთში ქარის ძირითდი მახასიათებლების შეფასება კლიმატის ცვლილების ფონზე	76

17	ბეგლარაშვილი ნ., ფიფია მ. ქთბილისში მოძრაობის განტვირთვის ღონისძიებების ეკოლოგიური ეფექტურობის განსაზღვრა	80
18	ბუაჩიძე ნ., არუსტაშვილი მ., ნიკოლეიშვილი ა., პერტაია ს., ჯაფარიძე ბ., ჯიქიძე ი., გოგალაძე ლ., ბუბაშვილი ლ. თბილისის ზღვის წყლის ბიოეკოქიმიური კვლევა და მისი დღევანდელი ეკოლოგიური მდგომარეობა	84
19	შუბლაძე ე., მდივანი ს., გიგაური თ. მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების თანამედროვე ბიო-ქიმიური მდგომარეობის შეფასება და მათი შედარებითი ანალიზი	87
ჰიდრომეტეოროლოგიური და ეკოლოგიური პროცესების მოდელირება		
20	ცომაია ვ., ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ. დარიალის ხეობაში სტიქიურ მყინვარულ მოვლენებთან საადაპტაციო ღონისძიებათა შესახებ	93
21	სამხარაძე ი., ხვედელიძე ზ., დავითაშვილი თ. შეშფოთებული ატმოსფეროს ზოგიერთი აერო-დინამიკური თავისებურებების შესწავლა ოროგრაფიის გათვალისწინებით	97
22	შენგელია ლ., კორძახია გ., თვაური გ., ცომაია ვ., ძაძამია მ. თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების კვლევა	104
23	ტატიშვილი მ., მელაძე მ., მკურნალიძე ი., ჩინჩალაძე ლ. GIS და თანამგზავრული ტექნოლოგიები ტყის საფარის მონიტორინგისათვის	112

CONTENTS		
HYDROLOGY		
1	Khrkeulidze G. ON THE EFFECT OF POSSIBLE CHANGES IN THE CONDITIONS AND FACTORS, THAT CONTRIBUTE TO THE FORMATION OF DEBRIS FLOWS, ON THE NATURE AND EXTENT DEBRIS FLOW RISK	10
2	Grigolia G., Kereselidze D., Trapaidze V., Bregvadze G. ASSESSMENT AND ANALYSIS OF TENDENCIES OF VARIABILITY OF LOOWS FOR DIFERENT PERIODS AGAINST THEV BACKGRAUND OF GLOBAL CLIMATE CHANGES (BY THE EXAMPLE OF MTKVARI AND POTSKOVI RIVERS	15
3	Basilashvili Ts. FEATURES OF THE WATERS FLOWING INTO VARTSIKHE RESERVOIR FOR ITS EFFICIENT EXPLOITATION	19
4	Basilashvili Ts. FORECAST OF THE ARAGVI RIVER WATER FLOW FOR INSURING OPTIMAL WORKING REGIME AND SAFETY	23
5	Salukvadze M., Kobaxidze N. ROLE OF FOREST IN FORMATION OF AVALANCHES	26
6	Gorgijanidze S. RIVER COLLAPSE, POOLS AND FLOODS WERE CAUSED BY OUTSIDE FACTORS SVANETI	30
7	Gorgijanidze S. RIVER COLLAPSE, POOLS AND FLOODS WERE CAUSED BY OUTSIDE FACTORS	34
METEOROLOGY, CLIMATOLOGY		
8	Tavartkiladze K., Begalishvili N., Tsintsadze T., Begalishvili N.N., Tsintsadze N. IMPACT OF GLOBAL WARMING ON THE PRECIPITATION FIELD IN GEORGIA	38
9	Meladze G., Meladze M. IMPECT OF GLOBALWARMIG ON THE PLANTS DEVELOPMENTS MAIN AGROCLIMATICINDICES IN VEGATATION PERIOD ON KEDA TERRITORY	43
10	Vachnadze J., Diasamidze Ts., Samukashvili R., Chavchanidze Z. LIGHT FROSTS AT THE KOLKHETI LOWLAND AND SHORT ANALYSIS OF SYNOPTIC PROCESSES CAUSING THEM	48
11	Samukashvili R., Vachnadze J., Diasamidze Ts. A FOG REGION OF KACHETI	53
12	Chichileishvili Kh., Xorava S., Elizbarashvili E. THE DYNAMICS OF THE BLACK SEA HYDROLOGICAL MODE(ON THE EXAMPLE OF THE BATUMI SEASHORE)	59
13	Elizbarashvili E., Pagava N., Kamadadze C. INFLUENCE ON THE REJIME OF SEDIMENT AND CLIMATE CHANGE DUE TO THE GLOBAL WARNING IN THE TERRITORY OF ADJARA	63
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		
14	Shavliashvili L., Chitashvili N., Kavalashvili N., Kavalashvili L., Grigolashvili T., Maisuradze Sh. STUDY OF SOIL FERTILITY ON THE BACKGROUND OF MODERN GLOBAL CLIMATE CHANGE	67
15	Gunia G., Svanidze Z ABOUT ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF HYDROPOWER SYSTEMS IN MOUNTAIN REGIONS	70
16	Kavrelishvili N., Abuladze N., Beglarashvili N. ASSESSMENT THE MAIN CHARACTERISTICS OF THE WIND AMID THE CLIMATE CHANGE IN SAMTSKHE-JAVAKHETI REGION	76
17	Beglarashvili N., Fifia M. Assessment of ecological efficiency of the unload events on City roads in Tbilisi	80

18	Buachidze N., Arustashvili M., Nicoleishvili A., Pertaia S., Japaridze B., Gogaladze L., Bubashvili L. BIO-ECO CHEMICAL RESEARCH OF TBILISI SEA WATER AND ITS MODERN ECOLOGICAL SITUATION	84
19	Shubladze E., Mdivani S., Gigauri T. EVALUATION OF BIO-CHEMICAL SITUATION OF RIV. KURA AND ITS EFFLUENTS AND THEIR COMPARATIVE ANALYSIS	87
MODELING OF HYDROMETEOROLOGICAL AND ECOLOGICAL PROCESSES		
20	Tsomaia V., Beritashvili B., Kapanadze N. ON THE ADAPTATION MEASURES RELATED TO EXTREME GLACIAL EVENTS IN THE DARIALI GORGE.	93
21	Samkharadze I., Khvedelidze Z., Davitashvili T. INVESTIGATION OF SOME FEATURES OF AERO-DYNAMIC FLOW ABOVE THE NON-HOMOGENEOUS TERRITORY	97
22	Shengelia L., Korǰzakhia G., Tvauri G., Tsomaia V., Dzadzamia M. RESULTS OF THE INVESTIGATION OF THE SMALL GLACIERS EASTERN GEORGIA BASED ON SATELLITE REMOTE SENSING	104
23	Tatishvili M., Meladze M., Mkurnalidze I., Chinchaladze L. GIS and Satellite Technologies in Forest Cover Monitoring	112

СОДЕРЖАНИЕ		
ГИДРОЛОГИЯ		
1	Херхеулидзе Г.И. О влиянии возможных изменений селеформирующих условий и факторов на характер и масштабы селевого риска	10
2	Григолия Г., Кереселидзе Д., Трапаидзе В., Врегвадзе Г. Оценка и анализ тенденций изменчивости стоков различного периода на фоне глобальных изменений климата (на примере рек Кура и Поцхови)	15
3	Басилашвили Ц.З. Характеристики притока воды Варцхское водохранилище в целях её эффективной эксплуатации	19
4	Басилашвили Ц.З. Прогнозирование стока реки арагви в целях оптимального рабочего режима и безопасности жинвальского водохранилища	23
5	Салуквадзе М., Кобахидзе Н. Роль лесного покрова в формировании снежных лавин	26
6	Горгиджанидзе С. Н. ЗАТОРЫ, ЗАПРУДЫ И ПАВАДКИ СВЯЗАННЫЕ С ЛЕДНИКОВЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ НА УШЕЛЯХ РЕКАХ	30
7	Горгиджанидзе С. Н. ЗАТОРЫ, ЗАПРУДЫ И ЗАВАЛНЫЕ ПАВОДКИ ВЫЗВАННЫЕ ВНЕШНИМИ ФАКТОРАМИ	34
МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ		
8	Таварткиладзе К.А., Бегалишвили Н.А., Цинцадзе Т.Н., Бегалишвили Н.Н., Цинцадзе Н.Т. Влияние глобального потепления на поле атмосферных осадков в Грузии	38
9	Меладзе Г.Г., Меладзе М.Г. ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ НА ОСНОВНЫЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КЕДА ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД	43
10	Вачнадзе Дж.И., Диасамидзе Ц.О., Самукашвили Р.Д., Чавчанидзе З.Б. КРАТКИЙ АНАЛИЗ СИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ЗАМОРОЗКИ НА КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ.	48
11	Самукашвили Р.Д., Вачнадзе Дж.И., Диасамидзе Ц.О. ТУМНЫ ВРЕГИОНЕ КАХЕТИ	53
12	Чичилеишвили Х., Хорава С., Элизбарашвили Э. Современная динамика гидрологического режима Черного морею(на примере Батумского побережья)	59
13	Элизбарашвили Э., Пагава Н., Камададзе Ц. Изменение климата на территории Абхазии и его влияние режим осадков	63
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		
14	Шавлиашвили Л., Читашвили Н., Кавалашвили Н., Кавалашвили Л., Григолашвили Т., Маисурадзе Ш. Изучения плодородия почвы на фоне глобального современного изменения климата	67
15	Гуния Г.С., Сванидзе З.С. Об экологических проблемах устойчивого развития гидроэнергетических систем в горных регионах.	70
16	Каврелишвили Н., Абуладзе Н., Бегларашвили Н. Оценка основных характеристик ветра на фоне изменения климата в Самцхе-Джавახетском регионе	76
17	Бегларашвили Н., Пипия М. Определение экологической эффективности при мероприятиях по разгрузке движения на городских дорогах	80
18	Буачидзе Н., Арусташвили М., Николеишвили А., Пертаия С., Джапаридзе Б., Джикидзе И., Гогаладзе Л., Бубацвили Л. Исследование вод Тбилисского моря и биохимическое оценка его существующего экологического состояния	84
19	Шубладзе Э., Мдивани С., Гигаури Т. Оценка современного био-химического состояния р. Кура и ее притоков и их сравнительный анализ	87

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ		
20	Цомаиа В. Ш, Бериташвили Б. Ш., Капанадзе Н. И. Об адаптационных мероприятиях, связанных со стихийными ледниковыми явлениями в Дарьяльском ущелье	93
21	Самхарадзе И.Н. , Хведелидзе З.В., Давиташвили Т.П. Изучение некоторых аэро-динамических своеобразий возмущенных потоков над горными территориями	97
22	Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваури Г.А., Цомая В.Ш., Дзазамаи М. ИССЛЕДОВАНИЕ МАЛЫХ ЛЕДНИКОВ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	104
23	М.Татишвили, М.Меладзе, И.Мкурналидзе, Л.Чинчаладзе GIS и спутниковые технологии для мониторинга лесов	112

О ВЛИЯНИИ ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СЕЛЕФОРМИРУЮЩИХ УСЛОВИЙ И ФАКТОРОВ НА ХАРАКТЕР И МАСШТАБЫ СЕЛЕВОГО РИСКА

Херхеулидзе Г. И.

Институт Гидрометеорологии Грузинского Технического университета, г.Тбилиси

Условия, и процессы, обуславливающие формирование жидкой и твёрдой компоненты селевой массы и её дальнейшего перемещения в виде селевого потока, весьма многообразны и многофакторны. Они активно изучались и изучаются многими исследователями, особенно активно со второй половины прошлого века [1] и в разнообразной интерпретации освещены в многочисленных научных изданиях, в частности, подробно, в известных монографиях [2,3], в недавно изданном пособии [5], а терминология - в весьма полезном обобщении [5]. Заметим, что терминология - область весьма тонкая, дискуссионная, связана с формулировкой точки зрения на что-либо, - и эта точка зрения (трактовка), в частности на селевые явления и процессы, у специалистов различных областей науки (да и внутри них) зачастую различается, обычно в пользу той области знаний, которую представляет автор. На этой особенности в своих работах акцентирует внимание Ю.Одум [6 и др.], отмечая важность объективного учёта взаимосвязи и взаимодействия описываемых явлений и процессов.

В частности это относится к области знаний, к которой относятся селевые явления. С. По-видимому, из этого общего определения термин «геоморфологические» можно изъять, поскольку рельеф (также как и почвенно-растительный покров) формируется в результате совместного действия геологических, метеорологических и гидрологических процессов. В тоже время, в общее определение, возможно, следует включить антропогенный фактор, роль которого с течением времени усиливается. Поэтому, общее определение целесообразно сформулировать так: «селевые явления и процессы - комплекс геологических, метеорологических и гидрологических (с учётом традиции можно: геологических и гидрометеорологических) - многофакторных явлений и процессов, на которые может влиять хозяйственная деятельность человека».

Все эти явления и процессы взаимосвязаны и должны изучаться и учитываться комплексно - скоординированно на всех уровнях и во всех звеньях планирования и осуществления целевых программ. Необходимо согласованное или даже совместное участие специалистов различного профиля (разных государственных ведомств и учреждений, частных, в том числе иностранных, фирм) как в изучении природных процессов, так и в разработке и реализации программ и проектов. Координация разработки и осуществления программ и проектов (разрабатываемых в стране любыми организациями и специалистами) и контроль за их осуществлением должны осуществляться вневедомственным государственным органом (типа “Госстроя”, а также Академией Наук). С целью обеспечения оптимальной надёжности мероприятий, осуществляемых в зонах возможного ущерба от опасных природных процессов, государству целесообразно иметь свои, соответствующие региональным особенностям страны, утверждённые нормы и руководства с примечаниями типа: «При надлежащем обосновании надёжности допускается применение других апробированных методов и рекомендаций», чтобы не закрывать дорогу технической и технологической новизне. оценки возможного паводкового и селевого риска ущерба.

Селеформирующие условия это: а) обстановка (природная среда) в которой происходит формирование жидкой, твёрдой составляющей и самого селевого потока, а также его дальнейшее перемещение по руслу: совокупность обстоятельств (факторов), определяющих характерные особенности этих процессов (географическое положение селевого бассейна, его геологическое строение, гидрометеорологический долгосрочный (климат) и краткосрочный режим, геоморфология, почвенно-растительный покров, оледенение, сейсмичность, вулканизм, деятельность человека, (совокупность «факторов селеформирования» по В.Ф. Перову [5]); б) данные, из которых следует исходить при оценке характера и масштаба селевого риска: информация о генезисе, геологической структуре, масштабе (расход, объём выносов и ареал их распространения), возможном ущербе. Эти данные могут быть получены на основе фактических материалов или совокупного учёта параметров, входящих в зависимости по альтернативному прогнозу возможного

прохождения селя и по вероятностной оценке его стоковых характеристик (расход, уровни затопления, объём стока, силовое воздействие на преграды).

В краткосрочный и среднесрочный период времени наибольшим колебаниям подвержен режим гидрометеорологических элементов, который и в дальнейшем будет изменяться в связи с прогнозируемым изменением климата, а это, в свою очередь, повлияет на факторы почвенно-растительного покрова, оледенения. На процессы изменения всех этих факторов всё больше будет сказываться влияние деятельности человека, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения селевого риска. В отношении изменения климата, исходя из известных данных о механизме формирования селей, может быть сделан следующий прогноз общего характера:

- похолодание климата – будет способствовать: снижению интенсивности кругооборота воды, развития экзогенных (эрозионных) процессов и области их распространения; уменьшению продолжительности селевого сезона, частоты прохождения селей и в целом, масштаба селевого риска, в особенности от селей дождевого генезиса.
- потепление климата – а) на первом этапе будет способствовать: росту интенсивности кругооборота воды за счет таянья льдов, а также развития экзогенных (эрозионных) процессов и области их распространения; резкому увеличению селевой активности, в том числе в высокогорной зоне за счет интенсивного таянья льдов и опорожнения моренных озер; увеличению продолжительности селевого сезона и в целом, масштаба селевого риска, в особенности от селей смешанного генезиса (совмещённого - дождевого, снего-ледового и лимногенного); б) на следующем этапе характер и масштаб селевого риска будут зависеть от режима дождевого и водного стока – возрастёт частота схода селей в виде селевых паводков, либо, при редкой частоте, увеличится их мощность. В целом, риски возрастут. Разумеется, характер и степень изменений могут быть различными, в зависимости от географического расположения и геоморфологии конкретной территориальной единицы (местность, речной бассейн, урочище и др.).

Качественная оценка возможного характера и масштаба селевого риска в течении селевого сезона может быть дана на основании феноменологического анализа известных случаев формирования селей по сценариям [7], приведенным в таблице 1.

Ряд заключений о характере и масштабе селевого риска может быть сделан по результатам предварительного (обзорного) анализа [7] прогнозной формулы включающей значения: суточного слоя осадков (y) и суммы осадков за предшествующие дате прогноза 20 дней (S_y), максимальной температуры воздуха (T_{max}) и минимальную температуру почвы (t_{min}), а также – относительную влажность воздуха (r):

1) с ростом температуры воздуха и почвы увеличивается риск прохождения селей гляциального генезиса – связанных селей, даже при отсутствии дождевых осадков;

2) обилие осадков, особенно при значительном предварительном увлажнении грунтов бассейна, говорит о наличии риска, от прохождения несвязных грязекаменных и водо-каменных селей;

3) при одновременном увеличении всех параметров в первое время риски схода мощных селей и выноса рыхлообломочного материала в устьевую зону будут возрастать, как и частота прогнозов риска.

На рис.2 продемонстрирован один из возможных вариантов использования прогнозной формулы в виде диаграммы функции $T_{max}=f(t_{min},y)$. Можно видеть, что при максимальной температуре воздуха более 30^0 температуре почвы $\sim 29^0$ риск прохождения селя гляциального генезиса может возникнуть даже в сухую погоду при температуре почвы 22^0-18^0 .

Эти методы разработаны в ЗакНИГМИ и включены в действующие и сегодня нормативные инструкции и пособия (ВСН 03-76 и ПМП-91). В них изменение расхода и объёма селевого стока находятся в прямой функциональной зависимости от изменения соответствующих параметров водного стока. Однако, в наибольшей степени, изменения масштаба селя и, соответственно, селевого риска, связаны с коэффициентом селеактивности, учитывающим эрозионную пораженность бассейна, осреднённый вклад его отдельных характерных участков в формирование твёрдой составляющей селевой массы и определяющей её текучесть. На основе указанной зависимости, в первом приближении, могут быть сделаны следующие выводы:

Таблица 1. Феноменологические оценки риска

Ситуация в бассейне реки	Оценка развития селевых процессов и селевого риска
<p>В начале селевого сезона в бассейне накоплен большой объём снега и льда, в русле и на боковых притоках имеются оползневые, снеголавинные завалы, селевые очаги сильно увлажнены.</p>	<p>1.1. При интенсивном повышении температуры, наложении на паводковый сток ливневых осадков – формирование мощных, в том числе связанных, селей преимущественно в начале селевого сезона. 1.2. При затяжных дождях - накопление в русле и смыл в нижнее течение большого количества рыхлообломочного материала с повышением дна и уровней затопления; при подрезке языков сильно увлажнённых оползней и берегов возможно образование мощных несвязных селей.</p>
<p>Засуха в начале селевого сезона после предшествующей осенне-зимней засухи</p>	<p>Повреждение растительного покрова, высокая интенсивность выветривания и накопления в селевых очагах рыхлообломочного материала, таяние ледников, опасность прорыва моренных озёр. Формирование селей зависит от последующего режима температуры и осадков: при значительном повышении температуры – сели прорывного (моренного) генезиса, при смене засухи обильными дождями или ливнями высокой интенсивности – риск формирования дождевых селей большой мощности.</p>
<p>Засуха в начале селевого сезона после предшествующей длительной засухи с её последующим длительным (многолетним) продолжением.</p>	<p>То же, что и в пункте 2, но с уменьшением частоты прохождения селей, риск прохождения мощного селя лишь при ливнях высокой интенсивности и при прорыве моренных озёр.</p>
<p>длительная многолетняя засуха при неизменной или повышающейся средней температуре за период селевого сезона</p>	<p>То же, что и в пункте 2, но, после интенсивного таяния ледников и уменьшения количества или исчезновения моренных озёр, – устранение риска от селей соответствующего генезиса с сохранением риска формирования селей большой мощности при редких ливнях высокой интенсивности.</p>



Рис.1. Состояние берега реки при таянии обильного снежного покрова

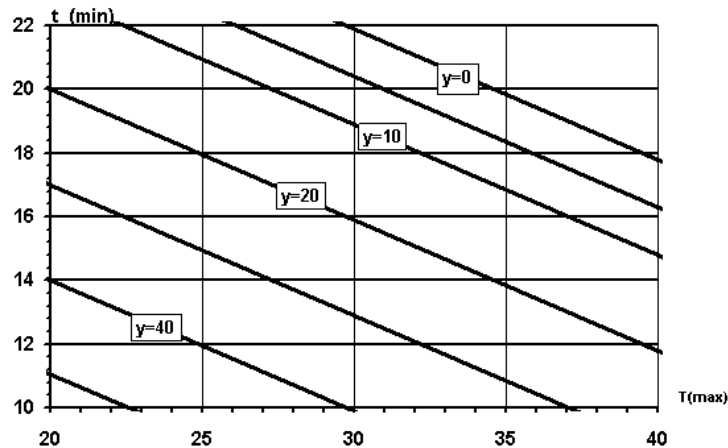


Рис. 2. Диаграмма наличия селевого риска.

Следует иметь в виду, что во всех перечисленных случаях под риском подразумевается потенциальный ущерб. Его фактические размеры можно определить лишь оконтурив зону затопления и разрушительного действия селя и оценив тяжесть и стоимость реально возможных потерь или потерь при намеченном освоении этой зоны. Следует также учитывать наличие или намеченное осуществление противоселевых мероприятий в каждом конкретном случае определения риска.

В заключение отметим, что данная работа не претендует на полноту суждений и заключений, как по поводу терминологии, так и относительно рассмотренных вопросов влияния различных условий и факторов на характер и масштабы селевого стока, а также на связанные с ним риски ущерба. Она лишь в первом приближении заостряет внимание на ряде, с нашей точки зрения, важных для селеведения вопросов и подходов, требующих дальнейшего уточнения и усовершенствования совместными усилиями специалистов в области всех взаимосвязанных факторов, влияющих на формирование селевых потоков и связанные с ними риски. Важнейшим критерием оценки суждений и эффективности предложений являются фактические материалы. Поэтому так важно проведение полноценного селевого мониторинга.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Власов А. Ю. Селевые явления на территории СССР и меры борьбы с ними. Часть 2. Указатель литературы, изданной в 1968–1991 гг. Пятигорск, 2008. - 332 с.
2. Гагошиде М.С. Селевые явления и борьба с ними. Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1970.- 385 с.
3. Флейшман С.М. Сели. Л.: Гидрометеиздат, 1978. - 312с.
4. Перов В.Ф. Селеведение. Учебное пособие – М.: Географический факультет МГУ, 2012. – 271с.
5. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. Изд. МГУ, 1996, - 46 с.
6. Одум Ю. Основы экологии. - М.: Мир, 1975. - 740 с.
7. Басилашвили Ц.З., Салуквадзе М.Е., Цомаია В.Ш. Херхеулидзе Г.И. Катастрофические наводнения, сели и лавины в Грузии и их безопасность. –Тбилиси, «Технический Университет», 2012, с. 110-175. (На груз. яз.).
8. Херхеулидзе Г.И.“Особенности использования дискриминантного анализа при разработке методов фоновго прогноза селевой опасности (на примере базы данных по бассейну р. Алазани)”. Труды международной конференции «Эрозионно-селевые явления и некоторые смежные проблемы». – Тбилиси: АН Грузии, Грузгидроэкология, 2001, стр. 241-247.
9. Инструкция по определению расчетных характеристик дождевых селей. ВСН 03-76. М.: Гидрометеиздат, 1976. - 30 с.

10. Оценка параметров модели предельного насыщения в методах расчёта максимального селевого стока.- Тбилиси: Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета, 2011, т.117. с. 40-45.
11. Церетели Э.Д., Церетели Д.Д. Геологические условия распространения селей в Грузии.- Тбилиси: Мецნიერბა, 1985, - 186 с.
12. Пособие к СНИП 2.05.03-84 «Мосты и трубы». Пособие по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки. (ПМП-91). – М: ГК «Трансстрой», ЦНИИС, 1992.

ღვარცოფვარმომქმნელი პირობებისა და ფაქტორების ცვლილების გავლენის შესახებ ღვარცოფული რისკის ხარისხსა და მასშტაბზე/ხერხეულიძე გ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2015.ტ.121, გვ.10-14.რუს., რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.

განიხილება ღვარცოფსაშიშროების შეფასების მიზნობრივ ამოცანებში გასათვალისწინებელი ძირითადი ღვარცოფვარმომქმნელი კლიმატური, ჰიდრომეტეოროლოგიური, გეოლოგიური, ანთროპოგენური პირობები და ფაქტორები და მათი შესაძლო ცვლილების გავლენა ღვარცოფული რისკის ხასიათსა და მასშტაბზე.

ON THE EFFECT OF POSSIBLE CHANGES IN THE CONDITIONS AND FACTORS, THAT CONTRIBUTE TO THE FORMATION OF DEBRIS FLOWS, ON THE NATURE AND EXTENT DEBRIS FLOW RISK./Khrkeulidze G./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.2015. vol.121.pp.10-14. Russ., Summ.: Georg., Eng., Russ.

The basic climatic, meteorological, geological, anthropogenic factors and conditions that promote debris flows formation, taken into account in target tasks for debris flow hazard assessment, as well as the impact of their possible changes on the nature and extent of the debris flow risk.

О влиянии возможных изменений селеформирующих условий и факторов на характер и масштабы селевого риска/Херхеულიძე Г.И./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. 2015.вып.121, с.10-14. Рус., Рез.: Груз., Англ., Рус.

Рассматриваются основные климатические, гидрометеорологические, геологические, антропогенные селеформирующие условия и факторы, учитываемые в целевых задачах по оценке селевой опасности, а также влияние их возможных изменений на характер и масштабы селевого риска.

კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე სხვადასხვა პერიოდის ჩამონადენის ცვალებადობის ტენდენციების შეფასება და ანალიზი მდ. მტკვრისა და ფოცხოვის მარჯვენა ნაპირებზე

გ. გრიგოლია¹, დ. კერესელიძე², ვ. ტრაპაიძე², გ. ბრეგვაძე²
¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
²ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი

თანამედროვე ეპოქაში მკვეთრად იზრდება მეურნეობის სხვადასხვა დარგებში წყლის მოხმარება, რაც განაპირობებს ცალკეული რაიონობისათვის წყლის უზრუნველყოფის პრობლემას. წყლის რესურსების ცვალებადობაზე გავლენას ახდენს არა მარტო სამეურნეო საქმიანობა, არამედ კლიმატური პირობებიც. კლიმატის ძირითადი მაქასიათებლები, რომლებიც მტკნარი წყლის რესურსების ფორმირების ერთ-ერთ ძირითად განმაპირობებელ ფაქტორებს წარმოადგენენ, გარკვეული საშუალო მნიშვნელობების ირგვლივ ყოველწლიურ ცვალებადობას განიცდიან და ეს საშუალო მნიშვნელობები ამა თუ იმ რეგიონის კლიმატის ხასიათს განსაზღვრავენ.

კლიმატის ცვლილების სამთავრობათაშორისო პანელის (IPCC 2007, IPCC 2014, მოსხე-ნებათა შესაბამისად ეჭვსგარეშეა კლიმატის გლობალური დათბობის პროცესი, ამასთან მოსალოდნელია რომ XXI საუკუნეში ტემპერატურა გაიზრდება საშუალოდ $0.6^{\circ}C$. გაიზრდება ასევე ნალექების რაოდენობა და შემცირდება თოვლის საფარის რაოდენობა, ხოლო მყინვარები გააგრძელებენ უკან დახევას. დათბობა უარყოფით გავლენას ახდენს მიწისქვეშა წყლების მარაგის ცვალებადობაზე, მიწისქვეშა წყლების დონეები ზოგიერთ წყალშემცველ ფენებში მნიშვნელოვნად შემცირდა, რამაც შეამცირა ბევრი მდინარის წყალმცირობის ჩამონადენი.

კვლევათა განსხვავებული შედეგების მიუხედავად მთის მდინარეთა აუზებისათვის, ზოგადად სურათი ასეთია: გლობალური დათბობის შემთხვევაში მოსალოდნელია არა იმდენად მდინარეთა წლიური ჩამონადენის სიდიდის ცვლილება, რამდენადაც ამ ჩამონადენის შიგაწლიური განაწილების ცვლილება. კერძოდ, ჩამონადენის შიგაწლიური განაწილება უფრო ინტენსიური გახდება - შემცირდება მცირეწყლიანი პერიოდის და გაიზრდება უხვწყლიანი პერიოდის ჩამონადენი. [1] რა თქმა უნდა, საქართველოს ტერიტორიის კლიმატური, ფიზიკურ-გეოგრაფიული და გეოლოგიური მრავალფეროვნებიდან გამომდინარე, აღნიშნული პროგნოზის განვრცობა მთელს მის ტერიტორიაზე შეუძლებელია, მაგრამ ცხადია, რომ მდინარეთა ჩამონადენის დარეგულირების საკითხი მომავალში უფრო მწვავედ დადგება.

ჩამონადენის შიგაწლიური განაწილება შეიძლება განხილულ იქნეს გასაშუალოების სხვადასხვა ინტერვალის არჩევით (საშ. სეზონური, საშ.თვიური, საშ.დღეკადური, საშ. დღედამური). [2] შიგაწლიურ დეტალიზაციას განსაზღვრავს მდინარის ჩამონადენის ხელოვნური დარეგულირების სიღრმე. ცნობილია, რომ დრმა მრავალწლიური რეგულირების დროს გადაამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ჩამონადენის რყევას ცალკეულ წლებში და წელთა თანმიმდევრულ რიგში. უფრო არადრმა რეგულირების შემთხვევაში (მაგ: სეზონური) ძირითადი მნიშვნელობა ენიჭება შიგაწლიურ განაწილებისას: ჩამონადენის რყევას სეზონებში, თვეებში ან უფრო მცირე ინტერვალში. ჩამონადენის დაურეგულირების შემთხვევაში საჭიროა ყურადღება გაავამაქვილოთ დაბალი წყალმცირობის დღედამურ ხარჯებზე, მინიმალური ჩამონადენის დგომის ხანგრძლივობაზე.

შიგაწლიური განაწილების გაანგარიშებათა საფუძველზე დგინდება წყალსამეურნეო პარამეტრები (წყლის გარანტირებული ხარჯი, ენერჯის გამომუშავება, წყალსაცავის მარეგულირებელი მოცულობა და სხვა).

აქედან გამომდინარე მნიშვნელოვანია თვეებისა და სეზონების მიხედვით ჩამონადენის წილის განსაზღვრა და რაოდენობრივი ცვლილებების დინამიკის გამოვლენა, რაც გულისხმობს ტრენდის შეფასებას, ტრენდის გამოვლენის თვალსწინის ხერხს წრფივი რეგრესია წარმოადგენს, ხოლო, ტრენდის ნიშნადობა შეიძლება შეფასდეს შემთხვევით (x) სიდიდეს და მის რიგით ნომერს (i) შორის კორელაციის კოეფიციენტის (r_{xi}) სიდიდით.

საანგარიშოდ შეირჩა მდინარე მტკვრის (ლიკანთან) და მისი შენაკადის ფოცხოვი (სხვილისთან) ცალკეული თვეებისა და სეზონების წყლის ხარჯების საშუალო მნიშვნელობები.

მდინარეთა რეჟიმი ხასიათდება გაზაფხულის წყალდიდობით და ზაფხულის და ზამთრის მდგრადი წყალმცირობით. მდინარე მტკვრის გაზაფხულის წყალდიდობის მაქსიმალური დონეები ძირითადად დაიკვირვება აპრილ-მაისში. მრავალწლიური უმაღლესი დონე დაფიქსირდა 1968 წლის 18 აპრილს სოფ. ჩითახევსა და ქ. ბორჯომის რაიონში. ამ დროს წყალმცირე დონესთან შედარებით დონემ 5-6 მეტრით აიწია. შემოდგომის პერიოდში დონეები ხშირად იცვლება წვიმის პიკებით. წყალმოვარდნები ჩვეულებრივ მნიშვნელოვანია, მაგრამ სიმაღლით და მოცულობით ვერ აღწევენ წყალდიდობის მაქსიმუმებს. ზაფხულ-შემოდგომის წყალმცირობების პერიოდი აგვისტოს დასაწყისიდან ნოემბრის ბოლომდე და ხასიათდება დაბალი, მდგრადი დონეებით, რომლებიც ზოგჯერ ირღვევა მოკლევადიანი წვიმის პიკებით. მდინარე ფოცხოვსაცშერეული საზრდოობა აქვს, უპირატესობა საზრდოობის წყაროებში ენიჭება მიწისქვეშა და თოვლის ნაღობ წყლებს მდინარის რეჟიმი ხასიათდება გაზაფხულის წყალდიდობით რომელიც იწყება მარტის ბოლოდან და გრძელდება ივნისის ბოლომდე, ამ დროს მდინარეში წყლის დონე აღწევს 0.8-1.2 მ. ზაფხულ შემოდგომის პერიოდში (ივლისი-ნოემბერი) დონეები არამდგრადია, ამ პერიოდში დამახასიათებელია წყალმოვარდნები. ხოლო ზამთრის პერიოდში დონეები უმნიშვნელოდ იცვლება.

შიგაწლიური განაწილების დროს ცალკეული თვეებისათვის მნიშვნელოვანია გამოსახოს თითოეული თვის წილის პროცენტები წლიურიდან, რისთვისაც გამოვთვალეთ მდ. ფოცხოვის (სხვილისი) და მტკვრის (ლიკანი) 1969-70-1985-86 წ.წ. საშუალო მრავალწლიური ხარჯები $Q_{შ/წმ}$, წილი პროცენტებშითვეების და სეზონების მიხედვით და ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები, შედეგები მოცემულია ცხრ №1, 2

ცხრილი 1. მდ. მტკვრისა (ლიკანი) (ა) და მდ. ფოცხოვის (სხვილისი) (ბ) 1969/70 – 1985/86 წ.წ. თვის საშუალო ხარჯები $Q_{შ/წმ}$, (1), მოდულური კოეფიციენტები (2), წილი პროცენტებში (3), ხარჯების ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები (4) და წილების ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტი (5).

თვე		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	
1	Q	ა	121	439	437	211	87.3	46.3	43.1	47.7	51.6	42.3	41.6	41.7
		ბ	31.7	108	114	58.2	22.9	13.9	13.4	18.6	17.9	10.4	9.31	10.1
2	K	ა	0.91	3.28	3.26	1.57	0.65	0.35	0.32	0.36	0.39	0.32	0.31	0.31
		ბ	0.89	3.03	3.18	1.63	0.64	0.39	0.37	0.52	0.50	0.29	0.26	0.28
3	$P\%Q$	ა	7.5	27.3	27.1	13.1	5.4	2.9	2.7	3.0	3.2	2.6	2.6	2.6
		ბ	7.4	25.2	26.5	13.6	5.4	3.3	3.1	4.3	4.2	2.4	2.2	2.4
4	r_Q	ა	-0.12	0.31	0.51	0.42	0.17	-0.15	-0.30	-0.16	0.23	0.09	0.28	-0.07
		ბ	0.10	0.46	0.60	0.47	0.11	-0.36	-0.30	-0.16	0.29	0.11	0.01	-0.29
5	$r_{p\%}$	ა	-0.3	0.0	0.1	0.3	0.1	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	-0.3	-0.03	-0.6
		ბ	-0.2	0.2	0.4	0.1	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.2	-0.4	-0.3

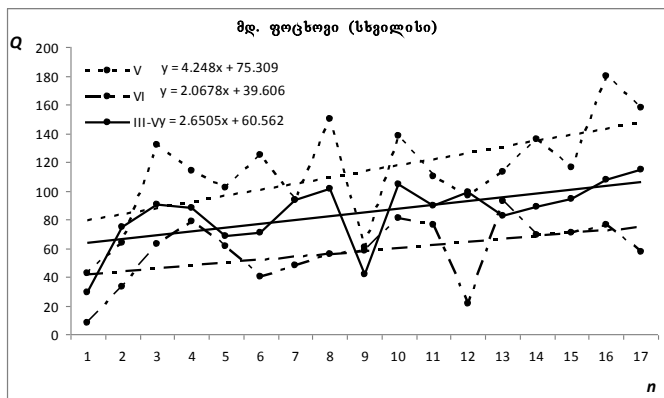
ცხრილი2 მდ. მტკვრისა (ლიკანი) (ა) და მდ. ფოცხოვის (სხვილისი) 1969/70 – 1985/86 წ.წ. (ბ) სეზონის საშუალო ხარჯები (1), მოდულური კოეფიციენტები (2), წილი პროცენტებში (3) და ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები (4)

სეზონი		III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-II	წლიური	
1	Q	ა	333	115	47.5	134	
		ბ	84.4	31.7	16.6	9.94	35.7
2	K	ა	2.48	0.86	0.35	0.31	-
		ბ	2.36	0.89	0.47	0.28	-
3	$P\%Q$	ა	62.0	21.4	8.8	7.8	
		ბ	59.2	22.2	11.6	7.0	
4	r_Q	ა	0.42	0.32	-0.07	0.22	0.48
		ბ	0.60	0.27	-0.02	-0.15	0.50

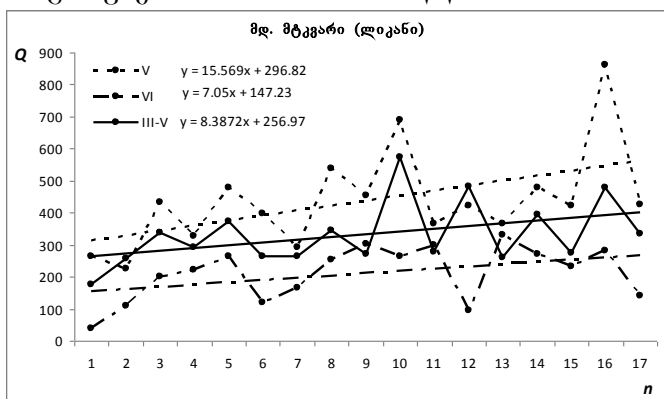
ტრენდის ნიშნადობა შეიძლება შეფასდეს შემთხვევით სიდიდესა და მის რიგით ნომერს შორის კორელაციის კოეფიციენტით r , თუ ტრენდის გათვლების შედეგად აღმოჩნდება რომ კორელაციის კოეფიციენტი და რანგობრივი კრიტერიუმები მეტია $2\sigma_r$ -ზე, სადაც ან

$\sigma_r = \sqrt{n/n-1}$, მაშინ ტრენდი ნიშნადია და ჩაითვლება სარწმუნოდ [1]. ტრენდის შეფასებისათვის გამოთვლილ იქნა კორელაციის კოეფიციენტი თვეებისა და სეზონების მიხედვით (იხ. ცხრ 1,2) ჩვენ მაგალითებში $n=17$, $2\sigma_r = 0.5$

საილუსტრაციოდ (ნახ. №1, 2) მოყვანილია მაღალი კორელაციის მქონე თვეებისა და სეზონების ცვალებადობის გრაფიკები.



ნახ. 1 მდ. ფოცხოვის (სხვილისი) საშუალო თვიური (V, VI) და გაზაფხულის სეზონის ხარჯების ცვალებადობის გრაფიკი 1969/70 – 1985/86 წ.წ.



ნახ. 2 მდ. მტკვარი (ლიკანი) საშუალო თვიური (V, VI) და გაზაფხულის სეზონის ხარჯების ცვალებადობის გრაფიკი 1969/70 – 1985/86 წ.წ.

გაანგარიშებმა გვიჩვენა, რომ ორივე მდინარეზე ტრენდის ცვალებადობის ტენდენციები თითქმის ერთნაირია. ორივე შემთხვევაში ტრენდები დაფიქსირდა მაისის თვეში, ხოლო სეზონების მიხედვით გაზაფხულზე, დადებითი ტრენდის ტენდენციები ჭარბობს სეზონების მიხედვით. რაც შეეხება წილების ცვალებადობის ტრენდებს, აქ დადებითი ტრენდი აღინიშნა აპრილ-ივნისის პერიოდში, დანარჩენ პერიოდში უარყოფითი ტრენდები თანხდებიან ერთმანეთს, ტრენდი ფიქსირდება მდინარე მტკვარზე თებერვლის თვეში, დანარჩენ შემთხვევაში ცვალებადობა შემთხვევითია.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. გრიგოლია გ., კერესელიძე დ., ტრაპაიძე ვ. და სხვ “წლის დასაწყისის გავლენა მდინარის წლიური ჩამონადენის და ნალექების ურთიერთკავშირზე და ტრენდზე” ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი 115, 2008
2. Григолия Г., Кереселидзе Д., Врегвадзе Г., “Влияние глобального потепления климата на режим стока некоторых рек Грузии”. Труды межд. Конф. посвященному международному году пресной воды. Ереван. 2003

კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე სხვადასხვა პერიოდის ჩამონადენის ცვალებადობის ტენდენციების შემსწავლად და ანალიზი მდ. მტკვრისა და ფოცხოვის მაგალითზე /გრიგოლია გ., კერესელიძე დ., ტრაპაიძე ვ., ბრეგვაძე გ./საქართველოს

ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2015.- ტ.121.-გვ.15-18.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე მდინარეთა ჩამონადენის შიგაწლიური განაწილება უფრო ინტენსიური გახდება - შემცირდება მცირეწყლიანი პერიოდის და გაიზრდება უხეწყლიანი პერიოდის ჩამონადენი. სხვადასხვა პერიოდის ჩამონადენის ცვალებადობის ტენდენციების შესაფასებლად შეირჩა მდინარე მტკვრის (ლიკანთან) და მისი შენაკადის ფოცხოვი (სხვილისთან) ცალკეული თვეებისა და სეზონების წყლის ხარჯების საშუალო მნიშვნელობები. ორივე მდინარისათვის გამოთვლილ იქნა მოდულური კოეფიციენტები, წილი პროცენტებში, ხარჯების ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები და წილების ტრენდის კორელაციის კოეფიციენტები, როგორც თვეების ისე სეზონების მიხედვით 1969/70 – 1985/86 წლების პერიოდისათვის.

გაანგარიშებმა გვიჩვენა, რომ ორივე მდინარეზე ტრენდის ცვალებადობის ტენდენციები თითქმის ერთნაირია, ორივე შემთხვევაში ტრენდები დაფიქსირდა მაისის თვეში, ხოლო სეზონების მიხედვით გაზაფხულზე, დადებითი ტრენდის ტენდენციები ჭარბობს სეზონების მიხედვით. რაც შეეხება წილების ტრენდებს, აქ დადებითი ტრენდი აღინიშნა აპრილ-ივნისის პერიოდში, დანარჩენ პერიოდში უარყოფითი ტრენდები თანხვდებაან ერთმანეთს, მაგრამ ეს თანხვედრა შემთხვევითი ხასიათისაა.

ASSESSMENT AND ANALYSIS OF TENDENCIES OF VARIABILITY OF FLOWS FOR DIFFERENT PERIODS AGAINST THE BACKGROUND OF GLOBAL CLIMATE CHANGES (BY THE EXAMPLE OF MTKVARI AND POTSKHOVI RIVERS/Grigolia G., Kereselidze D., Trapaidze V., Bregvadze G./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2015. - vol.121. -pp.15-18. Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

Against the background of global climate changes the intra-annual distribution of river flows will become even more intensive – low-water period’s flows will decrease and high-water period’s flows will increase. Average values of water discharge in Mtkvari River (near Likani) and its tributary, Potskhovi River (near Skhvili) according separate months and seasons were selected for assessment of tendencies of variability of flows for different periods. Modulus coefficients, shares in percentage terms, correlation coefficient of discharge trends and correlation coefficient of share trends according to months and seasons were calculated for both rivers for the period of 1969/70 – 1985/86 years.

Calculations show that the tendencies of trend variability are almost the same for both rivers, in both cases trends were registered in May, while according to seasons – in June, tendencies of positive trend dominate according to seasons. As to the share trends, a positive tendency is registered in period of April-June, in other periods negative trends coincide each other, however this coincidence is of random nature.

Оценка и анализ тенденций изменчивости стоков различного периода на фоне глобальных изменений климата (на примере рек Кура и Пოцхови)/ Григолия Г., Кереселидзе Д., Трапаидзе В., Врегвадзе Г./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2015.- т.121 .-с.15-18.Груз., Рез. Груз., Анг., Рус.

На фоне глобальных изменений климата внутригодовое распределение стоков рек станет еще более интенсивным – уменьшатся стоки маловодного периода и увеличатся стоки многоводного периода. Для оценки тенденций изменчивости стоков различного периода были выбраны средние значения расхода воды в реке Кура (близ Ликани) и ее притоке Пოцхови (близ Схвили) по отдельным месяцам и сезонам. Для обеих рек были вычислены модульные коэффициенты, доли в процентах, коэффициент корреляции тренда расходов и коэффициент корреляции тренда долей как по месяцам, так и по сезонам, за период 1969/70 – 1985/86 годов.

Расчеты показали, что для обеих рек тенденции изменчивости трендов практически одинаковые, в обоих случаях тренды были зафиксированы в мае месяце, а по сезонам – весной, тенденции положительного тренда преобладают по сезонам. Что же касается трендов долей, здесь положительная тенденция отмечена в период апреля-июня, в остальные периоды отрицательные тренды совпадают друг с другом, однако это совпадение имеет случайный характер.

**ვარციხის წყალსაცავში ჩამდინარე წყლის მახასიათებლები
მისი ექსპლუატაციის ეფექტურობისათვის**

ც.ბასილაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

წყლის რესურსების ჰიდროენერგეტიკულ გამოყენებასთან ბევრად არის დაკავშირებული ქვეყნის ეკონომიკური პოტენციალის ძლიერება. ჰიდროენერგეტიკა ქმნის რეალურ ბაზას როგორც მოსახლეობის კეთილდღეობის ასამაღლებლად, ასევე ეკონომიკის ყველა დარგის განვითარებისათვის.

საქართველო გამოირჩევა მდიდარი პოტენციური ჰიდროენერგეტიკული რესურსებით. მდინარეთა წყლის რესურსების ჰიდროენერგეტიკული გამოყენება არ იწვევს წყლის დაუბრუნებელ კარგვას (რაოდენობრივ შემცირებას) და არ ახდენს გავლენას მის ხარისხზე. თუმცა მის მოქმედებასთან დაკავშირებული ჩამონადენის რეგულირება აწყდება გარკვეულ წინააღმდეგობებს მოსახლეობის ყოფაცხოვრების, სათევზე მეურნეობის და სხვათა ინტერესებთან. საქმე იმაშია, რომ საქართველოს მდინარეთა ჩამონადენის არათანაბარი შიდაწლიური განაწილების გამო ჰიდროენერგეტიკის განვითარება გვერდს ვერ აუკლის მარეგულირებელი წყალსაცავების მშენებლობას, რომელთა შემადგენელი ჰიდროტექნიკური კომპონენტები (კაშხალი, წყალსაცავი და სხვა) გარკვეულწილად უარყოფითად მოქმედებს გარემოზე და არღვევს ეკოლოგიურ წონასწორობას.

წყალსაცავების ზემოქმედება ახლომდებარე ტერიტორიაზე ძირითადად სასარგებლო და დადებითია (წყალუზრუნველყოფა, ენერგოტევალობა, წყლის მავნე ზემოქმედებისაგან დაცვა, რეკრეაცია და სხვა), მაგრამ ბუნებრივ გარემოზე მათი ზემოქმედება ხშირად განაპირობებს ნეგატიური პროცესების განვითარებას. ზემოქმედების ხარისხის შეფასებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ჩამონადენის რეგულირების ხასიათს, წყალსაცავის პარამეტრებს, წყლის რესურსების მდგომარეობას.

წყალსაცავის ექსპლუატაციის დაწყებამდე აუცილებელია განხორციელდეს ნაგებობისა და გარემოს დაცვის ღონისძიებები, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს წყალსაცავის უსაფრთხოება. წყალსაცავის ნორმალური ფუნქციონირება და ექსპლუატაციის ეფექტურობა ბევრად არის დამოკიდებული მასში ჩამდინარე წყლის რესურსებზე და მათ შიდაწლიურ განაწილებაზე. იმისათვის, რომ რომელიმე წყალსაცავმა შეასრულოს თავისი დანიშნულება, აუცილებელია არსებული წყლის რესურსების სწორი დაგეგმარება. დაგეგმარებისათვის კი საჭიროა წყლის რესურსების დაზუსტება დროის სხვადასხვა მონაკვეთებისათვის.

საქართველოში ყველაზე უხვწყელიანი მდ. რიონი კავკასიონის ქედის მყინვარული ზონიდან იღებს სათავეს, მიედინება უხვნალექიან დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე და ქ. ფოთთან უერთდება შავ ზღვას. წყალშემკრები აუზის 13400 კმ² ფართობზე მას უერთდება 6355 შენაკადი, რომელთა საერთო სიგრძე 13656 კმ. [1]. აქ ყოველ გაზაფხულზე წყალდიდობისას მთის მდინარეები მძლავრ ნაკადებად მიედინებიან კოლხეთის დაბლობისაკენ. გარდა ამისა, აქ წლის ყველა დროს აღინიშნება მაღალი წყალმოვარდნები. ინტენსიური თავსება წვიმების დროს წყალდიდობა - წყალმოვარდნები ხშირად კატასტროფულ ხასიათს ატარებენ და იწვევენ დიდ ზარალსა და მსხვერპლს [2].

წყალდიდობების დროს დიდი წყლის ნაკადის შეკავებისა და კატასტროფული პროცესების შერბილებისათვის, აგრეთვე მდ. რიონის მაღალი ჰიდროენერგეტიკული რესურსების ათვისებისათვის აშენდა ვარციხის წყალსაცავი, რომელიც მდებარეობს კოლხეთის დაბლობის აღმოსავლეთ ნაწილში, იქ სადაც მდ. რიონს უერთდება მდ. ყვირილა და მდ. ხანისწყალი. იგი აგებულია დაბალზღურბლიანი 3 მ. სიმაღლის რკინა-ბეტონისა და მიწაყრილიანი კაშხლით. აქ მაღალი კაშხლის აგება ტოპოგრაფიული პირობების გამო არ შეიძლებოდა, რადგან ეს გამოიწვევდა რიონჰესის შეტბორვას და მისი მუშაობის შეფერხებას [3].

ვარციხის წყალსაცავის საშუალო სიღრმე 2 მ., მაქსიმალური კი 4-5 მ. მისი მთლიანი მოცულობა 15 მლნ. მ³, რომლის 14 მლნ.მ³ სასარგებლო მოცულობას წარმოადგენს. წყლის სარკის ზედაპირის ფართობი 5 კმ². წყალსაცავის ქვაბული შედგება ფხვიერი ქანებისაგან, რის გამოც ზოგიერთ ადგილას ხშირად ხდება ჩარეცხვა და მოსიღვა.

ვარციხის კაშხლის მარჯვენა მხარეზე მოწყობილია წყალმიმღები, რომელიც წამში 350 მ³/წმ წყალს იღებს და უშვებს 26,5 კმ. სიგრძის სადერევაციო არხში. ამ არხის სხვადასხვა ადგილზე თანმიმდევრულად ოთხი ჰიდროელექტროსადგურია, რომელთა საერთო სიმძლავრე 200 ათასი კვტ., ხოლო წლიური გამომუშავება 1050 მლნ. კვტ. სთ-ს შეადგენს. ვარციხის წყალსაცავი ექსპლუატაციაში შევიდა 1976 წელს. ის დღე-ღამური რეგულირებისაა. რეგულირების შესაძლებლობა 1,5 მ-ს შეადგენს. წყალსაცავის ზედაპირზე მოდის 1200-1400 მმ. ნალექი, რომელთა 30-40 % აორთქლებაზე იხარჯება.

ვარციხის წყალსაცავში ჩამდინარე წყლის რაოდენობა გამოიანგარიშება სამი მდინარის: რიონის, ხანისწყლის და ყვირილას წყლის ხარჯების შეჯამებით. მათ შორის მთავარია მდ. რიონი, რომლის ბუნებრივ ჩამონადენზე დაკვირვების მრავალწლიანი რიგი აქვს სოფელ ალპანასთან მდებარე ჰიდროკვეთზე, სადაც ფიქსირდება მდინარის ჩამონადენი მისი აუზის 2830 კმ² ფართობიდან. მდ. ყვირილაზე საანგარიშო ჰიდროკვეთი ქ.ხესტაფონთანაა, რომელიც აღრიცხავს წყლის ჩამონადენს 2490 კმ² ფართობიდან. მდ.ხანისწყალზე კი საანგარიშო ჰიდროკვეთი დაბა ბაღდადთანაა, სადაც აღრიცხება წყლის ჩამონადენი 655 კმ² ფართობიდან.

I ცხრილში მოცემულია ამ სამი მდინარის ჰიდროკვეთებზე აღრიცხული წყლის ჩამონადენის შეჯამებით მიღებული საშუალო მრავალწლიური წყლის ხარჯების (მ³/წმ) მნიშვნელობები წლის სხვადასხვა პერიოდისათვის, მათი პროცენტული (%) წილი წლიური ჩამონადენიდან და აგრეთვე წყლის ხარჯების უდიდესი და უმცირესი მნიშვნელობები.

ცხრილი 1. ვარციხის წყალსაცავში ჩამდინარე წყლის ხარჯების (Q მ³/წმ) ნორმა, შიდა-წლიური განაწილება (%), ექსტრემუმები (Q_{მაქ}, Q_{მინ}) და პარამეტრები (A, B) ფორმულებში Q = A F და Q = B Q₀ წლის სხვადასხვა პერიოდისათვის

თვეები	Q ₀	%	Q _{მაქ}	Q _{მინ}	A	B
I	90.8	4.25	199	33.2	0.012	0.32
II	123	5.74	273	39.3	0.014	0.35
III	201	9.43	493	86.8	0.021	0.62
IV	338	15.8	643	156	0.058	1.52
V	331	15.4	576	176	0.075	2.03
VI	267	12.4	396	137	0.075	2.00
VII	193	9.01	369	102	0.060	1.50
VIII	136	6.34	313	60.3	0.046	1.07
IX	103	4.81	196	50.0	0.028	0.72
X	125	5.22	378	47.0	0.027	0.68
XI	122	5.68	310	35.0	0.022	0.60
XII	114	5.32	280	25.3	0.017	0.43
I – XII	180	-	2779	15.4	0.038	-
I – III	138	19.3	246	62.4	0.016	0.42
IV – VI	312	47.3	482	172	0.067	1.88
VII – IX	144	20.2	250	81.1	0.043	1.14
X – XII	120	16.8	253	43.2	0.022	1.59
IV – VIII	254	59.0			0.062	1.70
XII – II	132	24.6				

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ აღნიშნულ მდინარეთა საანგარიშო ჰიდროკვეთების ქვევით ვარციხის წყალსაცავის კაშხლამდე მას ერთვის კიდევ სხვა გვერდითი შენაკადები. ასეთ შეუსწავლელ მდინარეთა ჩამონადენის განსაზღვრისათვის ჩვენ მიერ შედგენილ იქნა მდ. რიონის აუზის შესწავლილ მდინარეთა ჩამონადენის სერთო ტერიტორიული დამოკიდებულებები მდინარეთა აუზების ფართობებსა და (F, კმ²) და აგრეთვე მათ საშუალო წლიურ ხარჯებთან (Q₀, მ³/წმ), რომლებიც აპროქსიმირებულ იქნა მარტივი წრფივი გამოსახულებებით:

$$Q = A F, \quad (1)$$

$$Q = B Q_0. \quad (2)$$

ამ ფორმულებში A და B პარამეტრების მნიშვნელობები წლის სხვადასხვა პერიოდისათვის მოცემულია 1 ცხრილში. შეუსწავლელ მდინარეთა აუზების ფართობები (F, კმ²) განისაზღვრება ფიზიკურ გეოგრაფიულ რუკაზე სათანადო გაზომვებით, ხოლო მათი საშუალო წლიური ჩამონადენი (Q₀, მ³/წმ) კი შესაბამისი ჩამონადენის რუკით [1].

(1) და (2) ფორმულის ერთდროული გამოყენებით შეიძლება შემოწმდეს შეუსწავლელ მდინარეთა ჩამონადენის გაანგარიშების სისწორე.

ვინაიდან XX საუკუნის 90-იანი წლებიდან აღარ მიმდინარეობს მდინარეთა წყლიანობის აღრიცხვა (ამჟამად მოქმედ ჰიდროლოგიურ საგუშაგოებზე იზომება მხოლოდ მდინარეთა წყლის დონეები), ამიტომ მეტად საგულისხმოა 2 ცხრილში მოცემული ვარციხის წყალსაცავის მთავარი სამი შენაკადის წყლის ხარჯების მრავალწლიური ნორმები, მათი ვარიაცია და ექსტრემალური მნიშვნელობები წლის სხვადასხვა პერიოდისათვის, გაანგარიშებული მდ. რიონზე 68 წლიანი, მდ. ყვირილაზე 60 წლიანი და მდ. ხანისწყალზე 54 წლიანი დაკვირვებათა რიგებით, რომლებიც დამაჯერებელი სიზუსტით განსაზღვრავენ წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისათვის საჭირო მდინარეთა წყლის პოტენციალურ რესურსებს, მათი რაციონალური გამოყენების საფუძვლიანი დაგეგმარება - დარეგულირებისათვის, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს ვარციხის წყალსაცავის ექსპლუატაციის ეფექტურობა და უსაფრთხოება.

ცხრილი 2. ვარციხის წყალსაცავში ჩამდინარე მდინარეთა წყლის ხარჯების (Q მ³/წმ) მრავალწლიური სტატისტიკური მაქსიათებლები წლის სხვადასხვა პერიოდისათვის

თვეები	რიონი – ალაპანა				ყვირილა – ზესტაფონი				ხანისწყალი – ბაღდათი			
	Q ₀	C _v	Q _{მაქ}	Q _{მინ}	Q ₀	C _v	Q _{მაქ}	Q _{მინ}	Q ₀	C _v	Q _{მაქ}	Q _{მინ}
I	35.1	0.51	81.9	14.8	46.2	0.44	98.9	16.4	9.46	0.37	18.3	2.05
II	40.2	0.42	89.7	15.6	70.1	0.45	155	20.2	12.7	0.40	28.2	3.45
III	72.6	0.34	153	25.0	107	0.40	281	54.2	21.2	0.42	58.7	7.63
IV	172	0.31	283	97.9	130	0.36	280	50.1	36.4	0.39	80.2	11.4
V	215	0.24	353	127	84.4	0.35	167	35.9	31.8	0.30	56.0	13.1
VI	191	0.19	267	111	56.3	0.33	92.5	20.1	19.4	0.35	36.8	5.97
VII	145	0.19	262	81.1	37.0	0.43	87.2	17.0	11.3	0.39	20.8	4.31
VIII	99.5	0.30	209	46.8	28.0	0.55	79.1	10.3	8.24	0.46	24.4	3.21
IX	71.6	0.28	115	41.4	24.6	0.48	62.8	5.70	7.23	0.44	18.4	2.93
X	75.9	0.43	238	34.8	38.4	0.57	101	8.95	10.7	0.72	38.3	3.21
XI	62.3	0.50	154	20.3	47.8	0.61	128	12.3	11.6	0.49	27.5	2.36
XII	47.7	0.41	96.8	18.5	54.2	0.57	150	7.55	11.7	0.49	32.7	1.80
I-XII	103	0.17	1470	10.8	60.7	0.20	1100	4.00	15.9	0.18	209	0.64
I-III	49.4	0.30	108	18.5	74.4	0.31	131	37.3	14.5	0.30	22.6	6.20
IV-VI	193	0.18	301	119	90.2	0.28	163	41.5	29.2	0.29	53.3	11.7
VII-IX	105	0.20	195	64.9	29.9	0.41	71.0	12.4	8.92	0.34	19.5	3.80
X-XII	62.0	0.35	163	26.0	46.8	0.45	93.7	14.6	11.3	0.42	26.1	2.60
IV-VIII	165	0.15	275	102								
III-VI					94.4	0.27	162	47.3	27.2	0.28	58.0	9.52

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Водные Ресурсы Закавказья, Ленинград, Гидрометеиздат, 1988, 264 с.
2. ბასილაშვილი ც., სალუქვაძე მ., ცომაია ვ., ხერხეულიძე გ. კატასტროფული წყალდიდობები, დვარცოფები და თოვლის ზვავები საქართველოში და მათი უსაფრთხოება. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2012, 244 გვ.
3. უკლება ნ. საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში. უნივერსიტეტის გამომცემლობა. თბილისი, 1977, 394 გვ.

ვარციხის წყალსაცავში ჩამდინარე წყლის მაქსიათებლები მისი ექსპლუატაციის ეფექტურობისათვის/ბასილაშვილი ც./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომე-

ტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2015.-ტ.121.-გვ.19-22-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

აღწერილია მდ. რიონზე აგებული ვარციხის წყალსაცავის პარამეტრები და მისი დანიშნულება. დაზუსტებულია მასში ჩამდინარე მდინარეთა (რიონი, ყვირილა, ხანისწყალი) წყლის ხარჯების მრავალწლიური სტატისტიკური მაქსიმუმები წლის სხვადასხვა პერიოდისათვის. მიღებულია ემპირიული ფორმულები შეუსწავლელ მდინარეთა ჩამონადენის განსაზღვრისათვის.

FEATURES OF THE WATERS FLOWING INTO VARTSIKHE RESERVOIR FOR ITS EFFICIENT EXPLOITATION /Basilashvili Ts./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. 2015. –vol.121. –pp.19-22.- Georg.; Summ. Georg., Eng., Russ.

Parameters of Vartsikhe Reservoir built on the river Rioni and its function. Multi-year statistical features of water expenditure of the rivers (the Rioni, the Qvirila, the Khanistskali) flowing into the reservoir have been ascertained for different periods of year. Empirical formulae have been worked out for yet unstudied rivers.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИТОКА ВОДЫ В ВАРЦИХСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В ЦЕЛЯХ ЕЁ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ /Басилашвили Ц.З./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2015.- т.121 -с.19-22.-Груз., Рез. Груз., Англ., Рус. Описываются параметры и назначение Варцихского водохранилища построенный на р. Риони. Уточнены многолетние статистические характеристики расходов притока воды рек (Риони, Квирила, Ханисцкали) за разные периоды года.получены эмпирические формулы для определения стока неизученных рек.

**მდინარე არაგვის ჩამონადენის პროგნოზირება ჟინვალის
წყალსაცავის ოპტიმალური სამუშაო რეჟიმისა და უსაფრთხოებისათვის
ც.ბასილაშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება საუკეთესო გზაა ქვეყნის მეურნეობის დარგების წყალმომთხოვნილების დაკმაყოფილებისა და ეკონომიკური ეფექტის მიღწევისათვის. წყალთა მეურნეობის ყოველ მიმართულებას (წყალმომარაგება, ჰიდროენერგეტიკა, ირიგაცია, სათევზე მეურნეობა, რეკრეაცია, ტურიზმი, წყლის ტრანსპორტი და სხვა) აქვთ თავისი სპეციფიკური თავისებურებები, მაგრამ მათ გამაერთიანებელ საწყისს წარმოადგენს წყლის რესურსების ფართომასშტაბიანი გამოყენება წყალსაცავების საშუალებით. რაც უფრო მეტია წყალსამეურნეო კომპლექსის მონაწილეთა რიცხვი, მით უფრო მწვავეა წინააღმდეგობები წყალსაცავის მუშაობის რეჟიმში. ამ დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს მდინარეული ჩამონადენის რეგულირებას და მის გადანაწილებას, რისთვისაც საჭიროა წყლის ეკონომიური და რაციონალური გამოყენების ღონისძიებების განხორციელება. სწორედ ამ მიზნით აუცილებელია წყლის რესურსების გრძელვადიანი საპროგნოზო მეთოდის შემუშავება.

მდ. არაგვის წყლის რესურსების ბაზაზე ფუნქციონირებს საქართველოში ყველაზე მრავალმხრივი გამოყენების მსხვილი ჰიდროკვანძი ჟინვალის წყალსაცავი. ამ წყალსაცავის წყლით ყოველწლიურად ირწყვება ქართლისა და კახეთის 60ათასი ჰა მიწა, სასმელი წყლით მარაგდება ქ. თბილისისა და ქ. რუსთავის 1,5 მლნ მოსახლეობა და გამომუშავდება 585 მლნ. კვტ. სთ. ელექტროენერჯია. წყალსაცავის წყლის გამოყენება კომპლექსურად ყველა ამ მიზნებისათვის ბევრად არის დამოკიდებული მდ. არაგვის წყლის ჩამონადენის ოპერატიული პროგნოზებით მომსახურების უზრუნველყოფაზე.

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ მთის მდინარეთა წყლის ხარჯების პროგნოზირება ურთულესი პრობლემაა. აქ წლის ცალკეულ პერიოდში წყლის ჩამონადენის ფორმირება ხდება განსხვავებულ სპეციფიკურ ჰიდრომეტეოროლოგიურ პირობებში. ამიტომ თითოეული მდინარის ცალკეული პერიოდის ჩამონადენისათვის უნდა მოხდეს ინდივიდუალური საპროგნოზო მეთოდის შემუშავება.

აღრე საქართველოში მდინარეთა წყლის ხარჯების პროგნოზირებისათვის იგებოდა 2-3 ცვლადიანი გრაფიკები, სადაც საპროგნოზო ხარჯები დაკავშირებული იყო წინა პერიოდის მდინარის წყლის ხარჯებთან ან ნალექებთან. იმ შემთხვევაში, როდესაც არ მიიღებოდა დადებითა შეფასების პროგნოზები, მაშინ დამატებით განიხილებოდა საპროგნოზო პერიოდის ნალექები ან ჰაერის ტემპერატურა. მაგრამ მაშინ ხშირი იყო შემთხვევები საპროგნოზო კავშირის საერთო მიმართულებიდან გადახრილი წერტილების ამოგდებისა (იგნორირება), რაც ხელოვნურად ზრდიდა საპროგნოზო დამოკიდებულების სიზუსტეს, მაგრამ ამ დროს მცირდებოდა პროგნოზების საიმედოობა.

თანამედროვე ჰიდროლოგიური საპროგნოზო მეთოდები ეფუძნება წყლის ბალანსის განტოლებას, რომელშიც მრავალი სხვადასხვა ელემენტი (ჩამონადენი, ნალექები, ტემპერატურა, აორთქლება, კონდენსაცია, ინფილტრაცია, ტრანსპირაცია და სხვა) შედის. ასეთი საპროგნოზო მოდულების გამოყენება შეიძლება იქ, სადაც რეგულარულად მიიღება ოპერატიული ინფორმაცია სხვადასხვა სიმაღლითი ზონიდან ჰიდრომეტეოროლოგიურ ელემენტებზე.

მდ. არაგვის ხეობაში ნალექების, მყინვარებისა და თოვლის განაწილება მდინარეთა აუზებში ძლიერ განსხვავებულია დროსა და სივრცეში, ამიტომ შეუძლებელია დადგინდეს მათი ცვლილების ერთიანი გრადიენტები და მათი მნიშვნელობების განსაზღვრა ყველა სიმაღლით ზონაში, რაც აუცილებელია ჩამონადენის თანამედროვე საპროგნოზო მეთოდების გამოყენებისათვის. გარდა ამისა, მდ. ჩამონადენის პროგნოზირებისათვის მეტად არახელსაყრელია ამ აუზში მოსული თხევადი ნალექების დიდი წილი მყარ ნალექებთან შედარებით, რადგან მთებში მოსული თხევადი ნალექები მთის ფერდობების დახრილობის გამო არ აკუმულირდება და სწრაფად ჩაედინება მდინარის კალაპოტში. ამის გამო, რთულია მათი გამოყენებით მდინარის ჩამონადენის მომავალი ოდენობის პროგნოზირება. ამ მიზნით აქ უმჯობესია ჩამონადენის ყველა მაფორმირებელი ფაქტორის არსებული დაკვირვებების მონაცემებიდან შეირჩეს გარკვეული რეპრეზენტატიული ფაქტორები.

ამრიგად მდ. არაგვის აუზში სადღეისოდ არსებული შეზღუდული ჰიდრომეტეოროლოგიური ინფორმაციის პირობებში, ვერ ხერხდება თანამედროვე რთული გენეტიკური სახის

საპროგნოზო მოდელის გამოყენება. ამიტომ პროგნოზირების მიზნით ვიყენებთ მრავალ-ფაქტორიან სტატისტიკურ მოდელს [1], რომელშიც შედის ის მონაცემები, რომელთა ოპერატიული ინფორმაცია მიიღება პროგნოზების გაცემის წინ. ჩვენ შემთხვევაში ესენია: მდინარის ჩამონადენი (Q მ³/წმ), ნალექები (R მმ), ჰაერის ტემპერატურა (θ , °C) და თოვლის წყალშემცველობა (W მმ).

მდ. არაგვის ცალკეული შენაკადის თითოეული საპროგნოზო პერიოდისათვის ჩატარებულ იქნა ჰიდრომეტეოროლოგიური მონაცემების მრავალწლიური რიგების სტატისტიკური და კორელაციური ანალიზი, რის საფუძველზეც შეირჩა საპროგნოზო პერიოდების ჩამონადენზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორები. ცალკეული პერიოდის ჩამონადენის ფორმირების პროცესის ფიზიკური არსის გათვალისწინებით თავდაპირველად შედგენილ იქნა გაფართოებული საპროგნოზო მოდელი ყველა მოქმედი ფაქტორის მონაწილეობით. მაგრამ საპროგნოზო განტოლებაში ბევრი ცვლადის შეკვანა არ არის გამართლებული არც თეორიულად, რადგან მცირდება განტოლების მდგრადობა და არც პრაქტიკულად ინფორმაციის შეზღუდულობის გამო. ამიტომ უმჯობესია მინიმალური რაოდენობის პრედიქტორების გამოყენებით მივიღოთ მაქსიმალური სიზუსტე და დროულობა.

ამ მიზნით გარკვეული მათემატიკური კრიტერიუმებისა და მრავალბიჯიანი გამორიცხვის მეთოდის გამოყენებით დგება ოპტიმალური საპროგნოზო მოდელი, რომლის ამოხსნის დროს გამოიყენება მრავალფაქტორიან დამოკიდებულებათა პირდაპირი და შებრუნებული გაშლა, როცა გამოიანგარიშება საპროგნოზო განტოლებათა ორი სისტემა პრედიქტორების (საპროგნოზო ფაქტორების) თანდათანობითი დამატებით შესაბამის შეფასებათა კრიტერიუმებით. ეს საშუალებას იძლევა ერთდროულად გამოვიკვლიოთ პრედიქტორების შემცირების, დროულობის გაზრდისა და სიზუსტის ამაღლების შესაძლებლობა. საპროგნოზო მოდელის ყველა ეტაპის პრაქტიკული რეალიზაცია ხდება ერთიანი გაანგარიშებათა სისტემით შესაბამისი კომპიუტერული პროგრამებით [2,3].

კვლევის შედეგად მდ.არაგვის სამი მთავარიშენაკადისსაანგარიშო ჰიდროკვეთისათვის: თეთრი არაგვი – ფასანაური, შავი არაგვი – შესართავი და ფშავის არაგვი – მალაროსკარი, შედგენილია წყლის ხარჯების საპროგნოზო ფორმულები შემდეგი სახის გრძელვადიანი პროგნოზებისათვის: წყალდიდობის მაქსიმალური პიკების ($Q_{\text{მაქ}}$) 2–3 თვის დროულობით, სავგებტაციო პერიოდის ($Q_{\text{IV-IX}}$) 6 თვის დროულობით, კვარტალური ($Q_{\text{I-III}}$, $Q_{\text{IV-VI}}$, $Q_{\text{VII-IX}}$, $Q_{\text{X-XII}}$) 3–4 თვის დროულობით და ყველა ცალკეული თვის (Q_{I} , Q_{II} , ... Q_{XII}) 1–2 თვის დროულობით. თითოეულისათვის მიღებულია სხვადასხვა ფაქტორების შემცველი საპროგნოზო განტოლებები სხვადასხვა ინფორმაციით, სიზუსტითა და დროულობით. საპროგნოზოდ გამოყენებული პრედიქტორების რაოდენობა განტოლებებში უმეტესად 1–2, ზოგ შემთხვევაში კი 3–4. ყველა საპროგნოზო ჩამონადენისათვის მიღებულია პროგნოზები წინა პერიოდის მონაცემების საფუძველზე საპროგნოზო პერიოდის ნალექებისა და ტემპერატურის ამინდის პროგნოზის გარეშე.

თბილი პერიოდის ჩამონადენის საპროგნოზო განტოლებები მიღებულია ძირითადად მეტეოროლოგიური მონაცემების გამოყენებით მდინარის წყლის ხარჯების გარეშე, რაც მეტად მნიშვნელოვანია სადღეისოდ, როდესაც აღარ ხდება მდინარეთა წყლიანობის აღრიცხვა. მიღებული პროგნოზები ხასიათდება დადებით შეფასებათა კრიტერიუმებით, რომელთა მნიშვნელობები შეადგენს საშუალოდ: მთავარი კრიტერიუმი $S/\sigma=0,76 \div 0,60$; პროგნოზების გამართლების უზრუნველყოფა $P=60 \div 80\%$; კორელაციის კოეფიციენტი ფაქტიურსა და პროგნოზულ მნიშვნელობებს შორის $r=0,60 \div 0,76$.

თითოეული საპროგნოზო პერიოდისათვის მიღებული სხვადასხვა საპროგნოზო ვარიანტი საშუალებას იძლევა ოპერატიული პროგნოზების გაცემის დროს შეირჩეს საპროგნოზო განტოლება არსებული ინფორმაციის, საჭირო დროულობისა და სიზუსტის მიხედვით. გარდა ამისა, შეიძლება განისაზღვროს საპროგნოზო ჩამონადენის მოსალოდნელი რყევის ინტერვალი და მოხდეს მიღებული შედეგების ურთიერთკონტროლი. ამასთან ერთად, პროგნოზები შეიძლება შედგეს არა მარტო ერთჯერადად, არამედ ეტაპობრივად, როდესაც ახალ-ახალი ინფორმაციის დამატებით მოხდება მათი დაზუსტება.

1 ცხრილში მოცემულია სავგებტაციო პერიოდის ჩამონადენის სხვადასხვა დროულობის საპროგნოზო განტოლებათა მაგალითები შესაბამის შეფასებათა კრიტერიუმებით.

აღსანიშნავია, რომ მიუხედავად მრავალმხრივი ძიებისა მდ. არაგვის სამივე შენაკადზე ვერ იქნა მიღებული დადებითი შეფასების პროგნოზები (როცა $S/\sigma > 0,80$) წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯებისათვის. ამიტომ მიღებული საპროგნოზო განტოლებებით (ცხრილი 2) შესაძლებელია კონსულტაციების გაცემა მდინარეზე მომავალი წელის პიკების ოდენობაზე. მათი შეფასების კრიტერიუმებია $S/\sigma=0,84\pm 0,92$, მაგრამ მიღებული პროგნოზების გამართლების უზრუნველყოფა ($P=64\pm 76\%$) დამაკმაყოფილებელია და ამიტომ პრაქტიკაში მათი გამოყენება დადებით შედეგს მოგვცემს.

ცხრილი 1. სავეგეტაციო პერიოდის წყლის ხარჯების (Q_{IV-IX} , მ³/წმ) პროგნოზების ეტაპობრივი დაზუსტების მაგალითები მდ. შავ არაგვზე – შესართავთან.

გაცემის დრო	დროულობა (დღეებში)	საპროგნოზო ფორმულა	კრიტერიუმები		
			s/σ	P%	r
28/II	210	$Q_{IV-IX} = 8,48 + 0,013P_{XII-II}$	0,69	61	0,73
15/III	195	$Q_{IV-IX} = 7,94 + 0,012 W_{2300}^{2200}$	0,57	76	0,83
15/III	195	$Q_{IV-IX} = 7,94 + 0,008 W_{2300}^{2200} + 0,005P_{XII-II}$	0,55	78	0,85
30/III	180	$Q_{IV-IX} = 4,27 + 0,007 W_{2300}^{2200} + 0,005P_{XII-II} + 0,29Q_{XII-II} - 0,27\theta_{III}$	0,52	85	0,88

ამრიგად, ჟინვალის წყალსაცავის მომსახურებისათვის, მასში ჩამდინარე წყლის პროგნოზის შესაღვენად, საჭიროა ჯერ შედგეს მდ.არაგვის სამი ცალკეული შენაკადის პროგნოზი გარკვეული საპროგნოზო პერიოდისათვის მიღებული განტოლებებით, შემდეგ კი ისინი უნდა შეჯამდეს:

$$\sum Q_{ar} = Q_T + Q_S + Q_f \quad (1)$$

იმის გამო, რომ ამ შენაკადებზე არსებული საანგარიშო წყალმზომი საგუშაგოების ქვევით წყალსაცავამდე მდ.არაგვს უერთდება კიდევ სხვა გვერდითი შეუსწავლელი შენაკადები, ამიტომ ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგად [4] მიღებულია ჟინვალის წყალსაცავში წყლის ხარჯის (Q_{wy} , მ³/წმ) ოდენობის გასაანგარიშებელი ფორმულა მისი შესაბამისი (ა, ბ) პარამეტრებით:

$$Q_{wy} = a \sum Q_{ar} + b. \quad (2)$$

ცხრილი 2. წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების (ა, მ³/წმ) გრძელვადიანი საპროგნოზო განტოლებები და მათი შეფასებები მდ. არაგვის შენაკადებზე

საპროგნოზო განტოლებები	შეფასებათა კრიტერიუმები		
	s/σ	P%	r
მდ. თეთრი არაგვი – დაბა ფასანაური $Q_m = 99,5 - 0,09R_{VII-IX} + 0,15R_{I-III} - 0,05W_{III}$	0,84	72	0,67
მდ. შავი არაგვი – შესართავთან $Q_m = 51,6 - 2,76Q_{II} + 0,04 W_{1700}^{1600} + 1,52 \theta_{III}$	0,88	64	0,61
მდ. ფშავის არაგვი – სოფ. მაღაროსკარი $Q_m = 9,85 + 0,25R_{IX-XI} - 0,19R_{XII-II} + 3,0Q_{III} + 6,8 \theta_{IV}$	0,89	76	0,59

ყურადსაღებია, რომ ოპერატიული პროგნოზების გაცემის დროს გამოანგარიშებული საპროგნოზო მნიშვნელობა უნდა შეედაროს საპროგნოზო წყლის ხარჯის ნორმას ($\sum a_r$) და მის ექსტრემალურ მნიშვნელობებს, რათა გამორიცხულ იქნეს გაანგარიშების დროს დაშვებული შემთხვევითი შეცდომები, ხოლო პროგნოზის ანომალური მნიშვნელობის დროს უნდა გაკეთდეს სათანადო ანალიზი მოსალოდნელი წყლის ხარჯისა და მიღებულ იქნეს ყველა საჭირო უსაფრთხოების ღონისძიებები.

დასკვნის სახით აღნიშნავთ, რომ მდ. არაგვის სამი შენაკადის წყლის ხარჯებისათვის შემუშავებული 2-4 თვის დროულობის საპროგნოზო მეთოდების გამოყენებით შესაძლებელია წყლის რესურსების ხარჯვის საფუძვლიანი დაგეგმარება და ჟინვალის წყალსაცავის ოპტიმალური რეჟიმით მუშაობა, რათა რაციონალურად გადანაწილდეს წყალსაცავში არსებული წყლის რესურსები როგორც ჰიდროელექტროსადგურის, ასევე წყალმომარაგებისა და სარწყავი სისტემების შეუფერხებელი მუშაობისათვის, რაც

უზრუნველყოფს ელექტროენერჯის, წყალმომარაგების, სარწყავი ფართობისა და მოსავლიანობის გაზრდას და ამით დიდი ეკონომიკური ეფექტის მიღებას.

გარდა ამისა, მდინარეთა წყალდიდობის მაქსიმალური წყლის ხარჯების გრძელვადიანი კონსულტაციებით მოსალოდნელი საშიშროების დროული შეტყობინება საშუალებას იძლევა შემცირდეს ის მატერიალური ზარალი, რაც შეიძლება მოყვეს მაღალი წყალდიდობის პიკებს. ამ შემთხვევაში უნდა ჩატარდეს ყველა პრევენციული ღონისძიება, რათა მოწესრიგდეს მდინარეთა კალაპოტები (გაწმენდა - გაღრმავება) და ნაპირდაცვითი ნაგებობები (გამაგრება - დაშენება). თვით ჟინვალის წყალსაცავი კი დროულად უნდა თანდათანობით დაიცავოს მოსალოდნელი მაღალი წყლის ნაკადის მისაღებად, რათა დაცულ იქნეს ის დაზიანებისა და კატასტროფისაგან და არ მოხდეს გაუთვალისწინებელი ზარალი და მსხვერპლი. ამ მხრივ, ყურადსაღებია ის ფაქტი, რომ ჟინვალის წყალსაცავის დაზიანებამ შეიძლება მეტად დიდი ზიანი მიაყენოს მიმდებარე გარემოს და თვით საქართველოს დედაქალაქ თბილისს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Basilashvili Ts. The method of Working-out Hydrological Prognosis in Conditions of limited Information. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences. Volume 162, Number 1, 2000, Tbilisi, pp. 110-112.
2. Басилашвили Ц.З. Статистический анализ переменных и выбор предикторов для прогностических зависимостей. В книге: Аннотированный указатель алгоритмов и программ. ВНИИГМИ-МЦД, Обнинск, 1977, с.43.
3. Басилашвили Ц.З., Плоткина И.Г. Определение многофакторных зависимостей с развёртыванием уравнения, оценка их качества и расчёт вероятностных прогнозов. Аннотированный перечень новых поступлений в ОФАП Госкомгидромета. ВНИИГМИ-МЦД, 1985, вып. 4, Обнинск, с.21.
4. ბასილაშვილი ც. ჟინვალის წყალსაცავში ჩანდინარე წყლის რესურსების შეფასება და მათი ცვლილების ტენდენციები საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია “კლიმატის ცვლილება და მისი გავლენა სოფლის მეურნეობის განვითარებაზე”, თბილისი, 2014, 78-80

მდინარე არაგვის წყლის ჩამონაღწენის პროგნოზირება ჟინვალის წყალსაცავის ოპტიმალური სამუშაო რეჟიმისა და უსაფრთხოებისათვის/ბასილაშვილი ც./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2015.-ტ.121.-გვ.23-26-ქართ., რუზ. ქართ., ინგლ., რუს.

მრავალფაქტორიანი სტატისტიკური მოდელის გამოყენებით შემუშავებულია მდ. რაგვის სამი შენაკადის (თეთრი, შავი და ფშავის) საპროგნოზო მეთოდები საეკონომიკური პერიოდის, წყალდიდობის, კვარტალური და თვიური წყლის ხარჯებისა. ისინი აუცილებელია ჟინვალის წყალსაცავის წყლის რესურსების რაციონალური გადანაწილების მიზნით წყალმომარაგების, ირიგაციისა და ენერგეტიკის მომსახურებისა და უსაფრთხოებისათვის, რითაც იძლევა დიდი ეკონომიკური ეფექტი.

FORECAST OF THE ARAGVI RIVER WATER FLOW FOR INSURING OPTIMAL WORKING REGIME AND SAFETY. /Basilashvili Ts./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2015. -vol.121. -pp.23-26.- Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

Forecasting methods of flooding periods, quarterly and monthly expenditures of three tributaries (Tetri, Shavi and Pshavi) of the Aragvi River have been worked out by using a multifactoral statistical model. They are essential for rational utilization of the water resources of Zhinvali reservoir as well as for water supply, irrigation and power service and safety, which will result into significant economic effect.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОКА РЕКИ АРАГВИ В ЦЕЛЯХ ОПТИМАЛЬНОГО РАБОЧЕГО РЕЖИМА И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИНВАЛЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА /Басилашвили Ц.З./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2015.- т.121 .- с.23-26.-Груз., Рез. Груз., Анг., Рус.

С использованием многофакторной статистической модели разработаны методики прогнозирования стока трёх притоков р. Арагви (Белой, Чёрной и Пшавской) за периоды вегетации, половодья, кварталы и месяцы. Они необходимы в целях рационального перераспределения водных ресурсов Жинвальского водохранилища для обслуживания водоснабжения, ирригации, энергетики и безопасности, что даст большой экономический эффект.

ტყის საფარის როლი თოვლის ზვავების ფორმირებაში

მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

თოვლის ზვავების წარმოქმნასა და ტერიტორიულ განაწილებაზე, სხვა ფაქტორებთან ერთად, მცენარეული საფარი ახდენს გავლენას. ერდობებზე ტყის არსებობა ხელს უშლის თოვლის დაცურებას. თყის ჯიშებსაც არსებითი როლი ენიჭება. ფოთლოვანი ტყით დაფარული ფერდობები, წიწვოვან ტყესთან შედარებით, ორჯერ უფრო ზვავსაშიშია. დიგ შემთხვევაში მცენარეული საფარი ხელსუ წყობს ზვავების წარმოქმნას, მაგალითად, მარადმწვანე ქვეტყე, სუბალპური და ალპური ბალახოვანი საფარი ხელსაყრელ პირობას ქმნის თოვლის მოცურებისათვის.

მცენარეული საფარი შეიძლება გაიყოს სამ ჯგუფად - ზვავწარმოქმნელი, ნეიტრალური და ხელშემწყობი.

საქართველოს ტერიტორიაზე უმეტესად წიფლის, ნაძვის, ფიჭვის და სოჭის ტყეებია გავრცელებული. ფოთლოვანი, შერეული და წიწვოვანი ტყეები საქართველოს ტერიტორიის 16, 15 და 7% მოიცავს. უტყეო ტერიტორია ზეზვავშემკრებების გავრცელების საზღვრების დადგენა შესაძლებელი აგეომორფოლოგიური ნიშნებით. მაღალმთიან ზონაში ზვავშემკრებებად მყინვარული და ნივალურ-ეროზიული, საშუალო მთიან ზონაში - ნივალურ-ეროზიული და ეროზიული, ხოლო დაბალ მთიან ზონაში - ეროზიული გენეზისის რელიეფის უარყოფითი ფორმები გვხვდება. ძვავისკერებს ცირკები, კარები, დენუდაციური ძაბრები, ეროზიული ჭრილები და რელიეფის სხვა უარყოფითი ფორმები წარმოადგენს. ღარტაფის, ხევის და რელიეფის სხვა უარყოფითი ფორმების მოსახვევების მიდამოებში მცენარეული საფარისა განგაშიშვლებული მონაკვეთების არსებობა ზვავსაშიშროების ნიშანია.

თყის გავრცელების ბუნებრივ საზღვრებში, ზვავსაშიში ტერიტორიის დასადგენად, მნიშვნელოვანია გეობოტანიკური ნიშნები. ციცაბო, (15⁰-ზე მეტი დახრილობის მქონე) ფერდობებზე მდებარე უტყეო ტერიტორიების უმეტესი ნაწილი ზვავის კერას წარმოადგენს; ღარტაფების, ხეების გასწვრივ უტყეო ან ბუჩქით დაფარული ტერიტორიების არსებობა მიუთითებს, რომ რელიეფის ამ უარყოფითი ფორმების უმრავლესობა ზვავსადენია, ანუ აქ და მიმდებარე ტერიტორიაზე ტყის საფარის განადგურება ზვავის მოქმედების შედეგია, ხოლო განადგურებული ტყის მიდამოები - ზვავის გამოზიდვის კონუს სწარმოადგენს.

ძვავი არა მარტო ტყის საფარს ანადგურებს, არამედ ცვლის მის შემადგენლობასაც. ძვავები პირველ რიგში წიწვოვან ჯიშებს ანადგურებს, რადგან ფოთლოვანი ტყე უფრო გამძლეა. ჭიწვოვანი და შერეული ტყის არსებობა ტერიტორიის ზვავსაშიშროების უტყუარი ნიშანია, ასევეა შერეულ ტყეში ფოთლოვანი ჯიშებისაგან შემდგარი ან უფრო ახალგაზრდა ტყის არსებობა ამ ადგილების ზვავსაშიშროებაზე მიუთითებს.

ძვავების მიერ განადგურებული ტყე არა მხოლოდ ტერიტორიის ზვავსაშიშროებაზე, არამედ ზვავების განმეორადობაზეც მიუთითებს, რადგან წაქცეული ხეების (განსაკუთრებით წიწვოვანი ჯიშების) ხნოვანების განსაზღვრით ზვავის ჩამოსვლის დროის დადგენაც არის შესაძლებელი.

მთიან რაიონებში მშენებლობისათვის ადგილის შერჩევის დროს განსაკუთრებული ყურადღება ტყის ჯიშებს, ხნოვანებას, ფერდობზე ტყის ზოლის სიგანეს უნდა მიექცეს. თყე ბუნებრივი ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიების საშუალებას მაშინ წარმოადგენს, როცა ის ვრცელდება ფერდობის თხემამდე. იმ შემთხვევაში თუ ტყის ზედა საზღვრის ზემოთ ფართო უტყეო ციცაბო ტერიტორია მდებარეობს, მაშინ ტყემ ზვავის დამანგრეველი ძალა შეიძლება უფრო გააძლიეროს. ტყის ზედა საზღვრის ზემოთ მდებარე უტყეო ფერდობებზე წარმოქმნილი მძლავრი ზვავები დიდი სიჩქარით შეიჭრება ტყის მასივში, ანადგურებს ხეებს, რითაც ზვავის დამანგრეველ ძალას უფრო აძლიერებს.

ტყის საფარი დიდ გავლენას ახდენს თოვლის დაგროვების თავისებურებაზე და ზვავების წარმოქმნაზე. თოვისას ფოთლოვანი ტყის ტოტებზე რჩება თოვლის გარკვეული რაოდენობა, საშუალოდ თოვლის რაოდენობის 10%, ხოლო წიწვოვანი ტყის ტოტებზე დარჩენილი - 20-40%-ს შეადგენს. ტყეში თოვლის საფარის სიმაღლე უტყეო ტერიტორიაზე მოსული თოვლის სიმაღლეზე ნაკლებია. წიწვოვანი ჯიშის ხის ტოტებზე თოვლის დიდი რაოდენობით გროვდება, ხის ტოტები მათზე დაგროვილი თოვლის რაოდენობის პროპორციულად, დაბლა

ემყება; გარკვეულ მომენტში, როცა ტოტზე თოვლის საფარის სიმძიმის ძალა შეჭიდულობის ძალას გადააჭარბებს და კრიტიკული მომენტი დადგება თოვლი ძირს ჩამოცვივა. ტოტებიდან ჩამოცვენილი თოვლის დაცემის ადგილზე ირღვევა თოვლის ბუნებრივი სიმკვრივე და ირგვლივ მდებარე თოვლის საფარის სიმკვრივეზე მეტი ხდება. მიწის ზედაპირზე მდებარე თოვლის საფარის სიმკვრივის შეცვლის სიდიდე ჩამოცვენილი თოვლის რაოდენობასა და ტოტების სიმაღლეზეა დამოკიდებული. ჩამოცვენილი თოვლის რაოდენობა და მიწის ზედაპირიდან ტოტების სიმაღლეები ერთმანეთისაგან განსხვავდება, ამიტომ თოვლის დაცემის ადგილზე თოვლის საფარის სიმკვრივე, როგორც ჰორიზონტალურ, ისე ვერტიკალურ ჭრილში სხვადასხვა სიდიდით ხასიათდება. სწორედ ეს არის ზვავების წარმოქმნის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ხელშემშლელი ფაქტორი. ზვავების წარმოქმნისათვის აუცილებელია ფერდობის გარკვეულ ფართობზე თოვლს ერთნაირი სიმკვრივე ქონდეს, რადგან სხვადასხვა სიმკვრივის თოვლს შეჭიდულობის სხვადასხვა ძალა და, აქედან გამომდინარე სხვადასხვა კრიტიკული სიმაღლე აქვს.

განსაკუთრებით უხვთოვლიან ზამთრებში, ზვავების მასიური ჩამოსვლისას, განსაკუთრებით ძლიერი ზვავსაშიშროების რაიონებშიც კი, მოზრდილი, ხშირი წიწვოვანი და შერეული ტყით დაფარული ციცაბო ფერდობებზე არც ერთი ზვავი არ წარმოქმნილა. ეს ფაქტი ადასტურებს, რომ აუცილებელია ფერდობების გატყვიანება, ზვავის კერაში 15⁰-ზე მეტი დახრილობის მქონე ფერდობებზე ტყის საფარის შენარჩუნება, ტყის საფარის ზედა საზღვრის მაქსიმალურად აწევა.

მრავალწლიანი საველე მასალების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ზვავაქტიურია უტყეო ფერდობების 80%, წიწვოვანი ტყით დაფარული ფერდობების მთლიანი ფართობის 4%, ფოთლოვანი ტყით დაფარული ფერდობების 8% და შერეული ტყით დაფარული ფერდობების 6%.

საქართველოს ტერიტორიაზე გამოვლინდა ზვავსაშიში და პოტენციურად ზვავსაშიში 343 დასახლებული პუნქტი, რომელთაც 603 ზვავშემკრებიდან ჩამოსული ზვავი ემუქრება. ზვავსაშიში დასახლებული პუნქტების სიმრავლით გამოირჩევა მდინარეების ენგურის, რიონის, ჭოროხის, ლიახვისა და არაგვის აუზები. [1].

ტყის ბუნებრივი საზღვრის ქვემოთ მდ. ენგურის აუზში მდებარეობს ზვავშემკრებების 72%, მდ. რიონის აუზში - 80%, მდ. ჭოროხის აუზში - 99%, მდ. ლიახვის აუზში - 85%, ხოლო მდ. არაგვის აუზში - 88%. [2].

ხშირი წიწვოვანი და შერეული ტყის აღდგენა იმ 722 ჰა-ზე, რომელიც ტყის ბუნებრივი ზედა საზღვრის ქვემოთ მდებარეობს შეამცირებს დასახლებული პუნქტებისათვის საშიშ ზვავშემკრებების რაოდენობას. (ცხრ.1).

ცხრილი1. ზვავსაშიში დასახლებული პუნქტების და საშიში ზვავშემკრებების განაწილება მდინარეთა აუზის მიხედვით

№	მდინარე	ზვავსაშიში დასახლებული პუნქტი	დასახლებული პუნქტებისათვის საშიში ზვავშემკრებები			
			რაოდენობა	ფართობი, ჰა	ტყის ზედა საზღვრის ქვემოთ	
					რ-ბა	ფართ, ჰა
1	ენგური	61	120	1403	86	110
2	რიონი	45	81	1772	65	157
3	ჭოროხი	83	14	134	143	122
4	ლიახვი	29	39	133	33	41
5	არაგვი	45	92	523	81	99
6	სხვა მდ.	80	127	1067	100	193
ჯ ა მ ი		343	603	5032	508	722

ტერიტორიის 56%-ზე ზვავსაშიში ფერდობებითაა დაფარული, ამასთან ტერიტორიის 20%-ზე ზვავების ჩამოსვლა ყოველწლიურად ხდება. ტყის არსებული საფარის განადგურების შემთხვევაში ზვავების გავრცელება ტერიტორიის 30%-ზე მოხდება, ხოლო უხვთოვლიან ზამთარში - 44%-ზე. ზვავსაშიშროებით გამორჩეული ზემო სვანეთის (მდ. ენგურის აუზი)

მაგალითზე თუ ვიმსჯელებთ ზვავსაშიშ ზონაში მდებარეობს ზემო სვანეთის მთლიანი ფართობის 96%, ხოლო 41% - მთლიანად ზვავსაშიშია. არსებული ტყის საფარის განადგურების შემთხვევაში ზვავების გავრცელების ტერიტორია 33%-ით მოიმატებს და ზემო სვანეთის მთლიანი ფართობის 74% მოექცევა ზვავების მოქმედების არეში.

ტყის დაცვა მნიშვნელოვან ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებას წარმოადგენს. ტყის არასწორი ექსპლუატაცია, ხშირად, ახალი ზვავის კერების გაჩენას იწვევს, ხოლო ამ კერებში წარმოქმნილი ზვავების ჩამოსვლა ზვავებისაგან მიყენებული ზარალს გაზრდის. ტყის ზედა საზღვრის მიმდებარე ტერიტორიის გატყიანება ადგილობრივ ბუნებრივ პირობებს შეგუებული ხეების შერჩევით უნდა მოხდეს, ხოლო დარგული ნერგები მცოცავი თოვლისა და ზვავებისაგან უნდა იყოს დაცული.

საქართველოში ტყის ზედა ბუნებრივი საზღვრის ზემოთ დასახლებული პუნქტებისათვის საშიში ზვავშემკრებების საერთო რაოდენობის 16% იწყება. ზვავის კერების გატყიანებით დასახლებული პუნქტებისათვის საშიში ზვავშემკრებების 84% არაზვავსაშიში გახდება.

საქართველოს მთიან რაიონებში ხელი უნდა შეეწყოს ე.წ. “ხატის ტყეების” არსებობას, სადაც ტყის ჭრა აკრძალული იქნება გარდა სანიტარული ჭრისა. დასახლებული პუნქტებისათვის საშიში ზვავის კერების გატყიანება, ადგილობრივი მუნიციპალიტეტების აქტივობით, სახელმწიფო მნიშვნელობის საქმედ უნდა იქცეს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე, გ. ჯინჭარაძე. ზვავსაშიში დასახლებული პუნქტები საქართველოში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებიდან 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის შრომები. თბილისი, 19-21 სექტემბერი, 2012. გვ. 58-62.
2. Л. Калдани, М. Салуквадзе, Г. Джинчарадзе. Лесилавины. Кавказский географический журнал № 10, 2009. с. 110 - 112.

ტყის საფარის როლი თოვლის ზვავების წარმოშობაში. /მ.სალუქვაძე, ნ. კობახიძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰმი-ს შრომათა კრებული. 2015 ტ.121, გვ.27-29. ქართ. რეზ. ქართ., რუს., ინგლ.

ზვავების ფორმირება დამოკიდებულია ტყის სისშირეზე. ზვავაქტიურია უტყეო ფერდობების 80%, წიწვოვანი ტყით დაფარული ფერდობების მთლიანი ფართობის 4%, ფოთლოვანი ტყით დაფარულის - 8% და შერეული ტყით დაფარულის - 6%. ტყის ბუნებრივი ზედა საზღვრის ქვემოთ იწყება 603 ზვავშემკრებიდან - 508 (84%). ამ ზვავშემკრებიდან ჩამოსული ზვავი 343 დასახლებულ პუნქტს ემუქრება. არსებული ტყის საფარის შენარჩუნება, ფერდობების გატყიანება წარმოადგენს ერთ-ერთ ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებას.

Role of forest in formation of avalanches. /M. Salukvadze, N. Kobaxidze/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. 2015. V -121, p.27-29 . Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

Formation of avalanches largely depends on density of forest. Avalanche dangerous are 80% of treeless declivities, 4% of coniferous forest declivities, 8% of leafy forest and 6% of mixed forest declivities. From 603 avalanche collectors 508 (84%) are located below the upper natural boorder of forests. Avalanches from these collectors form threat to 343 settlements. Preservation of forest and reforestation represents one of the important anti-avalanche measures.

Роль лесного покрова в формировании снежных лавин. /М.Салуквадзе, Н. Кобахидзе./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Технического Университета Грузии. 2015., т.121, с.27-29. Груз. Рез. Груз., англ., русс.

Формирование лавин зависит от частоты леса. Лавиноактивным является 80% безлесных склонов, 4% от общей площади склоны покрытые пихтовым лесом, 8% - лиственным лесом и 6% со смешанным лесом. Ниже естественной верхней границы леса из 603 лавиносборов начинается 508 (84%). Лавины сходящие из этих лавиносборов угрожают 343 населенным пунктам. Сохранение существующего леса, облесение склонов является одним из мероприятий противолавинных работ.

მდინარეებზე მყინვარულ მოვლენებთან დაკავშირებული ჩახერგვები, დაზუბავები და წყალმოვარდნები

ს. გორგიჯანიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

წყალმოვარდნები, რომლებიც გამოწვეულია მდინარის ხეობების ჩახერგვებით მნიშვნელოვნად აზიანებს, როგორც იქ არსებულ ტერიტორიას, ასევე მის მიმდებარე ზოლში არსებულ დასახლებულ პუნქტებს. ყველაზე დიდი დარტყმა ჩახერგილი მასის გარღვევის ადგილას ფიქსირდება, რადგან სწორედ იქ არის წყლის ნაკადის ყველაზე დიდი მოზღვავება, მას ემატება ჩახერგილი მასის ნგრევის პროდუქტები, რომელიც დვაცოფული ნაკადის სახით წყალთან ერთად მიემართება მდინარის ხეობაში.

ამგვარი პროცესები დაკავშირებულია კლდეზვავების, მეწყერების ჩამოსვლის შედეგად. აგრეთვე დამაქსიათებელია ზამთარში მყინვარულ მოვლენებით დაკავშირებით. ეს გამოწვეულია, როდესაც ხდება თოვლის ზვავების ჩამოსვლა, როგორც ეს მოხდა მდ. ისმაილყვარაზე, კოდორის ხეობაში. იგი 1943 წლის სექტემბერში გაირღვა, გამოიწვია ნაზღვევი წყალმოვარდნა, რომლის შემადგენლობაში ქვაგროვების დიდი მასა მოედინებოდა. 1985 წლის დიდ თოვლობის დროს კი მდ. დიდ ლიახზე, სოფ. ედისის ქვემოთ ვიწრობაში ჩახერგა ხეობა. კაშხლის ზემოთ დაგუბდა წყალი, დაბალი ტემპერატურის გამო გაძლიერდა თოვლის წარმოშობა, ხოლო მცურავი ყინულების შემოსვლამ უფრო გააძლიერა თოვლის ზვავის კაშხალი. დაგუბებული ტბის ზედაპირზე გაჩნდა ყინულსაფარი. ასეთმა წყლის სიძლიერემ გაარღვია ჩახერგილი მას და გამოიწვია წყალმოვარდნა, რომლის წყლის დონემ 1,5-2,5 მ-ს მიაღწია, ამ შემთხვევისას წყალმოვარდნას ნამსხვრევი ყინულების ღოდები მოჰქონდა 0,5-1,0 მ სიგანით 1,5-2,0 მ სიგრძით [2,4].

1989 წელს პირიქეთელ ხევსურეთში ისევ დიდ თოვლობის პერიოდში მდ. ასას ხეობის ფერდობიდან მოწყვეტილმა უზარმაზარმა თოვლის ზვავებმა ჩახერგა მდინარე სოფ. ამალას მონაკვეთში. შედეგად 3 კმ-ის მანძილზე ხეობა გაუვალი გახდა. ხეობაში მოძრაობა ამოქმედდა ივლისის ბოლოს, სანამ სრულიად არ გაიწმინდა იგი [1,3].

მნიშვნელოვანია მდინარის წყლის გაყინვა, რომლის რეჟიმში გამოიყოფა სამი ძირითადი პერიოდი: ყინულწარმოქმნა (გაყინვა), ყინულდგომა და მდინარის ყინულისაგან განთავისუფლება; სწორედ მდინარის ყინულისაგან განთავისუფლების ანუ ყინულსვლის პერიოდში ხდება ყინულჭედვა. იგი წარმოადგენს ყინულის გროვას და იწვევს მდინარის კალაპოტის შევიწროვებას. იგივე ყინულსვლა წარმოქმნის ყინულხერგილს. ორივე შემთხვევაში და ასევე ყინულდგომის პერიოდში, ხდება მდინარის ჩახერგვა ყინულებით და ბუნებრივი ყინულის კაშხლის წარმოშობა [6,7]. ამ დროს ყინულოვანი კაშხლის ზევით წყლის დონე მატულობს, დაგუბებული ტბის წყლის მოცულობა იზრდება, შესაბამისად მდინარის ქვემო წელში წყლის დონე საგრძნობლად კლებულობს. რამდენიმე საათის, ზოგჯერ კი დღის შემდეგ ტბა ირღვევა ბუნებრივი კაშხლის არამდგრადობის გამო და წარმოიშვება წყალმოვარდნა. ამის მაგალითს წარმოადგენს 1974 წლის 11 და 13 იანვარს მდ. ურაველზე (სოფ. ოხურა) წარმოქმნილი ყინულხერგილის გარღვევით გამოიწვეული წყალმოვარდნა, რომლის დონემ დაგუბების დროს არსებულ დონესთან შედარებით 200 სმ-ით აიწია. აღსანიშნავია, რომ ამ დონემ აღებულ პუნქტზე გადააჭარბა თოვლისა და წვიმების წყლით გამოწვეული წყალდიდობის დონეებს და ითვლება მრავალწლიურ უდიდეს დონედ [4,8].

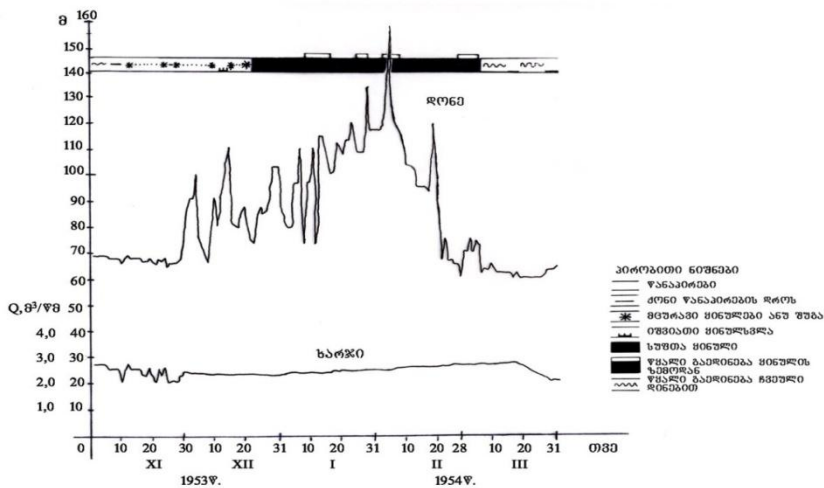
აქედან გამომდინარე, აღსანიშნავია, რომ ზამთრის მოვლენები იწვევენ დონეების ხშირ რყევადობას, ამასთან, ყველა ეს პროცესი დამაქსიათებელია მთის მდინარეებისათვის, რომლებიც მდებარეობენ ზღვის დონიდან 1800-2200 მ სიმაღლეზე მაღლა. ისინი ხასიათდებიან სპეციფიკური თავისებურებებით, რაც დამოკიდებულია ადგილობრივ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე.

ყინულჭედვის პროცესს და ყინულხერგილებს მდინარეში შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ჰიდროლოგიური კვეთის ზემოთ ან ქვემოთ. ამის მიხედვით, წყლის დონეების რყევადობა სხვადასხვა ხასიათისაა. მათი მაგალითები წარმოადგენილია მთის მდინარეებზე 1953-1954 წლების ზამთრის ჰიდროგრაფების სახით, კერძოდ, თუშეთის ალაზანი სოფ. ჯვარბოსელთან (ნახ. 1), პირიქითელი ალაზანი სოფ. დართლოსთან (ნახ. 2) და თუშეთის ალაზანი სოფ. შენაქოსთან (ნახ. 3). ნახ. 1-დან ჩანს, რომ ადგილი აქვს დონეების ხშირ რყევადობას 3-5

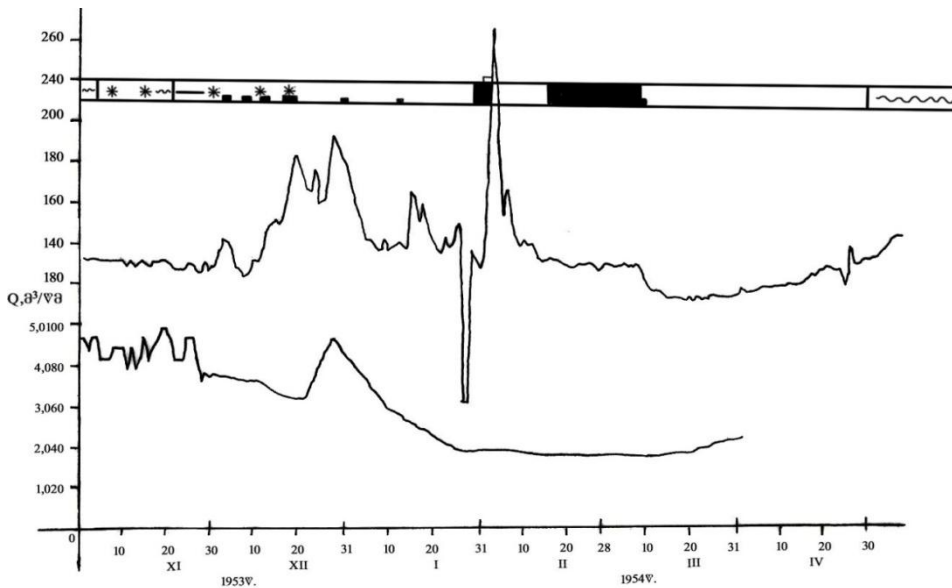
დღის განმეორებით, თითქმის მთელი 2,5-3 თვის განმავლობაში დონეების აწევით 0,2-0,5 მ-ით. ასეთივე ხასიათი აქვს დონეების რყევადობას მდ. პირიქითელ ალაზანს სოფ. დართლოსთან. აქ მაღალი და დაბალი დონეები ცალკეულ პიკებად მოქმედებენ 15-20 დღის განმავლობაში. ცალკეულ დღეებში დონის აწევამ შეიძლება მიაღწიოს 1,8-1,9 მ-ს (ნახ. 2). ასევე არის ისეთი შემთხვევა, როცა ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში 70-80 დღე (ნახ. 3), დგას მაღალი დონეები 0,80-1,0 მ-ით, მაღალი მექენური დონეები, შედარებით უმნიშვნელო რყევადობით 5-10 სმ-ის ფარგლებში. აქ აღსანიშნავია, რომ ამ პერიოდში 1954 წლის I-II-III თვეებში მდინარეზე წყლის ხარჯი არ გაზომილა და მონაცემები ხარჯის შესახებ არ არის, სწორედ ამ პერიოდშია მდინარეზე ყინულდგომა.

საერთოდ, ზამთრის ყინულოვანი მოვლენების გავლენით, დონეების რყევადობა არ აღემატება 2-2,5 მ-ს, მაგრამ შეიძლება ადგილი ჰქონდეს მთელი ზამთრის განმავლობაში, უფრო მეტად დეკემბერ-მარტის თვეებში. როგორც ზემოთ ავლნიშნეთ, ამ პერიოდშიც შეიმჩნევა დონეების მუდმივი რყევადობა. შედეგად გამოვყავით დონეების რყევადობის სამი ტიპი:

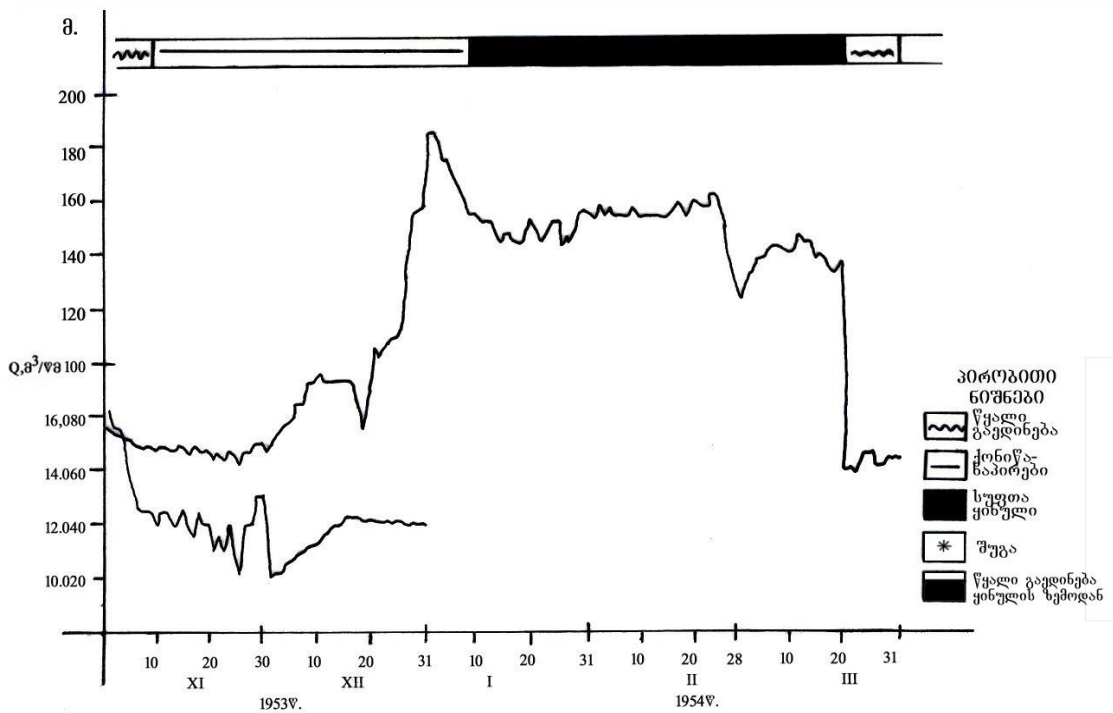
1. არამდგრადი დონეები ხშირი პიკების მორიგეობით (ნახ. 1);
2. 10-25 დღის პერიოდის მორიგეობით მაღალი დონეები (ნახ. 2);
3. 80-90 დღის მდგრადი მაღალი დონეები, 5-10 სმ-ის რყევადობით დღეში (ნახ. 3).



ნახ. 1. თუშეთის ალაზანი – სოფ. ჯვარბოსელი. 1953-1954 წ-ის დონეები და ხარჯები



ნახ. 2. მდ. პირიქეთელი ალაზანი – სოფ. დართლო. 1953-1954 წ-ის დონეები და ხარჯები



ნახ. 3. მდ. თუშეთის ალაზანი – სოფ. შენაქო. 1953-1954 წ-ის დონეები და ხარჯები

ასეთი სხვადასხვაობა ზამთრის მოვლენების წარმოშობის უბანზე აიხსნება მდინარის კალაპოტის მორფომეტრიული პირობებით – კალაპოტის ჩადაბლებებზე, ჭორომიან ფორმებზე, ასევე ზამთრის კლიმატურ პირობებზე. ამგვარი ძლიერი რყევადობა დამაქასიათებელია იმ დღეების დეკადებისათვის, სადაც საშუალო წლიური ტემპერატურა - 10⁰-ზე დაბალია, ხოლო პატარ-პატარა გარღვევებს ადგილი აქვს უფრო მეტად დღის დათბობის პერიოდში; სწორედ მაშინ იწყება ყინულსვლა, ხოლო მას მოყვება ყინულჭედვა. ისინი იწვევენ დაბალ პიკებს; მთლიანი ჩახერგილი უბნის გარღვევას კი მოსდევს დონეების უცაბედი დაწვევა და აწვევა. ზოგ შემთხვევაში წყალმოვარდნის სახით.

არიგად, ასეთი კატეგორიების განსაზღვრის მეთოდი საშუალებას გვაძლევს არსებული მონაცემების საფუძველზე გავიგოთ, თუ რამდენად შესაძლებელია ზამთრის მოვლენების პირობებში ნაზღვევი წყალმოვარდნის წარმოშობა. მოსალოდნელი საშიშროების განსაზღვრა და მისი თავიდან აცილების საშუალებები.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ცომაია ვ. გადაუდებელი საქმე – მდ. ქსანი ორი საპირისპირო მოვლენის დროს და მათი თავიდან აცილების გზები. საქართველოს ბუნება. № 8., თბ., 1990., გვ. 9-10.
2. ცომაია ვ. მთიან რეგიონებში თოვლდაგროვების კანონზომიერებათა გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური საფუძვლები (საქართველოს მაგალითზე). თბ., 1995. (სადოქტორო დისერტაცია). გვ. 48.
3. ცომაია ვ. გორგიჯანიძე ს. ბაღდათის რაიონში 2001 წლის 31 მაისის კატასტროფული წყალმოვარდნების ჰიდროგრაფიკული და ჰიდრომეტეოროლოგიური საფუძვლები და მოსალოდნელი საშიშროების თავიდან აცილების გზები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. თბ., 2001. გვ. 20.
4. ცომაია ვ. ცინცაძე თ. გორგიჯანიძე ს. ნაზღვევი წყალმოვარდნები საქართველოში და მათი საშიშროების თავიდან აცილების რეკომენდაციები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები. თბ., 2003., გვ.185.
5. ცომაია ვ. გორგიჯანიძე ს. მდ. ჩხერიმელას ხეობების კლდეზავებისა და მეწყერების ჩახერგვის შედეგად დაგუბებული ტბები, მათ გარღვევასთან დაკავშირებული ნაზღვევი წყალმოვარდნების გაანგარიშება-პროგნოზი და რეკომენდაციები საშიშროების თავიდან

აცილების მიზნით. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. თბ., 2004., გვ. 25.

6. Гидрографические описание рек, озер и водохранилищ., (Под редакцией и авторством Цомаия В. Ш.). т.9. вып. 1. Гидрометеоиздат., Л., 1974., с. 574.
7. Глазырин П.Е. Соколов Л.Н. Возможность прогноза характеристик паводков, вызываемых прорывами ледниковых озёр. Материалы гляциологических исследований. Хроника обсуждения. вып.26, 1976. с. 78-83.
8. Контроль материалов наблюдений за уровнем. вып. 6., ч. 1., Гидрометеоиздат. Л., 1978., с. 85.

მდინარეებზე მყინვარულ მოვლენებთან დაკავშირებული ჩახერგვები, დაგუბებები და წყალმოვარდნები/ს. გორგიჯანიძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2015,ტ.121,გვ.30-33. -ქართ.; რუხ.:ქართ.,ინგლ., რუს.

მდინარის ხეობების ჩახერგვები გამოწვეულია მრავალი ფაქტორებით, კერძოდ მყინვარებით, მეწვერებით, კლდეზავევებით, ღვარცოფული ნაკადებით და მყინვარული მოქმედებებით. მყინვარული მოქმედებებით გამოწვეული ჩახერგვები განპირობებულია მდინარეზე ყინულხერგილის წარმოშობით, მდინარის ჩახერგვით და შემდგომი გარღვევით. ასეთი შემთხვევები ხშირია დიდ მდინარეებზე, თუმცა შემთხვევები დაფიქსირებულია აგრეთვე მთის მდინარეებზე, როგორც ეს მოხდა 1953-1954 წლებში მდინარეებზე ურაველი, პირიქითა ალაზანი და თუშეთის ალაზანი. აქ დაფიქსირდა დონეების რყევადობა განსახვავებული ინტენსივობით. ასეთი რყევადობა დამახასიათებელია კალაპოტის მორფომეტრიული მაქსიათებლებით. ასევე ტემპერატურაზე, რომელიც – 10⁰- ის ტოლია. დათბობის პერიოდში კი იზრდება დონეების რყევადობა, სწორედ მაგ პერიოდში ხდება წყალმოვარდნები. ყოველი ამ პარამეტრის ცნობა კი საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ ნაზღველვე წყალმოვარდნის მოსალოდნელი საშიშროება.

RIVER COLLAPSE, POOLS AND FLOODS WERE CAUSED BY OUTSIDE FACTORS SVANETI /S. Gorgijanidze/ Transaction of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2015,- v.121. pp.30-33.- Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

River collapse with outside factors causes the action of landslid, snow collapse and outpowring. It permanently happens during the scurfy. There are a lot of examplly in Georgia. The waterpouring caused by them is often fixed too. The region Achara in schalti rauine – 1998, 1999, 2001 and 2003 years. Also the rauine of river Acharisckali in 2001 and 2003 years. In Bagdadi region in the rivers on khanisckali and Cershaveti, Kharagauli region river Kohyt,a and so on. It is to study such regions while to avoid the dangerous on time.

ЗАТОРИ, ЗАПРУДЫ И ПАВАДКИ СВЯЗАННЫЕ С ЛЕДНИКОВЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ НА УШЕЛЯХ РЕКАХ/С. Н. Горгиджанидзе/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2015.- т.121 .-с.30-33. -Груз., Рез. Груз., Анг., Рус.

Перекрытие ущелья реки вызвано многими факторами, в том числе ледников, оползней, селей, завалами и ледяной действия. Ледниковая шуга может вызвать запруды на рике, где пвяается Ледниковый плотин (заторы). После этого бывает прориви и павадки. Такие случаи чаще встречаются на больших реках, но случаи зафиксированы и в горных реках, как это было в годы 1953-1954 на р. Уравели, Пирикита Алазани и Тушетски Алазани. Здесь были зафиксированы колебание уровни рек разными интенсивностями. Такое колебание характерно морфометрических характеристик русло. Кроме того влияет температура равная -10⁰, в период потепления возрастает колебание уровней. Вот тагда и происходят половодья и повадки. Знание каждого параметра дасть возможность определить опасность завалногот паводка.

**ბარეზიანი შატორაგის ბავლეებით გამოწვეული
ხეობების ჩახერგვები, დაზუბავები და ნაზღვევები წყალმოვარდნები
ს. გორგიჯანიძე**

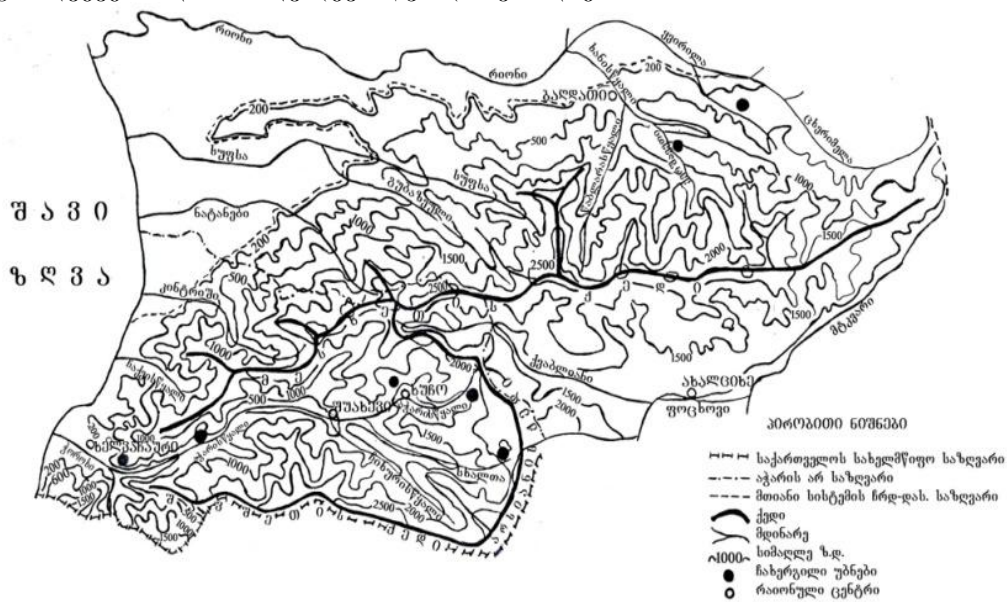
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

მდინარეების ხეობების ჩახერგვები, დაზუბებები და მათ გარღვევასთან დაკავშირებული ნაზღვევები წყალმოვარდნები მრავალი ფაქტორით არის გამოწვეული. ერთერთ ასეთ ფაქტორად გვევლინება გარეგანი ძალების ზემოქმედება, კერძოდ კი თავსხმა კოკისპირული წვიმებით, რომლებიც მაპროვოცირებელ ფაქტორებს წარმოადგენენ მრავალ რაიონში მეწყერების, მდინარეული ნატანი მასალის და ქვა-ლოდების გააქტიურებისათვის. მათგან გამოწვეული წყალდიდობები და წყალმოვარდნებიც მრავლად არის დაფიქსირებული.

მაგალითად, 1935-1945 წლებში წარმოშობილი მნას დაზუბებული ტბა, რომელიც წარმოიშვა მყინვარ მნას უკანდახევის შედეგად, მისი გარღვევა კი გამოიწვია 1953 წლის 18 აგვისტოს მოსულმა ჭარბმა ნალექმა [1,2].

1964 წელს მეწყრით ჩახერგილი მდ. ელბაქის ხევაზე დაზუბებული ტბა გაირღვა და გამოიწვია (მდ. ლიახვის აუზის ზემო დინება), ნაზღვევები წყალმოვარდნა. [3].

ამ პროცესების კლასიკური მაგალითია მდ. სხალთის ხეობა, სადაც მუდმივად ხდებოდა ჩახერგვები, რომელნიც უმეტესად დაკავშირებული იყო ნალექების მიერ გამოწვეული მეწყერების, დვარცოფული ნაკადების, მდინარის მიერ ნატანი მასალის ჩახერგვის შედეგად. 1997, 1998, 1999, 2001 წლებში მისი აუზის მდინარეებზე რამოდენიმეჯერ მოხდა ჩახერგვები, დაზუბებები, გარღვევები და ნაზღვევები წყალმოვარდნები. ნახ. 1



ნახ. 1. სამხრეთ-დასვლეთ საქართველოს ჩახერგილი და დაზუბებული უბნები

მდ. სხალთას აუზის გარდა, ამ რეგიონში 1998 წლის 10 მარტს და 22 აპრილს თავსხმა კოკისპირული წვიმების შედეგად ჩამოსულმა მეწყერმა მდ. აჭარისწყლის ზემო დინებაში ჩახერგა მდინარის ხეობა, დააგუბა წყალი, მის გარღვევას დიდი ზარალი მოყვა, შეიწირა 6 ადამიანის სიცოცხლე, 3 ოჯახი მდინარის ამ მონაკვეთში უსახლკაროდ დარჩა. 1999 წელს სოფ. დეკანოიძეებთან, ხულოს რაიონიდან 3 კმ-ში მდ. უჩხუხე (მდ. აჭარისწყლის მარჯვენა შენაკადი) მარჯვენა ფერდობიდან ჩამოვიდა მეწყერი, დააგუბა მდ. უჩხო; ხელვაჩაურის რაიონში, 2001 წლის 21 ნოემბერს, სოფ. ფერიაში ჭარბი ნალექიანობის დროს ჩამოვიდა მეწყერი (ნახ. 1). დაგუბდა წყალი. შემდგომ კი გაკეთდა არხი.

1999, 2001, 2003 წლებში, ბაღდათის რაიონში, კოკისპირულმა წვიმებმა გამოიწვიეს წყალდიდობები და ნაზღვევები წყალმოვარდნები, რომელთაც მნიშვნელოვანი ზარალი მიაყენეს რაიონს. 2001 წელს, ხარაგაულის რაიონში, მდ. ყორნებაზე გამოიწვია წყალმოვარდნები. რაიონი საშიშია იმით, რომ მდინარის მთლიანი ხეობა მეწყერულია, სადაც ხშირია მცოცავი მეწყერები, მდინარის სანაპიროს მთელ სიგრძეზე გაუყვება.

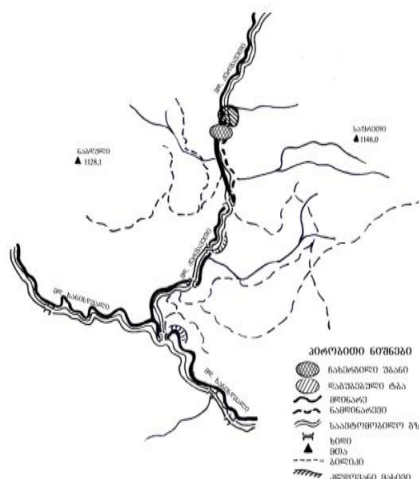
ბაღდათის მუნიციპალიტეტში, სოფ. დიმში მდ. ხანისწყლის ხიდის 300 მ-ზე ქვემოთ ღელეს შეუცვალეს მიმართულება და ხელოვნური კალაპოტით გადაიყვანეს ზედა ტერასის საფეხურის ძირას, მოხდა მოსახლეობის განსახლება ამ ტერიტორიაზე, ააშენეს, ასევე დაბალ ხიდები, ერნალის ტერიტორიაზე კი სახნავი მიწების და ნათესების გაფართოების მიზნით ამოავსეს და გააუქმეს საწრეტი არხები, ამან კი გამოიწვია წყალმოვარდნის გაძლიერება. სწორედ 2001 წლის 31 მაისს 3-4 საათისათვის თავსხმა კოკისპირული წვიმის გამო პატარა მდინარეებზე და ღელეებზე გამოიწვია წყალმოვარდნა. დაბალ ხიდებთან ადგილი ჰქონდა წყლის დაგუბებას. ფაქტიურად, ხიდები დატბორილი იყო 20-40 სმ-ით.

2003 წლის 28-29 ივლისს ბაღდათის რაიონში ისევ განმეორდა თავსხმა კოკისპირული წვიმები, რომელთაც გამოიწვიეს წყალდიდობები და წყალმოვარდნები. მომხდარი წყალმოვარდნის შედეგად დაზიანდა სოფლების ნერგეთის, დაფენის, წყალთაშუას, კორიშის, კაკასხიდის, ზეკარის და ხანის საავტომობილო გზა, ხიდები (ნახ. 2), დაიტბორა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები. დააზიანა სოფ. როკითის მშენებარე წყალსაცავი, ვ. მაიაკოვსკის სახლ-მუზეუმის წინ არსებული მდ. ხანისწყლის სანაპირო ზოლი. [2]



ნახ. 2. 2003 წლის წყალმოვარდნის შედეგად დაზიანებული ხიდი (მდ. ხანისწყალი) (ფოტო ს. გორგიჯანიძის)

2003 წლის 28 ივლისს კოკისპირული წვიმის დროს მდ. ქერშავეთზე (მდ. ხანისწყლის მარცხენა შენაკადი) არსებული ე.წ. IV ხიდზე, მდინარეული ნატანი მასალით (ქვა-ლოდებით, ამოთხრილი ხე-ბუჩქებით) მოხდა ხეობის ჩახერგვა (ნახ. 3). მას მოყვა მდინარის დაგუბება, რაც გავრძელდა რამოდენიმე საათით, ხოლო

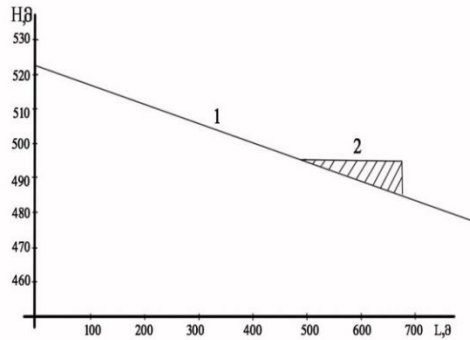


ნახ. 3. მდ. ქერშავეთის ჩახრგილი უბნის და დაგუბებული ტბის სქემა

შემდგომ მდინარემ მთლიანად გაარღვია ხიდზე სავალი გზა, ახალი კალაპოტის მეშვეობით დაეშვა სოფ. კაკასხიდისაკენ. დაანგრია სატრანსპორტო გზა.

ჩახერგილი მასის სიმაღლე 10 მ-ს შეადგენდა, სიგანე 13 მ-ს, დაგუბებული უბნის სიგრძე 185 მ-ს. აგებული იქნა მდ. ქერშავეთის ჩახერგვის უბანზე გრძივი პროფილი (ნახ. 4), რომლის თანახმად ვ. ცომაიას მეთოდით დადგენილია ქვაბულის მოცულობა [2], სადაც

ქვაბულის მოცულობა $Q = 8016$ მ³, ხოლო კაშხლის გარღვევის ადგილას წყალმოვარდნის წყლის მაქსიმალური დონე (h) ჩახერგვის მასის მთლიანი გარღვევისას იყო $h = 5$ მ, წყლის მაქსიმალური დონის შესაბამისი წყლის მაქსიმალური ხარჯი (q_{max})



ნახ. 4. მდ. ქერშავეთის გრძივი პროფილი (1) დაგუბების უბანზე (2)

ჩახერგილი მასის მთლიანი გარღვევისას 781 მ³/წმ, რაც აღემატება $2,1$ -ჯერ 1% -იანი უზრუნველყოფის წყლის მაქსიმალურ ხარჯს მდ. ხანისწყალი-ბაღდათის მაგალითზე (374 მ³/წმ). მაშინ კოლხეთის ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის მონაცემებით 2003 წლის 29 ივლისის წყლის დონემ მდ. ხანისწყალზე – ბაღდათთან 3 მ-ს და 55 სმ-ს მიაღწია. აღდგენილი იქნა შესაბამისი წყლის მაქსიმალური ხარჯიც, რომელიც 240 მ³/წმ-ს შეადგენდა, რაც დაახლოებით 5% -იანი უზრუნველყოფის ტოლია და დაემთხვა ვ. ცომაიას მონაცემებს 259 მ³/წმ და აღემატება 1968 წლის 18 აპრილის წყალმოვარდნის წყლის მაქსიმალურ ხარჯს (209 მ³/წმ) [4]. გამოთვლებიდან ჩანს, რომ გარღვევის შედეგად წარმოქმნილ ნაზღვევ წყალმოვარდნას დიდი გავლენა არ მოუხდენია მდ. ხანისწყლის, სადგურ ბაღდათთან განვლილი წყალმოვარდნის წყლის მაქსიმალურ ხარჯზე. დაგუბების გარღვევის ადგილიდან ნაზღვევმა წყალმოვარდნამ 26 კმ-ის გავლის შემდეგ დიდი ტრანსფორმაცია განიცადა, რის შედეგად აქ წყალმოვარდნა. $q_{max} = 5,51$ უდრის. ე.ი. ბაღდათთან წყლის მაქსიმალურ ხარჯს მხოლოდ $5-6$ მ³/წმ წყალი დაემატა.

2004 წლის 16 ივნისს, ზემო სვანეთში, ასევე თავსხმა კოკისპირულმა წვიმებმა გამოიწვიეს წყალდიდობები და წყალმოვარდნები, მნიშვნელოვანი მეწყერული მოქმედებები. სოფლებში – იფარსა და წვრივში დაინგრა ათი სახლი, ღვარცოფმა წაიღო ორი ხიდი, დაზიანდა უშგულ-მესტიის საავტომობილო გზის 25 კმ-იანი მონაკვეთი. მეწყერულ ზონაში მოექცა ათობით საკარმიდამო ნაკვეთი. რაიონულ ცენტრს კი ხუთი სოფელი მოწყდა რამოდენიმე დღით.

სტიქიური მოვლენები წყალდიდობის სახით დიდი მაშტაბით მოხდა 2003 წელს რამაც დიდი ზიანი მიაყენა მესტიის რაიონს. ხოლო 2011 წელს მთლიანად მოიცვა მულახი-უბაბეშის ტერიტორია, მდ. მესტიაჭალა. დაანგრია და გადაკეტა გზები.

მსგავს პროცესებს ადგილი აქვს მდ. ძირულას აუზში ყოველი ჭარბი ნალექიანობის დროს, კერძოდ კი მდ. ჩხერიმელაზე, სადაც, 1957 , 1959 და 1994 წლებში მოხდა მდინარის ხეობების ჩახერგვები და დაგუბებები. ეს პროცესები ამ რაიონში ამჟამადაც გრძელდება. კატასტროფები აცილებულია ღვარცოფ ნაკადის გადამღებები ნაგებობის შედეგად. არხები გაყვანილია მდ. ჩხერიმელას მარჯვენა ფერდობის ძირითან $20-25$ მ-ის სიმაღლეზე.

ამ მაგალითებიდან გამომდინარე, უნდა აღინიშნოს, რომ ყველა ეს მოვლენა ხშირად ხდება სწორედ იმ რაიონებში, რომელიც წარმოადგენს ძლიერ მაღალი კატეგორიის საშიშ მეწყერულ ზონას, სადაც ჭარბი ნალექების დროს მუდამ ხდება ჩახერილი უბნების წარმოშობა.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე აუცილებელია გავაკეთოთ ამგვარი უბნების კლასიფიკაცია და ის გაანგარიშება-პროგნოზი, რომელიც პრაქტიკულ შესაძლებლობას მოგვცემს, დროულად ავაცილოთ მოსახლეობას და რაიონის ბუნებრივ ტერიტორიულ კომპლექსს კატასტროფული ნაზღვევი წყალმოვარდნა. მით უმეტეს, როცა ეს მოვლენები ამჟამადაც გრძელდება, მნიშვნელოვან ფართობებსაც იძენს და მნიშვნელოვან ზარალსაც აყენებს ქვეყნის ეკონომიკას.

ლიტერატურა – REFERENCES –ЛИТЕРАТУРА

1. ცომაია ვ. მთიან რეგიონებში თოვლდაგროვების კანონზომიერებათა გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური საფუძვლები (საქართველოს მაგალითზე). თბ., 1995. (სადოქტორო დისერტაცია). გვ. 48.
2. ცომაია ვ. ცინცაძე თ. გორგიჯანიძე ს. ნახვლევი წყალმოვარდნები საქართველოში და მათი საშიშროების თავიდან აცილების რეკომენდაციები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები. თბ., 2003., გვ.185.
3. Церетели Э.Д., Церетели Д.Д. Природа фармирования селевых потоков оползневого генезиса и некоторые аспекты их особенностей на примере Кавказского региона. Гидрология и инженерная геология. №4(236). Грузинский политехнический институт.
4. Тб.1981. с.87-94.Цомая В.Ш., Дробишев О.А.Каталог ледников СССР. т 8.. Северный Кавказ., ч. 10,11., Гидрометеиздат. Л., 1977., с. 69-70.

გარეგანი ფაქტორების გავლენით გამოწვეული ხეობების ჩახერგვები, დაზუბავები და ნახვლევი წყალმოვარდნები/ს. გორგიჯანიძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2015.-ტ.121-გვ.34-37-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

გარეგანი ფაქტორებით გამოწვეული მდინარის ჩახერგვები დაკავშირებულია მუდამ მეწყერების, თოვლის ზვავების და ღვარცოფული ნაკადების მოქმედებასთან. მათი პროვოცირება მუდამ ხდება ხშირი ნალექიანობის დროს. ამის მაგალითები საქართველოშიც მრავლად არის, მათ მიერ გამოწვეული ნახვლევი წყალმოვარდნებიც მრავლად არის დაფიქსირებული. აჭარის რეგიონი, სადაც ასეთ პროცესებს ადგილი ქონდა სხალთის ხეობაში -1998, 1999, 2001 და 2003 წლებში. ასევე მდ აჭარისწყლის ხეობაში 2001 და 2003 წლებში. ბაღდათის რაიონში მდინარეებზე ხანისწყალზე და ქერშავეთზე, ხარაგაულის რაიონში მდ. ყორნებაზე და ა.შ. ამიტომ საჭიროა ამგვარი ტიპის რეგიონების შესწავლა, რათა დროულად იქნას მოსალოდნელი წყალმოვარდნა აცილებული.

RIVER COLLAPSE, POOLS AND FLOODS WERE CAUSED BY OUTSIDE FACTORS /S. Gorgijanidze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2015. - vol.121. –pp34-37.- Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

River collapse with outside factors causes the action of landslid, snow collapse and outpowring. It permanently happens during the scurfy. There are a lot of examplly in Georgia. The waterpouring caused by them is often fixed too. The region Achara in schalti rauine – 1998, 1999, 2001 and 2003 years. Also the rauine of river Acharisckali in 2001 and 2003 years. In Bagdadi region in the rivers on khanisckali and Cershaveti, Kharagauli region river Kohyt,a and so on. It is to study such regions while to avoid the dangerous on time.

ЗАТОРЫ, ЗАПРУДЫ И ЗАВАЛНЫЕ ПАВОДКИ ВЫЗВАННЫЕ ВНЕШНИМИ ФАКТОРАМИ /С. Н. Горгиджанидзе/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2015.- т.121 .-с.34-37 -Груз., Рез. Груз., Анг., Рус.

Внешними факторами связанны заторы и запруды на реке, вызванные с оползней, снежных лавин и селевыми действиями. Такие процеси часто провоцируются ливними осадками. Эти явления зафиксированы в Грузии в Аджарии - 1998, 1999, 2001 и 2003 года. Также на р. Аджарисцкали в 2001 и 2003. В Багдском районе на р. Ханисцкали и Кершавети, а также в районе Харагаули на р. Корнеба т.д. Таким образом, необходимо изучить подобние районни, для принятия необходимых мер по защите этих ущельии и насилении которие живут в этих долинах.

გლობალური დათბობის გავლენა საქართველოში ატმოსფერულ ნალექთა ველზე

კ.თავართქილაძე*, ნ.ბეგალიშვილი**, თ.ცინცაძე**, ნ.ნ.ბეგალიშვილი**, ნ.ცინცაძე**
*ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ვახუშტი ბაგრატიონის
გეოგრაფიის ინსტიტუტი

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

როგორც ცნობილია, მიწისპირა ჰაერის ტემპერატურისა და ატმოსფერულ ნალექთა სივრცით-დროითი განაწილებები ძირითადად განსაზღვრავენ კლიმატის ფორმირების თავისებურებებს და მის ცვალებადობას გარკვეული ტერიტორიის ფარგლებში. [1]-ში მოცემულია კვლევის შედეგები, რომლებიც ასახავენ გლობალური დათბობის გავლენას საქართველოში ჰაერის ტემპერატურის მიწისპირა ველზე. წინამდებარე ნაშრომში წარმოდგენილია ატმოსფერულ ნალექთა ველზე გლობალური დათბობის გავლენის ანალიზური კვლევის შედეგები. ისევე, როგორც [1]-ში, განხილულია 28 მეტეოპუნქტის 1936-2009 წლების მონაცემები ნალექთა ჯამებზე თვეების მიხედვით. დაკვირვების რიგებში გამოტოვებული ელემენტების განსაზღვრული სიზუსტით აღდგენა და რიგების დაყვანა ერთი და იგივე პერიოდამდე შესრულებულია მრავალგანზომილებიან სივრცეში შემთხვევითი ფუნქციის ბუნებრივ ორთოგონალურ ვექტორებათ დაშლის მეთოდით [1]. ცხრ.1-ში მოცემულია დაკვირვების პუნქტების ჩამონათვალი, ფაქტიურ და აღსადგენ თვეების რაოდენობა (შემთხვევათა რიცხვი). როგორც ვხედავთ, ფაქტიურ შემთხვევათა რიცხვი შეადგენს 21723, აქედან აღსადგენი იყო 3141 ელემენტი, რაც საერთო რაოდენობის 14.5%-ის ტოლია. ცხრ.2-ში მოცემულია თვეების მიხედვით ნალექთა ჯამების აღდგენის საშუალო, მაქსიმალური და მინიმალური სიზუსტეები პროცენტებში. მინიმალური სიზუსტე შეადგენს 30-50%-ს და ახასიათებს აპრილი-სექტემბრის პერიოდის თვეების მონაცემთა აღდგენას. საშუალო სიზუსტეები იცვლება დიაპაზონში 60-85%, ხოლო მაქსიმალური – ინტერვალში 85-95%. როგორც მაგალითი, ნახ.1-ზე მოცემულია 1993-2009 წლების ქუთაისის იანვრისა და ივლისის მონაცემების აღდგენის შემთხვევები სამტრედიის მონაცემების გამოყენებით. იანვრის თვის აღდგენის სიზუსტე შეადგენს 94.7%, ხოლო ივლისის- 69.8%.

მთლიანად საქართველოს ტერიტორიაზე 1936-2009 წლებში ნორმირებული ნალექების ცვლილება თვეების მიხედვით წარმოდგენილია ნახ.2-ზე. ნორმირება ჩატარებულია აღნიშნული პერიოდის შესაბამისი თვის ნორმის მიმართ. როგორც ვხედავთ, მაქსიმალური უარყოფითი გადახრებით ხასიათდება იანვარი, თებერვალი, მაისი, სექტემბერი, ოქტომბერში-გადახრა დაახლოებით შეადგენს ნორმის 20%/წელი, მარტში კი გადახრა ტოლია-ნორმის 15%/წელი. მაქსიმალური დადებითი გადახრები დაიკვირვება აპრილში და ნოემბერში-ისინი ნორმის 10%/წელი-ზე მეტია.

გენერალური სიმრავლე, რომელიც შეიცავს 28 პუნქტის 74 წლის (1936-2009წწ) ნალექების წლიურ ჯამებს ანუ 2072 შემთხვევათა რიცხვს, დაყოფილი იქნა სამ ქვეჯგუფად: მცირე ნალექების შემცველ ჯგუფად ანუ ნალექების წლიურ ჯამებს, რომლებიც 700 მმ-ის ტოლია ან მასზე ნაკლები (684 შემთხვევა); საშუალო ნალექების შემცველ ჯგუფად ანუ როცა წლიური ჯამები მეტია 700 მმ-ზე და ნაკლებია ან ტოლი 1200 მმ-ის (736 შემთხვევა); უხვი ნალექების შემცველ ჯგუფად, როცა წლიური ჯამები მეტია 1200 მმ-ზე (652 შემთხვევა). თითოეული ქვეჯგუფის მონაცემების გამოყენებით სტატისტიკური ანალიზი ჩატარდა სამ დროით ინტერვალში, რომლებიც მოიცავენ: 1936-1960 წწ (35 წელი); 1961-1985 წწ (35 წელი); 1986-2009 წწ (34 წელი). მიღებული ცხრა დაჯგუფებისათვის გამოთვლილ იქნა ნალექების საშუალო მრავალწლიური ჯამები და მათი პროცენტული რაოდენობა წინა პერიოდთან შედარებით. გამოთვლის შედეგები შესულია ცხრ.3-ში. როგორც ვხედავთ, წლიურ ნალექთა ჯამები პრაქტიკულად არ იცვლებიან განხილული დროითი პერიოდების და ნალექთა ჯამების ინტერვალების მიხედვით. განსაკუთრებით ეს დასკვნა ეხება გლობალური დათბობის პერიოდს, როცა აღინიშნა ნალექთა უმნიშვნელო ცვლილება 99-101% ფარგლებში.

უფრო დაწვრილებითი კვლევის შედეგად 1936-2009 წლებში სამი გამოყოფილი პერიოდის მიხედვით მცირე, საშუალო და უხვი ნალექების განაწილება საქართველოს ტერიტორიაზე მოცემულია ნახ.3-ზე. როგორც ვხედავთ, გამოყოფილ გრადაციებში უმეტეს შემთხვევაში ფიქსირდება ყველა სახის ნალექების შემცირება გლობალური დათბობის შემცველ დროით ინტერვალში, წინა ორი პერიოდის მონაცემებთან შედარებით. რეჟიმის თვალსაზრისით სამივე პერიოდისათვის საერთო კანონზომიერებას წარმოადგენს მცირე ნალექების ზრდა, საშუალო

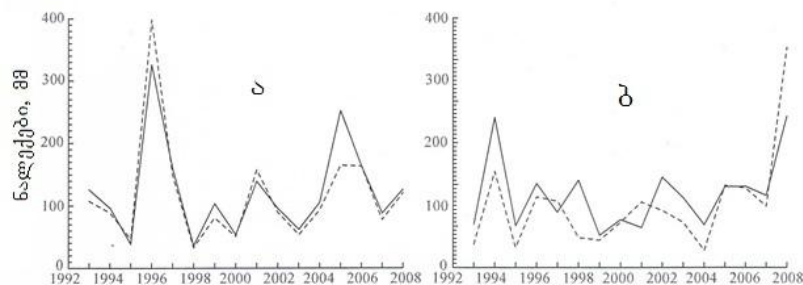
და უხვი ნალექების შემცირება. აღსანიშნავია უხვი ნალექების განაწილებაში მაქსიმუმის არსებობა 1500-1800 მმ ნალექთა რაოდენობისათვის.

ცხრილი 1 ფაქტიური და აღსადგენი თვეების რაოდენობა

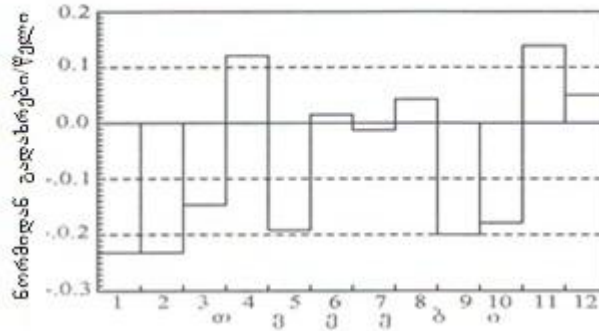
№	დაკვირვების პუნქტი	შემთხვევათა რიცხვი (თვეები)		აღსადგენის რაოდენობა %-ში
	დასახელება	ფაქტიური	აღსადგენი	
1	აბასთუმანი	696	195	27.6
2	ამბროლაური	864	24	2.8
3	ახალციხე	888	0	0
4	ბათუმი	885	3	0.3
5	ბახმარო	817	71	8.7
6	ბოლნისი	836	52	6.2
7	გორი	888	0	0
8	გუდაური	660	228	34.5
9	გურჯაანი	660	228	34.5
10	დმანისი	660	228	34.5
11	დუშეთი	852	36	4.2
12	ზუგდიდი	888	0	0
13	თბილისი	888	0	0
14	თელავი	888	0	0
15	ლაგოდეხი	660	228	34.5
16	მარნეული	348	540	155.2
17	მესტია	660	228	34.5
18	რადიონოვკა	192	696	362.5
19	საგარეჯო	804	84	10.4
20	სამტრედია	852	36	4.2
21	ფასანაური	888	0	0
22	ფოთი	888	0	0
23	ქუთაისი	888	0	0
24	ყაზბეგი მ/მთ	852	36	4.2
25	ყვარელი	804	84	10.4
26	წალკა	852	36	4.2
27	ჟერის გადასასვლელი	852	36	4.2
28	ქობულეთი	816	72	8.8
	სულ	21723	3141	14.5

ცხრილი 2 ბუნებრივ, ორთოგონალურ მდგენელებად შემთხვევითი ფუნქციის დაშლის მეთოდით ნალექების თვიური ჯამების აღდგენის საშუალო, მაქსიმალური მინიმალური სიზუსტეები %-ში

თვეები	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
საშუალო	83.9	83.2	80.5	73.8	68.0	59.6	68.7	66.1	76.0	80.9	81.6	80.9
მაქსიმუმი	94.6	90.8	92.5	94.0	88.0	82.2	85.1	84.9	92.5	93.2	96.4	94.2
მინიმუმი	58.7	68.7	60.0	40.4	42.3	31.1	52.3	40.7	44.5	54.8	67.1	54.7



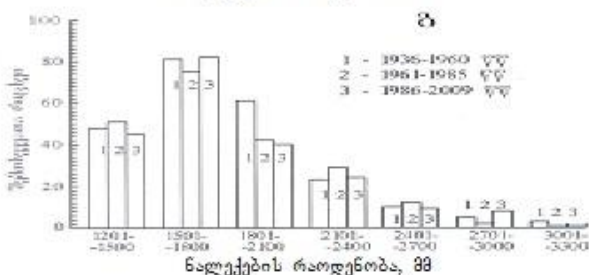
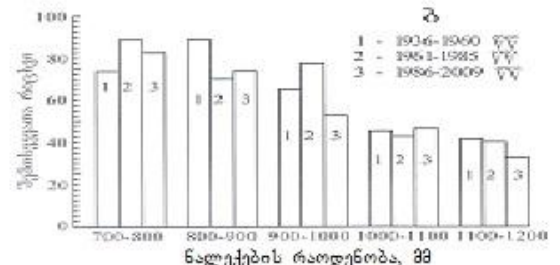
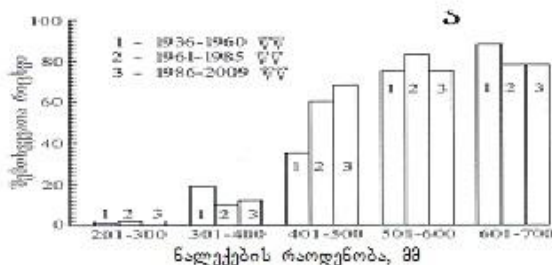
ნახ.1 ქუთაისის 1993-2009 წლებში იანვრის (ა) და ივლისის (ბ) ფაქტიური (უწყვეტი) და აღდგენილი სამტრედიის მონაცემებით (წყვეტილი ხაზი) ნალექების ჯამები



ნახ.2 საქართველოს ტერიტორიაზე ნორმირებული ნალექების ცვლილება თვეების მიხედვით 1936-2009 წლებში

ცხრილი 3 საქართველოს ტერიტორიაზე მცირე, საშუალო და უხვი ნალექების განაწილება 1936-2009 წლების სამი პერიოდისთვის

პერიოდი		1936-1960 წწ	1961-1985 წწ	1986-2009 წწ
ნალექების რაოდენობა	მცირე ნალექები ანუ $q \leq 700$ მმ	560.3	549.0	548.9
	საშუალო ნალექები ანუ $700 < q \leq 1200$ მმ	916.9	908.7	903.2
	უხვი ნალექები ანუ $q > 1200$ მმ	1712.2	1692.1	1705.8
ცვლილება (%)	მცირე ნალექები	100	98.0	100
	საშუალო ნალექები	100	99.1	99.4
	უხვი ნალექები	100	98.8	100.8



ნახ.3 მცირე (ა), საშუალო (ბ) და უხვი (გ) ნალექების განაწილება საქართველოს ტერიტორიაზე 1936-2009 წლების სამი პერიოდისათვის.

საქართველოში ნალექთა ჯამების ნორმირებულ მნიშვნელობათა ცვლილება 1936-2009 წლებში: წლის, თბილი (აპრილი-ოქტომბერი) და ცივი (ნოემბერი-მარტი) პერიოდებისათვის წარმოდგენილია ნახ.4-ზე. ყველა ნახაზზე გატარებულია ტენდენციის ამსახველი წრფივი აპროქსიმაციის ტრენდები, ასევე არაწრფივი აპროქსიმაცია, წარმოდგენილი მე-6-ე რიგის

პოლინომით. უფრო მაღალი რიგის პოლინომით აპროქსიმაციის შემთხვევაში საშუალო კვადრატული გადახრა ნორმის მიმართ აღარ მცირდება, რაც ზღუდავს მე-6-ზე მეტი რიგის პოლინომის გამოყენებას. ნახაზებზე მოცემული წრფივი აპროქსიმაციის ტრენდების განტოლებებია:

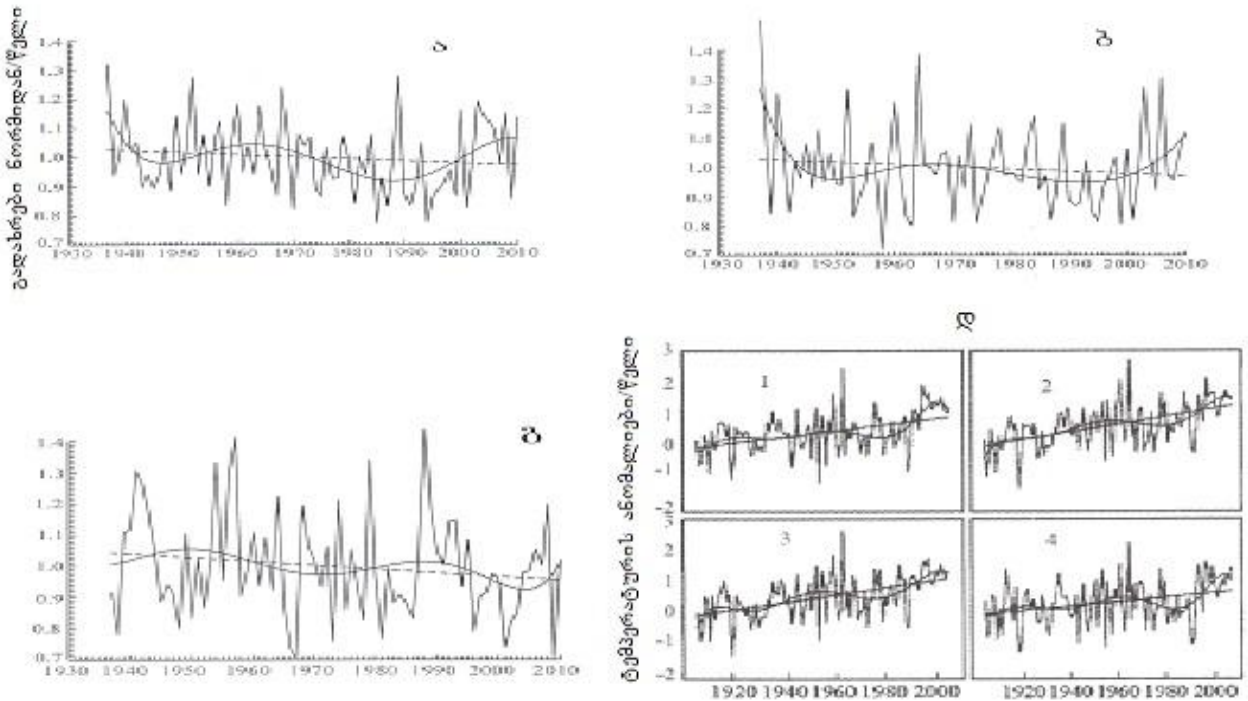
$$N_{\text{წელი}} = 1.0277 - 0.00074n,$$

$$N_{\text{თბილი}} = 1.0280 - 0.00076n,$$

$$N_{\text{ცივი}} = 1.0450 - 0.00124n,$$

სადაც N ნალექთა ჯამების ნორმირებული მნიშვნელობაა, ხოლო n – გადათვლის შედეგად მიღებული წლების რაოდენობა.

ნახაზებიდან გამომდინარეობს, რომ ყველა დროითი ინტერვალის მიხედვით, ე.ი. წლის, თბილ და ცივ პერიოდებში საქართველოს ტერიტორიაზე ნალექთა ჯამების შემცირება მაქსიმალურია ცივ პერიოდში-იგი შეადგენს ნორმის 0.07/74წელი, თბილი პერიოდისათვის შემცირება აღწევს ნორმის 0.04/74წელი, ხოლო წლის შემთხვევაში შემცირება ტოლია ნორმის 0.05/74წელი. 100-წლიან დროით ინტერვალზე დაყვანით ნალექთა ჯამების შემცირება ნორმის მიმართ შეადგენს: წლის შემთხვევაში-0.068(დაახლოებით 7%); თბილ სეზონში-0.054 (5%-ზე მეტია); ცივ პერიოდში-0.095 (დაახლოებით 10%).



ნახ.4 საქართველოში დაკვირვების 28 პუნქტის მონაცემების მიხედვით ნალექების წლიური ჯამების ნორმირებულ მნიშვნელობათა ცვლილება 1936-2009 წლებში ტეხილი ხაზი – ფაქტიური მონაცემები; წყვეტილი ხაზი-წრფივი აპროქსიმაცია; მრუდი-აპროქსიმაცია მე-6-ე რიგის პოლინომით: (ა) წლის განმავლობაში; (ბ) თბილ სეზონში; (გ) ცივ პერიოდში; (დ)-ჰაერის ტემპერატურის გადახრები ნორმიდან საქართველოს ოთხი რეგიონისათვის: 1-კაკასიონის მაღალმთიანი ზონა; 2-აღმოსავლეთ საქართველო; 3-დასავლეთ საქართველო; 4-სამხრეთ საქართველო.

აღსანიშნავია, რომ არაწრფივი ტრენდების მიხედვით გლობალური დათბობის პერიოდში (1990-2009 წწ) აღინიშნა ნალექთა ჯამების მატება სხვადასხვა სიჩქარით წლის, თბილი და ცივი პერიოდებისათვის. შესადარებლათ, ნახ.4 (დ)-ზე წარმოდგენილია მიწისპირა ჰაერის ტემპერატურების ანომალიები (გადახრები ნორმიდან) იგივე 28 მეტეოსადგურის მონაცემების მიხედვით საქართველოს 4 რეგიონისათვის [1]. როგორც ვხედავთ, ამ ნახაზებზეც, არაწრფივი ტრენდის მიხედვით, აღინიშნება ტემპერატურის ანომალიების ციკლური ხასიათის რყევა, რომელიც 2010 წლისთვის იწყებს შემცირებას. ამრიგად, არაწრფივი აპროქსიმაციით მიღებული ტემპერატურის

ანომალიების შემცირება და ნალექთა ჯამების ზრდა შესაბამისობაშია ერთმანეთთან და მიანიშნებს გლობალური დათბობის დამთავრებაზე. რამდენად შეესაბამება ეს შედეგი ბუნებრივ პროცესს გვიჩვენებს უახლოესი 10 წლის დაკვირვების მონაცემები (2010-2020 წწ).

ლიტერატურა –REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. K.Tavartkiladze, N. Begalishvili, T. Tsintsadze, A.Kikava. Influence of Global Warming of the Near-Surface Air Temperature Field in Georgia. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, vol.6, no.3, 2012, p.55-60.

გლობალური დათბობის გავლენა საქართველოში ატმოსფერულ ნალექთა ველზე/ კ.თავართკილაძე, ნ.ბეგალიშვილი, თ.ცინცაძე, ნ.ნ.ბეგალიშვილი, ნ.ცინცაძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2015.-ტ.121.-გვ.38-42.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

განხილულია საქართველოს ტერიტორიაზე 1936-2009 წლებში მოქმედი 28 მეტეოსადგურის მონაცემები ნალექთა ჯამებზე წლების და თვეების მიხედვით. დაკვირვების რიგებში გამოტოვებული ელემენტების აღდგენა და რიგების დაყვანა ერთი და იგივე პერიოდამდე შესრულებულია მრავალგანზომილებიან სივრცეში შემთხვევითი ფუნქციის ბუნებრივ ორთოგონალურ ვექტორებად დაშლის მეთოდით.

წარმოდგენილია 1936-2009 წლებში ნალექთა ნორმირებული ჯამების ბუნებრივი ცვალებადობა, მისი წრფივი და არაწრფივი ტრენდები წლის შემთხვევაში, ასევე ცივი და თბილი სეზონებისათვის. დადგენილია, რომ აღნიშნულ პერიოდში საქართველოს ტერიტორიაზე ნალექთა ჯამების შემცირება წრფივი ტრენდების მიხედვით შეადგენს: წლის შემთხვევაში-ნორმის 6.8%/100წ; თბილ სეზონში- ნორმის 5.4%/100წ; ცივ პერიოდში-ნორმის 9.5%/100წ. აღსანიშნავია, რომ არაწრფივი ტრენდების მიხედვით გლობალური დათბობის პერიოდში (1990-2009წწ) აღინიშნება ნალექთა ჯამების მატება.

Impact of Global Warming on the Precipitation Field in Georgia. /K.Tavartkiladze, N. Begalishvili, T. Tsintsadze, N.N. Begalishvili, N. Tsintsadze./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2015. -vol.121. -pp.38-42.- Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

Observational data on monthly and annual sums of precipitation for 28 meteorological stations operating at the territory of Georgia in 1936-2009 are discussed. Reconstruction of gaps in observation series and their reduction to the same period is performed by dividing the random function in multi-dimensional space at natural orthogonal vectors.

Natural variability of precipitation normalized sums in 1936-2009, its linear and non-linear trends in annual respect as well as for cold and warm seasons of the year are demonstrated. It is revealed that during the examined period the reduction of precipitation sums according to linear trends equals to: for the annual sums – 6.8% from the norm/100yr; in the warm season – 5.4% from the norm /100yr and in the cold season – 9.5% from the norm /100yr. It should be noted that according to non-linear trends during the period of apparent manifestation of global warming (1990-2009) the growth of precipitation is being revealed.

Влияние глобального потепления на поле атмосферных осадков в Грузии./Таварткиладзе К.А., Бегалишвили Н.А., Цинцадзе Т.Н., Бегалишвили Н.Н., Цинцадзе Н.Т./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2015.- т.121 .-с.38-42 -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

Рассмотрены данные 28 метеостанций на территории Грузии об атмосферных осадках по годам и месяцам в период 1936-2009 годов. Восстановление пропущенных элементов в рядах наблюдений и их приведение к одному и тому же периоду выполнено разложением случайной функции в многомерном пространстве на естественные ортогональные вектора.

Представлены естественная изменчивость нормированных рядов сумм осадков в 1936-2009 годах, их линейные и нелинейные тренды для годового периода, а также для теплого и холодного сезонов. Согласно линейных трендов, выявлено уменьшение сумм осадков в указанный интервал времени: для годового периода-6.8% от нормы/100лет; для теплого сезона- 5.4% от нормы/100лет; для холодного сезона-9.5% от нормы/100лет. Необходимо отметить, что согласно нелинейным трендам, отмечено увеличение сумм осадков в период глобального потепления (1990-2009гг).

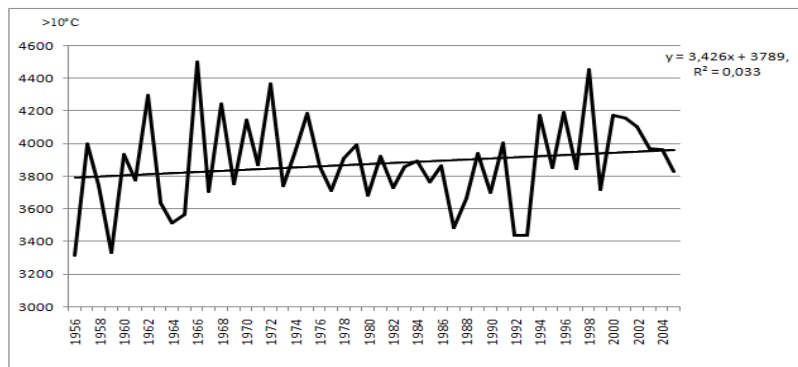
ქედის ტერიტორიაზე გლობალური დათბობის გავლენა მცენარეთა განვითარების ძირითად აბროკლიმატურ მაჩვენებლებზე სავეგეტაციო პერიოდში
მელაძე გ., მელაძე მ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

კლიმატის გლობალური დათბობის ფონზე, რომელმაც დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოც მოიცვა, ჰაერის ტემპერატურის მატებამ შეადგინა საშუალოდ 0.2-0.4°C (შესაბამისად)[1, 2]. აღნიშნული ტემპერატურის მატების ტენდენცია მომავლისათვის აუცილებლად გასათვალისწინებელია, რადგან თუ აღნიშნული ტემპერატურის მატება მომავალშიც გაგრძელდა, სამი-ოთხი ათეული წლის შემდეგ შესაძლოა მიადწიოს მნიშვნელოვან სიდიდეს (1-2°C და მეტს). რომელმაც არ არის გამორიცხული გავლენა მოახდინოს სავეგეტაციო პერიოდში აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) ჯამებზე, რომელიც ძირითადი განმსაზღვრელი აბროკლიმატური მაჩვენებელია მცენარეთა განვითარებისა და პროდუქტიულობისათვის.

აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის ცვლილებასთან დაკავშირებით, დამუშავებულია საბაზისო (მიმდინარე) მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მასალები (1956-2005 წწ). იმავე მაჩვენებლებისათვის გამოყენებულია და დამუშავებულია მომავლის (2020-2050წწ) საპროგნოზო მეტეოროლოგიური მონაცემები, რომელთა კლიმატური პარამეტრები გამოთვლილია ECHAM4-ის მოდელით და A2 სცენარის მიხედვით[1].

სავეგეტაციო პერიოდში კლიმატის გლობალური დათბობა კავშირშია ტემპერატურის ჯამის ცვლილებასთან. აქედან გამომდინარე, განისაზღვრა ტემპერატურათა ჯამები 1956-2005 წწ. პერიოდისათვის და გამოისახა მათი მსვლელობის დინამიკა ტრენდის ხაზით (ნახაზი 1).



ნახაზი 1 აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის (>10°C) მსვლელობის დინამიკა და ტრენდის ხაზი (1956-2005 წწ.)

ტრენდიდან აშკარად ჩანს, სავეგეტაციო პერიოდში ტემპერატურის ჯამის მატების ტენდენცია (>10°C). დასაწყისში (1956 წ.) იგი შეადგენს 3790°C, ხოლო პერიოდის ბოლოს (2005 წ.) 3960°C. მოცემულ პერიოდში ტემპერატურის ჯამი მომატებულია 170°C-ით. ტრენდის მიხედვით, სავეგეტაციო პერიოდში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის აღნიშნული მატება (170°C) აბროკულტურებზე უარყოფით გავლენას. პირიქით, იგი ოდნავ შეუწყობს ხელს მათ განვითარებას იმ ტერიტორიებზე, სადაც ნაკლები სითბო დაიკვირვება.

ქედის ტერიტორიაზე მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემებიდან გამომდინარე, საბაზისოს (მიმდინარე) 1956-2005 წწ. და A2 სცენარით (მომავლის) 2020-2050 წწ. ტემპერატურის 1°C-ითმატების მიხედვით, დადგინდა გაზაფხულზე ჰაერის დღეღამური საშუალო ტემპერატურის 10°C-ის ზევით და ქვევით (შემოდგომაზე) მდგრადი გადასვლის თარიღები. მოცემულ თარიღებს შორის გამოთვლილი იქნა აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღეები). გამოირკვა, რომ ქედის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე საბაზისო აქტიური ტემპერატურის ჯამი (>10°C) შეადგენს 3880°C, ხოლო A2 სცენარის მიხედვით, სავეგეტაციო პერიოდში ტემპერატურის 1°C-ითმატებისას შეადგენს 4200°C, სხვაობა 320°C. ტემპერატურის ეს ჯამი დამატებული საბაზისო აქტიური ტემპერატურის ჯამზე, განსაკუთრებით დადებითად იმოქმედებს ციტრუსოვანი კულტურების სრულ მომწიფებაზე იმ

ადგილებში, სადაც ტემპერატურათა ჯამის ნაკლებობაა. აგრეთვე, სითბოთი უზრუნველყოფს მარცვლეულის, ბოსტნეულის, ვაზის, ტექნიკური (ტუნგი, თამბაქო) ხეილოვანი და სხვა კულტურების ნორმალურ ზრდა-განვითარებას, ნიადაგში შესაბამისი ტენიანობის პირობებში.

მოცემულ ტერიტორიაზე საბაზისო დაკვირვებათა მასალების ანალიზის მიხედვით, ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი საშუალოდ იწყება 30 მარტიდან, ხოლო 10°C-ის ქვევით გადასვლა საშუალოდ 11 ნოემბერს. მომავლის სცენარით, ტემპერატურის 1°C-ით მატებისას 10°C-ის ზევით გადასვლა მოსალოდნელია საშუალოდ 23 მარტიდან, ხოლო შემოდგომაზე 10°C-ის ქვევით გადასვლა 17 ნოემბრიდან. მაშასადამე, გაზაფხულზე ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლა სცენარით, საბაზისოსთან შედარებით იწყება საშუალოდ 7 დღით ადრე, ხოლო შემოდგომაზე 6 დღით გვიან წყდება. აქედან გამომდინარე, ტემპერატურის 10°C-ის ზევით სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა იზრდება საშუალოდ 226 დღიდან (საბაზისო) 239დღემდე (მომავლის სცენარი) ანუ 13 დღით. ეს დღეები სოფლის მეურნეობის მუშაკებს, ფერმერებს და კერძო სექტორის მეურნეებს (მიწათმოქმედებს) საშუალებას მისცემს გაზაფხულზე 7 დღით ადრე ჩაატარონ ნიადაგის მოხვნა და მასში სასუქების შეტანა, მარცვლეული და ბოსტნეული კულტურების თესვა, ჩითილების გადარგვა და სხვა. შემოდგომაზე სავეგეტაციო პერიოდის 6 დღით გახანგრძლივება ხელსაყრელი იქნება საშემოდგომო სამუშაოების დროულად ჩატარებისათვის და სხვა.

საბაზისო და მომავლის სცენარით ტემპერატურის 1°C-ით მატების მიხედვით. შედგენილი ნომოგრამიდან[3] გამოთვლილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამებით უზრუნველყოფა (ცხრილი 1).

ცხრილი 1.ჰაერის აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) ჯამებით უზრუნველყოფა, (%)

წელი	უ ზ რ უ ნ ე კ ე ლ ყ ო ფ ა, %						
	95	90	70	50	30	10	5
1956-2005	3490	3620	3780	3880	4000	4180	4290
2020-2050	3780	3880	4070	4200	4330	4530	4650

ცხრილის მიხედვით, მომავლის სცენარით ჩანს ტემპერატურის 1°C-ით მატებისას აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების (10°C-ის ზევით) მატება, საბაზისოსთან შედარებით. მოცემული მაჩვენებლები საშუალებას იძლევა შეფასდეს ქედის ტერიტორიაზე თუ რამდენი პროცენტით არის უზრუნველყოფილი საბაზისო და მომავლის სცენარით აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები.

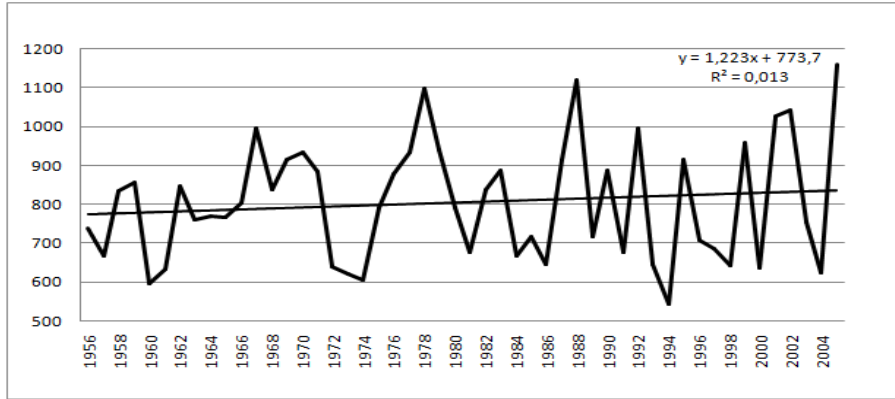
სასოფლო-სამეურნეო თვალსაზრისით, ჰაერის აბსოლუტური მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურები მეტად საყურადღებო კლიმატური პარამეტრებია, განსაკუთრებით აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურა მცენარეთა აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში, ხოლო აბსოლუტური მინიმალური ზამთრის პერიოდში.

აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურები ქედის ტერიტორიაზე მომავლის A2 სცენარით მაღალია საშუალოდ 4°C-ით საბაზისოსთან (37°C) შედარებით, ხოლო აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა შემცირებულია 2°C-ით საბაზისოსთან (-7°C) შედარებით. აღნიშნული მიახლოებებს ყინვების შერბილებაზე, მოცემულ ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში. გამომდინარე აქედან, მომავლის პროგნოზით (2020-2050 წწ) ყინვები განსაკუთრებულად საშიში არ უნდა იყოს ლიმონის, მანდარინის და სხვა კულტურისათვის.

ქედის ტერიტორიაზე ატმოსფერული ნალექების შეფასებისათვის გამოყოფილი იქნა თბილი პერიოდი (სავეგეტაციო). ამ პერიოდში ნალექებს უადრესად დიდი როლი აქვს აგროკულტურების ზრდა-განვითარებასა და მოსავლის ფორმირებაში. აქედან გამომდინარე, განისაზღვრა აღნიშნული ატმოსფერული ნალექების ჯამები 1956-2005 წწ. პერიოდში და გამოისახა მისი მსვლელობის დინამიკა (ნახაზი 2).

ტრენდის მიხედვით, დასაწყისში (1956 წ.) ატმოსფერული ნალექების ჯამი შეადგენდა 775 მმ, ხოლო 50 წლის ბოლოს (2005 წ.) 835 მმ, მატების ტენდენცია შეადგენს 60 მმ. სავეგეტაციო პერიოდში მოცემული მაჩვენებელი რამდენადმე ხელსაყრელ პირობებს შექმნის აგროკულტურების ტენით უზრუნველყოფაში.

თბილ პერიოდში ატმოსფერული ნალექების ჯამების (მმ) სხვადასხვა უზრუნველყოფისათვის (%) გამოყენებულია საბაზისო (მიმდინარე) 1956-2005 წწ. ატმოსფერულ ნალექებზე დაკვირვებათა და მომავლის A2 სცენარით 2020-2050 წლებისათვის გამოთვლილი მონაცემები (ცხრილი 2).



ნახაზი 2 ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამის (IV-X) მსვლელობის დინამიკა და ტრენდის ხაზი (1956-2005 წწ)

ცხრილი 2 ატმოსფერული ნალექების ჯამების (მმ) სხვადასხვა უზრუნველყოფა (%) თბილ პერიოდში (IV-X)

წელი	უზრუნველყოფა, %						
	95	90	70	50	30	10	5
1956-2005	570	620	730	800	890	1040	1110
2020-2050	630	780	960	1230	1410	1730	1840

მოცემული მასალების ანალიზისა და დამუშავების შედეგად გამოვლინდა, რომ თბილ პერიოდში (სავეგეტაციო) საბაზისო ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ) ქედის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე შეადგენს 800 მმ, ხოლო მომავლის სცენარით 1230 მმ. ეს უკანასკნელი 430 მმ-ით მეტია საბაზისოსთან შედარებით, რომლის მატებაში დიდი როლი აქვს თბილი პერიოდის ბოლო თვის (ოქტომბერი) ჭარბ ნალექებს.

ქედის ტერიტორიაზე მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემების ანალიზის საფუძველზე ირკვევა, რომ კლიმატის გლობალური დათბობა გავლენას ახდენს აქტიური ტემპერატურის ჯამებზე, რომელიც ძირითადად განსაზღვრავს აგროკულტურების ზრდა-განვითარებას და მათი გავრცელების ზონებს, აგრეთვე ტემპერატურის 10°C-ის ზევით სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობას.

აღნიშნულ ტერიტორიაზე გლობალური დათბობის გავლენიდან გამომდინარე, მომავლის სცენარით (2020-2050 წწ) ტემპერატურის 1°C-ის მატებისას გათვალისწინებულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების და აგროკულტურების გავრცელების ზონების ცვლილება. აღნიშნულისათვის გამოყენებული იქნა რეგრესიის განტოლებები[4], რომელთა მიხედვით განისაზღვრა აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები და აგროკულტურების გავრცელების ზონები (ცხრილი 3).

ცხრილი 3 აგროკულტურების გავრცელების აგროკლიმატური ზონები

აგროკლიმატური ზონა, ზღ. დონიდან სიმაღლე (მ)	ჰაერის ტემპერატურის ჯამი (>10°C)	
	საბაზისო (მიმდინარე)	სცენარი, ტემპერატურის 1°C-ით მატებისას
I300-900	3930-3110	4080-3240
II900-1500	3110-2260	3240-2470
III1500-2100	2260-1430	2470-1630

I - ზონა ვრცელდება 300 მ-დან 900 მ სიმაღლემდე, სადაც საბაზისო (მიმდინარე) აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3930-დან 3100°C-მდეა, მომავლის სცენარით 4080-3240°C საზღვრებშია. ამ ზონაში გავრცელებულია მარცვლეული, ბოსტნეული, ხეხილოვანი, ჩაი, თამბაქო და სხვა კულტურები. მომავლის სცენარით ვაზის კულტურა (ცოლიკაური, ციცქა და სხვა) შეიძლება გავრცელდეს 700-800 მ-დან 1000-1100 მ-მდე (ზღ. დონიდან), ჩაი 650-750 მ-მდე, მანდარინი 300 მ სიმაღლემდე მიაღწევს სრულ სიმწიფეს ყოველ წელს, ასევე ლიმონი (შეფუთვით), ხოლო საგვიანო მანდარინის ჯიში (უნშიუ) და კივი დამწიფდება 8-9-ჯერ ყოველ ათ წელში, ფორთოხალი და გრეიპფრუტი 2-3-ჯერ ყოველ ათ წელში, სადაც ამჟამად სამრეწველო მიზნით არ არის გაშენებული.

II - ზონა ვრცელდება 900 მ-დან 1500 მ სიმაღლემდე, სადაც საბაზისო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3110-2260°C, ხოლო სცენარით ტემპერატურის 1°C-ით მატებისას 3240-2470°C. მომავლის სცენარის მიხედვით ხორბალი, ქერი, შვრია, კარტოფილი, ბოსტნეული 1400-1500 მ-დან (საბაზისო) აიწვეს მაღლა 1650-1750 მ და მეტ სიმაღლემდე. სამარცვლე სიმინდი 900-950 მ-დან (საბაზისო) საწარმოო მიზნით შესაძლებელი იქნება გავრცელდეს 1100-1200 მ-მდე, ხეხილოვანები 1300-1350 მ-დან (საბაზისო) შესაძლებელია გავრცელდეს 1450-1550 მ სიმაღლემდე.

III - ზონა ვრცელდება 1500-2100 მ და მეტ სიმაღლემდე. აქ აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შემცირებულია 2260-1430°C-მდე (საბაზისო), სცენარით, ტემპერატურის 1°C-ით მატებისას ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 2470-1610°C. ამ ზონაში ხელსაყრელი პირობები შეიქმნება კარტოფილის, ქერის, შვრიის, ხორბლის (საშემოდგომო, საგაზაფხულო) კენკროვანი კულტურების გავრცელებისათვის.

მიღებული კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, გლობალური დათბობა მომავლის სცენარით (2020-2050 წწ.) ქელის ტერიტორიაზე ტემპერატურის 1°C-ით მატება ვერ მოახდენს ნეგატიურ გავლენას აგროკულტურებზე. პირიქით, შესაძლოა პოზიტიური გავლენა იქონიოს ზღ. დონიდან სიმაღლეების მიხედვით აგროკულტურების გავრცელების ზონებზე, სადაც მომავლისათვის აგროკულტურების გავრცელება შესაძლებელი იქნება 100-200 მეტრით უფრო მაღლა, ამჟამად არსებულ საბაზისოსთან შედარებით.

ლიტერატურა -REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბ., 2009, გვ.230
2. თავართქილაძე კ. ჰავის ცვლილების თავისებურებანი საქართველოში. ვ.ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, №2(81), 2008, გვ. 232-239
3. მელაძეგ., მელაძე მ. სავეგეტაციო პერიოდების სითბოთი უზრუნველყოფის პროგნოზები (მომავლის, 2020-2050 წწ.) კლიმატის გლობალური ცვლილების გათვალისწინებით. თსუ, ვ.ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, №3(82), 2011, გვ. 28-32
4. მელაძეგ., მელაძე მ. კლიმატის გლობალური დათბობის გავლენა აგროეკოლოგიურ ზონაზე საქართველოს ტენიან სუბტროპიკებში. საქართველოს გეოგრაფია, №6-7, გამომც. თსუ, 2008, გვ.95-101

ქელის ტერიტორიაზე გლობალური დათბობის გავლენა მცენარეთა განვითარების ძირითად აგროკლიმატურ მაჩვენებლებზე სავეგეტაციო პერიოდში/მელაძე გ.გ., მელაძე მ.გ./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2015.-ტ.121.-გვ.43+47.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

გლობალური დათბობის გათვალისწინებით, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამებისა და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის განსაზღვრისათვის, დამუშავებულია საბაზისო (მიმდინარე) მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა (1956-2005 წწ) და მომავლის (2020-2050წწ) საპროგნოზო მეტეოროლოგიური მონაცემები, რომელთა კლიმატური პარამეტრები გამოთვლილია რეგიონალურიECHAM4-ის მოდელით და A2 სცენარის მიხედვით. განსაზღვრულია აქტიურ ტემპერატურათა და ატმოსფერული ნალექების ჯამები 1956-2005 წწ პერიოდისათვის და ტრენდით გამოსახულია მათი მსვლელობის დინამიკა. მოცემულია საბაზისო და მომავლისსცენარით აქტიური ტემპერატურისა (>10°C) დაატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების სხვადასხვა უზრუნველყოფა (%) თბილ პერიოდში (IV-X).სცენარით, ტემპერატურის 1°C-ის მატებით განსაზღვრულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები და გამოყოფილია აგროკლიმატური ზონები, პერსპექტიული აგროკულტურების გავრცელებით.

IMPACT OF GLOBALWARMING ON THE PLANTS DEVELOPMENTS MAIN AGROCLIMATIC INDICES IN VEGATATION PERIOD ON KEDA TERRITORY./Meladze G., Meladze M/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2015. -vol.121. -pp.43-47- Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

To identify active temperature sums and vegetation period duration the basic (existing) meteorological observation (1956-2005) and future projected meteorological data (2020-2050) have been processed with climatic parameters calculated using ECHAM4 model and A2 scenario considering global warming. The active temperature and precipitation sums were identified for 1956-2005 period and dynamics progress is depicted by trend. The different provision (%) of active temperature (>10°C) and precipitation (mm) sums are given by basic and future

scenarios in warm period (IV-X). Active temperature sums are identified and climatic zones allocated with perspective agriculture spreading at temperature rising by 1°C according scenario.

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ НА ОСНОВНЫЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КЕДА ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД/Меладзе Г.Г., Меладзе М.Г./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2015.- т.121 .-с43-47. -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

Для определения сумм активных температур и продолжительности вегетационного периода с учетом глобального потепления обработаны текущие метеорологические наблюдения (1956-2005 гг) и прогнозные метеорологические данные будущего, климатические параметры которых вычислены региональной моделью ЕСНАМ4 и сценарием А2. Определены суммы активных температур и атмосферных осадков для периода 1956-2005 гг и по тренду изображена динамика хода. Дается обеспеченность (%) по текущему и по сценарию будущего суммы активных температур (>10°C) и атмосферных осадков (мм) за теплый период (IV-X). По сценарию при повышении температуры на 1°C вычислены суммы активных температур и выделены агроклиматические зоны распространения перспективных агрокультур.

წაყინვები კოლხეთის დაბლობზე და მათი გამომწვევი სინოპტიკური პროცესების მოკლე ანალიზი

ჯ.ვაჩნაძე*, ც.დიასამიძე*, რ.სამუკაშვილი*, ზ.ჭავჭავანიძე**

* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

** ე.თაყაიშვილის სახელობის სასწავლო უნივერსიტეტი

დასავლეთ საქართველოს დაბლობ ნაწილში ძირითად გვხვდება ნოტიოსუბტროპიკული კლიმატი. სითბოთი და ტენით უზრუნველყოფა საშუალებას იძლევა გავაშენოთ ციტრუსები, ჩაი, ტექნიკური და სხვა კულტურები. სამწუხაროდ არსებობს რიგი პირობები, რომლებიც ხელს უშლის რეგიონის სასოფლო-სამეურნეო რესურსების უფრო სრულად გამოყენებას, მათ შორის ერთ-ერთი ძირითადი ხელისშემშლელი ფაქტორია წაყინვები.

წაყინვების კლიმატური თავისებურებების ანალიზი, მათი დროში და სივრცეში განაწილების ცოდნა აუცილებელია სოფლის მეურნეობის გაძღოლისათვის. წაყინვების განმეორებადობა, ხანგრძლივობა, ინტენსივობა, შემოდგომის პირველი და გაზაფხულის ბოლო წაყინვების დადგომის, უყინვო პერიოდის და სხვა მახასიათებლების ცოდნა მოგვეხმარება მიწის უფრო რაციონალურად გამოყენებაში, წაყინვებისაგან მცენარეების დაცვის ეფექტური ღონისძიებების შერჩევაში და მოსავლის დანაკარგების შემცირებაში.

დასავლეთ საქართველოს კლიმატი ძირითადად განპირობებულია ატმოსფეროს ცირკულაციის ფორმათა ნაირსახეობით. მათი ინტენსივობით, მონაცვლეობით და ხანგრძლივობით. მეკვლევართა უმეტესობა თანხმდება, რომ საქართველოში არსებული, მიმდინარე და გავრცელებული ატმოსფერული პროცესები ძირითადად შეიძლება დაიყოს ბარიული წარმონაქმნების გადანაცვლების მიმართულების მიხედვით. საქართველოში არსებული ცირკულაციური პროცესების ნაირფეროვნება შეიძლება დაყვანილი იყოს შემდეგ ძირითად ტიპებზე:

- 1 ზონალური ზემოქმედება დასავლეთის მდგენელით (W);
- 1' ზონალური ზემოქმედება აღმოსავლეთის მდგენელით (E);
- 2 მერიდიანული ზემოქმედება ჩრდილოეთის მდგენელით (N);
- 2' მერიდიანული ზემოქმედება სამხრეთის მდგენელით (S);
- 3 ანტიციკლონური მდგომარეობა.

ცხრილი 1. დასავლეთ საქართველოში საშუალო დღეთა რიცხვი ცირკულაციის ტიპების მიხედვით

ცირკულაციის ტიპი		თვე				წელი
		I	IV	VIII	X	
ზონალური ზემოქმედება	W	1	4	9	4	56
	E	7	2	0	0	20
მერიდიანული ზემოქმედება	N	3	5	4	6	56
	S	11	11	9	10	113
ანტიციკლონური ზემოქმედება		9	9	8	10	120

ზონალურ ტიპში გაერთიანებულია პროცესები როდესაც ჰაერის მასები ძირითადად გადაადგილდება დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ (W) ან აღმოსავლეთიდან დასავლეთისკენ (E). ამათგან ჩვენთვის უფრო საინტერესოა W-ს ტიპის პროცესები, რომელიც დაკავშირებულია აზორის ანტიციკლონის ან მისი აღმოსავლეთის თხემის გავლენით საკვლევ ტერიტორიაზე. მერიდიანული პროცესები ძირითადად გამოწვეულია ჩრდილო დასავლეთიდან ჰაერის ცივი მასების შემოჭრით, უფრო იშვიათად ხმელთაშუა ზღვის ციკლონისა ან სამხრეთიდან ფრონტალური აღრევების გავლენით ამიერკავკასიაში (S).

თითოეული აღნიშნული ტიპი სეზონების მიხედვით ხასიათდება ამინდის განსაკუთრებული თვისებებით. შემდგომი დეტალიზაციისათვის სასურველია გავარჩიოთ ერთმანეთისაგან ფრონტალური და შიდამასიური პროცესები. ფრონტალური პროცესები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ფრონტის გადაადგილები მიმართულების მიხედვით და ა.შ. ფრონტალური და შიდამასიური პროცესების მონაცვლეობა დასავლეთ საქართველოში იცვლება სეზონების (თვეების) მიხედვით.

ცხრილი 2. დღეთა საშუალო რიცხვი დასავლეთ საქართველოში ფრონტალური და შიდამასიური ამინდით

ამინდის ხასიათი	თვე				წელი
	I	IV	VII	X	
ფრონტალური	12	16	8	8	132
შიდამასიური	19	14	23	23	234

ისეთი არსებითი კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორი, როგორც შავი ზღვაა, განსხვავებულად მოქმედებს ამინდის ფორმირებაზე ცირკულაციური პროცესების, სეზონების მიხედვით. შავი ზღვა ამცირებს ტემპერატურის კონტრასტულობას და ზრდის ჰაერის ტენშემცველობას. მისი გავლენა მცირდება ზღვიდან დაშორების და აბსოლუტური სიმაღლის ზრდის პროპორციულად.

ჩვენი მოკლე მიმოხილვა ძირითადად ვრცელდება რეგიონის დაბლობ ნაწილზე (500 მეტრამდე), სადაც ცხოვრობს მოსახლეობის უმეტესობა და იწარმოება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის უდიდესი ნაწილი. რეგიონის სიმცირის მიუხედავად აქ აღინიშნება კლიმატური ზონების მრავალფეროვნება ზღვისპირეთის ნოტიო-სუბტროპიკულ ჰავიდან კონტინენტურობამდე. ძირითადად საინტერესოა ის პროცესები, რომლებიც ხელს უწყობს დასავლეთ საქართველოში გაზაფხულის ბოლო და შემოდგომის პირველი წაყინვების გამოჩენის ალბათობას, მათ ხანგრძლივობას, ინტენსივობას და ა.შ.

ზოგადათ საკვლევ ტერიტორიაზე ძირითადად ადგილი აქვს ჰაერის მასების გადაადგილებას დასავლეთიდან – აღმოსავლეთისაკენ. ამ დროს საგრძნობლად გააქტიურებულია აზორის ანტიციკლონი, რომლის ცენტრი უმეტეს შემთხვევაში მდებარეობს სკანდინავიის ნახევარკუნძულზე. ჰაერის მასები შავი ზღვის გავლენით განიცდის ტენით გაჯერებას, გაზაფხულზე და შემოდგომაზე აღინიშნება ადვექციური ტიპის წაყინვები.

იმ შემთხვევაში, როცა აღნიშნულ ტერიტორიაზე ადგილი აქვს ჰაერის ცივი მასების შემოჭრას დასავლეთიდან და ჩრდილო-დასავლეთიდან ერთდროულად; არქტიკული ჰაერის მასები შეიძლება შემოიჭრას ღრმა ციკლონის ზურგში, როცა ციკლონი სტაციონალურია და მისი ცენტრი განთავსებულია ევროპის კონტინენტზე. ასეთ შემთხვევაში ადგილი აქვს ჰაერის ტემპერატურის მკვეთრ დაცემას, ხილვადობის ზრდას და წაყინვების ალბათობა იზრდება მთელ რეგიონში. წაყინვების ალბათობა იზრდება იმ შემთხვევაშიც, როცა ადგილი აქვს ჰაერის ცივი მასების შემოჭრას როგორც დასავლეთიდან, ასევე აღმოსავლეთიდან ერთდროულად.

ანტიციკლონის შემთხვევაში ტერიტორია მაღალი წნევის ველის ქვეშ არის. ამის მიუხედავად ანტიციკლონი ადგილობრივად არის ჩამოყალიბებული თუ გადაადგილდება მეზობელი ტერიტორიიდან, იგი ხასიათდება შედარებით სტაციონალურობით. სეზონის მიუხედავად ამ პროცესებისათვის დამახასიათებელია შედარებით მაღალი ტემპერატურა, და უმეტესად მოწმენდილია, ქარი სუსტია, იზრდება აღმავალი დენების სიჩქარე და წაყინვების ალბათობა მინიმალურია.

საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატწარმომქმნელი ელემენტების, ამინდის ექსტრემალური მოვლენების, კლიმატის თანამედროვე ცვალებადობის, ასევე საკურორტო თუ აგროკლიმატური რესურსების კვლევას მიეძღვნა ამ საუკუნეში ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომელთა მრავალი შრომათა კრებული, მათ შორის №№ 110, 111, 112, 113, 115, 118, 120 და სხვა. ამავე აქტუალური საკითხების კვლევას მიეძღვნა ინსტიტუტის წამყვანი მეცნიერების, მათ შორის: გ. და მ. მელაძეების, ე. და მ. ელიზბარაშვილების, ნ.ბეგალიშვილის, ბ.ბერიტაშვილის, ი.ჩოგოვაძის, თ.თურმანიძის და სხვების მრავალრიცხოვანი მონოგრაფიები, სახელმძღვანელოები, სტატიები შრომათა კრებულებში თუ მოხსენებები საერთაშორისო სიმპოზიუმებზე.

როგორც მეტეოროლოგიაში მიღებულია, წაყინვების ქვეშ ჩვენ ვგულისხმობთ ჰაერის მინიმალური ტემპერატურის ხანმოკლე დროებით დაწევას 0⁰-ზე დაბლა გაზაფხულზე და შემოდგომაზე დადებითი საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის დროს. წაყინვები არათანაბრადაა განაწილებული წლების და თვეების მიხედვით. მათი ალბათობა მკვეთრად იზრდება იმ წლებში, როდესაც ჰაერის ცივი მასების შემოჭრა აღინიშნულ ტერიტორიაზე დაიკვირვება უფრო ხშირად, ვიდრე ჩვეულებრივ აქვს ამას ადგილი.

თავისი გამომწვევი მიზეზის მიხედვით წაყინვები შეიძლება დაიყოს ადვექტიურ, რადიაციულ და შერეულ, ანუ ადვექტიურ-რადიაციულ ტიპებათ. კოლხეთის დაბლობზე უფრო ხშირად გვხვდება ადვექციური ტიპის წაყინვები ასეთი ტიპის წაყინვებისათვის დამახასიათებელია

მოდრუბლულობა (3-5 ბალი და მეტი), ქარი (3-5 მ/წმ და მეტი) და ტემპერატურის შედარებით მცირე ამპლიტუდა (დღე და ღამე). წაყინვების ხანგრძლივობა და ინტენსივობა გვეხმარება ასეთი ტიპის წაყინვების გამოყოფაში.

რადიაციული ტიპის წაყინვები უფრო ხშირია უქარო, უდრუბლო ამინდის დროს. მათი წარმოშობა ძირითადად დაკავშირებულია ნიადაგის ზედაპირის გადაციებასთან ინტენსიური გამოსხივების დროს. მათი ინტენსივობა დიდი არ არის და მზის ამოსვლის შემდეგ ასეთი ტიპის წაყინვები აღარ დაიკვირვება. რადიაციული ტიპის წაყინვები უფრო ხანმოკლე და ლოკალურია. ამ დროს უფრო იგრძნობა რელიეფის გავლენა, ადგილი აქვს ტემპერატურის საგრძნობ ამპლიტუდას და ა.შ.

წაყინვების თავისებურების უფრო სრულად დასახასიათებლად მიღებულია ორი ძირითადი მახასიათებელი უყინვო პერიოდი და წაყინვების დაყოფა ტიპების მიხედვით. აგრომეტეოროლოგიაში აქტიური ვეგეტაციის პერიოდად მიჩნეულია დროს ინტერვალი, როდესაც ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა $\geq 10^{\circ}\text{C}$ -ზე. განსაკუთრებით საშიშია წაყინვები ამ დროს. უყინვო პერიოდის სახელით ცნობილია გაზაფხულის უკანასკნელი და შემოდგომის პირველი წაყინვების დადგომის შორის არსებული დროის ინტერვალი.

ცხრილი 3 წაყინვების დადგომის თარიღი და უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)

საინფორმაციო ზღვის (მ) დასახელება	უკანასკნელი			პირველი			უყინვო პერიოდი		
	აპრილი	მაისი	ივნისი	აპრილი	მაისი	ივნისი	აპრილი	მაისი	ივნისი
ბაღნარი									
220	24/III	25/II	20/IV	19/XII	24/X	3/II	269	186	328
ღესელიძე									
6	14/III	14/II	20/IV	17/XII	16/X	26/I	270	224	317
დურიფში									
250	9/III	9/II	20/IV	11/XII	24/X	3/II	263	186	315
ფოთი									
1	3/III	24/I	1/IV	14/XII	18/XI	1/III	285	242	376
ზუგდიდი									
117	23/III	26/II	24/IV	29/XI	17/X	11/I	250	196	317
ჩაქვი (აგრო)									
30	15/III	30/I	20/IV	23/XII	12/XI	3/XII	282	224	332
ბათუმი (შუქურა)									
2	4/III	24/I	2/IV	1/I	24/XI	8/XII	302	233	404

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს საკვლევ ტერიტორიაზე ყველაზე ადრე უკანასკნელი წაყინვები აღინიშნება იანვრის ბოლოს, ყველაზე გვიან აპრილის III დეკადაში. საშუალო თარიღი იცვლება მარტის დასაწყისიდან მარტის 23-24 რიცხვამდე.

რაც შეეხება პირველ წაყინვებს ყველაზე ადრე გვხვდება ოქტომბრის შუა რიცხვებში, ყველაზე გვიან ნოემბრის 24-ში. ყველაზე გვიან პირველი წაყინვები აღინიშნება უფრო ფართო საზღვრებში – დეკემბრის დასაწყისიდან მარტის 1 რიცხვამდე. პირველი წაყინვების საშუალო ხანგრძლივობა ნოემბრის ბოლოდან 1 იანვრამდეა.

უფრო საინტერესოა უყინვო პერიოდის ცვლილების დიაპაზონი. უმცირესი შეადგენს 186 დღეს (ბაღნარი, დურიფში) და აღწევს 233 დღემდე (ბათუმი). უყინვო პერიოდის უდიდესი სიდიდე იცვლება უფრო დიდ ინტერვალში 312 დან 404 დღემდე. უყინვო პერიოდის საშუალო რაოდენობა იცვლება 250-დან 300 დღემდე, რაც სავსებით საკმარისია სითბოსმოყვარული მცენარეების უდიდესი ნაწილისათვის.

ძირითადი მეტეოსადგურების 35 წლიანი დაკვირვების მასალების ანალიზმა საშუალება მოგვცა თვეების მიხედვით მათი საშუალო რაოდენობის დადგენა (ცხრილი 4).

ამ ცხრილის მიხედვით შეიძლება დავსკვნათ, რომ წაყინვების რაოდენობა მეტია მარტში ვიდრე აპრილში, ასევე მეტია ნოემბერში, ვიდრე ოქტომბერში. წაყინვების რიცხვი უდიდესია სადგურ ლათას მიმდებარე ტერიტორიაზე; უმცირესი რაოდენობა მოსალოდნელია გუდაუთაში და სენაკში და ა.შ.

წაყინვების დღეთა რიცხვი იცვლება წლების მიხედვით. სასურველია მათი რაოდენობის ცოდნა სხვადასხვა უზრუნველყოფით წელიწადში (ცხრილი 5).

ცხრილი 4. წაყინვების საშუალო რაოდენობა

მეტეოსადგური	თვე				
	III	IV	...	X	XI
გაგრა (აგრო)	2.4	0.2	...	0.03	0.8
გუდაუთა	1.8	0.2	...	0.03	0.5
ბაბუშერა	3.1	0.4	...	-	1.2
ლათა	7.3	0.7	...	0.4	3.7
ფოთი	2.2	0.2	...	-	0.5
ზუგდიდი	4.3	0.3	...	0.1	1.3
სენაკი	1.7	-	...	-	0.3
მარტვილი	4.1	0.1	...	0.1	1.2

ცხრილი 5. წაყინვების დღეთა რიცხვი სხვადასხვა უზრუნველყოფით

მეტეოსადგური	უზრუნველყოფა (%)					
	5	10	25	50	75	90
გაგრა	12	10	5	2	-	-
გუდაუთა	8	7	4	2	-	-
ბაბუშერა	12	10	7	4	1	1
გალი	15	13	8	6	1	-
ბათუმი	5	5	4	1	-	-
ჩაქვი	9	8	5	2	1	-
ქობულეთი	16	13	11	7	2	1

ამ ცხრილის ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ 10%-იანი უზრუნველყოფით, ე.ი. 10 წელიწადში ერთხელ წაყინვების უდიდესი რაოდენობა, 13, მოსალოდნელია გალში და ქობულეთში. უმცირესი რაოდენობა გუდაუთაში (7) და ბათუმში (5). 25%-იანი უზრუნველყოფით უდიდესი რაოდენობა მოსალოდნელია ქობულეთში (11), ხოლო უმცირესი - გუდაუთაში და ბათუმში 4 შემთხვევა. 50%-იანი უზრუნველყოფით, ე.ი. ყოველ მეორე წელს ქობულეთში და გალში მოსალოდნელია შესაბამისად 7 და 6 შემთხვევა. უმცირესი რაოდენობა ბათუმში -1, გაგრაში, გუდაუთაში და ჩაქვში 2 შემთხვევა და ა.შ.

წაყინვები, როგორც წესი, არ გამოირჩევა დიდი ხანგრძლივობით. მათი უმეტესობა ხანმოკლეა, მხოლოდ ერთი დღე გრძელდება შემთხვევათა 60%, ორი დღე - 22-25% და ა.შ. მათი არსებობა, როგორც წესი ფიქსირდება დაკვირვების მხოლოდ ერთ ვადაზე, იშვიათად ორზე. ეს მოვლენა იმდენად ხანმოკლეა, რომ მათი უმეტესობა ფიქსირდება არა გარკვეულ ვადის არამედ მინიმალური თერმომეტრის ჩვენების მიხედვით.

ჩვენი გამოკვლევა კოლხეთის დაბლობზე წაყინვების დასახასიათებლად არ იქნება სრული, თუ არ შევეხეთ კიდევ ერთ მახასიათებელს, მათ ინტენსივობას. სათანადო მონაცემები 6 მეტეოსადგურის მაგალითზე მოგვყავს ცხრილში 6.

როგორც ცნობილია ციტრუსოვანი კულტურების დაზიანების ხარისხი დამოკიდებულია მათი განვითარების ფაზაზე, წაყინვების ხანგრძლივობაზე და მათ ინტენსივობაზე. როგორც ცხრილიდან ჩანს საბედნიეროდ წაყინვების უმეტესობა, 60% და მეტი არ არის ინტენსიური, ტემპერატურა არ ეცემა -1°C-ზე დაბლა. მხოლოდ 2 შემთხვევაში ლათაში და 1 შემთხვევაში გალში ტემპერატურა დაეცა -5°C-ზე დაბლა. წაყინვების ინტენსივობა აჭარაში კიდევ უფრო მცირეა ვიდრე აფხაზეთში.

იმ შემთხვევაში თუ საჭირო იქნება მცენარეთა დაცვა ინდივიდუალური (ქსოვილის შემოხვევა), ჰაერის მასების აღრევა, დაბოლება, მუღჩირება, სითბოს დამატებითი წყაროს შემოტანა თუ სხვა ეს მონაცემები სასარგებლო ინფორმაციას მიაწვდის დაინტერესებულ პირებს თუ ორგანიზაციებს.

ცხრილი 6 წაყინვების ინტენსივობა (°C)

ტემპერატურის გრადაცია		გაგრა, თვე				გუდაუთა, თვე				ლათა, თვე			
დან	მდე	III	IV	X	XI	III	IV	X	XI	III	IV	X	XI
0.0	-0.9	56	2	1	18	33	3	1	11	114	16	9	57
-1.0	-1.9	17	3	-	6	19	3	-	2	80	3	5	41
-2.0	-2.9	6	1	-	2	8	-	-	4	42	5	1	15
-3.0	-3.9	4	-	-	1	3	-	-	1	12	1	-	11
-4.0	-4.9	1	-	-	1	1	-	-	-	5	-	-	5
-5.0	-10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
ჯამი		85	6	1	28	64	6	1	18	255	25	15	129

ტემპერატურის გრადაცია		გალი, თვე				ჩაქვი, თვე			ბათუმი, თვე		
დან	მდე	III	IV	X	XI	III	IV	XI	III	IV	XI
0.0	-0.9	56	7	1	28	56	7	3	39	4	1
-1.0	-1.9	39	3	-	11	20	-	2	9	1	2
-2.0	-2.9	18	1	-	10	9	-	-	3	-	1
-3.0	-3.9	7	-	-	5	2	1	1	-	-	-
-4.0	-4.9	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-
-5.0	-10.0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ჯამი		122	11	1	57	87	8	6	51	5	4

წაყინვები კოლხეთის დაბლობზე და მათი გამომწვევი სინოპტიკური პროცესების მოკლე ანალიზი /ჯ.ვანნაძე, ც.დიასამიძე, რ.სამუკაშვილი, ზ.ჭავჭავანიძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2015.-ტ.121.-გვ.48-52-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

განხილულია დასავლეთ საქართველოში წაყინვების გამომწვევი სინოპტიკური პროცესების ძირითადი თავისებურებანი, მათ შორის ამ პროცესების ინტენსივობა, მონაცვლეობა და ხანგრძლივობა.

შესწავლილია წაყინვების სხვადასხვა ტიპების საშუალო რაოდენობა თვეების მიხედვით, წაყინვების დადგომის თარიღი, მათი ინტენსივობა, უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა.

LIGHT FROSTS AT THE KOLKHETI LOWLAND AND SHORT ANALYSIS OF SYNOPTIC PROCESSES CAUSING THEM/J.Vachnadze,Ts.Diasamidze,R.Samukashvili, Z.Chavchanidze/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2015. -vol.121. –pp48-52.- Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

Main features of synoptic processes causing light frosts in West Georgia are discussed, among them intensity, recurrence and duration. Average number according to months of different types of light frosts is investigated as well as dates of their coming, intensity, duration of frostless period.

КРАТКИЙ АНАЛИЗ СИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ЗАМОРОЗКИ НА КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ./Дж.И.Вачнадзе, Ц.О.Диасамидзе, Р.Д.Самукашвили, З.Б.Чавчанидзе/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2015.- т.121 .-с48-52. -Груз., Рез. Груз., Анг., Рус

Рассмотрены основные особенности синоптических процессов, в том числе их интенсивность, продолжительность и последовательность. Изучены основные типы заморозков, среднее число, интенсивность, продолжительность безморозного периода и т.д.

ნისლი კახეთის რეგიონში

რ.სამუკაშვილი*, ჯ.ვანჩაძე*, ც.დიასამიძე*

* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

ნისლი წარმოადგენს საშიშ მეტეოროლოგიურ მოვლენას. იგი ამცირებს მხედველობის სიშორეს, რაც აფერხებს ტრანსპორტის ყველა სახეობის (სახმელეთო, საჰაერო, საზღვაო) ნორმალურ ფუნქციონირებას. ნისლი უარყოფითად მოქმედებს ცოცხალ ორგანიზმებში და კერძოდ ადამიანებში მიმდინარე თერმორეგულაციის პირობებზე. არსებობს ნისლის შიდამასიური (ადექციური, რადიაციული) და ფონტალური სახეობები. მთიან რეგიონებში ადგილი აქვს ადექციური ნისლის ნაირსახეობას-ფერდობების ნისლს. უნდა აღინიშნოს, რომ მათი მიკროფიზიკური მახასიათებლების იდენტიფიკაციის შედეგად ნისლის ცალკეულ სახეობებს შორის დიდი განსხვავება არ არსებობს. აღსანიშნავია ისიც, რომ ტერიტორიაზე ნისლის განაწილების თავისებურებებზე გარდა ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესებისა დიდ გავლენას ახდენს ადგილის ფიზიოგეოგრაფიული პირობები (აბსოლუტური სიმაღლე, რელიეფის შემადგენელი ელემენტების ფორმა და სხვ.)

კახეთის ტერიტორიაზე ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური რაოდენობა მრავალწლიური დაკვირვებების მონაცემებით მოცემულია ცხრილ 1-ში [1,2]. როგორც ცხრილ 1-დან ჩანს, ნისლიან დღეთა საშუალო რაოდენობა წელიწადში მაქსიმალურია დედოფლისწყაროში (85 დღე), საგარეჯოში და უდაბნოში ის შეადგენს შესაბამისად 61 და 67 დღეს. მ მანკვეთის მინიმუმ აღინიშნება ყვარელში (18 დღე), წნორში (20 დღე), ლაგოდეხში (22 დღე). თელავში და გომბორშივე მერყეობს 42 (თელავი)-49 (გომბორი) დღის ფარგლებში, დანარჩენ სადგურებზე კი 27-36 დღის ფარგლებში.

ჩხრილი 1. ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} რაოდენობა

სადგური	(მ)	\bar{n}												წელი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ახმეტა	567	4	3	4	2	1	1	0.4	0.5	1	2	4	4	27
გურჯაანი	410	6	4	4	2	0.8	0.5	0.3	0.2	1	2	4	6	31
დედოფ. წყარო	800	12	10	12	10	4	2	2	2	3	7	9	12	85
თელავი	568	7	5	6	4	2	1	0.6	0.7	1	3	5	7	42
ლაგოდეხი	362	5	3	2	1	0.7	0.4	0.4	0.2	0.7	1	2	6	22
საგარეჯო	802	9	8	9	6	2	1	0.5	0.7	3	5	8	9	61
უდაბნო	780	9	8	11	8	2	1	0.3	0.6	3	6	8	10	67
ოვე														
ყვარელი	440	4	2	1	0.5	2	0.8	0.03	0.04	0.07	0.4	2	6	18
შირაქი	555	7	5	4	2	0.6	0.2	0.2	0.1	0.4	3	5	8	36
წნორი	223	5	2	2	0.7	0.7	0.8	0.07	0.1	0.2	0.6	2	6	20
გომბორი	1085	6	6	6	5	2	2	1	1	3	5	7	5	49
n_{max}														
ახმეტა	567	19	14	15	11	7	10	4	5	7	7	11	9	76
გომბორი	1085	12	18	16	16	7	9	16	11	9	14	14	10	81
გურჯაანი	410	13	10	13	7	3	2	2	3	5	10	11	15	52
საგარეჯო	802	17	16	21	16	7	4	6	4	11	13	17	20	88
ალაზანი	200	9	7	4	4	1	2	2		1	9	11	14	40
უდაბნო	750	17	16	21	16	7	4	6	4	11	13	17	20	88
ყვარელი	440	10	8	4	4	2		1		2	2	10	15	27
შირაქი	555	15	12	10	8	3	1	1	2	2	9	16	16	49
წნორი	223	13	6	10	9	7	2	2	2	3	4	5	16	33

ნისლიან დღეთა მაქსიმალური რაოდენობა n_{max} დაფიქსირებულია ახმეტაში (76 დღე), გომბორზე (81 დღე), საგარეჯოსა და უდაბნოში (88 დღე), მინიმალური რაოდენობა კი - ყვარელში (29 დღე), წნორში (33 დღე), დანარჩენ სადგურებზე იგი მერყეობს 40-53 დღის ფარგლებში.

დამოკიდებულებები $\bar{n}=f(H)$ და $n_{max}=f(H)$ ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$$\bar{n}=80,0H-5,0 \quad (1)$$

$$n_{max}=80,0H+3,0 \quad (2)$$

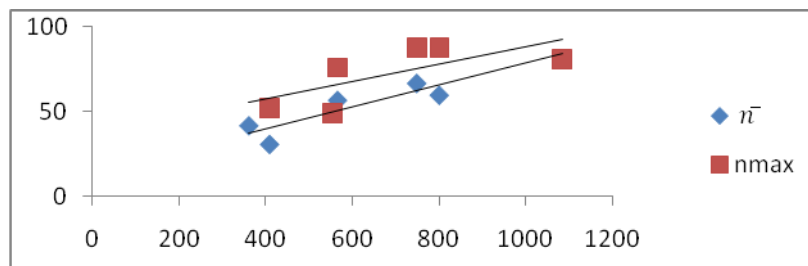
კახეთის ტერიტორიაზე არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების ქსელის მრავალწლიური მონაცემების გამოყენების შედეგად, გარდა ნისლიან დღეთა საშუალო და მაქსიმალური რაოდენობისა გაანალიზებული იქნა ნისლიან დღეთა გრადაციების განმეორადობა თვეებისა და წელიწადის მოხედვით, ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა, ნისლების ხანგრძლივობა დღელამის სხვადასხვა საათებში, თვეების მიხედვით ნისლიან დღეთა გრადაციების (2 დღიანი ინტერვალით) განმეორადობა.

ნისლიან დღეთა სხვადასხვარიცხვის განმეორადობა თვეების მიხედვით (%), მოცემულია ცხრილ 2-ში.

ცხრილი 2. ნისლიან დღეთა სხვადასხვარიცხვის განმეორადობა თვეების მიხედვით (%) თვეების მიხედვით. [2]

დღეების რიცხვი	თვე											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ყვარელი												
0	10	24	31	63	87	100	97	100	97	60	25	3
1-4	52	63	69	37					3	31	69	55
5-8	13											13
9-12											3	3
13-16												13
თელავი												
0	7	7	7	1	30	33	57	70	37	24	3	3
1-4	27	34	28	54	70	67	43	27	60	56	39	34
5-8	36	39	35	30	6			3	3	3	35	10
9-12	24	17	30							7	17	23
13-16												3
17-20	3				12	2						3
გომბორი												
0	4			12	28	49	66	62	17	12	4	8
1-4	12	52	26	44	60	46	30	26	55	48	24	32
5-8	53	20	40		12			8	24	20	35	52
9-12	21	13	26	16		4		4	4	8	29	8
13-16		5	4	4				4		16	29	
17-20		5					4					
ლაგოდეხი												
0	3	14	24	37	57	67	67	80	53	43	13	3
1-4	42	70	59	63	40	33	34	20	47	57	71	52
5-8	46	13	17		3						13	19
9-12	6	3									3	14
13-16												6
17-20												6
გურჯაანი												
0	7	23	17	30	50	64	80	83	48	30	21	3

1-4	34	27	40	53	50	36	80	17	45	51	36	40
5-8	36	40	28	17					7	16	30	28
9-12	3		3								3	10
13-16	3		3									3
საგარეჯო												
0	3	3	3	7	23	37	77	73	23	3	3	
1-4	12	17	27	39	71	63	20	27	60	37	20	27
5-8	28	48	27	24	6		3		14	47	45	41
9-12	37	16	13	6					3	10	20	30
13-16	17	16	21	14							9	13
17-20	3		6									3
წნორი												
0	10	22	33	62	70	85	96	92	85	59	23	12
1-4	40	60	59	34	26	15	4	8	15	41	73	38
5-8	38	18	4		4							18
9-12	8		4	4								4
13-16	4											12
ალაზანი												
0	12	16	50	64	92	92	92	100	83	50	34	18
1-4	68	76	90	36	8	8	8	17	17	46	54	50
5-8	16	8										4
9-12												18
13-16												4
შირაქი												
0	7	4	10	27	57	79	83	96	65	3	11	
1-4	19	46	46	57	43	21	17	4	35	76	36	17
5-8	50	28	40	16						17	35	47
9-12	12	22	4							5	14	32
13-16	12										4	7



ნახ.1 ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} რაოდენობის დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H.

ცხრილ 2-ში მოყვანილი მონაცემები იძლევიან წარმოდგენას ნისლიან დღეთა რიცხვის ცვლილებაზე ცალკეულ წლებში და თვეებში. თვითოეული გრადაციის განმეორება ცხრილში წარმოდგენილია პროცენტებში (დაკვირვების წლების რიცხვიდან) მოცემულ თვეში ან წელიწადში. [2].

წელიწადში ნისლიანი დღეების სხვადასხვა რიცხვის განმეორება (%) მოცემულია ცხრილ 3-ში. როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, წელიწადში ნისლიანი დღეების მაქსიმალური განმეორება აღინიშნება ყვარელში 11-20 დღე (36%), თელავში 41-45 დღე (23%), გომბორზე 41-55 და 61-70 დღე (შესაბამისად 16%), ლაგოდეხში 16-205 დღე (35%), გურჯაანში 31-35 დღე (28%), საგარეჯოში 56-70

დღე (16%), წნორში 26-30 დღე (23%), ალაზანზე 21-25 დღე (22%), შირაქში 36-40 დღე (39%), თიანეთში 26-30 დღე (23%).

ცხრილი 3. წელიწადში ნისლიანი დღეების სხვადასხვა რიცხვის განმეორადობა (%).

დღეების რიცხვი	სადგური									
	ყვარელი	თელავი	გომბორი	ლაგოდეხი	მეორეჯანი	საგარეჯო	წნორი	ალაზანი	შირაქი	თიანეთი
1-5							12	4		
6-10	4				3		12	36		
11-15	36			6	7		19	17		7
16-20	36	3	6	35	7		15	13	10	10
21-25	18	10	10	25	7		4	22	10	21
26-30	7	3	6	14	14		23	4	7	28
31-35		10	6	14	28	7	15		17	7
36-40		14		6	14	10		4	39	14
41-45		23	16		14	7			7	3
46-50		14	6		3	7			10	3
51-55		10	16		3	10				7
56-60		10	6			16				
61-70			16			16				
71-80			6			10				
81-90			6			17				

ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა საათებში მოცემულია ცხრილ 4-ში.

როგორც ცხრილ 4-დან ჩანს, თვეების მიხედვით ნისლების საშუალო ხანგრძლივობის აბსოლუტური მაქსიმუმი აღინიშნება თელავში-იანვარში (74,5 სთ), ლაგოდეხში-დეკემბერში (49,0 სთ), საგარეჯოში-იანვარში (84,5სთ), წნორში-დეკემბერში (50,2 სთ), სიღნაღში-მარტში (121,0 სთ), შირაქში-დეკემბერში (55,4 სთ). ნისლების საშუალო ხანგრძლივობის აბსოლუტური მინიმუმს ყველა სადგურზე ადგილი აქვს ზაფხულის თვეებში: თიანეთში ის შეადგენს 1,7 სთ (VIII), თელავში 1,1 სთ

(VII), ლაგოდეხში 0,4 სთ (VIII), საგარეჯოში 1,2 სთ (VII), წნორში 0,1 სთ (VII), სიღნაღში 10,8 სთ (IV), შირაქში 0,2 სთ (VI ,VIII). ყველა სადგურისაგან განსხვავებით, ამ მაჩვენებლის აბსოლუტურ მინიმუმს სიღნაღში ადგილი აქვს აპრილში. წელიწადში ნისლების საშუალო ხანგრძლივობით პირველ ადგილზეა სიღნაღი (79,1სთ), მეორეზე-საგარეჯო (486,8სთ), მესამეზე-თელავი (238,8სთ). ამ მაჩვენებლის აბსოლუტური მინიმუმი აღნიშნულია წნორში (103,7სთ). ნისლების განმეორადობა დღეში, მაქსიმალურია წელიწადის ცივ (X-III) პერიოდში (მერყეობს 5,4-10,4%-ის ფარგლებში) და მინიმალურია თვილ (IV -XI) პერიოდში (მერყეობს 1,7-5,8%-ის ფარგლებში).

ცხრილ 5-ში მოცემულია ნისლების ხანგრძლივობა დღელამის სხვადასხვა საათებში.როგორც ცხრილ 5-დან ჩანს, ნისლების ხანგრძლივობა ყველა სადგურზე წელიწადში მაქსიმალურია ექვსიდან თორმეტ საათამდე. თელავში იგი შეადგენს-79,4 საათს, საგარეჯოში-160,9 საათს, შირაქში კი 69,3 საათს. მეორე ადგილზეა ნისლების ხანგრძლივობა ღამის საათებში (24-6 სთ): თელავში იგი შეადგენს-70,8 სთ, საგარეჯოში-28,9 სთ, შირაქში-63,7 საათს.ნისლების ხანგრძლივობის მინიმუმი წელიწადში აღინიშნება თელავში და საგარეჯოში 18-24 საათის ინტერვალში (შესაბამისად 16 და 94,4 სთ), შირაქში კი 12-18 საათის ინტერვალში (16,3 სთ). ნისლების ხანგრძლივობა მაქსიმალურია წელიწადის ცივ (X-III) პერიოდში და მინიმალურია-თბილ (IV-IX) პერიოდში. აღსანიშნავია, რომნისლების ხანგრძლივობა წელიწადის ცივ პერიოდში (დაკვირვების დროის

ოთხეკენტიერვალისათვის) მის ხანგრძლივობასთან შედარებით წელიწადის თბილ პერიოდში საშუალოდ მეტია თელავში 11,7-ჯერ, საგარეჯოში 7,8-ჯერ, შირაქში 30,2-ჯერ.

ცხრილი 4. ნისლეების საშუალო ხანგრძლივობა (სთ). [2].

ოვე															ნისლის განმეორადობა დღეში		
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	წელი	X-III	IV-IX	წელი
თიანეთი																	
20.8	15.8	17.2	5.6	6.6	1.5	2.5	1.7	3.7	10.5	22.5	21.4	132.4	29.5	161.9	6.0	4.9	5.8
თელავი																	
56.7	35.9	31.9	13.0	4.5	1.2	1.1	1.6	1.8	13.2	24.2	50.7	212.6	26.2	232.8	6.4	2.9	5.7
ლაგოდეხი																	
34.2	13.0	8.9	3.4	1.5	1.3	0.6	0.4	2.2	2.6	11.2	49.0	118.9	9.4	128.3	6.3	3.1	5.8
საგარეჯო																	
84.5	64.2	76.1	41.1	9.0	4.7	1.2	2.8	16.4	42.2	69.4	75.2	411.6	75.2	486.8	8.6	5.8	8.0
წნორი																	
28.4	9.1	5.0	1.3	0.4	0.8	0.1	0.4	0.4	1.7	5.9	50.2	100.3	3.4	103.7	5.6	1.7	5.2
სიღნაღი																	
110.6	97.0	121.0	10.9	41.9	27.3	18.4	19.7	50.6	84.2	108.1	104.4	625.3	168.8	794.1	10.4	4.8	8.4
შირაქი																	
52.9	26.7	15.2	6.3	0.8	0.2	0.3	0.2	0.9	10.3	73.8	55.4	174.3	8.7	183.0	5.4	2.2	5.1

ცხრილი 5. ნისლეების ხანგრძლივობა დღეღამის სხვადასხვა საათებში. (სთ)

საათები	ოვე												X-III	IV-IX	წელი	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII				
თელავი																
18-24	12,5	7,5	4,5	0,6	0,4	0,08		0,3	1,0	4,0	3,4	11,7	43,6	2,4	16,0	
24-6	15,3	10,0	12,7	4,9	1,8	0,2	0,02	0,6	1,2	5,6	7,7	10,6	61,8	8,9	70,8	
6-12	18,1	13,3	12,1	6,2	2,0	0,8	0,2	0,6	1,8	0,7	10,0	13,2	67,1	12,3	79,4	
12-18	10,8	5,4	2,6	1,3	0,3	0,07	0,9	0,06	0,8	2,9	3,1	12,5	40,0	2,5	42,5	
საგარეჯო																
18-24	22,8	12,2	12,9	3,3	1,0	0,7			1,5	8,1	14,6	17,3	87,0	6,5	94,4	
24-6	18,6	16,7	23,6	7,2	1,8	0,6	0,01	0,3	4,3	11,8	20,1	23,3	114,1	14,8	128,9	
6-12	20,3	23,8	24,4	23,4	4,1	1,8	1,2	0,9	5,8	14,2	22,3	18,8	123,7	37,2	160,9	
12-18	22,8	11,5	15,2	6,6	2,1	1,6	0,01	1,6	4,8	8,1	12,5	15,8	85,9	16,7	102,6	
შირაქი																
18-24	11,1	3,7	1,5	0,3	0,1		0,09		0,1	0,8	2,6	13,3	33,0	0,6	33,6	
24-6	16,9	8,3	5,5	3,5	0,2	0,06	0,06	0,02	0,4	4,3	5,1	19,4	59,5	4,2	63,7	
6-12	19,0	12,0	7,3	2,4	0,3	0,04	0,1	0,07	0,4	5,0	5,5	17,2	66,0	3,3	69,3	
12-18	5,9	2,7	0,9	0,1	0,2	0,05	0,09	0,1		0,2	0,6	5,5	15,8	0,5	16,3	

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

- საქართველოს სამეცნიერო გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი. ნაწ.1. ცალკეული კლიმატური მახასიათებლები. თბილისი. 2004წ.
- Справочник по климату СССР выпуск 14. ОблачностьиатмосферныеявленияГидрометеиздат, Л. 1970г.

ნისლი კახეთის რეგიონში/რ.სამუკაშვილი, ჯ.ვაჩნაძე, ც.დიასამიძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული 2015წ., ტ.121,გვ.53-58. - ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

გაანალიზებულია ნისლის კლიმატური მახასიათებლების ტერიტორიული განაწილების თავისებურებები.

A FOG REGION OF KACHETI/ R.Samukashvili, J.Vachnadze, Ts.Diasamidze/Transactions of the Institute of Hidrometeorologi, Georgian Technical University. -2015. vol.121, pp.53-58. , Georg, Summ, Georg, Eng., Russ. Regularity of teritorial distribution of fogs climatical characteristic is analazed.

ТУМНЫ ВРЕГИОНЕ КАХЕТИ/Р.Д.Самукашвили, Дж.И.Вачнадзе, Ц.О.Диасамидзе/Сб. Ерудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета. 2015, -т.121, ст.53-58.- Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

Проанализованнащщбенности территориального распределения климатических характерстик тумана

**შავი ზღვის ჰიდროლოგიური რეჟიმის თანამედროვე დინამიკა
(ბათუმის სანაპიროს მაგალითზე)**

ბ. ჭიჭილეიშვილი¹, ს.ხორავა¹, ე.ელიზბარაშვილი²

¹- ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

²- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

გლობალური დათბობის ფონზე კლიმატის ცვლილების შედეგები ყველაზე მეტად შეეხო ოკეანეების და ზღვების დონეების რყევადობას და ტალღურ რეჟიმს, რომელიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სანაპირო ზონაში მიმდინარე რთულ მორფოდინამიკურ პროცესებზე და აქტიურ წარცხვებში გამოიხატება.

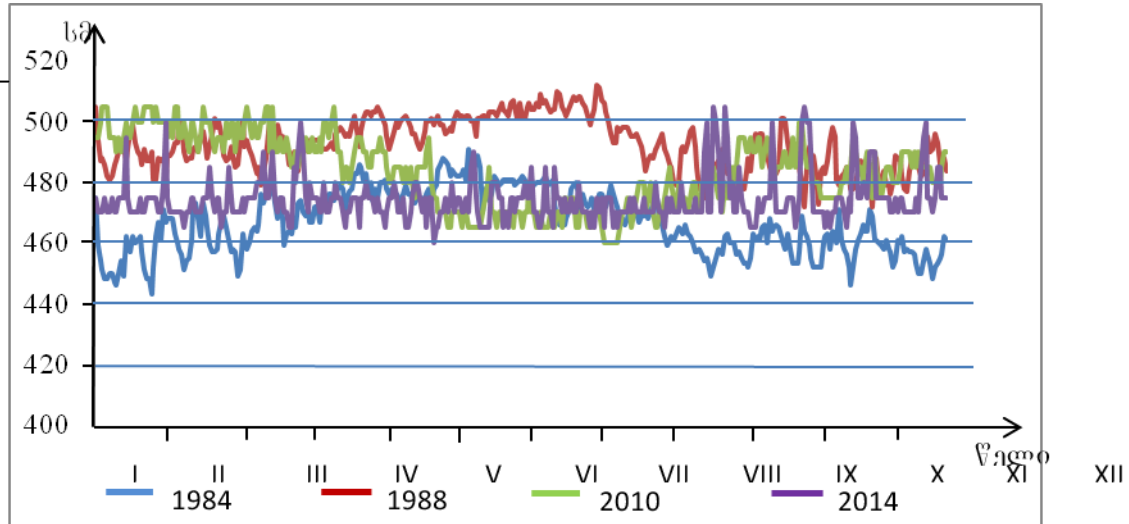
ზღვებისა და ოკეანეების სანაპიროებს, რომელთაც მნიშვნელოვანი ადგილი უკავიათ წყლისა და ხმელეთის საკონტაქტო ზონაში, ანთროპოგენული დატვირთვით გამოირჩევიან და მსოფლიო ოკეანის სანაპირო ზონის 72% (კრიოგენული ნაპირების გარდა) ათვისებულია ადამიანის მიერ. ზღვის სანაპირო ზონის მდგრადობა პირდაპირ კავშირშია ევსტეტიკურ, ეპიროგენეტულ და ტალღურ პროცესებთან. თანამედროვე პერიოდში მსოფლიო ოკეანის ნაპირების წარცხვის არეალების და ინტენსივობის ზრდა უშუალოდ ზემოთ აღნიშნულ ფაქტორებითაა განპირობებული[3-5].

გლობალური დათბობის ფონზე არქტიკულმა და ანტარქტიულმა ყინულის საფარმამასიურად დაიწყო დნობა, რის ხარჯზეც მსოფლიო ოკეანის დონე საკმაოდ დიდი ტემპით მატულობს. აღნიშნულიდან გამომდინარე ჩვენი კვლევის მთავარი მიზანია, თუ რამდენად აისახა მსოფლიო ოკეანის დონის რყევადობა შავი ზღვის ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე, რომელიც ეფუძნება გარემოს ეროვნული სააგენტოს “შავი ზღვის ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორიის” ზღვის ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე დაკვირვების მასალებს, როგორცაა: დონეების რყევადობა დაშტორმული ინტენსივობის აქტიურობა.

რეჟიმული კვლევის 50 წლიანი სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებამ, გრაფიკულმა გამოსახვამ და ანალიზმა საინტერესო სურათი მოგვცა, როგორც დონეების რყევადობის შესახებ, ასევე შტორმული მოქმედების რაოდენობრივი მაჩვენებლის შესახებ.

ბათუმის პორტის აკვატორიაში განთავსებული საზღვაო ჰიდროლოგიური სადგურის 1963 – 2014 წლების ზღვის დონის რყევადობაზე ყოველდღიური, რეჟიმული დაკვირვების მასალების დამუშავებამ და ანალიზმა გვიჩვენეს, რომ დონის რყევადობის მრავალწლიური რეჟიმი დარღვეულია და გვაქვს საინტერესო ცვლილებები. წარმოდგენილი გრაფიკული გამოსახულებიდან (ნახ. 1.) კარგად ჩანს, რომ აჭარის ზღვის სანაპიროზე ბოლო 20 წლის განმავლობაში ზღვის დონემ საგრძნობლად მოიმატა და საშუალო ნიშნულმა 20 სმ-ს გადააჭარბა. დონის რყევადობის ექსტრემალურმა (მაქსიმალური, მინიმალური) მაჩვენებლებმა თანაბრად მოიმატა და შეინარჩუნა 50 სმ-იანი წლიური ამპლიტუდა. შავი ზღვის დონის საშ. ნიშნული ბალტიის ზღვის დონესთან შედარებით შეადგენდა 470 სმ-ს, დღეს 490 სმ-ს ფარგლებშია. თანაბრად აიწია როგორც მაქსიმალურმა (490 სმ-დან 510 სმ-მდე), ასევე მინიმალურმა (440 სმ-დან 460 სმ-მდე) ნიშნულებმაც. დონის რყევადობის გრაფიკული გამოსახულებიდან კარგად ჩანს, რომ მაქსიმალური ნიშნული (500 სმ-იანი პიკი) წლების განმავლობაში ფრაგმენტულად შეიმჩნეოდა (1964 წ ნოემბერი, 1970 წ ივნის-ივლისი და 1971 წ აგვისტო), ხოლო 1986 - 1989 წლებში და 2005 წლიდან დღემდე ყოველწლიური ხასიათი მიიღო.

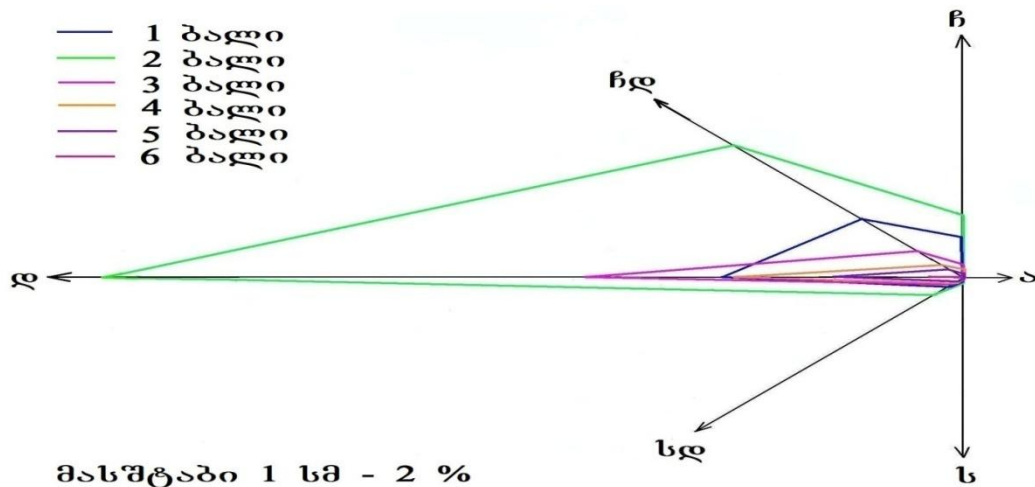
შეიცვალა ზღვის დონის რყევადობის წლიური მსვლელობის რეჟიმიც: 1989 წლამდე დონის რყევადობის წლიური მსვლელობისას შეიმჩნეოდა შემოდგომა - ზამთრის მინიმუმი და გაზაფხული – ზაფხულის მაქსიმუმი, 2004 – 2006 წლებში კი – დაირღვა წლიური მსვლელობის მრავალწლიური ფორმა და ხასიათდებოდა თანაბარი რეჟიმით, 2006 – 2013 წლებში გამოიკვეთა მკვეთრად განსხვავებული ფორმა დონის რყევადობისა, რომელიც ხასიათდება ზამთარ - გაზაფხულის მაქსიმუმით და ზაფხულ - შემოდგომის მინიმუმით, ხოლო 2014 წლის წლიური მსვლელობისას 500 სმ-იანი პიკური მაჩვენებელი კვლავ დაუბრუნდა ადრინდელ საშუალო მრავალწლიური რეჟიმის მაჩვენებელს (470 სმ) და თანაბარი მსვლელობით გამოიხატება (ნახ. 1.).



ნახ. 1. შავი ზღვის დონის რყევადობის წლიური რეჟიმი

ზოგიერთი მკვლევარების აზრით გასული საუკუნის განმავლობაში მსოფლიო ოკეანის დონემ საშუალოდ 20 სმ-ით მოიმატა, რომლის საშუალო სიჩქარე 2 მმ შეადგენს წელიწადში, ხოლო ჩვენის დაკვირვებით შავი ზღვისას, რომელიც ბათუმის შავი ზღვის ჰიდროლოგიური ცენტრის რეჟიმული დაკვირვების მასალების მონაცემებზეა დამყარებული, შეადგინა საშუალოდ 3 მმ წელიწადში.

ბოლო წლებში გლობალურმა კლიმატურმა პროცესებმა შეცვალა, როგორც ციკლონების მოქმედების რეჟიმი, ასევე მასზე დამოკიდებული შტორმული ზემოქმედებაც [1,2], ე.ი. ტრანსფორმაცია განიცადა დელტის რეჟიმაც, რომელიც მათ სისშირეში, ტალღის მიმართულების და პარამეტრების გარდაქმნაში გამოიხატა. აჭარის ზღვის სანაპიროზე ტალღური რეჟიმის დინამიკა კარგად ჩანს დელტის სტატისტიკური ნაქეთის გრაფიკულ გამოსახულებაში (ნახ. 2.), რომელიც გვიჩვენებს რეგიონის 30 წლიანი ტალღური ზემოქმედების რეჟიმს (სამწუხაროდ ბოლო ოცი წლის განმავლობაში, ჰიდროლოგიური სადგურის დემონტაჟის გამო, ზუსტი მონაცემები ტალღის პარამეტრებზე არ ხდება და მიღებული ინფორმაცია ტალღის ბალიანობაზე და მიმართულებაზე, ვიზუალური დაკვირვების შედეგია. შესაბამისად შეგვიძლია ვიმსჯელოთ მხოლოდ დელტის რაოდენობრივ მაჩვენებელზე).



ნახ. 2. დელტის სტატისტიკური ნაქეთის გრაფიკი. ბათუმი (1961-1989)

ბათუმის ზღვის სანაპირო ზონაში დელტის 4 ბალიანი და მეტის დინამიკა წლების მიხედვით ნაჩვენებია პირველ ცხრილში (ცხრ. 1), სადაც 10 წლიანი პაუზების მიხედვით თუ ვიმსჯელოთ (1989 - 2002 წლების დაკვირვებების მონაცემები დაკარგულია), აშკარად ჩანს

შტორმების რაოდენობრივი მახასიათებლების მკვეთრი ზრდა: 70-ანი წლებიდან დღემდე 5 ბალიანი შტორმიანი დღეების რაოდენობა თითქმის ორჯერ გაიზარდა, 6 ბალიანის – 3-ჯერ, 7 ბალიანი დაფიქსირდა 3-ჯერ და 4 ბალიანის რაოდენობა ოდნავ შემცირდა.

1962 - 1988 წლების (25 წლიან პერიოდის) შტორმული დღეების რაოდენობრივი მაჩვენებლები თითქმის თანაბარია, ხოლო 2003 - 2014 წწ. შტორმული მოდენების რაოდენობრივი მახასიათებლები საკმაოდ განსხვავებულია. შემცირდა მხოლოდ შტორმების განმეორადობის საერთო რაოდენობის მაჩვენებელი 4 ბალიან ინტერვალში,

ცხრილი 1. შავი ზღვის შტორმული ინტენსივობის მახასიათებლები (5 ბალი და მეტი).

წლები	შტორმების სიმძლავრე და რაოდენობა			
	4 ბალი	5 ბალი	6 ბალი	7 ბალი
1962-1971	326	76	6	–
1978-1988	643	95	2	–
2003-2014	272	128	16	3

მის ზევით ენერგეტიკული და რაოდენობრივი ფონი მკვეთრად გაიზარდა: მოიმატა 5 და 6 ბალიანმა დღეებმა, 7 ბალიანი შტორმი საერთოდ არ იყო დაფიქსირებული და ისიც გამოჩნდა. შეიცვალა მიმართულებები და სეზონური მსვლელობის რეჟიმი. 2000 წლამდე რეგიონში გაბატონებული იყო დასავლეთი რუმბების შტორმები. მათ შორის დასავლეთის მიმართულების ძლიერი დღეების განმეორებადობა შეადგენდა დაახლოებით 91,6 %, სამხრეთ-დასავლეთის - 1,2 %, ხოლო - ჩრდილო-დასავლეთის 7,2 %. ჩრდილოეთის რუმბების ძლიერი დღეები თითქმის არ აღინიშნება. ბოლო 20 წელიწადში შტორმების რაოდენობრივი მახასიათებლის მატეების მიუხედავად, შემცირდა ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულების დღეები და მთლიანად გადანაწილდა დასავლეთზე. ადრე ძლიერი დღეები ძირითადად თუ მოდიოდა ზამთრის (ნოემბერი-მარტი) სეზონში, დღეს შესაძლებელია გამოვლინდეს შუა ზაფხულშიც.

შედევად ხარისხობრივად მეტი რაოდენობის შტორმულ ზემოქმედებას, აბრაზიულ პროცესების გააქტიურება მოყვა, რამაც გამოიწვია სანაპირო ზოლის წარეცხვის ტემპის მატება, მაგ: 2005 წ. ერთმა 6 ბალიანმა დღემ, რომლის ხანგრძლივობა იყო 25 სთ, სოფელ ადლიაში აეროპორტის მიმდებარე ტერიტორიაზე წარეცხა 18 მ ნაპირი.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. აჭარის კლიმატის ცვლილების სტრატეგია (გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენცია). თბილისი, 2013, 44გვ.
2. ე.ელიზბარაშვილი, მ.ტატიშვილი, ე.ელიზბარაშვილი, დ.მესხია, შ.ელიზბარაშვილი. – საქართველოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პირობებში. თბილისი, 2013, 128 გვ.
3. ა.კიკნაძე, გ.რუსო, ს.ხორავა. ზღვის ნაპირდაცვის პრობლემების გადაჭრა აჭარაში. საქ. საინჟინრო აკადემია. თბილისი, 1998, გვ.23-30.
4. მ. შვანგირაძე, გ. მეტრეველი. საქართველოს სანაპირო ზოლის მოწყველადობის შეფასება. გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენცია (საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება). თბილისი, 2008, 23 გვ.
5. ს. ხორავა ქ. ბათუმის ზღვის სანაპირო ზონის განვითარების პერსპექტივები და პრობლემები. ბათუმი, 2011, 120გვ.

შავი ზღვის ჰიდროლოგიური რეჟიმის თანამედროვე დინამიკა (ბათუმის სანაპიროს მახალთაზე)/ხ. ჭიჭილეიშვილი, ს.ხორავა, ე.ელიზბარაშვილი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2015.ტ.121.გვ59-62.ქართ. რეზ: ქართ., ინგლ., რუს.

დედამიწის ან მისი ცალკეული რეგიონების ჰავის ცვლილების შესწავლა თანამედროვეობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პრობლემაა. გლობალური დათბობის პროცესი რომელიც ამჟამად მიმდინარეობს, მზე-ატმოსფერო-დედამიწის ენერგეტიკული დონის წონასწორობის რღვევამ გამოიწვია. გლობალური პროცესები გეოგრაფიული გარსის ყველა

კომპონენტს შეეხო, კერძოდ, მასიურად დაიწყო მაღალი განედების ყინულოვანი საფარის დნობა, შედეგად დაიწყო მსოფლიო ოკეანის დონის მატება, რომელმაც გავლენა მოახდინა მისი ნაწილების ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე. ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე საინტერესოა რამდენად შეიცვალა შავი ზღვის ჰიდროლოგიური რეჟიმი, კერძოდ: ზღვის დონის რყევადობა და შტორმული მოქმედების ინტენსივობა.

The Dynamics of the Black Sea Hydrological Mode(On the Example of the Batumi Seashore)/Kh.Chichileishvili, S.Xorava, E.Elizbarashvili/Transactions of the Institute of Hydrometeorology et the Georgian Technical University. 2015, vol.121, pp.59-62. Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.

One of the most important issues of modernity is the study of the climate changes of the whole Earth or its separate regions. The current process of global warming has been caused by the imbalance of the sun-atmosphere-earth energy level; the global processes have affected all the components of the geographical environment, in particular, a high-latitude ice cover has begun to melt massively, resulting in the world ocean level increasing, what, in its turn, has also influenced the hydrological mode of its components. From the above mentioned the most interesting problem is the hydrological mode change of the Black Sea represented by the level fluctuation and the storm impact intensity.

Современная динамика гидрологического режима Черного моря(на примере Батумского побережья)/ Х.Чичилеишвили, С.Хорава, Э.Элизбарашвили/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии ГрузинскогоТехнического университета. 2015. вып.121, с.59-62. Груз. Рез: Груз.,Англ., Рус.

Исследование изменения климата Земли или отдельных её регионов, является одной из важнейших проблем современности. Глобальное потепление которое происходит в настоящее время, вызвано энергетическими изменениями равновесия системы Солнце – атмосфера - Земля. Глобальные процессы коснутся всей географической оболочки Земли. В частности, начнётся массовое таяние ледников, как в высокогорных районах, также Арктических и Антарктических регионах, что вызовет повышение уровня океана и соответственно изменение гидрологического режима. Из вышесказанного интересно: насколько процессы гидрологического режима коснулись изменения уровня Чёрного моря и его штормовых процессов, что и рассматривается в статье.

ჰავის ცვლილება აჭარის ტერიტორიაზე და მისი გავლენა ნალექიანობის რეჟიმზე

ე.ელიზბარაშვილი¹, ნ.ფაღავა², ც.ქაშადაძე²

¹- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

²- ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

გლობალური ჰავის თანამედროვე დათბობის ფონზე, რეგიონალური ჰავის ცვლილების პროცესი სრულად განსხვავებულად შეიძლება მიმდინარეობდეს. ამის კლასიკურ მაგალითს საქართველოს ტერიტორია იძლევა, სადაც ძირითადად დათბობის პროცესი მიმდინარეობს, მაგრამ აჭარაში აცივებას აქვს ადგილი[1,2]. ტემპერატურული ველის ცვლილების პროცესი აჭარაში შესწავლილია. მიუხედავად იმისა, რომ ნალექიანობის რეჟიმი მოსალოდნელი ცვლილებისა და მასთან ადაპტაციის ოპტიმალურ ღონისძიებათა შემუშავებას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს, აჭარის ტერიტორიისთვის იგი შეუსწავლელია. ნაშრომის მიზანი ამ ხარვეზის მოკრძალებული წვლილის შეტანა შეადგენს. კერძოდ, შესწავლა იმისა, რომ გასული საუკუნის განმავლობაში აჭარაში ტემპერატურული რეჟიმის ცვლილების შედეგებმა რა გავლენა მოახდინა ნალექიანობის რეჟიმზე და უახლოეს წლებში ნალექიანობის ცვლილების როგორი ტენდენციებია მოსალოდნელი.

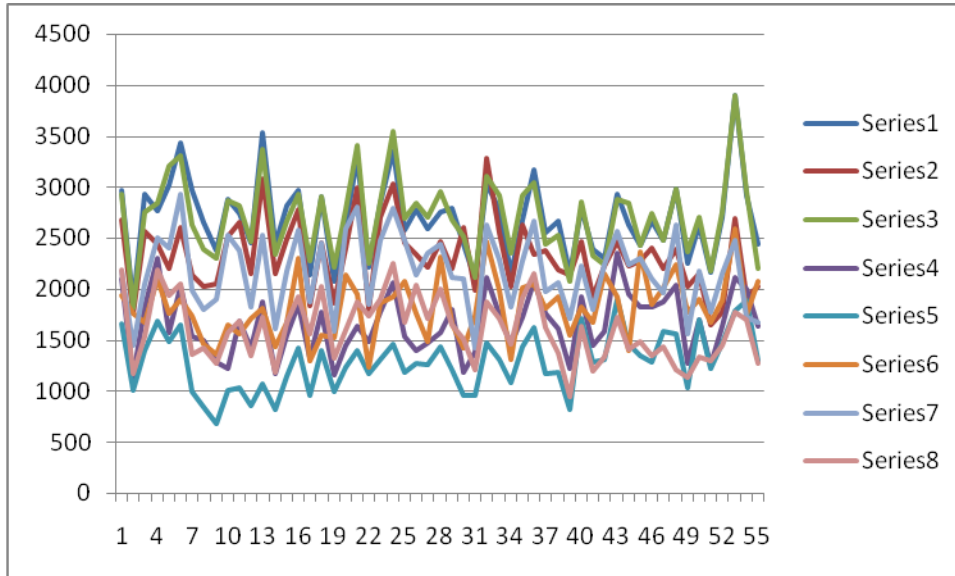
ამ ამოცანის გადასატრედად გამოვიყენეთ აჭარის ტერიტორიაზე განლაგებული დაკვირვების ხუთი პუნქტის მანაცემები (1936 – 2000 წწ). განსაზღვრულ იქნა აჭარის ტერიტორიაზე ნალექიანობის ალბათობის სიმკვრივე, ნალექების ცვლილების მიმართულება და ინტენსიურობის ალბათობა.

ჰავის ცვლილების განსაზღვრული ძირითადი პარამეტრი მიწისპირა ტემპერატურული ველია. მე-20-ე საუკუნის განმავლობაში ტემპერატურული ველის ცვლილება საქართველოს ტერიტორიაზე და რა თქნა უნდა აჭარაშიც კარგადაა შესწავლილი[1, 2, 3 და სხვ]. ცნობილია, რომ ისე როგორც შავი ზღვის მთელ აკვატორიაში, ასევე აჭარაშიც აცივების პროცესს ჰქონდა ადგილი გასული საუკუნის განმავლობაში. გამონაკლის შეადგენდა მწვანე კონცხის მცირე ტერიტორია, სადაც ტემპერატურული ველი ან ცვლილებას არ განიცდიდა ან მცირე ინტენსიურობით ტემპერატურის ზრდას ჰქონდა ადგილი.

ეჭვსგარეშეა, რომ ტემპერატურული ველის შემცირების პროცესს გარკვეული დიდი უნდა დაემჩნია ნალექიანობის რეჟიმის ფორმირებაზე. წინამდებარე ნაშრომის ძირითადი მიზანი, როგორც აღნიშნული იყო დასაწყისში, სწორედ ეს იყო – გლობალური და რეგიონალური ტემპერატურული ველის ცვლილების ფონზე შეგვესწავლა აჭარაში ტემპერატურული ველის ცვლილების გავლენა ნალექიანობის რეჟიმზე. დასმული ამოცანის მნიშვნელობა არ შემოისაზღვრება აჭარის ტერიტორიაზე ნალექიანობის რეჟიმის ცვლილების განსაზღვრით, მიუხედავად მისი დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობისა. საქმე იმაშია, რომ გლობალური დათბობის ფონზე ძალზე მცირე რეგიონები, სადაც აცივება მიმდინარეობს. ამიტომ, ლიტერატურულ წყაროებში ძირითადად განხილულია ნალექიანობის ცვლილება რეგიონალური ჰავის დათბობის პირობებში. რაც შეეხება აჭარის ტერიტორიას, სადაც ძირითადად აცივება მიმდინარეობს, ნალექიანობის რეჟიმის შესწავლას რეგიონალური ჰავის აცივების პირობებში, საქმოდ დიდი თეორიული მნიშვნელობაც ენიჭება.

განხილული დაკვირვების რვა პუნქტისთვის ნალექების რეჟიმის ცვლილების შესასწავლად გამოვიყენეთ მათემატიკური სტატისტიკის თანამედროვე უმცირეს კვადრატთა მეთოდი, რომელიც საშუალებას იძლევა დროში ცვალებადი დამოუკიდებელ თანმიმდევრობათა აპროქსიმაცია შევასრულეთ წრფივი მიახლოებით. წრფის განმსაზღვრელი ორი ემპირიული პარამეტრის მნიშვნელობა განისაზღვრება ისე, რომ მიმდევრობის მნიშვნელობათა და წრფის შორის საშუალო კვადრატული გადახრა მინიმალური იყოს. ე. ი აგებული წრფე ერთადერთია, რომელიც ყველაზე უკეთ ასახავს მიმდევრობათა ცვლილების ტენდენციას.

ნახ. 1-ზე მოცემულია მოსული წლიური ნალექების ჯამის ცვლილება 1936-2000 წლებში. ნახ-დან ჩანს, რომ ქობულეთში ადგილი ჰქონდა მოსული წლიური ნალექების ჯამის თანდათან შემცირებას ინტენსიურობით 4.69 მმ საშუალოდ ყოველ წლიურად.



ნახ. 1. ნალექების წლიური ჯამების ცვლილება (1-ბათუმი, 2-ქობულეთი, 3-ჩაქვი, 4-ქედა, 5-ხულო, 6-ფოთი, 7-ანასუელი, 8-ბახმარო).

ჰავის განმსაზღვრელი პარამეტრების ცვლილებას, როგორც წესი, 100 წლის პერიოდით განსაზღვრავენ. ე. ი. გასული საუკუნის განმავლობაში ქობულეთში ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამი 469 მმ-ით შემცირდა.

იგივე გზით გასაზღვრული ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამების ცვლილება ჩაქვისთვის მოცემულია ნახაზზე და გარკვევით ჩანს, რომ გასული საუკუნის განმავლობაში, წლიური ნალექების ჯამი აქაც შემცირებით ხასიათდება მაგრამ, შემცირების ინტენსიურობა გაცილებით ნაკლებია ვიდრე ქობულეთში და შეადგენს 117 მმ-ს 100 წლის მანძილზე.

ბათუმშიც ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამების ვარიაციებში შემცირების ტენდენციაა გამოხატული. აქ შემცირების სიდიდე 243 მმ-ს შეადგენს 100 წლის მანძილზე.

აღსანიშნავია, რომ აჭარის ზღვის სანაპირო ზონაში, ნალექების მხოლოდ შემცირების ტენდენციას აქვს ადგილი.

აღსანიშნავია, რომ აჭარის ზღვის სანაპირო ზონაში, ნალექების მხოლოდ შემცირების ტენდენციას აქვს ადგილი. სხვა სურათი გვაქვს აჭარის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში. ქედაში ადგილი აქვს ნალექების ჭლიური ჯამების ზრდას ინტენსიურებით 320 მმ/100 წელი. იგივე პროცესი ხულოში ორჯერ მეტი ინტენსიურობით ხდება. 100 წლის მანძილზე აქ ნალექების წლიური ჯამი გაიზარდა 639 მმ-ით.

ამრიგად, აჭარის მცირე ტერიტორიაზე, სადაც ჰავის მრავალსახეობაა გაბატონებული, ხოლო მიწისპირული ტემპერატურული ველი აცივებას განიცდის, ზღვის სანაპირო ზონაში ნალექების კლებას, ხოლო მთა-გორიან სისტემაში ზრდას აქვს ადგილი. აღსანიშნავია, რომ აქ რაიმე კანონზომიერებაზე მსჯელობა ნაკლებად საიმედოა, რადგან ნალექების ვარიაციებში თითქმის არსად არ არის გამოკვეთილი რაიმე კანონზომიერება და ჯერჯერობით მიღებულია, რომ რეგიონალური ტემპერატურული ველის ცვლილების ფონზე, ნალექიანობის ვარიაციები სტოქასტიკურ ხასიათს ატარებენ. ასეთ დასკვნას აძლიერებს ნალექიანობის ცვლილების მიმდინარეობა აჭარის მეზობელ ტერიტორიებზეც.

აღსანიშნავია, რომ ნალექიანობის ცვლილების სეზონური ხასიათი სრულად განსხვავებულ სახეს ღებულობს ვიდრე წლიური ჯამები და რაც მთავარია აქ გარკვეული კანონზომიერება შემინევა ვიდრე წლიური ჯამების შემთხვევაში. ცხრილში 1, განხილული ყველა დაკვირვების პუნქტისთვის გამოთვლილია ნალექიანობის ცვლილება 12-ვე თვის მიხედვით.

როგორც ცხრილიდან ჩანს შემცირებას ძირითადად ადგილი აქვს იანვრიდან აპრილამდე. აპრილის თვეში (ასევე ნოემბერში) უკლებლივ დაკვირვების ყველა პუნქტისთვის ადგილი აქვს ნალექიანობის ზრდას (ასეთივე ფაქტი აღინიშნება მიწისპირული ტემპერატურების ვარიაციებშიც). კლებაა ძირითადად აგრეთვე სექტემბერსა და ოქტომბერში. დანარჩენ თვეებში გამოკვეთილი ტენდენცია ნაკლებად შეინიშნება. ყოველივე ეს ერთხელ კიდევ ხაზს უსვამს

ნალექიანობის ცვლილების პროცესში რაიმე კანონზომიერი ცვალებადობის არარსებობას გლობარული თუ რეგიონალური ჰავის ცვლილების ფონზე

ცხრილი 1 ნალექების თვიური ჯამების ცვლილება აჭარის ტერიტორიაზე (მმ/100 წელი).

პუნქტი	ოვე											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ქობულეთი	-99	-48	-66	52	9	103	-47	49	-260	-189	75	-80
ჩაქვი	-60	-31	-61	57	-29	88	-68	24	-135	-101	108	101
ბათუმი	-51	-13	-78	8	-50	46	13	-82	-146	-128	131	60
ქედა	37	-15	1	51	14	60	-51	-8	-82	-88	94	207
ხულო	179	135	21	73	26	17	-14	-9	-30	-72	94	218

დასკვნები: 1. საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიური ფონდიდან აღებული დაკვირვების ფაქტიური მონაცემების გამოყენებით შექმნილია ნალექიანობის მონაცემთა ბაზა აჭარის ტერიტორიისათვის 1936-2000 წლების მიხედვით. დეტალურადაა განხილული ნალექიანობის ექსტრემალური ვარიაციები მოცემულ პერიოდში აჭარის ტერიტორიაზე. პირველადაა აგებული აჭარის და მის მოსაზღვრე ტერიტორიებზე განლაგებული დაკვირვების პუნქტებისათვის (ქობულეთი, ჩაქვი, ბათუმი, ქედა, ხულო, ფოთი, ანასეული, ბახმარო) ნალექების თვიური ჯამების შემთხვევათა რიცხვის განაწილების ჰისტოგრამები.

2. შესწავლილია ნალექების განაწილების ალბათობათა სიმკვრივები აჭარის ტერიტორიაზე. აღნიშნულ განაწილებათა თავისებურებების მიხედვით დადგენილია ორი განსხვავებული სტრუქტურა. პირველი სტრუქტურა, რომლის ტერიტორიული გავრცელების არეალი აჭარის სამხრეთ-დასავლეთიდან იწყება და ცენტრალური ნაწილის გავლით ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით ვრცელდება, ძირითადად ნალექიანობის შემცირებით ხასიათდება. შემცირების საშუალო ინტენსიურობა 200-300 მმ-ს შეადგენს 100 წლის მანძილზე. მეორე სტრუქტურა, რომელიც ასევე 200-300 მმ-ის ინტენსიურობით, მხოლოდ არა კლებით არამედ ზრდით ხასიათდება, მოიცავს აჭარის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილს და მცირე ტერიტორიას უკიდურეს სამხრეთ-დასავლეთით.

3. აგებულია ნალექების წლიური ჯამების მნიშვნელობები 1936-2000 წლებში და მისი წრფივი აპროქსიმაცია.

4. რეგიონალური ჰავის ცვლილების ფონზე პირველადაა განსაზღვრული როგორც მოსული ნალექების ცვლილების მიმართულებები და ინტენსიურობები წლების მიხედვით, ასევე ყოველთვიური ცვლილებების მიმართულებები და ინტენსიურობები დაკვირვების განხილული რვა პუნქტისათვის.

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. ე.ელიზბარაშვილი – საქართველოს კლიმატური რესურსები., 2007 გვ.128
2. ე.ელიზბარაშვილი, მ.ტატიშვილი, მ.ელიზბარაშვილი, რ.მესხია, შ.ელიზბარაშვილი. – საქართველოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პირობებში. თბილისი, 2013, 128 გვ.,
3. თავართქილაძე კ. – ნალექიანობის სტატისტიკური კავშირი მეტეოროლოგიურ ელემენტებთან. ჰიდრომეტ. ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 104, 2004
4. Э.Ш.Элизбарашвили, М.Р.Татишвили, М.Э.Элизбарашвили, Ш.Э.Элизбарашвили Р.Ш.Месхия, В.Э.Горгишели, К.А.Лашаури. - Создание сеточных массивов климатических данных высокого разрешения для территории Грузии. Метеорология и гидрология, № 9, ст.71-79, 2013.

ჰავის ცვლილება აჭარის ტერიტორიაზე და მისი გავლენა ნალექიანობის რეჟიმზე/
ე.ელიზბარაშვილი, ნ.ფაღავა, ც.კამადაძე /საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2015,ტ.121,გვ.63-66.ქართ. რეზ: ქართ., ინგლ., რუს.

გლობალური ჰავის თანამედროვე დათბობის ფონზე, რეგიონალური ჰავის ცვლილების პროცესი სრულად განსხვავებულად შეიძლება მიმდინარეობდეს. ამის კლასიკურ მაგალითს საქართველოს ტერიტორია იძლევა, სადაც ძირითადად დათბობის პროცესი მიმდინარეობს, მაგრამ აჭარაში აცივებას აქვს ადგილი. ტემპერატურული ველის ცვლილების პროცესი აჭარაში შესწავლილია. მიუხედავად იმისა, რომ ნალექიანობის რეჟიმი მოსალოდნელი ცვლილებისა და მასთან ადაპტაციის ოპტიმალურ ღონისძიებათა შემუშავებას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს, აჭარის ტერიტორიისთვის იგი შეუსწავლელია.

ამ ამოცანის გადასაჭრელად გამოვიყენეთ აჭარის ტერიტორიაზე განლაგებული დაკვირვების რვა პუნქტის (1936 – 2000 წწ). აჭარის მცირე ტერიტორიაზე, სადაც ჰავის მრავალსახეობაა გაბატონებული, ხოლო მიწისპირული ტემპერატურული ველი აცივებას განიცდის, ზღვის საპირო ზონაში ნალექების კლებას, ხოლო მთა-გორიან სისტემაში ზრდას აქვს ადგილი.

Influence on the regime of sediment and climate change due to the global warning in the territory of Adjara/
E.Elizbarashvili, N.Pagava, C.Kamadadze / Transactions of the Institute of Hydrometeorology et the Georgian Technical University. 2015,vol.121, pp.63-66. Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.

Global warming of the climate, the changes can be conducted in a completely different process. The classic example of an area, often under the warming process is underway, but it has a place in freezing. Temperature field in the change process in Adjara has been studied. Although Sediment mode of change and adaptation to the optimal development activities is crucial, for it is the territory, but have not been studied. In particular, the study of the temperature regime during the last century, the changes of regime and the impact of sediment changes in the coming years is expected tendency.

For this we have used the information for the years (1936-2000) from eight meteorological stations. We tried to analyse this data, using modern scientific methodology. Some results have as a theoretically as practical significance, such as determining the probability density of the precipitation; determine the direction of change and intensive, that it is necessary for climate predicting. Detection of changes that characterise only this area.

Изменение климата на территории Аджарии и его влияние режим осадков /Э.Элизбарашвили,
Н.Пагава, Ц.Камададзе/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии ГрузинскогоТехнического университета. 2015. вып.121, с. 63-66. Груз. Рез: Груз.,Англ., Рус.

Глобальное потепления климата по разному влияет на процессы регионального изменения климата.. Классическим примером этого является территория Грузии, где в основном идет процесс потепления, а в некоторых местах процесс похолодания. Процесс изменения температурного поля в Аджарий изучен, хотя ожидаемое изменение режима осадков подробно не изучено. Нами исследовано изменение сумм осадков в 8 пунктах Аджарии (1936 – 2000гг.). В прибрежной зоне Аджарии в условиях глобального потепления осадки уменьшаются, а в горах количество осадков возрастает

პოლუტია		პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION	2015	IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		IГM	-	т.121

კლიმატის თანამედროვე გლობალური ცვლილების ფონზე ნიადაგის ნაყოფიერების შესწავლა

ლ.შაველიაშვილი, ნ.ჩიტაშვილი, ნ.ყავალაშვილი, ლ.ყავალაშვილი, თ.გრიგოლაშვილი, შ.მაისურაძე

¹ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტი

² გურჯაანის მუნიციპალიტეტის სოფ. ახაშნის საჯარო სკოლა

(სტატია შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის სახელმწიფო სამეცნიერო საგრანტო კონკურსის „კვლევები მოსწავლეთა მონაწილეობით“ №SC/3/9-240/14 პროექტის ფარგლებში)

ნიადაგები, როგორც ბუნებრივი რესურსების ნაირსახეობა ამა თუ იმ ქანის ხანგრძლივი ბიოლოგიური გარდაქმნის პროდუქტია. მიწა ბუნების ფასდაუდებელი ნაბოძვარი, ხალხის განუსაზღვრელი სიმდიდრეა, ის შეუქცევადი რესურსია.

რაციონალური, გონივრული მიწათმოქმედების პირობებში ნიადაგი განიცდის „გაკულტურებას“ და ღებულობს იმგვარ თვისებას, რომელიც არ არის დამახასიათებელი ბუნებრივი ნიადაგისათვის, მაგრამ არცთუ ისე იშვიათად, ნიადაგის გამოყენებაში თანამედროვე მეცნიერების მიღწევების უგულველყოფის დროს, ასევე ბუნებრივი და ანთროპოგენული ზემოქმედების შედეგად იგი უმოწყალოდ იფიტება, განიცდის დეგრადაციას, იძენს უარყოფით თვისებებს, იშლება, ირეცხება ან სრულიად ქრება (ეროზია, დამლაშება, დაწიდულობა და სხვა).

გარემოს ოპტიმალური მდგომარეობის შენარჩუნებას საქართველოსათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება. ეს განპირობებულია მთელი რიგი ფაქტორებით, კერძოდ: ქვეყნის რთული რელიეფი, ბუნებრივი რესურსების ინტენსიური ათვისება და რაც ძალზედ მნიშვნელოვანია კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ნეგატიური ფაქტორი, კერძოდ, გახშირებული და გაზრდილი ინტენსიური სტიქიური მოვლენები (წყალდიდობები, წყალმოვარდნები, ძლიერი ქარები, გახშირებული გვალვები და ა.შ.), რომლებიც იწვევენ ბუნებრივი ეკოსისტემების დეგრადირებას, ნიადაგის ეროზიას, ტერიტორიების გაუდაბნობას.

დღესდღეობით გააქტიურებულია ნიადაგის დეგრადაციის პროცესი, რომელიც რამდენიმე ასეულჯერ უფრო სწრაფად ხდება, ვიდრე მისი წარმოქმნა. ნიადაგის დეგრადაციის ქვეშ იგულისხმება მისი ნაყოფიერების გაუარესების პროცესი ადამიანის ინტენსიური ზემოქმედების შედეგად.

ქიმიური და მინერალოგიური შედგენილობით, აგრეთვე მასში მიმდინარე პროცესების მრავალფეროვნებით ნიადაგი პლანეტის ურთულესი სისტემაა. მჭიდრო გენეტიკური კავშირის გამო ნიადაგებისა და მათი წარმონქმნელი ქანების მინერალური შედგენილობა მსგავსია. ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების სპექტრი საკმაოდ რთულია. პირველხარისხოვანი როლი მიეკუთვნება ჰუმუსოვან ნივთიერებებს. ჰუმუსი - პოლიმერული ბუნების ნივთიერებაა, რომელიც წარმოიქმნება მცენარეული და ცხოველური ორგანული ნარჩენების ნელი, ნაწილობრივი დაშლით ჟანგბადის დეფიციტის პირობებში და მინერალურ ნივთიერებებთან მათი ურთიერთქმედების შედეგად. რადგან ჰუმუსის შემცველობა განსაზღვრავს ნიადაგის ბუნებას და ნაყოფიერებას, ამიტომ მის შესწავლას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ექცევა.

მცენარის ნორმალური განვითარებისათვის აუცილებელი ელემენტების - აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის ნაერთების ბუნებრივი შემცველობა ნიადაგში, მცენარისათვის მისაწვდომი ფორმით მცირეა. ამასთან, მათი შემცველობა ნიადაგში თანდათან მცირდება ბიომასის (ამ შემთხვევაში მოსავლის) გატანისა და გამორეცხვის გამო. ნიადაგის ნაყოფიერების აღსადგენად საჭირო ხდება მისი დასვენება ან სასუქის შეტანა. მინერალური სასუქის გონივრული გამოყენებით მოსავლიანობასთან ერთად იზრდება პროდუქციის ხარისხიც.

ჩვენი კვლევის მიზანი სწორედ ესაა: დავადგინოთ სკოლის სასწავლო ნაკვეთის ტერიტორიაზე არსებული ნიადაგების ნაყოფიერების განმსაზღვრელი კომპონენტების ჰუმუსისა და საკვები ელემენტების N,P,K-ს შესათვისებელი ფორმების რაოდენობა, რის საფუძველზეც შემუშავდება საჭირო რეკომენდაციები.

მარტის თვეში მოხდა ნიადაგის ნიმუშების აღება სკოლის სასწავლო ნაკვეთზე 0-20, 20-40 და 40-60 სმ სიღრმეზე.

პოლუტია	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

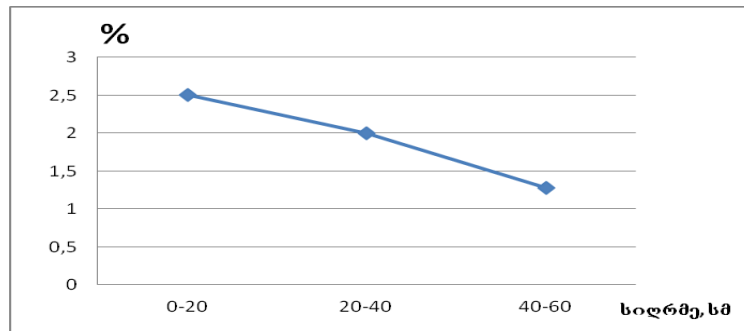
აღებული ნიადაგის ნიმუშები ჩამოტანის იქნა ლაბორატორიაში, სადაც ნიმუშები გაიშალა გასაშრობად, შემდეგ ისინი გაიწმინდა სხვადასხვა ჩანართებისაგან (მცენარეთა ფესვები, კენჭები), დაიფქვა ფაიფურის როდინში და გაიცრა 1 მმ დიამეტრის ზომის საცერში [1].

ნიადაგის ნიმუშებში განისაზღვრა ნიადაგის საერთო ტენიანობა წონითი მეთოდით, ჰუმუსი კოლორიმეტრული მეთოდით, საკვები ელემენტების (N,P,K) შესათვისებელი ფორმები: აზოტი - ტიურინ-კონონოვის მეთოდით, ფოსფორი და კალიუმი - მაჩიგინის მეთოდით [1]. ცხრ.1-ში მოცემულია ნიადაგის აგროქიმიური გამოკვლევის შედეგები.

ცხრილი 1. სოფ. ახაშენის საჯარო სკოლის სასწავლო ნაკვეთის ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები

ნიმუშის აღების ადგილი	სიღრმე, სმ	ნიმუშის აღების დრო	ჰუმუსი, %	შესათვისებელი მგ/100 გ		ჰიდროლიზური აზოტი, მგ/100 გ	pH
				P ₂ O ₅	K ₂ O		
სკოლის სასწავლო ნაკვეთი	0-20	03.2015	2.5	2.5	45.0	4.2	7.5
	20-40		2.0	1.2	40.0	3.5	7.4
	40-60		1.28	0.8	34.0	2.4	7.4

როგორც ანალიზის შედეგები გვიჩვენებს ჰუმუსის შემცველობა მცირეა, ზედა ფენებში მერყეობს 2.0-2.5-ის ფარგლებში, ხოლო 40-60 სმ სიღრმეზე მისი შემცველობა კლებულობს - 1.28%-მდე. ნახ.1-ზე მოცემულია ჰუმუსის მნიშვნელობა, სადაც ნათლად ჩანს მისი კლების ტენდენცია სიღრმის მიხედვით. ე.ი. ეს ნიადაგები ჰუმუსით ნაკლებად უზრუნველყოფილი ნიადაგებია.



ნახაზი 1. ჰუმუსის მნიშვნელობა 0-60 სმ სიღრმეზე

ნიადაგი მდიდარია შესათვისებელი კალიუმით, განსაკუთრებით ზედა ჰორიზონტებში 40.0-45.0 მგ/100 გ ნიადაგში. სიღრმეში მისი რაოდენობა კლებულობს 34.0 მგ/100გ-მდე. სამაგიეროდ მცირეა შესათვისებელი ფოსფორის რაოდენობა (2.5 მგ/100 გ ნიადაგში) კალიუმთან შედარებით, სიღრმეში კიდევ უფრო იკლებს მისი რაოდენობა (0.8 მგ/100 გ ნიადაგში). ზედა ფენებში ეს ნიადაგები შესათვისებელი ფოსფორის მიხედვით მიეკუთვნებიან ფოსფორით საშუალოდ უზრუნველყოფილ ნიადაგებს, ქვედა ფენებში კი - ფოსფორით ნაკლებად უზრუნველყოფილ ნიადაგებს.

ჰიდროლიზური აზოტის რაოდენობა იცვლება ჰუმუსის შემცველობის მიხედვით, მაქსიმალურია ზედა ჰუმუსიან ფენაში და შეადგენს 4.2 მგ/100 გ ნიადაგში. სიღრმეში კლებულობს მისი რაოდენობა - 2.4 მგ/100 გ ნიადაგში. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ საკვლევი ნიმუშებში დაბალია ჰიდროლიზური ანუ შესათვისებელი აზოტის შემცველობა, ე.ი. ნიადაგები ითვლებიან ნაკლებად უზრუნველყოფილ ნიადაგებად ჰიდროლიზური აზოტის მიხედვით.

არეს რეაქცია ნეიტრალურია, ოდნავ იზრდება ტუტე მიმართულებით.

ყავისფერი ნიადაგები, აღმოსავლეთის ნიადაგებს შორის, ერთ-ერთი ყველაზე მაღალი ბუნებრივი ნაყოფიერების თვისებების მქონე ნიადაგებია [2,3,4].

პოლუტია		პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION	2015	IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

მიუხედავად ამისა, მცენარისათვის მისაწვდომ საკვებ ნივთიერებებს ეს ნიადაგები დიდი რაოდენობით არ შეიცავენ, რის გამოც მათზე როგორც მრავალწლიანი, ისე მინდვრის კულტურების ქვეშ მინერალური და ორგანული სასუქები ეფექტური არიან.

მიღებული შედეგების მიხედვით შემუშავებულია რეკომენდაციები ნიადაგის ნაყოფიერების აღსადგენად:

- ❖ სასურველია ორგანული სასუქების შეტანა, ვინაიდან ჰუმუსის შემცველობის მიხედვით ეს ნიადაგები ეკუთვნის ნაკლებად უზრუნველყოფილ ნიადაგებს;
- ❖ სასურველ შედეგს მოიტანს მინერალური სასუქების შეტანა, კერძოდ აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქების;
- ❖ კალიუმიანი სასუქის შეტანა არ არის აუცილებელი, რადგან ეს ნიადაგები მდიდარია შესათვისებელი კალიუმით.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Фомин Г.С. Фомин А.Г. - Почва, контроль качества и экологические безопасности по междуна родным стандартам. - Москва ВНИИ стандарт, 300 ст, 2001.
2. თ.ურუშიაძე - საქართველოს ნიადაგების რუკა, მასშ. 1:500 000, თბილისი, 1999.
3. საქართველოს ნიადაგების ატლასი, გ.ტალახაძის და ი.ანჯაფარიძის რედაქციით. – „საბჭოთა საქართველო“, თბილისი, 120 გვ., 1984.
4. მ.საბაშვილი - საქართველოს სსრ ნიადაგები. – “მეცნიერება”, თბილისი, 372 გვ., 1967.

კლიმატის თანამედროვე გლობალური ცვლილების ფონზე ნიადაგის ნაყოფიერების შესწავლა. /ღ.შავლიაშვილი, ნ.ჩიტაშვილი, ნ.ყავალაშვილი, ლ.ყავალაშვილი, თ.გრიგოლაშვილი, შ.მაისურაძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2015.ტ.121, გვ.67-69. ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.

ნაშრომში განხილულია გურჯაანის მუნიციპალიტეტის სოფ. ახაშნის საჯარო სკოლის სასწავლო ნაკვეთის ნიადაგის ნაყოფიერების განმსაზღვრელი ძირითადი კომპონენტების ჰუმუსის და საკვები ელემენტების N,P,K-ს შესათვისებელი ფორმების მნიშვნელობები. ჩატარებული ანალიზების საფუძველზე შემუშავებულია საჭირო რეკომენდაციები.

Study of soil fertility on the background of modern global climate change./L.Shavliashvili, N.Chitashvili, N.Kavalashvili, L.Kavalashvili, T.Grigolashvili, Sh.Maisuradze/.Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. 2015. V.121, p.67-69.- Georg. Summary: Georg.: Eng.; Russ.

In this work was examined the significance of basic components (humus and forms mastering nutrients N, P, K nutritional elements N, P, K) defining fertility of soil in public school plot of Gurjaani municipality. On the base of conducted analysis is worked out necessary recommendations.

Изучения плодородия почвы на фоне глобального современного изменения климата. /Л.Шавлиашвили, Н.Читашвили, Н.Кавалашвили, Л. Кавалашвили, Т.Григолашвили, Ш.Маисурадзе/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета. 2015.т.121,с.67-69. Груз. Резюме: Груз., Анг., Рус.

В работе рассматриваются значимость основных компонентов (гумуса и усваиваемые формы питательных элементов N, P, K), определяющих плодородие почвы участка школы с.Ахашени Гурджаанского муниципалитета. На основе проведенных анализов разработаны необходимые рекомендации.

ეპოქობა	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		IГM	-	т.121

**მთიან რეგიონებში ჰიდროენერგეტიკული სისტემების მდგრადი
ბანვითარების ეპოქობითი პრობლემების შესახებ**

გუნია გარი,* სვანიძე ზიზი**

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ჰიდროელექტროსადგურების შექმნის და ექსპლუატაციის ეკოლოგიური შედეგები დაკავშირებულია ისეთ მოვლენებთან, როგორცაა: - წყალსაცავების ზემოქმედება მიმდებარე ტერიტორიის მიკროკლიმატზე; - ჰიდროლოგიური რეჟიმის გაუარესება; - დიდი ტერიტორიების გარიჟვა და ნოყიერი მიწებისა და ტყის მასივების დატბორვა, ფლორისა და ფაუნის გაუარესებით, რაც მოსახლეთა გადასახლებას იწვევს.

ვაკე რაიონებში სანაპირო მიწის ნაკვეთებს შეუძლიათ ბარის ბიოტოპების დანაკლისის ნაწილობრივი კომპენსირება მოახდინონ. მთიან რეგიონებში ასეთი დანაკლისი, ძირითადად, აუნაზღაურებელი რჩება. ამის შედეგად მთის წყალსაცავების დესტრუქციული გავლენა ეკოსისტემაზე მეტად საშიშ ზომებს ღებულობს, რომელიც ხშირად კატასტროფულ ხასიათს იძენს. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, როგორც მთიანი რეგიონის, საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ხელოვნური წყალსაცავების მიმდებარე ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე ამ წყალსაცავების გავლენის კვლევა იწვევს დიდ ინტერესს. კერძოდ, მდინარე ენგურის აუზში მდებარე ჯვრის წყალსაცავი საკვლევი საკითხის დამუშავების კარგ შესაძლებლობას იძლევა.

1. ჯვრის წყალსაცავში დაგროვილი მყარი ნატანის შესწავლის შედეგები

საქართველოს ტერიტორიაზე 44 წყალსაცავია განლაგებული, რომელთა საერთო ფართობი 163კმ² შეადგენს, ხოლო მოცულობა, დაახლოებით, 3,3·10⁶მ³ უდრის [1].

წყალსაცავების წყალი, ძირითადად, გამოყენებულია ჰიდროელექტროსადგურების ასამუშავებლად და საირიგაციოდ. საქართველოს წყალსაცავები წარმოდგენილია კასკადების, მაგალითად, გალი - ჯვარის, შაორი-ტყიბულის, სამგორის, ან წყალსატევების, მაგალითად, წალკის, ჟინვალის სახით. დასავლეთ საქართველოს კაშხლიანი წყალსაცავები მხოლოდ ენერგეტიკაში, ჰიდროელექტროსადგურებისთვის წყლის რესურსების დასაგროვებლადაა შექმნილი. საქართველოში წყალსაცავების დიდი ნაწილი მდინარეთა ხეობებშია განლაგებული. მათ შორის, სამხრეთ კავკასიაში უდიდესი - ჯვრის წყალსაცავი სპეციალურად ენერგეტიკისთვის აშენდა, რომელიც მდინარე ენგურის ხეობაში მდებარეობს. იგი მიეკუთვნება გალი-ჯვრის წყალსაცავების კასკადს, რომელიც შეიქმნა მდინარე ენგურის ჩამონადენის რეგულირებისა და ენერგეტიკული მიზნებისათვის. მისი ზედაპირის ფართობია 13,5კმ², წყლის მოცულობა, დაახლოებით, 1100 მლნ.მ³ და წარმოადგენს საქართველოში ყველაზე დრმა წყალსაცავს (226მ). ჯვრის წყალსაცავის მყარი ნატანის გრანულომეტრული ფრაქციების მონაცემების დახმარებით (ცხრ.1) გამოთვლილია წყალსაცავის მყარი ნატანის მოცულობა და იგი 100·10⁶მ³ შეადგენს [2].

ცხრილი 1. ჯვრის წყალსაცავის მყარი ნატანის გრანულომეტრული ფრაქციების ზომების მიხედვით განაწილება

ზომები, მმ	1.0-0.5	0.5-0.2	0.2-0.1	0.1-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001
რაოდენობა, %	5	7	17	8	34	11	9	9

მაგრამ, მყარი ნატანის მარაგის ეს მნიშვნელობა მხოლოდ მიახლოებითად თუ ჩაითვლება. თუნდაც იმიტომ, რომ არ არსებობს მონაცემები 1მმ-ზე უფრო მსხვილი ფრაქციის დაღეკვის შესახებ - ნატანის იმ კომპონენტების შესახებ, რომლებიც მდინარეს გადააქვს ფსკერზე თრევით. გარდა ამისა, კარგადაა ცნობილი, რომ მდინარეთა წყალსაცავებში დაგროვილი მყარი ჩამონატანი წარმოდგენილია სხვადასხვა ზომის მასალით: ქვიშებით, ლამით, რომლებიც სხვადასხვა რაოდენობით მძიმე ფრაქციის მინარევებს შეიცავენ. ამასთან, ის სამრეწველო, სოფლის, კომუნალური მეურნეობათა და ა.შ. საწარმოთა მიერ ჩაშვებული მავნე და ტოქსიკური ნივთიერებათა სათავსად იქცევა. ბიოგენური ნივთიერების გარდა აქ მძიმე მეტალების, რადიოაქტიური ელემენტებისა და მრავალი, დიდი სიცოცხლის პერიოდის მქონე, შხამქიმიკატების აკუმულაცია ხდება [3].

აკუმულაციის პროდუქტები პრობლემურს ხდიან შესაძლებლობას წყალსაცავების მიერ დაკავებული ტერიტორიების გამოყენებას მათი ლიკვიდაციის შემდეგ. დადგენილია, რომ

პოლუტია		პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION	2015	IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		IГM	-	т.121

ვაკე რაიონების წყალსაცავები, მათი აშენებიდან 50–100 წლის შემდეგ, შლამით ამოვსების შედეგად, როგორც ენერგეტიკული ობიექტები კარგავენ თავიანთ ღირებულებას [4].

მაღალი სიზუსტით შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ მთიან რეგიონებში ეს პროცესი მნიშვნელოვნად არის აჩქარებული.

როგორც ვიცით, წყალსაცავების უმეტესობას ჯებირებით აქვს გადაკეტილი მთის მდინარეები, რომელთათვის მყარი ჩამონატანის სიუხვეა დამახასიათებელი. ამის შედეგად წყალსაცავებში წლების განმავლობაში მყარი ნატანის დიდი რაოდენობა გროვდება და წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობას იკავებენ. ეს კი, წყალსაცავის ეფექტურობის დაკარგვას იწვევს. ამის „კარგი“ მაგალითია გუმათი-ვარციხის წყალსაცავების მდგომარეობა.

გუმათი-ვარციხის წყალსაცავებში ნატანის განაწილების კვლევებმა აჩვენა [5], რომ წყალსაცავების მოქმედების ყველაზე აქტიურ პერიოდში (1956-1986 წწ), ნატანის დალექვის არემ მთელი წყალსატევი და მდინარის კალაპოტის მიმდებარე ნაწილი მოიცვა. მოსილვის არეში დალექილი ნატანის მოცულობა გუმათის წყალსაცავის საპროექტო მოცულობას თითქმის 1,5-ჯერ აღემატება. ვარციხის წყალსაცავის მოსილვის არეს ზრდა კი, ისე სწრაფად მიმდინარეობდა, რომ მან 1986 წლისათვის საპროექტო მოცულობის (15 მლნ.მ³) 98% დაკარგა.

რაც შეეხება ჯვრის წყალსაცავს, უნდა ავღნიშნოთ, რომ 2013–2014წწ –ში ჯვრის წყალსაცავის კაშხალზე, კვლევის მიზნით, ჩვენი ვიზიტის პროცესში დავადგინეთ, რომ ნატანმა აქ ქვედა წყალგადასაშვების დონეს მიაღწია და, უფრო მეტიც, მის ზედაპირზე მცირე ზომის კუნძულებიც კი, გვხვდებოდა. ეს კი, ენგურის წყალსაცავის შეგუბებული ნაწილის ფსკერზე 1978წ–დან, კაშხლის ექსპლუატაციის 36 წლის განმავლობაში, ნატანის ასეთი მოცულობის დაგროვებაზე მიუთითებს. ჩვენს მიერ შენიშნული მოვლენა, უთუოდ, გამოწვეულია მდინარე ენგურში მყარი მინარევების სედიმენტაციის მაღალი დონით, ვიდრე ეს ზემომოტანილ გაანგარიშებებშია მიღებული.

2. ექსპერიმენტული მონაცემების პირველადი ანალიზის შედეგები

ზემოაღნიშნული კვლევითი სამუშაოს პროცესში, ტექნოგენური დატვირთვის ქვეშ მყოფი, საკვლევი რეგიონების ბუნებრივი გარემოს ობიექტების თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების პირველი მცდელობა იქნა შესრულებული.

საკვლევი რეგიონის ბუნებრივი გარემოს ტექნოგენური დატვირთვის შეფასებისა და მისი ტენდენციის გამოსავლენად საჭირო დაკვირვებათა მასალის არ არსებობის გამო იყო გამოყენებული, გგუნიას მიერ შემუშავებული, კომპლექსური კვლევის მეთოდი [6]. იგი ეკოლოგიური დატვირთვის ქვეშ მყოფი არელებისა და, მათგან განსხვავებით, ბუნებრივ პირობებში მყოფ გარემოს ობიექტების ეკოლოგიური მდგომარეობების შეპირისპირებისა და შეფასების საშუალებას იძლევა.

კერძოდ, ჯვრის წყალსაცავის არეალში გარემოს სხვადასხვა ობიექტის ნიმუშების ასაღებად რიგი პუნქტი შეირჩა, მათ შორის, წყლის ნიმუშებისთვის – 4 პუნქტი: ენგურის შენაკადი მდინარე ნესკრაზე (ჭვიბრულა) – შესართავთან; ენგურზე - წყალსაცავის სათავესთან; წყალსაცავის შუაწელთან; ენგურზე - წყალსაცავიდან გამოდინების მიდამოებში. მყარი ნიმუშებისთვის, სულ, 3 პუნქტი შეირჩა: - წყალსაცავის ფსკერული ნატანის შესაგროვებლად; წყალსაცავის წყლით პერიოდულად დაფარული ნიადაგის ზედა ფენისა და წყალსაცავის სანაპირო ფერდობის ზედა ზოლის ნიადაგის სინჯების ასაღებად.

სინჯების ანალიზი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში, საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში და შპს „მულტიტესტი“-ს ტესტირების ლაბორატორიაში იქნა შესრულებული. ამასთან, ანალიზი ითვალისწინებდა ქიმიური, ფიზიკო-ქიმიური და სტატისტიკური მეთოდების გამოყენებას. მათ შორის, ატომურ-აბსორბციული მეთოდისა, მეტალური მიკრომინარევების განსაზღვრის მიზნით, ხარისხის კონტროლისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების საერთაშორისო სტანდარტების მიხედვით.

ქვემოთ, ცხრილებში 2 და 3, თანმიმდევრულად, მოტანილია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომლების ლალი შავლიაშვილის და ნელი ტულუშის მიერ შესრულებული: ჯვრის წყალსაცავის ფსკერული ნალექების, მიმდებარე არეალის ნიადაგის ნიმუშების და სხვადასხვა პუნქტის წყლის სინჯების ქიმიური ანალიზის შედეგები მინერალურ ნივთიერებათა შემცველობაზე.

პოლუტია	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		ИПМ	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

ცხრილი 2. ჯვრის წყალსაცავის ფსკერული ნატანისა და ნიადაგის სინჯების წყლით გამონაწურის ქიმიური ანალიზის შედეგები

სინჯების დახასიათება	pH	%							მგ/კგ - 100გრ ნიადაგზე						Σ, % A+K
		მშრალი ნაშთი	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
ფსკერული ნატანი	7,50	0,112	0,050	0,006	0,021	0,010	0,010	0,002	0,82	0,17	0,44	0,50	0,82	0,11	0,074
პერიოდულად წყლით დაფარული სანაპირო ზოლი	7,25	0,128	0,053	0,007	0,022	0,012	0,009	0,004	0,87	0,20	0,46	0,60	0,74	0,19	0,080
სანაპირო ფერდობის ზედა ზოლი	7,30	0,120	0,048	0,006	0,020	0,012	0,008	0,003	0,79	0,17	0,41	0,60	0,65	0,12	0,073
დასაშვები ნორმები	6-9	0,3	0,08	0,01	0,08	9,0	2,3	3-5							0,3

ცხრილი 3. ჯვრის წყალსაცავის, მდ. ენგურისა და მისი შენაკადი მდ.ნესკრას (ჭვებრულა) წყლის სინჯების მინერალიზაციის ანალიზის შედეგები

სინჯების დახასიათება	pH	მგ/ლ							მგ/კგ/ლ						Σ, A+K	კუთრი ელ.გამტარობა, მკსიმ/სმ
		მშრალი ნაშთი	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺		
წყალსაცავის წყალი	6,96	144,0	96,0	7,0	31,0	20,0	9,0	16,0	1,57	0,20	0,64	0,99	0,74	0,68	0,126	141,5
წყალსაცავიდან გამდინარე მდ.ენგურის წყალი	6,95	124,0	77,0	8,0	21,0	20,0	4,0	14,0	1,26	0,22	0,44	0,99	0,33	0,60	0,105	167,5
წყალსაცავში შემავალი მდ.ენგურის წყალი	7,02	156,0	86,0	8,0	33,0	16,0	6,0	24,0	1,41	0,22	0,69	0,80	0,49	1,03	0,130	124,5
მდ.ნესკრას (ჭვებრულა) წყლის სინჯი	6,99	112,0	48,0	8,0	29,0	16,0	6,0	7,0	0,79	0,22	0,60	0,80	0,49	0,32	0,090	68,3

ნიადაგის სინჯების წყლით გამონაწური წარმოდგენას გვაძლევს ნიადაგში წყალხსნადი ნივთიერების შემცველობაზე. იგი თავისი შედეგებით ნიადაგის ბუნებრივ ხსნარს უახლოვდება.

ნიადაგიდან წყლით გამონაწურში გადადის ადვილად ხსნადი მინერალები და ორგანული ნივთიერებები, აგრეთვე მიკროელემენტების წყალხსნადი შენაერთების იონებიც. ჩატარებული ლაბორატორიული გამოკვლევებით დადგენილი იქნა წყალხსნად ნივთიერებათა (მინერალური და ორგანული) საერთო ჯამი – მშრალი ნაშთი, ასევე მცენარისათვის ტოქსიკური ნივთიერებების რაოდენობრივი მაჩვენებლები.

როგორც მოცემული ცხრილებიდან ჩანს, სინჯები სუსტადაა მინერალიზებული.

საანალიზო სინჯების შედეგებით უნდა აკმაყოფილებდეს მოთხოვნებს: –pH უნდა იყოს 6-დან 9-მდე, ხოლო კუთრი ელექტროგამტარობა სასმელ წყალში –100-1300 მკსიმ/სმ.

ნიადაგში მშრალი ნაშთი დასაშვებია 0,1-0,3%-მდე. წყალში – 100-200 მგ/ლ –მდე. ჩვენ შემთხვევაში ნიადაგში არის 0,112-0,128, წყალში კი, 112-156 მგ/ლ-ში.

მიღებული შედეგებიდან ნათლად ჩანს, რომ ამ პარამეტრების რაოდენობა როგორც ნიადაგში, ასევე წყალში ნორმის ფარგლებშია.

CO₃ – კარბონატებით გამოწვეული ტუტეობა არ აღინიშნება;

HCO₃ – საერთო ტუტეობას იწვევს ხსნარში K, Na, Ca, Mg –ს და სხვა კათიონთა კარბონატები და ბიკარბონატები. HCO₃ ნიადაგში დასაშვებია 0,08%-მდე, ჩვენ შემთხვევაში გვაქვს 0,05%, რაც სრულად ნორმის ფარგლებშია.

ქლორიდებისა და სულფატების ჭარბი შემცველობა ნიადაგში და წყალში ტოქსიკურად მოქმედებს გარემოს ფლორასა და ფაუნაზე. Cl-ის შემცველობა ნიადაგში დასაშვებია

პოლუტია	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		ИММ	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

0,01%-მდე, წყალში კი 350 მგ/ლ. SO₄ -ის ნიადაგში დასაშვები ნორმაა 0,08%, წყალში – 500მგ/ლ.

ჩვენს შემთხვევაში ორივე კომპონენტი მცირე რაოდენობითაა და არავითარ ტოქსიკურ საშიშროებას არ წარმოადგენს. ასევეა სხვა ელემენტების შენთხვევაშიც. ყველა ანიონების და კათიონების მონაცემები ნორმის ფარგლებში ხვდებიან.

სსნარში მინერალურ ნივთიერებათა საერთო შემცველობის შესახებ სწორ წარმოდგენას გვაძლევს ძირითადი იონების პროცენტული შემცველობის ჯამი. ჩვენი გამოკვლევებით ეს მაჩვენებლებიც საკვლევ ნიმუშებში ნორმის ფარგლებშია.

ქვემოთ ცხრ.4 და 5-ში ამ სინჯებში, ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრის Analyst – 200, ფოტოელექტრული კოლორიმეტრის КФК-2 და ემისიური სპექტროფოტომეტრი ინდუქციურად მულტიპლაზმით – ISP-AFS -ს (± 15%) დახმარებით შესრულებული, ქიმიური და ფიზიკო-ქიმიური ანალიზის შედეგებია მოტანილი.

ცხრილი 4. ფსკერული ნალექებისა და სანაპირო ზოლის ნიადაგის სინჯების ფიზიკო-ქიმიური ანალიზის შედეგები

N	ნიმუშის სახეობა	ჰუმუსი, %	აზოტი, ფოსფორი და კალიუმის შესათვისებელი ფორმები, მგ/100გ			მიკროელემენტების საერთო ფორმები, მგ/კგ					
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	Mo	Pb	Co	Li	Cd
1	ფსკერული ნალექები	5,30	4,5	3,8	15,0	78,8	არ აღმ.	11,3	20,3	112,9	10
2	პერიოდულად წყლით დაფარული ზოლი	4,50	3,1	2,3	13,2	86,1	არ აღმ.	არ აღმ.	17,1	68,2	8
3	აუზის ზედა სანაპირო ზოლი	1,10	2,0	0,5	6,7	81,3	არ აღმ.	არ აღმ.	6,7	10,6	130

ნიადაგის სინჯებში, მეტალური მიკროელემენტების საერთო ფორმებთან ერთად, აგრეთვე, ჰუმუსი, საკვები ელემენტების შესათვისებელი ფორმებია განსაზღვრული.

მიუხედავად იმისა, რომ ნიადაგისთვის არ არის დადგენილი ნივთიერებათა მინარევების ზღვრული კონცენტრაციების მნიშვნელობები, მიღებული მონაცემები რიგი დასკვნების გაკეთების საშუალებას იძლევიან. მაგალითად, ჩვენ შკვიდლია ვილაპარაკოთ საკვლევ არეალის ფსკერულ ნალექებში რიგი მიკრომინარევის (Pb, Co, Li) დაგროვებაზე, რომელთა სიჭარბე ცოცხალი ორგანიზმებისათვის ეკოლოგიურად საფრთხეა.

გარდა ამისა, მოცემული სინჯების ანალიზის შედეგების ურთიერთ შეპირისპირება გვიჩვენებს, რომ ფსკერულ ნალექებში საკვლევ ნივთიერებათა დაგროვების პროცესი მიმდინარეობს, განსაკუთრებით: ჰუმუსების, აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის შესათვისებელი ფორმების სიჭარბე აღინიშნება.

ცხრ.5-ში მოცემულია უშუალოდ წყალსაცავის წყლის, წყალსაცავიდან გამდინარე და წყალსაცავში ჩანდინარე მდ.ენგურის წყლის, და მისი შენაკადი მდ.ნესკრას (ჭვიბრულა) სინჯებში ტოქსიკური მეტალური მიკრომინარევის შემცველობის კვლევის შედეგები ხემოთ ჩამოთვლილი ხელსაწყოების დახმარებით.

ცხრილი 5. ენგურის წყალსაცავის სხვადასხვა წერტილში და ენგურის შენაკადი მდ.ნესკრას (ჭვიბრულა) წყალში მძიმე ლითონების შემცველობის კვლევის შედეგები

№	სინჯის სახეობა	ელემენტები, მგ/ლ		
		Cd	Zn	Pb
1	ჯვრის წყალსაცავის წყალი	0,0034	0,099	0,0088
2	წყალსაცავიდან გამდინარე მდ.ენგურის წყალი	0,0028	0,0044	0,0078
3	წყალსაცავში ჩამდინარე ენგურის წყალი	0,0034	0,010	0,0088
4	ენგურის შენაკადი მდ.ნესკრა (ჭვიბრულა)	0,0042	0,011	0,0020
5	სასმელი წყლის ზღკ	0,003	1,0	0,01

როგორც ცხრ.5-დან ჩანს, კადმიუმის (Cd) მინარევის შემცველობა ყველა საანალიზო სინჯში, დანარჩენი საკვლევ ელემენტებისაგან განსხვავებით, საკმაოდ მაღალია. მაგრამ

პოლუტია		პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION	2015	ИМ	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

მკვლევართა ინტერესს უნდა იწვევდეს ის გარემოება, რომ წყალსაცავიდან გამდინარე წყალში (სინჯი №2) ყველა საკვლევი ელემენტის შემცველობა, სხვა დანარჩენ სინჯებთან შედარებით, შესამჩნევად დაბალია. ეს, პირველ რიგში, მეტყველებს იმაზე, რომ წყალსაცავიდან გაედინება მინარევი ნივთიერებებისაგან გაფილტრული წყალი, რაც მიაწინებს იმაზე, რომ წყალსაცავის ფსკერული ნალექები მინარევი ნივთიერებათა აკუმულაციის წყაროდ გვევლინება. უნდა აღინიშნოს, რომ, ვინაიდან ფსკერული ნალექების სინჯები აღებულია წყალსაცავის ნაპირის სიახლოვეს, დაახლოებით, 0,5-1,0მ სიღრმიდან, ეს სურათი სუსტად არის წარმოჩენილი. ამის გამო, უფრო მეტი დამაჯერებლობისთვის, საჭიროა ფსკერული ნალექების სინჯების წყალსაცავის ნაპირებიდან მეტად მოშორებით აღება, უკეთეს შემთხვევაში კი, წყალსაცავის შუა ადგილებში ან მასთან მახლობლად.

შესრულებული კვლევები გვიჩვენებენ, რომ მდინარე ენგურზე აშენებული წყალსაცავის წყალში საანალიზო მინარევების შემცველობა უმნიშვნელოა, რაც საკვლევ რეგიონში მდინარის წყლის დამაბინძურებელი წყაროს უქონლობით არის განპირობებული.

წყალსაცავის წყლის მიერ ბუნებრივი მინარევების გაფილტვრის შედეგად, წყალსაცავის ფსკერზე მათი დალექვა და საშიშ დონემდე აკუმულირება აღინიშნება, რაც წყალსაცავის ფსკერული ნალექის მაღალი დაბინძურების მიზეზი ხდება.

ბიოგენური ნივთიერებისა და მძიმე მეტალების გარდა აქ დიდი ალბათობითაა მოსალოდნელი რადიოაქტიური ელემენტებისა და მრავალი დიდი სიცოცხლის პერიოდის მქონე შხამქიმიკატების აკუმულაცია. ეს ვითარება კი, პრობლემურს ხდის წყალსაცავის მიერ დაკავებული ტერიტორიის გამოყენებას მისი ლიკვიდაციის შემდეგ.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. აფხაზავა ი. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია. თბ., 1987, ტ. 11, გვ.289.
2. ადამია შ. კერძო მეწარმეობის და მცირე ბიზნესის განვითარება საქართველოს ხელოვნურ წყალსაცავებში დაგროვილი მინერალური რესურსების ათვისების ბაზაზე – სამეცნიერო – კვლევითი პროექტის დასკვნითი ანგარიში (მხარდაჭერი ორგანიზაცია USAID).
3. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду /Отв.ред. Г.В. Воропаев, А.Б. Авакян. - М.:«Наука», 1986 - 367с.
4. Энергетика и окружающая среда». - www.referat.ru/referat/energetika-i-okrujayushchaya-sreda-13001
5. მეტრეველი გ. წყალსაცავი და ზღვისპირის პრობლემები. – http://conference.ens-2013.tsu.ge/uploads/50fbc16c6d76fGiorgi-Metreveli_GEO.pdf
6. Гуния Г.С., Шавлиашвили Л.У. К вопросам комплексных экспериментальных исследований загрязнения природных сред. - Сообщения АН Грузии, 1987, т.128, N3, сс.525-528.

მთიან რეგიონებში ჰიდროენერგეტიკული სისტემების მდგრადი განვითარების ეკოლოგიური პრობლემების შესახებ/გუნია გ., სვანიძე ზ./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2015.ტ.121, გვ.70-75.- ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.

ელექტროსადგურების შექმნის და ექსპლუატაციის ეკოლოგიური შედეგები დაკავშირებულია, უპირველეს ყოვლისა: - წყალსაცავების არახელსაყრელ ზემოქმედებასთან მიმდებარე ტერიტორიის მიკროკლიმატზე; - ჰიდროლოგიური რეჟიმის გაუარესებასთან; - დიდი ტერიტორიების გარიყვასთან და ნოყიერი მიწებისა და ტყის მასივების დატბორვასთან, ფლორისა და ფაუნის გაუარესებით, რაც მშობლიურ მხარედან ადგილობრივ - აბორიგენ მოსახლეთა გადასახლებას იწვევს.

ვაკე რაიონებში სანაპირო მიწის ნაკვეთებს შეუძლიათ ბარის ბოტოპების დანაკლისის ნაწილობრივი კომპენსირება მოახდინონ. მთიან რეგიონებში კი, ასეთი დანაკლისი, ძირითადად, აუნაზღაურებელი რჩება. ამის შედეგად მთის წყალსაცავების დესტრუქციული გავლენა ეკოსისტემაზე მეტად საშიშ ზომებს ღებულობს, რომელსაც ხშირად კატასტროფიული ხასიათი გააჩნია.

About environmental problems of sustainable development of hydropower systems in mountain regions /Gunia G., Svanidze Z / Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. 2015. V.121, p.70-75.- Georg. Summary: Georg.: Eng.; Russ.

The Environmental consequences of the create and operation Hydroelectric Power Station connected, first of all: - with adverse effects of water storages on the microclimate of the adjacent territories; -

პრობლემა	2015	ჰბო	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		ИИМ	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

deterioration of the hydrological regime; - exclusion of large territories and flooding valuable land and woodlands, with deterioration of the species composition their flora and fauna and the gradual transformation of the reservoirs in the storage of hazardous and toxic substances, that causes the migration of the local Aboriginal population from their native historical areas.

On the Plains, the coastal areas of reservoirs can partially compensate for the loss of Valley biotopes.

This loss in mountain areas often is irreparable and destructive influence Mountain reservoirs on the ecosystem to take dangerous sizes, often having the catastrophic nature.

Об экологических проблемах устойчивого развития гидроэнергетических систем в горных регионах./Гуния Г.С., Сванидзе З.С./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета. 2015.т.121,с.70-75.- Груз. Резюме: Груз., Англ., Рус.

Экологические последствия создания и эксплуатации ГЭС, прежде всего, связаны с:

- неблагоприятным воздействием водохранилищ на микроклимат прилегающих территорий;
- ухудшением гидрологического режима; - отчуждением больших территорий и затоплением ценных земель и лесных массивов, с ухудшением видового состава их флоры и фауны, постепенным превращением водохранилищ в накопители вредных и токсичных веществ, что обуславливает переселение местного аборигенного населения с родных мест.

На равнинах прибрежные участки водохранилищ могут частично компенсировать утрату долинных биотопов. В горных районах такая утрата зачастую невосполнима и деструктивные влияния горных водохранилищ на экосистему принимают опасные размеры, часто имеющие катастрофический характер.

პოლუტია		პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION	2015	IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		IГM	-	т.121

სამცხე-ჯავახეთის რეგიონში ქარის ძირითადი მახასიათებლების შეფასება კლიმატის ცვლილების ფონზე

ნ. ყავრელიშვილი*, ნ. აბულაძე*, ნ. ბეგლარაშვილი**

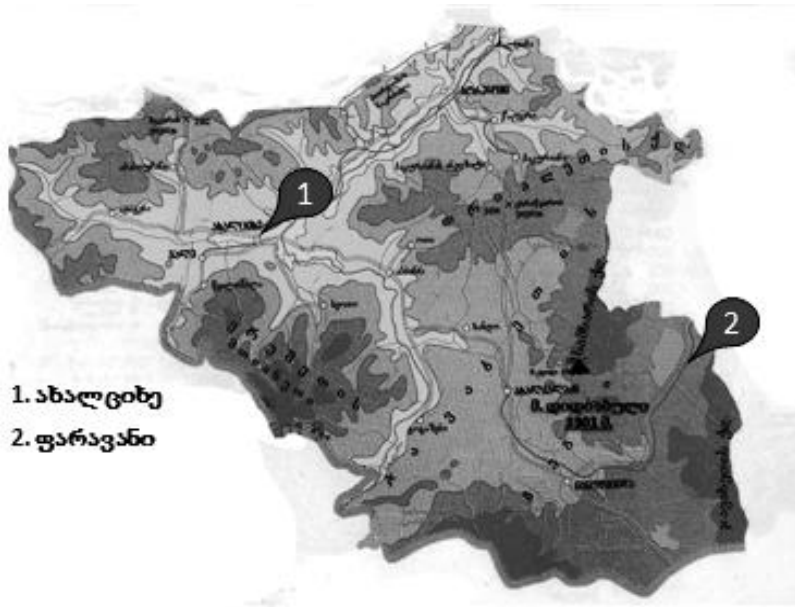
*სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქახალციხე;

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, ქთბილისი

თანამედროვე კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით საგულისხმოა თუ რამდენად განიცდის ამ უკანასკნელის გავლენას ისეთი მნიშვნელოვანი კლიმატურის მახასიათებელი, როგორცაა ქარი [1].

ზემოთქმულიდან გამომდინარე კვლევის ამოცანა იყო შეგვეფასებინა ქარის ძირითადი კლიმატური მახასიათებლები კლიმატის ცვლილების პირობებში.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი. კვლევისთვის შევარჩიეთ სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის ორი მეტეოსადგური: ახალციხე, ფარავანი (ნახ.1.) [3]. სადგურების შერჩევა მოხდა მათი განსხვავებული ფიზიკურ-გეოგრაფიული მდებარეობიდან გამომდინარე. კვლევა ჩატარდა დროის ორი პერიოდისთვის. I პერიოდი მოიცავს 1939-60 წლებს [2], ხოლო II პერიოდი - 1991-2010 წლებს.



ნახაზი 1. საკვლევი წერტილები სამცხე-ჯავახეთის რეგიონში.

კვლევები ვაწარმოვეთ ქარის შემდეგი ძირითადი მახასიათებლებისთვის:

1. ქარის მიმართულების განმეორებადობა, %;
2. ქარის საშუალო სიჩქარე, მ/წმ;
3. შტილის განმეორებადობა, %;
4. ძლიერ ქარიან (>15 მ/წმ) დღეთა რიცხვი.

როგორც I, ასევე II პერიოდის მიღებული მონაცემები კვლევის ობიექტებისთვის წარმოდგენილია ცხრილში 1; 2.

ცხრილი 1. ქარის ძირითადი წლიური მახასიათებლები კვლევის ობიექტებისთვის

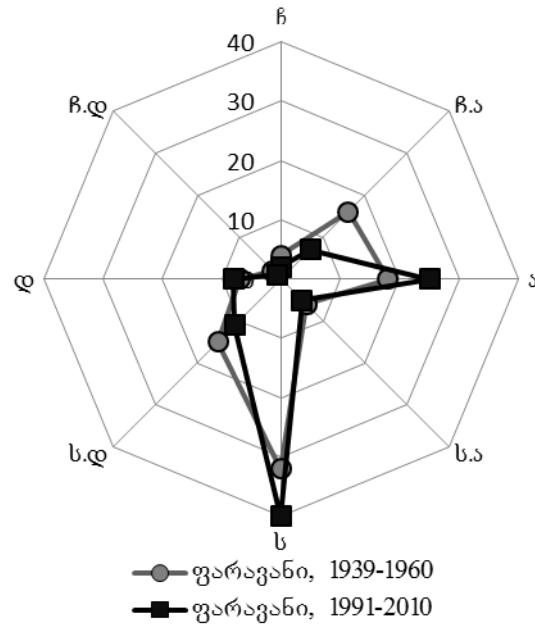
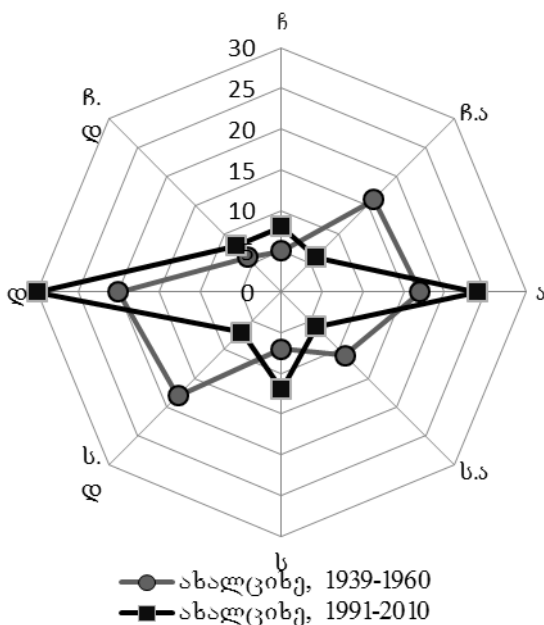
დაკვირვების წერილი		ქარის მიმართულების გამეორებადობა, %							
		ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ
ახალციხე	I პერიოდი	5	16	17	11	7	18	20	6
	II პერიოდი	8	6	24	6	12	7	30	8
ფარავანი	I პერიოდი	4	16	18	6	32	15	7	2
	II პერიოდი	2	7	25	5	40	11	8	1

პოლუტია	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		ИПМ	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

ცხრილი 2. ქარის ძირითადი წლიური მახასიათებლები კვლევის ობიექტებისთვის

დაკვირვების წერილი	ქარის საშუალო სიჩქარე, მ/წმ		შტილის განმეორებადობა, %		ძლიერ ქარიან (>15 მ/წმ) დღეთა რიცხვი	
	I	II	I	II	I	II
	პერიოდი	პერიოდი	პერიოდი	პერიოდი	პერიოდი	პერიოდი
ახალციხე	1.6	1.0	42	64	8	8
ფარავანი	4.0	4.0	22	23	108	121

მასალის დამუშავების საფუძველზე ავაგეთ ქარის მიმართულების განმეორებადობის გრაფიკული გამოსახულებები, ე.წ. “ქარის ვარდები” საკვლევი სადგურების და კვლევის ორივე პერიოდის მონაცემების გათვალისწინებით, ნახ. 1; ნახ. 2.

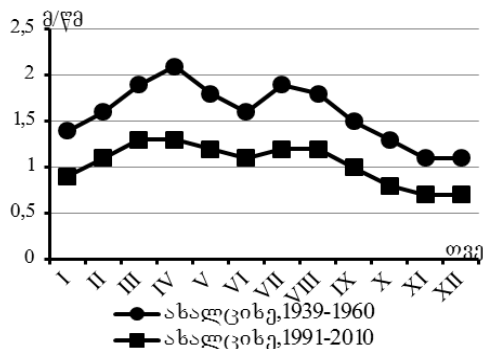


ნახ. 2. ქარის მიმართულების განმეორებადობა, %.

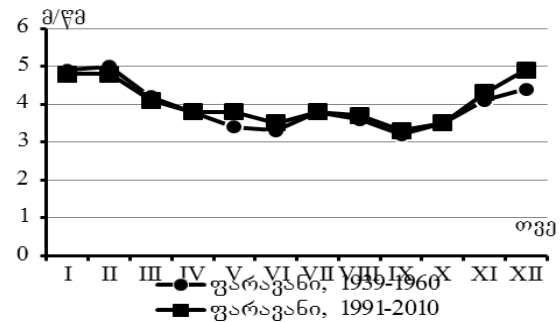
ნახ. 3. ქარის მიმართულების განმეორებადობა, %.

როგორც ნახაზებიდან ჩანს საკვლევი პერიოდების მიხედვით ადგილი აქვს ქარის მიმართულების განმეორებადობის მნიშვნელოვან ცვლილებას ახალციხის მაგალითზე და მცირე ცვლილებას – ფარავანის მაგალითზე.

ქარის შემდეგი მახასიათებელი, რომელზეც ვაწარმოვეთ კვლევა იყო ქარის საშუალო სიჩქარე, ნახ.4; ნახ.5.



ნახ.4. ქარის საშუალო სიჩქარე, მ/წმ.



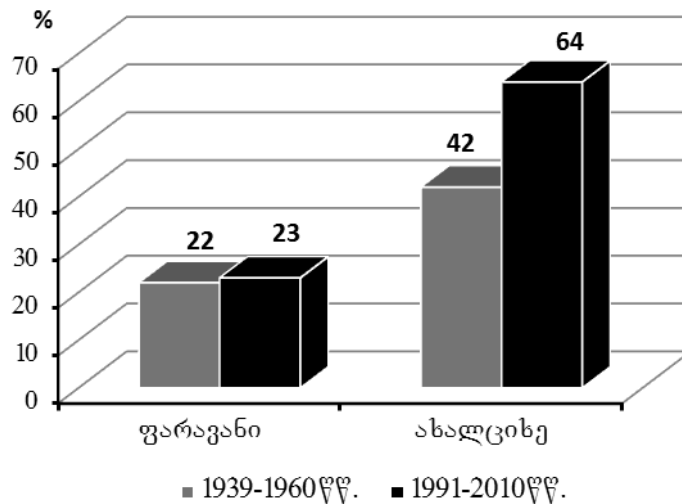
ნახ.5. ქარის საშუალო სიჩქარე, მ/წმ.

როგორც ქარის მიმართულების განმეორებადობის ასევე ქარის საშუალო სიჩქარის შემთხვევაშიც საკვლევი პერიოდების მიხედვით ადგილი აქვს ცვლილებას და

მპოლბია		პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		2015	ИММ	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ			ИГМ	т.121

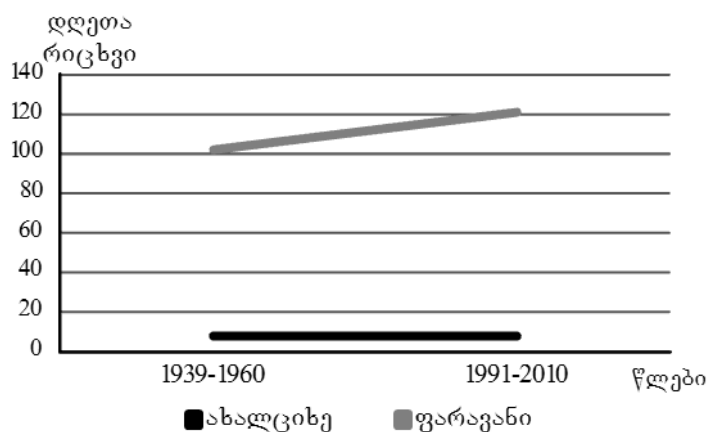
კონკრეტულად მატებას ახალციხისთვის და უმნიშვნელო ცვლილება ფიქსირდება ფარავანის შემთხვევაში.

შებრუნებული სურათი მივიღეთ შტილის განმეორებადობის კვლევისას. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს უქარო ამინდის პროცენტული მაჩვენებლის ერთი ერთეულით ცვლილებას ახალციხისთვის და 22 ერთეულით ფარავანისთვის. შედეგები წარმოდგენილია ნახაზ 6-ზე



ნახ.6. შტილის განმეორებადობა, %.

ძლიერ ქარიან (>15 მ/წმ) დღეთა საშუალო რიცხვის მაჩვენებელი წელიწადში უცვლელი აღმოჩნდა ახალციხისთვის და როგორც 1939-1960 წლების, ასევე 1991-2010 წლების საკვლევი პერიოდებისთვის და შეადგენს საშუალოდ 8 დღე წელიწადში. ხოლო ფარავანის მონაცემები აფიქსირებს ძლიერ ქარიან დღეთა საშუალო რიცხვის მნიშვნელოვან ზრდას, ნახ. 7.



ნახ. 7. ძლიერ ქარიან (>15 მ/წმ) დღეთა რიცხვი საკვლევი პერიოდების მიხედვით.

როგორც კვლევის შედეგები ცხადყოფს წარმოდგენილი მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემების მიხედვით სამცხე-ჯავახეთის რეგიონისთვის კლიმატის ცვლილების პირობებში ადგილი აქვს ქარის ძირითადი მახასიათებლების ცვლილებას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია. შ.ჯავახიშვილი, თსუ გამომცემლობა. თბილისი, 2010წ.
2. Справочник по климату ссрр. Часть III, Ветер, Гидрометеиздат, Ленинград, 1969г.
3. <http://samcxejavakheti.blogspot.com>
4. <http://ka.wikipedia.org/wiki/ქარი>
5. <http://geocodna.wordpress.com/tag/qarebi/>

პოლუტია		პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION	2015	IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

სამცხე-ჯავახეთში ქარის ძირითადი მახასიათებლების შეფასება კლიმატის ცვლილების ფონზე/ ნ. ყავრელიშვილი, ნ. აბულაძე, ნ. ბეგლარაშვილი/.საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2015, ტ.121. გვ.76-79. - ქართ.; რუს. ქართ., ინგლ., რუს.

ჩატარებულია კვლევა სამცხე-ჯავახეთში ქარის ძირითად მახასიათებლებზე. განხილულია ქარის კლიმატური მახასიათებლები ახალციხის და ფარავანის მონაცემებზე დაყრდნობით ორი საკვლევი პერიოდისთვის. შეფასებულია სამცხე-ჯავახეთში ქარის ძირითადი მახასიათებლების მნიშვნელობები კლიმატის ცვლილების ფონზე.

Assessment the main characteristics of the wind amid the climate change in Samtskhe-Javakheti region/ Kavrelishvili N., Abuladze N., Beglarashvili N./ Transaction of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2015,-T.121. pp.76-79.- Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

Performed a survey of the main characteristics of the wind in Samtskhe-Javakheti region. Considered characteristics of the wind according to the data Akhaltsikhe and Faravani for two study periods. Assessed values of the main characteristics of the wind region in amid the climate change in Samtskhe-Javakheti.

Оценка основных характеристик ветра на фоне изменения климата в Самцхе-Джавახетском регионе /Каврелишвили Н., Абуладзе Н., Бегларашвили Н./Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2015.-т.121.-с76-79.. -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

Проведено исследование об основных характеристиках ветра в Самцхе-Джавახетском регионе. обсуждено климатические характеристики ветра на основах данных Ахалцихе и Паравани для двух исследовавшихся периодов . оценено основные характеристики ветра на фоне изменения климата в Самцхе-Джавახетском регионе

ეკოლოგია	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

დ. თბილისში მოძრაობის ბანტივითვის ღონისძიებების ეკოლოგიური ეფექტურობის ბანსაზღვრა

ნ. ბეგლარაშვილი; მ. ფიფია.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ისტიტუტი.

ტრანსპორტის სექტორი საქართველოში ისევე, როგორც მსოფლიოს უმეტეს ქვეყნებში სათბურის გაზების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ემიტორია და ამიტომაც ამ სექტორიდან ემისიების ინვენტარიზაციას და შემამცირებელი ღონისძიებების გატარებას უდიდესი ყურადღება ეთმობა [1;2].

ჩვენი კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ქ.თბილისში დასავლეთის ცენტრალური შემოსასვლელი გზის რეკონსტრუქცია (გიორგი რობაქიძის გამზირის, მარშალ გელოვანის გამზირისა და დავით აღმაშენებლის ხეივანის დამაკავშირებელი გზაჯვარედინი ცხრ.1.), კერძოდ გზაჯვარედინზე გზაგამტარი გვირაბის მშენებლობის შედეგად სათბურის გაზების CO₂-ის, N₂O-ს და CH₄-ის ემისიის შემცირების განსაზღვრა. საკვლევი გზაჯვარედინზე გზაგამტარი გვირაბის სამშენებლო სამუშაოები 2013 წელს დასრულდა [6], რის შედეგადაც გაუქმდა შუქნიშანი. აქედან გამომდინარე კვლევის მიზანია ქალაქის პირობებში საავტომობილო გზებზე მოძრაობის განტვირთვის ღონისძიების შედეგად სათბურის გაზების ემისიის შემცირების შემარბილებელი ქმედების შეფასება.

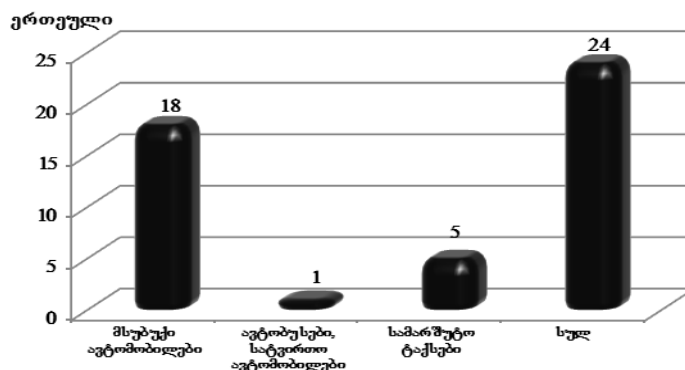
ცხრილი 1. საკვლევი შუქნიშნის მახასიათებლები

მდგომარეობა	ფერი	I შუქნიშანი	II შუქნიშანი	III შუქნიშანი
		ტაიმერი, წმ		
დგომა	წითელი	50	70	70
მზადება	ყვითელი	3	3	3
მოძრაობა	მწვანე	52	32	32

საგზაო ტრანსპორტიდან სათბურის გაზების ემისიების გამოსათვლელად ვიხელმძღვანელებთ კლიმატის ცვლილების სამთავრობათშორისო საბჭოს (IPCC) მიერ რეკომენდირებული მეთოდური სახელმძღვანელოთი [3;4].

კვლევის საწყის ეტაპზე შევისწავლეთ გაუქმებული შუქნიშნის მახასიათებლები და განვსაზღვრეთ წითელ შუქნიშანზე მდგარი ავტოსატრანსპორტო ნაკადის ინტენსივობა (ნახ. 1.) კვლევა ვაწარმოვეთ ავტოტრანსპორტის კატეგორიების და დღის სხვადასხვა მონაკვეთის (კვდარი და პიკის საათები) გათვალისწინებით.

წითელ შუქნიშანზე ერთჯერადად მდგარი ავტოტრანსპორტის რაოდენობრივი მაჩვენებლები



ნახ.1.წითელ შუქნიშანზე ერთჯერადად მდგარი ავტოტრანსპორტის რაოდენობრივი მაჩვენებლები

ავტონაკადის ინტენსივობის საშუალო ჯამური მაჩვენებლები წარმოვადგინეთ ცხრილში 2.

პოლუტია	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		ИММ	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

ცხრილი 2. საკვლევი გზაჯვარედინის წითელ შუქნიშანზე მდგარი ავტოსატრანსპორტო ნაკადის საშუალო ინტენსივობა

ტრანსპორტის კატეგორია	ერთი შუქნიშნის ჯამური მაჩვენებლები	სამი შუქნიშნის ჯამური მაჩვენებელი
ერთჯერადად	24	72
დღელამეში	25920	77760
წელიწადში	9460800	28382400

კვლევის შემდეგი ეტაპისთვის საჭირო გახდა გაგვესაზღვრა წითელ შუქნიშანზე მდგარი ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მიერ ფუჭი მუშაობისას დახარჯული საწვავის ოდენობები საწვავის სახეობის (ბენზინი, დიზელი, ბუნებრივი გაზი) გათვალისწინებით, შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.

ცხრილი 3. წითელ შუქნიშანზე მდგარი სატრანსპორტო საშუალების მიერ მოხმარებული საწვავის წლის ჯამური მაჩვენებლები

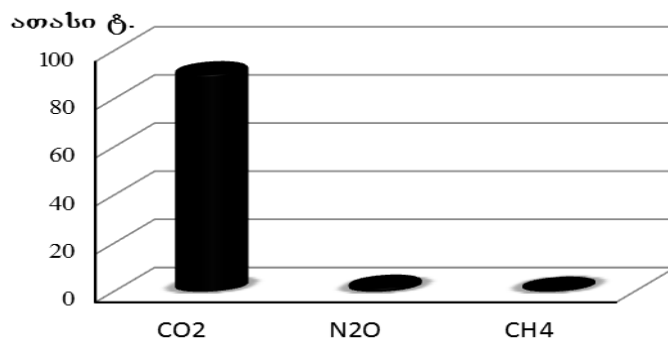
ტრანსპორტის კატეგორია	მსუბუქი ავტომობილი		ავტობუსი, სატვირთო	სამარშუტო ტაქსი
	ბენზინი (ტონა)	ბუნებრივი გაზი (მ ³)	დიზელი (ტონა)	დიზელი (ტონა)
I განშტოება	13008600	24636000	867240	3153600
II განშტოება	16950600	32028000	1103760	4139100
II განშტოება	16950600	32028000	1103760	4139100

ავტოსატრანსპორტო ნაკადის და მოხმარებული საწვავის მონაცემების საშუალებით საკვლევი გზაჯვარედინისათვის (IPCC-ის მეთოდოლოგიების შესაბამისად) შეფასდა ძირითადი სათბურის გაზების, CO₂-ის, N₂O-ს და CH₄-ის ემისიების წლის საშუალო მაჩვენებლები შესაბამისი ხვედრითი კოეფიციენტების [3;4] გამოყენებით (ხცრ.4).

ცხრილი 4. ძირითადი სათბურის გაზების, CO₂-ის, N₂O-ს და CH₄-ის ემისიების წლის საშუალო მაჩვენებლები მოხმარებული საწვავის მიხედვით

ტრანსპორტის კატეგორია	მსუბუქი ავტომობილი		ავტობუსი, სატვირთო	სამარშუტო ტაქსი	
	ენზინი, ტ.	უნებრივი გაზი, მ ³	იზელი, ტ.	იზელი, ტ.	
ემისია ათასი ტ.	CO ₂	66.0	1.04	4.964	18.8
	N ₂ O	1.5	0.001	0.114	0.4
	CH ₄	0.03	0.945	0.0003	0.001

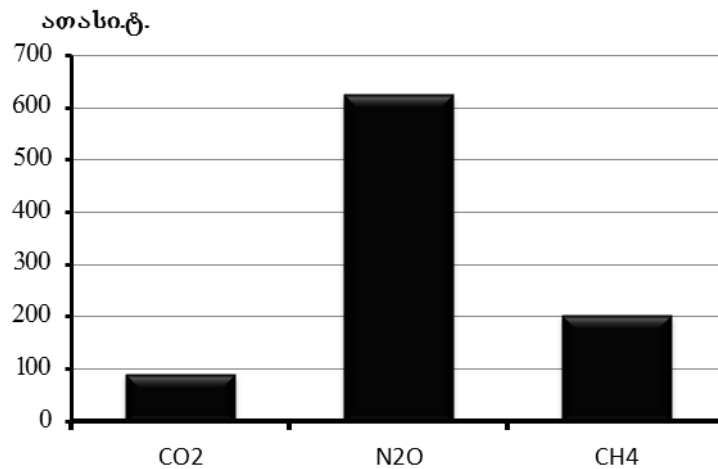
ხოლო წლის ჯამური მაჩვენებლები მოცემულია ნახაზზე 2



ნახ. 2. სათბურის გაზის ემისიის წლის ჯამური მაჩვენებელი საკვლევი გზაჯვარედინისათვის, ათასი ტ.

პოლუტია		პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		2015	ИММ	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ			ИГМ	т.121

სათბურის გაზების ჯამური მანვენებლები CO₂-ის ექვივალენტში მოცემულია ნახაზზე 3.



ნახ. 3. შემცირებული სათბურის გაზების წლის ჯამური მანვენებლები CO₂-ის ექვივალენტში (ათასი ტ.)

მივიჩნევთ, რომ დედაქალაქში, სადაც ტრანსპორტის წილი სათბურის გაზების ემისიაში 40%-ით განისაზღვრება, საავტომობილო გზების მსგავსი რეკონსტრუქცია არის ქმედითი ღონისძიება სათბურის გაზების შემცირების კუთხით. მიღებული შედეგები საშუალებას იძლევა დამაჯერებლად ვთქვათ, რომ საკვლევ გზაჯვარედინზე გზაგამტარის მშენებლობა წარმოადგენს ეკოლოგიური ეფექტურობის მქონე მნიშვნელოვან ღონისძიებას ავტოტრანსპორტიდან ემიტირებული სათბურის გაზების შესამცირებლად.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ბერიტაშვილი ბ., შვანგირაძე მ. სათბურის გაზების შემცირების პოტენციური საქართველოს მრეწველობისა და ენერჯეტიკის სფეროში. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, 2002, №108, გვ.209-221.
2. შვანგირაძე მ. კლიმატის ცვლილების კონვენცია და კიოტოს პროტოკოლი საქართველოს ეკონომიკის მდგრადი განვითარების ერთ-ერთი ინსტრუმენტი. UNEP, GFSIS, MEPRS of Georgia, თბილისი, 2006.
3. Faiz A, Weaver C.S., M.P. Walsh M.P. Air Pollution from Motor Vehicles. The World Bank, Washington, D.C. IBRD, 1996
4. Greenhouse Gas Inventory Reporting Instruction. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1996. pp.1.72-1.75.
5. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
6. www.tbilisi.gov.ge

ქ.თბილისში მოძრაობის განტვირთვის ღონისძიებების ეკოლოგიური ეფექტურობის განსაზღვრა/ ბეგლარაშვილი ნ., ფიფია მ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2015, ტ.121. გვ.80-83. - ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

განხილულია ქ.თბილისის დასავლეთის ცენტრალურ შემოსასვლელი გზაზე (მარშალ გელოვანის გამზირისა და დავით აღმაშენებლის ხეივანის გზაჯვარედინი) მოძრაობის განტვირთვის ღონისძიება და რეკონსტრუქციის ეკოლოგიური ასპექტები. გამოთვლილია ემიტირებული სათბურის გაზები რეკონსტრუქციამდე და რეკონსტრუქციის შემდეგ. შეფასებულია სათბურის გაზების ემისიის შემცირების და საინჟინრო ღონისძიებების ეკოლოგიური ეფექტურობა.

Assessment of ecological efficiency of the unload events on City roads in Tbilisi/Beglarashvili N., Fifiia M./ Transaction of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2015,-T.121. pp.80-83.- Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

პროცესი	2015	პრო	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		ИИМ	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

The unload event and environmental aspects of the reconstruction are examined of the West Central Entrance Road (Crossroad of David Aghmashenebeli Alley and Marshal Gelovani Avenue) of Tbilisi. The emissions of greenhouse gases are calculated before and after the reconstruction. The reduction of GHG emissions are assessed along with the ecological efficiency of engineering innovations.

Определение экологической эффективности при мероприятиях по разгрузке движения на городских дорогах/Бегларашвили Н., Пипия М. /Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2015.-т.121.-с80-83.. -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.
 Рассмотрены Мероприятия по Разгрузке Дорожного движения и экологические аспекты реконструкции на центрально-западной входящей дороги г.Тбилиси. Вычислены выбрасываемые парниковые газы до и после реконструкции. Оценена экологическая эффективность сокращения выбросов парниковых газов и Инженерно-технических мероприятий.

პოლოზია	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

თბილისის ზღვის წყლის ბიოეკოქიმიური კვლევა და მისი დღევანდელი ეკოლოგიური მდგომარეობა

ნ.ბუაჩიძე*, მ.არუსტაშვილი**, ა.ნიკოლეიშვილი**, ს.პერტაია**, ბ.ჯაფარიძე**, ი.ჯიქიძე**, ლ.გოგალაძე**, ლ.ბუბაშვილი**,

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,

**გლადიმერ კომაროვის თბილისის ფიზიკა-მათემატიკის №199 საჯარო სკოლა

2015 წლის თებერვალ – მაისის თვეებში ჩატარდა მოკლევადიანი მონიტორინგი თბილისის ზღვის ტერიტორიაზე. კერძოდ, აღებულ იქნა წყლის საანალიზო ნიმუშები, რომლებშიც ჩატარდა ჰიდროქიმიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზები. აღებულ სინჯებში განისაზღვრა ზოგიერთი ძირითადი იონი, ბიოგენური ელემენტების ფორმები, სპილენძი და თუთია. აღვიღზე, საველე პირობებში, პორტატული აპარატის მეშვეობით გაიზომა წყლის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები. გაკეთდა მიღებული შედეგების ანალიზი, შეფასდა დღევანდელი თბილისის ზღვის წყლის ეკოლოგიური მდგომარეობა.

თბილისის ზღვის ტერიტორიაზე შეირჩა საანალიზო ნიმუშების აღების წერტილები (პლაჟი – წერტილი 1; კერძო მშენებარე ობიექტი – წერტილი 2; აქვაპარკი – წერტილი 3; ვარკეთილის მშენებარე ტერიტორია – წერტილი 4; კერძო დასახლება – წერტილი 5). შერჩეული დაკვირვების პუნქტებიდან აღებულ წყლის ნიმუშებში განისაზღვრა ძირითადი იონები (HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}), ბიოგენური ელემენტების ზოგიერთი ფორმა (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+), ჟანგბადის ბიოლოგიური მოთხოვნილება (ჰბმ), სპილენძი და თუთია, ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები (pH, ელექტროგამტარობა, ტემპერატურა, წყალში გახსნილი ჟანგბადი), ტოტალური კოლიფორმები და ეშერიხია კოლი (E-coli).

კვლევის პერიოდში გამოყენებულ იქნა შემდეგი თანამედროვე მეთოდები: იონ-სელექტიური ქრომატოგრაფია, ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრია, მემბრანულ-ფილტრაციის მეთოდი და სხვა.

მიღებული შედეგები მოცემული ცხრილებში 1-2 და გრაფიკებზე 1-4.

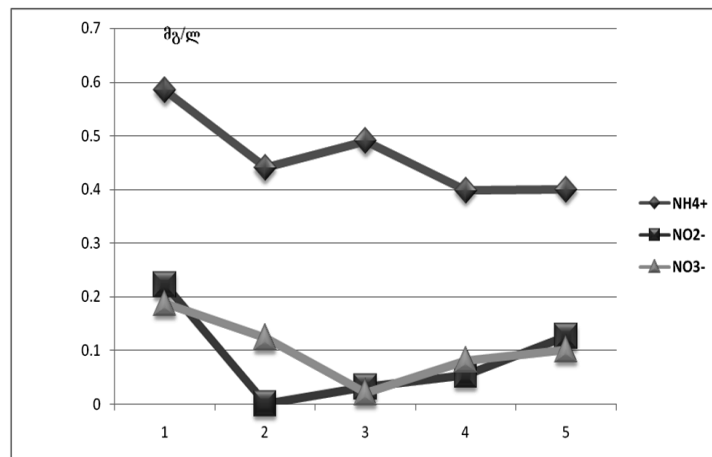
ცხრილი 1. თბილისის ზღვის წყლის ჰიდროქიმიური ანალიზის შედეგები (2015წ.)

ზღვ	დაკვირვების წერტილი				
	პირველი	მორე	მესამე	მეოთხე	მეხუთე
ტემპერატურა, °C					
	12.2	13.5	13.3	13.8	14.0
pH					
6.5-8.5	7.64	7.69	7.85	7.42	7.66
ელექტროგამტარობა, $\mu\text{sm/cm}$					
	410	311	472	378	440
გახსნილი ჟანგბადი, მგ/ლ					
4-6	4.12	5.2	4.78	5.0	4.5
NH_4^+ , მგN/ლ					
0.39	0.584	0.440	0.490	0.398	0.400
NO_2^- , მგN/ლ					
1.0	0.222	< 0.001	0.032	0.055	0.126
NO_3^- , მგN/ლ					
10.0	0.102	0.124	0.022	0.082	0.102
HCO_3^- , მგ/ლ					
	144.88	152.26	148.12	133.9	135.8
Cl^- , მგ/ლ					
350	6.22	6.58	6.02	7.16	6.98
SO_4^{2-} , მგ/ლ					
500	72.52	79.20	70.14	77.12	80.45
სპილენძი, მგ/ლ					
1.0	0.0054	0.0062	0.0034	0.0044	0.0050
თუთია, მგ/ლ					
1.0	0.0005	0.0008	0.0007	0.0005	0.0009
ჰბმ, მგO ₂ /ლ					
3.0	2.2	2.3	2.0	1.9	2.0

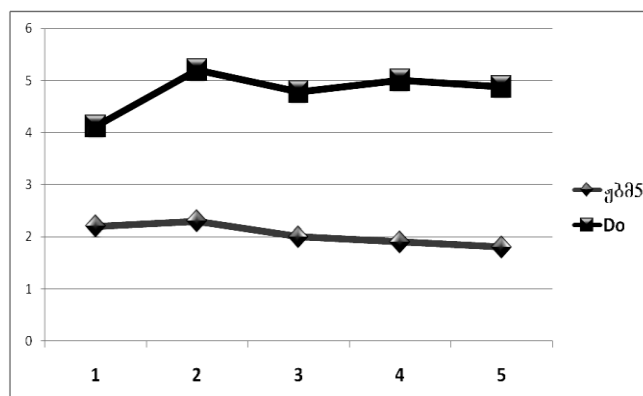
პოლოზია	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

ცხრილი 2. თბილისის ზღვის წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები (2015 წ.)

№	დასახელება	მანკებლის მნიშვნელობა ნდ-ს მიხედვით	თბილისის ზღვა (პირველი დაკვირვების წერტილი)	თბილისის ზღვა (მეორე დაკვირვების წერტილი)	თბილისის ზღვა (მესამე დაკვირვების წერტილი)	თბილისის ზღვა (მეოთხე დაკვირვების წერტილი)	თბილისის ზღვა (მესამე დაკვირვების წერტილი)	ლისის ტბა (სამუალწლიური მონაცემი)
1	ტოტალური კოლიფორმები (ერთეული/ლ)		არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	12	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	40
2	E-coli (ერთეული/ლ)	5000	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა



გრაფიკი 1. ბიოგენური ელემენტების ფორმების შემცველობები თბილისის ზღვის წყლის სინჯებში – 2015წ.



გრაფიკი 2. უმბ5-ისა და წყალში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაციები თბილისის ზღვის წყალში

როგორც ვხედავთ, თბილისის ზღვის წყალი ჰიდროკარბონატულია. ის გამოირჩევა ნიტრიტ და ნიტრატ იონების დაბალი შემცველობებით, სპილენძისა და თუთიის ასევე დაბალი კონცენტრაციებით, ხოლო რაც შეეხება ამონიუმის იონს, მათი შემცველობები წყალში ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციების (ზღკ) ფარგლებში მერყეობს (ცხრ.1).

ეკოლოგია		პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION	2015	ИМ	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ უმნიშვნელოდ მომატებულია ელექტროგამტარობა და წყალში გახსნილი ჟანგბადის რაოდენობა, თუმცა საერთო სურათი დამაკმაყოფილებელია (ცხრ.1). მიკრობიოლოგიური თვალსაზრისით თბილისის ზღვის წყალი არ არის დაბინძურებული, მხოლოდ ერთ შემთხვევაში აღმოჩნდა ტოტალური კოლიფორმები, 12 ერთეული ლიტრი წყალში, ხოლო რაც შეეხება ეშერიხია კოლს, ის არცერთხელ არ დაფიქსირებულა საანალიზო სინჯის შემადგენლობაში (ცხრ.2).

უნდა აღინიშნოს ის, რომ მიუხედავად იმისა, რომ დაკვირვების წერტილები საკმაოდ დაშორებულები არიან ერთმანეთისაგან, მათი შედეგები მკვეთრად არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან (გრაფ.1-2).

მიღებული შედეგების საფუძველზე, შეგვიძლია ვთქვათ, რომ თბილისის ზღვის წყალი არ იმყოფება ფეკალიებით დაბინძურების გავლენის ქვეშ და საერთოდ არ განიცდის არცერთი ტიპის ანტროპოგენულ დატვირთვას, აქედან გამომდინარე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ მისი ნაწილობრივ სასმელ წყლად გამოყენება გარკვეული ბიოქიმიური გადამუშავების შემდგომ შესაძლებელია

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. т.9. Закавказье и Дагестан. Вып.1. Западное Закавказье. Под редакцией В.Ш.Цома. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1974.
2. Супаташвили Г.Д. Гидрохимия Грузии(Пресные воды). Изд-во ТГУ, Тбилиси,2003.
3. G Унифицированные методы анализа вод. Москва, Химия, 1973.

თბილისის ზღვის წყლის ბიოეკოქიმიური კვლევა და მისი დღევანდელი ეკოლოგიური მდგომარეობა./ნ.ბუაჩიძე, მ.არუსტაშვილი, ა.ნიკოლეიშვილი, ს.პერტაია*, ბ.ჯაფარიძე, ი.ჯიქიძე, ლ.გოგალაძე, ლ.ბუბაშვილი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2015.-ტ.121.-გვ.84-86.--ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

თბილისის ზღვის მიმდებარე ტერიტორიაზე შეირჩა 5 დაკვირვების წერტილი, საიდანაც აღებული იქნა წყლის საანალიზო ნიმუშები, რომლებშიც ჩატარდა ჰიდროქიმიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზები. ადგილზე კი პორტატული აპარატის მეშვეობით გაიზომა წყლის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები. მიღებული შედეგების საფუძველზე შეფასდა, ზღვის წყლის ხარისხი და დადგინდა ბიოქიმიური გაწმენდის შემდეგ მისი სასმელად გამოყენების შესაძლებლობა.

Bio-eco chemical research of Tbilisi sea water and its modern ecological situation./N.Buachidze. M.Arustashvili, A.Nicoleishvili, S.Pertaia, B.Japaridze, L.Gogaladze, L.Bubashvili/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2015. -vol.121. -pp.84-86.- Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

At the surrounding of Tbilisi sea selected 5 observation point, from where have taken water samples, in which was carried out hydrochemical and microbiological analysis. In the field conditions, was conducted physical and biochemical parameters of water by using portable device. On the base of obtained results was evaluated the sea water quality and established how much valid will be water for drinking after subsequent biochemical purification.

Исследование вод Тбилисского моря и биохимическое оценка его существующего экологического состояния /Н.Буачидзе, М.Арусташвили, А.Николеишвили, С.Пертаия, Б.Джапаридзе, И.Джикидзе, Л.Гогаладзе, Л.Бубашвили/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2015.- т.121 .-с.84-86. -Груз., Рез. Груз., Анг., Рус.

На территории Тбилисского моря были выбраны точки для наблюдения, где брали пробы для гидрохимического и микробиологического анализов. На месте, с помощью портативного аппарата измеряли физико-химические показатели воды. С помощью полученных данных оценена степень качества воды Тбилисского моря. Выявлена ее пригодность для питья после биохимической очистки.

პოლუცია	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

**მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების თანამედროვე
ბიო-ქიმიური მდგომარეობის შეფასება და მათი შეფარებითი ანალიზი**

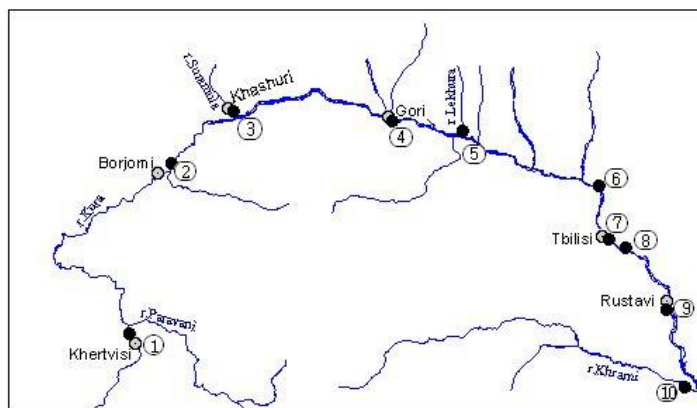
ე.შუბლაძე, ს.მდივანი, თ.გიგაური
საქართველო სტეპნიკური უნივერსიტეტი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,

ჩატარდა მდ.მტკვრისა და მისი ზოგიერთი შენაკადის წყლების ჰიდროქიმიური და მიკრობიოლოგიური კვლევები. საველე პირობებში, დაფიქსირდა საკვლევი მდინარეების წყლების ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები. აღებულ ნიმუშებში განისაზღვრა ძირითადი იონები, ბიოგენური ელემენტების ფორმები, ტოტალური კოლოფორმები და E.coli. ჩატარებული კომპლექსური კვლევების შედეგად, შეფასდა მტკვრისა და მისი შენაკადების თანადროვე ბიოქიმიური მდგომარეობა.

მდ.მტკვარი აზერბაიჯანის სახელმწიფო საზღვრის გადაკვეთამდე მთელ აღმოსავლეთ საქართველოს გადასერავს, შეიერთებს რა უამრავ შენაკადს, ჩაედინება მინგეჩაურის წყალსაცავში [1].საქართველოს ტერიტორიის გაგლისას მდ.მტკვარი განიცდის გარკვეულ ანთროპოგენულ დატვირთვას. მისეკოლოგიურ მდგომარეობას, ამავე დროს, ართულებს შენაკადებიც. ამდენად, ძალიან მნიშვნელოვანია მათ მიერ ტრანსპორტირებული დამაჭუჭყიანებელი ინგრედიენტების ინვენტარიზაცია და მათი თვისობრივი და რაოდენობრივი შედგენილობის გამოკვლევა.

დღეისათვის საქართველოში ზედაპირული წყლებისერთ-ერთი ძირითადი დამაბინძურებელი ფაქტორია რისკომუნალური სექტორი (ქალაქებისა და დასახლებული პუნქტების კანალიზაციის ჩამდინარე წყლები). უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს არცერთ ქალაქში არ არის უზრუნველყოფილი წყლისგამწმენდა ქიმიური და ბიოლოგიურიმეთოდების საშუალებით. პირველადი მექანიკური გაწმენდა ხორციელდება მხოლოდ ქ.თბილისსა და რუსთავის რეგიონულ გამწმენდ ნაგებობაზე. საწარმოო და სამედიცინო დაწესებულებების ჩამდინარე წყლები ასევე წარმოადგენენ წყლის რესურსების ძირითად დამაჭუჭყიანებლებს. მათგან, მდინარეებში ხვდება ისეთი სპეციფიკური დამაბინძურებლები, როგორცაა ბიოგენური ელემენტების ფორმები, ნავთობპროდუქტები, ფენოლები, მძიმემეტალები და სხვა. ზედაპირული წყლების დაბინძურების ერთერთ მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს ე.წ. ფეკალური წყლები,ასევე ჩამონადენი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან, რომლებიც გამდიდრებულია მინერალური სასუქებისა და პესტიციდების ნარჩენებით [2,3]. აქედან გამომდინარე შეფასებულ იქნა მდ. მტკვრის წყლის დღეისათვის არსებული დაბინძურების ხარისხი ჰიდროქიმიური და მიკრობიოლოგიური პარამეტრების მიხედვით. რეალური სურათის დასადგენად განისაზღვრა დამაბინძურებელ ინგრედიენტთა შემდეგი ჯგუფები: ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები (pH, ტემპერატურა, გახსნილი ჟანგბადი, მარილიანობა და ელექტროგამტარობა), მთავარი კათიონები და ანიონები, ბიოგენური ელემენტები, მძიმე ლითონები, ტოტალური კოლიფორმები და E.coli.

მოსახლეობის ზრდისა და ანთროპოგენური დატვირთვის გათვალისწინებით მდ.მტკვარი შეიძლება დაიყოს შემდეგ ექვს სეგმენტად: სათავე-ხერთვისი, ხერთვისი-ბორჯომი, ბორჯომი-ხაშური, ხაშური-გორი, გორი-თბილი, თბილისი-რუსთავი(ნახ.1).



ნახ.1 დაკვირვების პუნქტების განაწილების სქემა მდ.მტკვარსა და მის შენაკადებზე

მპოლუტია	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

ცხრ.1 და 3–ში მოცემულია მდ.მტკვრისა და მისი ძირითადი შენაკადების ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრებისა და ჰიდროქიმიურ მონაცემთა სტატისტიკა, ხოლო ცხრ. 2 და 4–ში ნაჩვენებია ბოლო წლებში ჩატარებული კვლევის შედეგები. კვლევები ჩატარდა ISO სტანდარტის შესაბამისად [4,5], ხოლო ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები კი განისაზღვრა საველე პირობებში მობილური პორტატული აპარატის “HORIBA”–ას საშუალებით.

ცხრილი 1. მდ.მტკვრის და მისი ზოგიერთი შენაკადის წყლის საშუალო წლიური ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები (2010–2012წწ.)

მტკვარი (ხერთვისი)	მტკვარი(ბორჯომი)	სურამულა(ხაშური)	მტკვარი (გორი)	ღიახვი (გორი)	ტეხურა (კასპი)	არაგვი(ქინვალი)	მტკვარი (თბილისი)	მტკვარი (გაჩიანი)	მტკვარი (რუსთავი)	ხრამი (წითელი ხიდი)	იორი (თიანეთი ზედა)	ალაზანი (შაქრიანი)	იორი (სართიჭალა ქვედა)
გამჭვირვალობა, სმ													
22	13	33	15	30	34	36	4	8	7	16	20	25	21
pH													
8.50	7.99	7.65	8.76	8.14	8.36	8.68	8.01	8.00	7.90	8.53	8.29	7.90	8.55
ტემპერატურა, °C													
6.7	6.6	7.0	7.5	8.5	9.6	9.9	26.5	26.4	26.7	25.5	23.3	20.0	21.0
გახსნილი ქანგბადი, მგ/ლ													
6.2	7.0	6.8	6.9	7.9	6.5	6.8	6.70	6.20	7.50	8.55	8.61	9.93	9.07
ელექტრო-გამტარობა, $\mu\text{sm/cm}$													
320	310	280	214	198	208	220	403.2	470.7	520.4	587.0	120.0	34.0	88.0
მარილიანობა, ppt													
0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1

ცხრილი 2. მდ.მტკვრისდამისიზოგიერთიშენაკადისწყლისფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები (2013-2014წწ.)

მტკვარი (ხერთვისი)	მტკვარი(ბორჯომი)	სურამულა(ხაშური)	მტკვარი (გორი)	ღიახვი (გორი)	ტეხურა (კასპი)	არაგვი(ქინვალი)	მტკვარი (თბილისი)	მტკვარი (გაჩიანი)	მტკვარი (რუსთავი)	ხრამი (წითელი ხიდი)	იორი (თიანეთი ზედა)	ალაზანი (შაქრიანი)	იორი (სართიჭალა ქვედა)
pH													
8.20	8.02	8.31	7.89	7.79	8.35	8.56	7.99	8.45	8.35	7.65	8.55	8.00	8.40
ტემპერატურა, °C													
5.6	6.8	6.5	6.7	6.5	6.6	5.2	7.0	7.2	7.2	7.5	6.0	6.4	6.2
გახსნილი ქანგბადი, მგ/ლ													
10.3	10.5	9.5	9.6	9.8	10.2	10.5	9.3	10.2	9.8	8.9	10.1	9.7	10.2
ელექტრო-გამტარობა, $\mu\text{sm/cm}$													
335	298	310	258	220	234	241	348	345	378	389	186	120	189
მარილიანობა, ppt													
0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.09	0.09	0.09

მოდული	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		IHM	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

ცხრილი 3. მდ.მტკვრის და მისი ზოგიერთი შენაკადის წყლების საშუალო წლიური ჰიდროქიმიური მონაცემები (2010–2012წწ.)

მტკვარი (ხერეთისი)	მტკვარი(ბორჯომი)	სურამულა(ხაშური)	ტკვარი (გორი)	იახვი (გორი)	ეხურა (კასპი)	რაგვი (ქინგავლი)	მტკვარი (თბილისი)	ტკვარი (განაინი)	მტკვარი (რუსთავი)	Xრამი (წითელი ხიდი)	Iორი (თიანეთი ზედა)	აღაზანი (შაქრაინი)	იორი (სართავალაქმკადა)
უბმ, მგ/ლ													
1.52	1.75	5.23	2.56	1.80	2.00	2.85	2.00	3.20	3.25	1.65	1.37	1.25	1.48
კარბონატი, მგ/ლ													
3.6	2.6	8.5(CO ₂)	3.0	5.7	6.0	6.2	7.5	7.4	4.4	6.5	5.5	6.6	6.8
სიხისტე, მგ.კმ/ლ													
1.76	2.05	3.15	2.35	3.05	3.84	2.10	3.50	3.50	3.15	2.60	2.55	1.70	2.20
ნიტრიტი, მგN/ლ													
0.030	0.020	0.058	0.035	0.020	0.051	0.025	0.660	0.564	1.101	0.045	0.223	0.158	0.185
ნიტრატი, მგN/ლ													
1.90	1.42	1.05	1.39	1.36	1.00	1.35	5.02	4.75	5.65	9.24	6.35	4.24	4.20
ამონიუმი, მგN/ლ													
0.42	0.54	0.44	0.54	0.95	0.95	0.49	0.558	0.650	1.014	1.722	1.225	0.890	0.785
ფოსფატი, მგ/ლ													
0.160	0.045	0.585	0.030	0.420	0.221	0.065	0.170	0.160	0.398	0.090	0.102	0.210	0.222
სულფატები, მგ/ლ													
14.8	15.9	29.5	16.9	27.7	45.2	15.5	40.3	45.0	70.1	90.2	55.6	75.2	45.6
ქლორიდები, მგ/ლ													
8.0	7.9	10.8	9.2	8.0	10.8	8.5	7.5	7.1	8.9	12.3	15.8	14.2	22.3
ჰიდროკარბონატი, მგ/ლ													
120.5	130.5	175.5	140.2	195.9	202.5	155.3	220.7	170.8	178.1	200.9	185.6	194.3	179.0
კალიუმი, მგ/ლ													
2.0	1.9	2.8	1.4	1.3	2.0	1.1	1.1	0.8	1.0	1.0	0.9	0.8	1.2
ნატრიუმი, მგ/ლ													
15.8	12.2	30.6	15.4	10.2	45.3	16.6	4.5	19.0	30.0	20.1	15.6	14.8	24.5
კალციუმი, მგ/ლ													
25.3	26.5	35.6	30.5	40.8	55.3	26.5	51.2	50.7	47.1	35.8	38.9	40.0	37.5
მაგნიუმი, მგ/ლ													
6.5	6.4	8.6	8.0	7.5	9.5	6.7	8.0	9.7	9.5	9.0	7.5	8.6	6.9
ზანს, მგ/ლ													
0.01	0.04	0.05	0.01	0.02	0.02	0.01	0.15	0.17	0.18	0.03	0.02	0.02	0.02
რკინა, მკგ/ლ													
0.07	0.09	0.20	0.11	0.18	0.20	0.08	0.28	0.34	0.32	0.26	0.15	0.19	0.21
თუთია, მკგ/ლ													
11.8	10.5	12.5	11.0	9.5	12.5	5.3	16.1	30.0	16.2	30.0	27.8	25.6	24.9
სპილენძი, მკგ/ლ													
8.2	7.0	8.9	8.2	6.2	7.9	5.5	6.7	3.4	1.5	7.9	5.2	4.3	6.0
ნიკელი, მკგ/ლ													
2.2	2.0	2.9	1.5	2.2	2.3	1.4	2.6	3.0	3.7	3.9	5.2	2.6	4.2
ტყვია, მკგ/ლ													
2.5	3.9	9.8	2.4	1.8	3.5	2.2	2.3	3.2	3.0	3.9	5.6	6.7	5.4
მანგანუმი, მკგ/ლ													
4.3	4.8	5.0	5.6	3.5	8.8	4.8	14.0	15.2	14.7	12.9	13.8	13.4	14.0

მოდული	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		ИММ	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

ცხრილი 4. მდ.მტკვრის და მისი ზოგიერთი შენაკადის წყლების იდროქიმიური მონაცემები (2013–2014წწ.)

მტკვარი (ხერთვისი)	მტკვარი(ბორჯომი)	სურამულა(ხაშური)	მტკვარი (გორი)	ლიახვი (გორი)	ლესურა (კახუბი)	არაგვი (ყინვალდი)	მტკვარი (თბილისი)	მტკვარი (გაჩიანი)	მტკვარი (რუსთავი)	ხრამი (წითელი ხიდი)	იორი (თანეთი ზედა)	აღაზანი (შაქრიანი)	იორი (სართოვალაქმედა)
უბმ, მგ/ლ													
1.85	3.25	5.28	5.61	4.28	3.35	1.45	6.05	6.45	6.47	6.04	1.64	3.41	1.45
კარბონატი, მგ/ლ													
2.12	3.05	5.24	5.74	3.69	2.50	2.44	5.47	5.66	5.74	6.00	3.24	4.61	2.47
სიხისტე, მგ.ექვ/ლ													
2.55	3.88	3.65	3.27	3.14	2.98	2.85	3.74	3.68	3.84	3.87	2.83	2.49	2.05
ნიტრიტი, მგN/ლ													
0.024	0.021	0.135	0.068	0.049	0.037	0.021	0.745	0.695	0.689	0.495	0.145	0.196	0.137
ნიტრატი, მგN/ლ													
0.898	1.245	4.235	2.183	2.147	2.444	1.465	4.232	4.551	3.898	3.542	1.247	2.159	1.143
ამონიუმი, მგN/ლ													
0.325	0.315	0.422	0.456	0.246	0.295	0.222	0.564	0.772	1.581	0.988	0.245	0.354	0.213
ფოსფატი, მგ/ლ													
0.065	0.125	0.120	0.166	0.098	0.145	0.045	0.325	0.386	0.347	0.366	0.074	0.122	0.065
სულფატები, მგ/ლ													
16.2	17.4	22.3	21.9	18.5	23.6	18.4	45.3	52.9	70.1	68.5	35.6	44.2	34.1
ქლორიდები, მგ/ლ													
9.2	10.1	8.9	10.4	7.4	11.3	15.0	9.5	9.6	10.2	6.7	5.9	8.5	5.8
ჰიდროკარბონატი, მგ/ლ													
131.2	122.5	168.4	158.3	142.3	123.6	113.6	169.5	145.2	135.9	143.9	124.9	168.5	126.3
კალიუმი, მგ/ლ													
1.1	1.2	1.5	1.1	1.1	1.1	1.1	2.5	2.1	2.2	2.1	1.0	1.1	1.0
ნატრიუმი, მგ/ლ													
12.3	15.2	13.4	16.3	22.0	25.1	14.3	28.6	31.1	40.2	35.6	17.4	13.6	11.4
კალციუმი, მგ/ლ													
23.3	25.2	35.4	33.4	41.7	40.5	22.6	51.0	56.2	59.3	58.4	24.7	31.0	24.2
მაგნიუმი, მგ/ლ													
6.3	6.8	9.5	8.1	7.6	8.7	6.5	9.2	8.9	10.3	9.7	6.4	7.6	6.0
ზანს, მგ/ლ													
0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.09	0.10	0.11	0.09	0.01	0.01	0.01
რკინა, მკგ/ლ													
0.172	0.191	0.296	0.152	0.213	0.254	0.185	0.291	0.311	0.334	0.284	0.155	0.194	0.212
თუთია, მკგ/ლ													
0.125	0.223	0.111	0.096	0.088	0.035	0.045	0.236	0.145	0.085	0.346	0.202	0.056	0.015
სპილენძი, მკგ/ლ													
0.081	0.047	0.033	0.111	0.102	0.055	0.058	0.042	0.088	0.109	0.133	0.213	0.157	0.231
ნიკელი, მკგ/ლ													
0.009	0.011	0.018	0.008	0.011	0.012	0.023	0.025	0.014	0.007	0.009	0.020	0.014	0.018
ტყვია, მკგ/ლ													
0.021	0.015	0.007	0.015	0.025	0.018	0.022	0.027	0.023	0.014	0.024	0.011	0.007	0.006
მანგანუმი, მკგ/ლ													
0.005	0.011	0.009	0.012	0.005	0.008	0.014	0.007	0.016	0.047	0.031	0.017	0.005	0.008

პოლუტია		პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION	2015	ИМ	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

2013 და 2014 წელს რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ გამოცხადებულ გრანტების “კვლევები მოსწავლეთა მონაწილეობით” ფარგლებში ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მოხდა მდ.მტკვრისა და მისი შენაკადების წყლის ხარისხის შეფასება და მათი შედარება უკვე არსებულ მონაცემებთან.

დოგორც მიღებული მონაცემები გვაჩვენებს მდ.მტკვარი არის ჰიდროკარბონატული, კალციუმის მაღალი შემცველობით. ძედაპირული წყლებისათვის ასევე მნიშვნელოვანი კომპონენტია ბიოგენური ელემენტები (აზოტი, ფოსფორი), რომლებიც ასახავენ ზედაპირული წყლების დაბინძურების ხარისხს და წარმოადგენენ წყლის ფეკალური დაბინძურების ინდიკატორებს. განსაკუთრებით საინტერესოა მათი ცალკეული ფორმების (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-}) შემცველობების კონტროლი წყალში, რომლებიც დამახასიათებელია ისეთი პროცესების გაძლიერებისას, როგორცაა ფეკალური დაბინძურება, ევტროფიკაცია - გამოწვეული კომუნალური და სასოფლო-სამეურნეო ჩამდინარე წყლების ჩაშვებით მდინარეში.

დოგორც ცხრ.2-დან ჩანს, ნიტრიტ-იონის კონცენტრაციები მდ.მტკვრის წყალში იზრდება მდინარის დინების მიმართულებით, განსაკუთრებით მკვეთრად ქ. თბილისისა და რუსთავის მონაკვეთში. აუცილებელია აღვნიშნოთ, რომ ამონიუმის იონის კონცენტრაციები აჭარბებს შესაბამის ზღკ-ს (0,39 მგ/ლ) 1,5-5-ჯერ დაკვირვების პუნქტების უმეტეს ნაწილში. მისი კონცენტრაციის მატება იწყება უკვე ქობორჯომიდან და პიკს აღწევს ქ.თბილისისა და რუსთავში.

ასეთივე ზრდის ტენდენციით (მდინარის მიმართულებით) გამოირჩევა ჯბმ5-იც, რომლის მაჩვენებელი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ზედაპირული წყლების დასახასიათებლად და შესაბამისად სენსიტიურია წყლის ორგანული კომპონენტებით დაბინძურების შემთხვევაში. მაქსიმუმს აღწევს ქ. თბილისის გავლის შემდგომ.

რაც შეეხება მძიმე ლითონებს, მათი ხსნადი ფორმები წყალში მცირეა, რასაც განაპირობებს წყლის pH-ისმაღალი მაჩვენებელი (6,5-8,5). ამ დიაპაზონში მიმდინარეობს მათი ჰიდროლიზი და ისინი ჰიდროქსიდების სახით ილექებიან ფსკერულ ნალექებში, ანუ გადანაწილდებიან წყალში შეტივანარებულ ნაწილაკებზე და სედიმენტებში. ამიტომაც წყლის ფაზაში მათი კონცენტრაციები არასდროს არ აჭარბებს შესაბამისი ზღკ-ს მნიშვნელობებს, თუმცა მათი შემცველობები (ნებისმიერ ფაზაში) მატულობს მდინარის დინების მიმართულებით.

როგორც ზემოთ იქნა აღნიშნული, მდ.მტკვრის წყლის ზოგიერთ ნიმუშებში ასევე ჩატარებულ იქნა მიკრობიოლოგიური ანალიზები [6], კერძოდ ტოტალური კოლიფორმების, E.coli-ის და ფეკალური სტრეპტოკოკების შემცველობებზე (ძირითადათ ქ.თბილისის ცენტრალურ ნაწილში). მათი კონცენტრაციები მოცემულია ცხრ. 5, 6-ში.

ცხრილი 5. მდ.მტკვრის წყლის ნიმუშებში მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები(2011–2012 წწ.)

შტამის სახეობა	ზაპეხი 02.2011წ.	ვახუშტის ხიდი02.2011წ.	ზაპეხი 04.2011წ.	ვახუშტის ხიდი04.2011წ.	ზაპეხი 02.2012წ.	ვახუშტის ხიდი02.2012წ.	ზაპეხი 04.2012წ.	ვახუშტის ხიდი04.2012წ.
E-CoLi ,1დმ3-ში	500	8000	4800	30000	450	7000	6000	15000
ტოტალური კოლიფორმები, 1დმ3-ში	1200	15000	11000	65000	1800	10000	8000	30000
ფეკალური სტრეპტოკოკები, 1დმ3-ში	-	-	-	-	-	-	-	-

პოლუტია	2015	პმი	-	ტ.121
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		ИМ	-	v.121
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		ИГМ	-	т.121

ცხრილი 6. მდ.მტკვრის წყლის ნიმუშებში მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები(2013–2014წწ.)

შტამის სახეობა	ზაჰესი 02.2013	ვახუშტის ხიდი 02.2013	ზაჰესი 03.2013	ვახუშტის ხიდი 03.2013	ზაჰესი 02.2014	ვახუშტის ხიდი 02.2014	ზაჰესი 03.2014	ვახუშტის ხიდი 03.2014
E-CoLi ,1დმ3-ში	1000	10500	6700	41000	1200	10000	9500	18000
ტოტალური კოლიფორმები, 1დმ3-ში	1350	21000	13800	75000	2500	15300	9500	35000
ფეკალური სტრეპტოკოკები, 1დმ3-ში	1200	1350	1100	1300	1250	1300	1000	1250

როგორც შედეგებმა აჩვენა, ზაჰესში, რომელიც მდებარეობს ქ.თბილისის შემოსასვლელთან, მკვეთრად დაბალია მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები, ვიდრე ქალაქის ცენტრში აღებულ ნიმუშებში(ვახუშტის ხიდი). შეიძლება ითქვას, რომ დედაქალაქის ცენტრალური ნაწილი უფრო მეტად ბინძურდება ფეკალური მასებით, რაც თავისთავად უარყოფით ზეგავლენას ახდენს მდ.მტკვრის წყლის ხარისხზე.

ლიტერატურა –ЛИТЕРАТУРА _LITERATURE

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. т.9. Закавказье и Дагестан. Вып.1. Западное Закавказье. Под редакцией В.Ш.Цома. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1974.
2. Супаташвили Г.Д. Гидрохимия Грузии(Пресные воды). Изд-во ТГУ, Тбилиси,2003.
3. Гачечиладзе Г.А. Гидрологические аспекты химической денудации в горных регионах . Л.Гидрометеоиздат, 1989.
4. G Унифицированные методы анализа вод. Москва, Химия, 1973.
5. Фомин Г.С., Фомин А.Г. – Вода. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. Москва, 2001.
6. The Microbiology of Drinking Water (2009) – Part 4 Methods for the isolation and enumeration of coliform bacteria and Escherichia coli (including E-coli 0157:H7), 2009.

მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების თანამედროვე ბიო-ქიმიური მდგომარეობის შეფასება და მათი შედარებითი ანალიზი/ე.შუბლაძე, ს.მდივანი, თ.გიგაური/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2015.-ტ.121.-გვ.87-92.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ჩატარებული ჰიდროქიმიური და მიკრობიოლოგიური კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ მდ.მტკვრის წყლის ხარისხი მიეკუთვნება მცირედ, ხოლო მისი შენაკადი სურამულა დაბინძურებულ მდინარეთა ტიპს. 2011-2012 და 2014 წლების მონაცემთა შედარების შედეგად გამოიკვეთა, შესწავლილ მდინარეთა დატუჭყიანების ზრდის ტენდენცია, განსაკუთრებით ბიოგენური ელემენტებისა და მიკრობიოლოგიური პარამეტრების მიხედვით. აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ დაბინძურების ხარისხი მატულობს მდინარეთა დინების მიმართულებით.

Evaluation of bio-chemical situation of riv. Kura and its effluents and their comparative analysis./E.Shubladze, S.Mdivani, T.Gigauri./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2015. -vol.121. -pp.83-88.- Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.

On the base of carried out of hydrochemical and microbiological researches established, that quality of river Kura belongs to less, but it's affluent Suramula more polluted water types. After comparing 2011-2012 and 2014 years data was indicated the tendency of increased pollution in studied rivers, especially biogenic elements and microbiological parameters. Also important fact is that level of pollution is increasing along to river flow

Оценка современного био-химического состояния р. Кура и ее притоков и их сравнительный анализ./Э.Шубладзе, С.Мдивани, Т.Гигаури./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2015.- т.121 .-с.87-92. -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

На основе проведенного гидрохимического и микробиологического мониторинга можно сказать, что воды р.Кура относятся слабо загрязненным, а воды ее притока Сурамула загрязненным водным объектам Грузии. Сравнение данных 2011-12 и 2014 год показало, что уровень загрязнения изученных рек увеличивается, и эта традиция особенно четко выражается по течению рек. Из загрязняющих ингредиентов можно выделить биогенные вещества и микробиологические параметры.

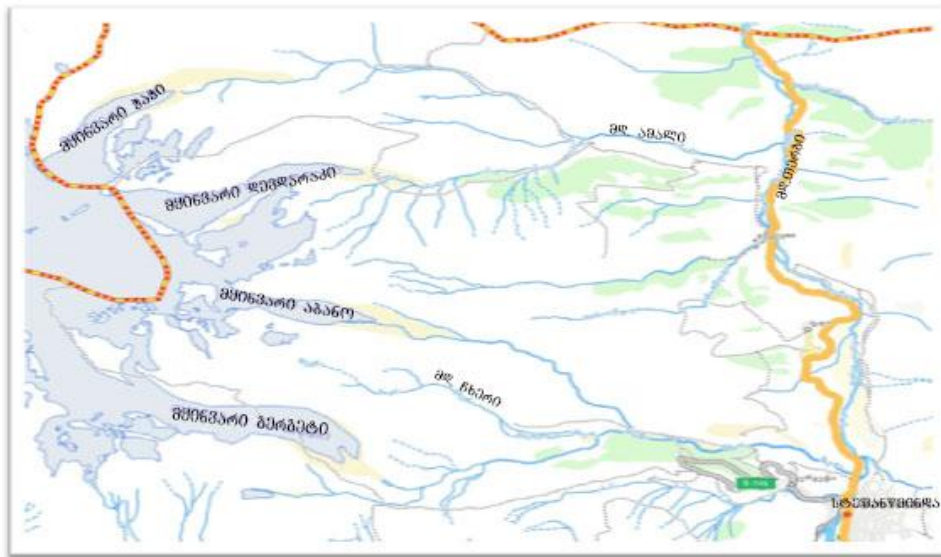
დარიალის ხეობაში სტიქიურ მყინვარულ მოვლენებთან საადაპტაციო ღონისძიებათა შესახებ

ცომაია ვ., ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,

მთელ მსოფლიოში გრძელდება გლობალური დათბობის ფონზე ექსტრემალური მოვლენების – უხვი ნალექებისა და მათთან დაკავშირებული წყალდიდობების, წყალმოვარდნების, მეწყერების, ღვარცოფების, თოვლის ზვავების საგრძნობი გააქტიურება, რომლებიც სერიოზულ ზემოქმედებას ახდენს ბუნებრივ ეკოსისტემებსა და ეკონომიკაზე.

ნაკლებად ხშირ, მაგრამ საკმაოდ დიდ საშიშროებას წარმოადგენს ის კატასტროფები, რომლებიც დაკავშირებულია მყინვარების რეჟიმთან. მყინვარწვერის აღმოსავლეთ სექტორში მდებარე მყინვარები (ნახ.1) – ჭაჭი (2.8 კმ²), დევდორაკი (7.0 კმ²), აბანო (2.0 კმ²), და გერგეტი (8.3 კმ²) როგორც წინსვლის (1950-1960 წწ.), ასევე უკან დახვევის (1960-იანი წლებიდან დღემდე) პერიოდებში საკმაოდ საშიში კატაკლიზმებით გამოირჩევიან. ბოლო 35-40 წლის განმავლობაში ჰაერის ტემპერატურის 0.4-0.6 °C - მდე მომატებას მდ. თერგის ხეობაში მოჰყვა მყინვარების ძლიერი დეგრადაცია, თავსხმა წვიმების გახშირება, მორენული მასალების ზრდა. გახშირდა თოვლის კარნიზების, დაკიდული მყინვარების, კლდეების მოწყვეტა, რომელთა დაცემა იწვევს მყინვარების მდგრადობის დარღვევასა და მათ უეცარ მოძრაობას. ამის გამო იხერგება ხეობები მყინვარული გამონატანით, ჩახერგვის ადგილზე გუბდება თოვლისა და ყინულის ნაღობი წყლები, რომლებიც არღვევს ჩახერგვებს და მიედინება ქვემოთ 80-90 მ-მდე სიმაღლის, 50-60 მ/წმ სიჩქარით მოძრავი ნაზღვევე წყალმოვარდნის სახით, რომელიც ანადგურებს ყველაფერს, რაც კი შეხვდება, დიდ ზარალს აყენებს დასახლებულ პუნქტებს, იწვევს სავარგულების წარეცხვას, ანგრევს გზებს, ხიდებს, მნიშვნელოვნად აზიანებს საძოვრებს. 5-10 კმ²-მდე ფართობი იფარება ქვა-ღორღის გამონატანით.



ნახ.1. მყინვარწვერის გამყინვარების აღმოსავლეთი სექტორი

ერთ-ერთი ასეთი კატაკლიზმის მომსწრე გავხდით 2014 წლის 17 მაისს, დილის ათის ნახევარზე, როდესაც დარიალის ხეობაში, მდ. თერგისა და მდ. ამაღის შესართავთან გლაციალურმა ღვარცოფმა გაიარა (ნახ.2 ა). მყინვარ დევდორაკიდან დაახლოებით 5 მლნ მ³ ჩამოხვავებულმა კლდოვან - ყინულოვანმა მასამ გადაკეტა მდ. თერგის კალაპოტი და მდინარე 15-20 მ სიმაღლეზე შეაგუბა, ჩახერგა რუსეთთან დამაკავშირებელი საავტომობილო გზა, დააზიანა 700 და 1200 მმ-იანი მაგისტრალური გაზსადენები. ეს პროცესი უხვი ნალექების (წვიმა) ფონზე მოხდა რამაც დააჩქარა მასის დინამიკაში მოყვანა.

20 აგვისტოს, 22 საათზე პროცესი კვლავ განმეორდა ნახ. 2 ბ). ღვარცოფულმა ნაკადმა დარიალის ხეობაში ზუსტად 3 თვის წინანდელ ადგილზე გაიარა, რის შემდეგაც 350-400 ათასი მ³ ნაზღველვმა მწყობრიდან გამოიყვანა სამხედრო გზის მონაკვეთი, დააზიანა 1200 მმ-იანი მაგისტრალური გაზსადენი, ლარსის მშენებარე ჰესი, დაიტბორა ლარსის საბაჟო-გამშვები პუნქტი და „დარიალჰესის“ გვირაბი.

დარიალის ხეობა მაღალი რისკის ზონად არის დაფიქსირებული. ხეობაში სიტუაცია არაპროგნოზირებადია და არსებული ნაშალი მასალის რაოდენობიდან გამომდინარე, ძლიერი წვიმების შემთხვევაში (რომელიც მასტიმულირებელ როლს ასრულებს), სპეციალისტები მისი მესამედ ჩამოტანის შესაძლებლობას არ გამოირიცხავენ.

გასათვალისწინებელია, რომ მყინვარწვერის გამყინვარების სისტემაში მსგავს კატასტროფებს ადრეც ჰქონდა ადგილი [1] მყინვარ დევედარაკზე – 1776, 1778, 1785, 1808, 1817, 1832, 1842, 1854, 1876, 1967, 2007 წწ-ში (დარიალის კატასტროფა); მყინვარ აბანოზე – 1909-1910 წწ-ში; მყინვარ გერგეტზე – 1953 წ-ს; მყინვარ კოლკაზე – 1902, 1969, 2002 წწ-ში (გენაღდონის ეკოლოგიური კატასტროფა, რასაც მოჰყვა ადამიანთა მსხვერპლი 300 – კაცამდე და მატერიალური ზარალი 350-400 მლნ აშშ დოლარის ოდენობით), მაგრამ ბოლო 20-30 წლის მანძილზე, კლიმატის ცვლილების საერთო ფონზე, მათი აქტივიზაციის ხარისხი მკვეთრად გაიზარდა.

ა)

ბ)



ნახ.2. ღვარცოფი დარიალის ხეობაში 2014 წლის 17 მაისსა (ა) და 20 აგვისტოს (ბ).

რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის მინისტრისა და ექსპერტთა განცხადებით დარიალის ხეობაში სტიქიის გამომწვევი მიზეზი მყინვარის ფენების ინტენსიური მოძრაობაა. თუმცა ამ მოსაზრებას არ იზიარებს გლაციოლოგიის დარგში რუსი ავტორიტეტული მეცნიერი, კოსმოსიდან დედამიწის დისტანციური ზონდირების ლაბორატორიის ხელმძღვანელი – ლევ დენისოვი. გაზეთ „ტრუდის“ კორესპონდენტთან საუბრისას (ინტერვიუ 2014 წლის 23 მაისს გამოქვეყნდა) მან განაცხადა: „ჩემს ხელთ არსებული მასალები საფუძველს მაძლევს დავასკვნა, რომ ამ შემთხვევაში კატასტროფის მიზეზი გახდა ჯერ კიდევ მძინარე, მაგრამ თანდათანობით გააქტიურებული ყაზბეგის ვულკანი. კოსმოსიდან გადაღებულ ყაზბეგის მთის სურათზე, დაახლოებით 4600 მ სიმაღლეზე, სამხრეთ-აღმოსავლეთ კალთაზე ჩანს მთის ქანების კოლოსალური ნაპრაღი, რომელიც მძინარე თერგისკენაა მიმართული. დარწმუნებით გეუბნებით, რომ მთის ამ ფერდობს 1000 °C - მდე გავარვარებული მაგმა აწვება, რომელიც თანდათან უახლოვდება ზედაპირს. უკვე რამდენიმე ასეული მეტრიღაა დარჩენილი და თუ მაგმა მოაღწევს ზედაპირამდე, დაიწყება ვულკანის ამოფრქვევა“ [2].

რა მიზეზიც არ უნდა ყოფილიყო, კატასტროფა მაინც მოხდა. სამწუხაროდ, ისევე როგორც ყველგან, სანამ ტრაგედია არ დატრიალდება ჯეროვანი ყურადღება არაფერს ექცევა. ცხადია, ზემოთ ხსენებული სტიქიური მოვლენების შეჩერება ჯერ-ჯერობით ადამიანის შესაძლებლობებს აღემატება, მაგრამ მათი შედეგების შერბილება შესაძლებელია გარკვეული ტექნიკური და ორგანიზაციული ღონისძიებების განხორციელების შედეგად.

ჯერ კიდევ 2007 წლისთვის, კლიმატის ცვლილებაზე საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში, მომზადდა საპროექტო წინადადება, რომლის მიზანს შეადგენდა

კლიმატის ცვლილების უარყოფითი ზემოქმედების შედეგების შერბილება სტეფანწმინდის რაიონში გამავალი საქართველო-რუსეთის შემაერთებელი ავტომაგისტრალსა და რუსეთ-საქართველო-სომხეთის შემაერთებელ მაგისტრალურ გაზსადენზე [3]. პროექტი ითვალისწინებდა შესაფერისი საადაპტაციო ღონისძიებების შემუშავებას, რომლებიც უზრუნველყოფდა დეგრადირების სტადიაში მყოფი მყინვარების ავტომაგისტრალსა და გაზსადენზე უარყოფითი ზემოქმედების მინიმუმამდე დაყვანას, რასაც დიდი ეკონომიკური და პოლიტიკური მნიშვნელობა გააჩნია.

ეს საადაპტაციო ღონისძიებები გულისხმობდა შემდეგი სამუშაოების შესრულებას:

- საშიში ზონების დაზუსტება დარიალის ხეობის ძირიდან 80-100 მეტრ სიმაღლემდე მდინარეების – ამაღის, დევილორაკისწყლის, ჩხერისა და ბლოტას ხეობებში, აგრეთვე 300-400 მეტრის სიგრძის მონაკვეთზე მდ. თერგის ხეობაში მდინარეების ამაღისა და ჩხერის მონაკვეთზე;
- მყინვართან დაკავშირებული აღნიშნული შედარებით მცირე მდინარეთა ხეობებში წინასწარი გაფრთხილების სისტემის მოწყობა მდინარეთა ჩამონადენის საშიში ცვლილებებისა და მყინვარული ზვავების საშიშროების შემთხვევაში ტერიტორიიდან ადამიანთა სწრაფი ევაკუაციის უზრუნველსაყოფად. სადამკვირვებლო პუნქტების მოწყობა დაბა სტეფანწმინდასა და სოფ. გველეთში. მონიტორინგის ამ სისტემის სრულყოფა თანამედროვე ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით;
- მყინვარ დევილორაკის კარნიზების ხელოვნური ჩამოშვება აფეთქების გზით, საშიშ სტადიაში მათი გადასვლის შემთხვევაში;
- ხელოვნური სადრენაჟო არხების გაყვანა მყინვარ დევილორაკის ენაში, აგრეთვე ჩახერგილი მორენული და მყინვარული ტბებიდან წყლის თანდათან გამოსაყვანად;
- მდინარეების ამაღისა და ჩხერის მარჯვენა ნაპირზე დაბლა მდებარე ტერასებზე 2-3 სადრენაჟო არხის გაყვანა ნაზღველევი წყალმოვარდნებისა და ღვარცოფების ნაკადის გასანაწილებლად და მდინარეთა ძირითად კალაპოტებში მათი ინტენსივობის შესამცირებლად;
- მდ. ამაღის შესართავთან მდ. თერგის ხეობაში 700-800 მ სიგრძის სადრენაჟო და სავენტილაციო გვირაბის მოწყობა. მდ. თერგის ხეობის ჩახერგვის შემთხვევაში ეს გვირაბი გაატარებს დაგროვილ წყალს და ამით მოხსნის მდინარის ქვემო წელში კატასტროფული წყალმოვარდნის საშიშროებას;
- ჩახერგვის რაიონში სპეციალური დაკვირვებების ჩატარება მოსალოდნელი საშიშროების მახასიათებელთა განაწილების რუკის შესადგენად და რეკომენდაციების შესამუშავებლად, შესაძლო ზარალის მინიმუმამდე დასაყვანად.

ზემოთ აღნიშნული პროექტი, შესრულების შემთხვევაში, თავის წვლილს შეიტანს როგორც ადგილობრივი, ისე გლობალური გარემოსდაცვითი პრობლემების გადაჭრაში. იგი ხელს შეუწყობს საქართველოს სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ერთ-ერთი ძირითადი საუღელტეხილო საავტომობილო გზის შეუფერხებელ მუშაობას, ასევე მაგისტრალური გაზსადენის უსაფრთხო ფუნქციონირების უზრუნველყოფას, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია როგორც საქართველოსთვის, ასევე სომხეთისა და ჩრდილოეთ ოსეთისთვისაც. გარდა ამისა, ხელს შეუწყობს ადგილობრივი მოსახლეობის სოციალური პირობების გაუმჯობესებასა და რეგიონის რეკრეაციული პოტენციალის გაძლიერებას.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ვ. ცომაია, გ. გაჩეჩილაძე, თ. ცინცაძე, ს. გოგრიჯანიძე, მ. ფხაკაძე. ნაზღველევი წყალდიდობები და წყალმოვარდნები საქართველოში. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2009.
2. გაზეთი “ტრუდი“. ინტერვიუ ლევ დენისოვთან. 1914 წ. 23 მაისი.
3. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბილისი, 2009.

დარიალის ხეობაში სტიქიურ მყინვარულ მოვლენებთან საადაპტაციო ღონისძიებათა შესახებ.
/ცომაია ვ., ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2015.-ტ.121.-გვ.93-96.-ქართ. რუხ: ქართ.ინგლ., რუს.

განხილულია სხვადასხვა მოსაზრებები 2014 წლის 17 მაისსა და 20 აგვისტოს დარიალის ხეობაში მომხდარი დვარცოფული კატასტროფების გამომწვევი მიზეზების შესახებ. მოყვანილია წინადადებები საადაპტაციო ღონისძიებების განსახორციელებლად, რომლებმაც გარკვეულწილად უნდა უზრუნველყონ დეგრადირების სტადიაში მყოფი მყინვარების საერთაშორისო ავტომაგისტრალსა და გაზსადენზე უარყოფითი ზემოქმედების მინიმუმამდე დაყვანა.

On the adaptation measures related to extreme glacial events in the Dariali Gorge. /Tsomaia V.Beritashvili B., Kapanadze N./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology at the Georgian Technical University. -2015. - v.121. – pp.93-96.. -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Different reasons are discussed relevant to causes of catastrophic debris flows happened in the Dariali Gorge on 17 Mai and 20 August 2014. A number of adaptation measures are proposed aimed of degrading glaciers on international mororwayand gas pipeline.

Об адаптационных мероприятиях, связанных со стихийными ледниковыми явлениями в Дарьяльском ущелье. /Цомаиа В. Ш, Бериташвили Б. Ш., Капанадзе Н. И./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета. –2014. – т.120. – с.93-96.- Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

Рассмотрены различные соображения относительно причин селевых катастроф, происшедших в Дарьяльском ущелье 17 мая и 20 августа 2014 г. Предложены адаптационные мероприятия, которые смогут свести к минимуму разрушительное воздействие на международные автомагистраль и газопровод ледников, находящихся В стадии деградации.

შეფოთიებული ატმოსფეროს ზოგიერთი აერო-დინამიკური თავისებურებების შესწავლა ორობრაჟის ბათვალისწინებით

სამხარაძე ი.*, ხვედელიძე ზ.*, დავითაშვილი თ.**

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო..

**ივჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის იკეკუას გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო..

უკანასკნელ ათწლეულებში განსაკუთრებით გაიზარდა ინტერესი, ატმოსფეროში ლოკალური მძლავრი შემფოთებების გავრცელებისა და მათზე შესაძლო ზემოქმედების შესახებ, რაც დაკავშირებულია მომრავლებულ ტერორისტულ აქტებთან, რეგიონალურ საომარ მოქმედებებთან ან ბუნებრივი თუ ხელოვნური ტიპის აფეთქებების შემთხვევებთან. ბუნებრივია, ასეთი ტიპის „შემფოთებების“ გავრცელება განსაკუთრებით შესასწავლია მთა-გორიან ტერიტორიებზე, ისეთი როგორც საქართველოა. წარმოდგენილი შრომის მიზანია შესწავლილ იქნას დიდი სიმძლავრის აფეთქებების შედეგად ატმოსფეროში წარმოქმნილი „შემფოთებებელი“ ნაკადის წნევის ცვლილება მცირე Δt დროში როგორც რელიეფის გათვალისწინებით ასევე რელიეფის გათვალისწინების გარეშე. წარმოდგენილი ამოცანა ანალოგიურია გაზური დიფუზიის არასტაციონალური პროცესისა, ამიტომ თუ მივიღებთ, რომ $t = 0$ მომენტში კოორდინატა სათავეში გვაქვს ატმოსფერული ნაკადის შემაშფოთებელი Q სიმძლავრის წყარო და სიჩქარის ველი არის სოლენოიდური (გრივალური ბუნების) მაშინ სიჩქარის მდგენელები განისაზღვრებიან ჰელმჰოლცის შემდეგი დამოკიდებულებით [1,2]:

$$u = -\frac{\partial \Psi}{\partial y} + \frac{\partial \phi}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial \Psi}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial y}, \quad (1)$$

სადაც Ψ არის დენის ფუნქცია, ϕ - პოტენციალი. (1) ფორმულების გამოყენებით ქარის ბრუნვის სიჩქარისა და დივერგენციისათვის მიიღება შემდეგი დამოკიდებულება[1]:

$$\Omega = \Delta \Psi, \quad D = \Delta \phi \quad (2)$$

სადაც Ω არის ბრუნვის სიჩქარე, ხოლო D სიჩქარის ბრტყელი დივერგენცია.

ვინაიდან ბრტყელი დივერგენცია D ერთი რიგით მაინც ნაკლებია ვიდრე ქარის ბრუნვის სიჩქარე Ω , ამიტომ მიახლოებით ვწერთ, რომ

$$u = -\frac{\partial \Psi}{\partial y}, \quad v = \frac{\partial \Psi}{\partial x}, \quad (3)$$

$$\vec{v} = \text{grad} \Psi, \quad (4)$$

და აფეთქებიდან r მანძილზე „შემფოთებით“ გამოწვეული ჰაერის ნაკადის სიჩქარე განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით [1-3]:

$$v = \frac{Q}{4\pi r^2}, \quad (5)$$

ანალოგიურად [3]-ში მოყვანილი მსჯელობისა წნევის ცვლილებისათვის გვაქვს:

$$\Delta p = -\rho \frac{\partial \Psi}{\partial t}, \quad (6)$$

ამრიგად წნევის ცვლილების განსაზღვრისათვის საჭიროა სიჩქარის პოტენციალის ტენდენციის განსაზღვრა. დავუშვათ, რომ შემფოთებელი ნაკადი (ტალღა) ვრცელდება ბაროტროპულ გარემოში, სადაც სიჩქარის ბრტყელი დივერგენცია ნულია $D = 0$. ასეთი მიდგომა ჩვენი ამოცანისთვის ფიზიკურად გამართლებულია იმის გამო, რომ პროცესი მიმდინარეობს რა მცირე (წამები, წუთები) დროში წნევა რჩება სიმკვრივეზე დამოკიდებული. ასეთ პირობებში $\frac{\partial \Psi}{\partial t}$ სიდიდის განსაზღვრისთვის შეიძლება გამოვიყენოთ სიჩქარის როტორის z მდგენელისთვის დაწერილი პროგნოზული განტოლება[2,3,4,6]:

$$\frac{\partial \Omega_z}{\partial t} + u \frac{\partial \Omega_z}{\partial x} + v \frac{\partial \Omega_z}{\partial y} = D = 0, \quad (7)$$

სადაც $\Omega_z = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$ სიჩქარის როტორის z მდგენელია; u და v სიჩქარის მდგენელები ox და oy ღერძების გასწვრივ;

შესაბამისი გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ შემდეგ განტოლებას:

$$\Delta \frac{\partial \Psi}{\partial t} = (\Delta \Psi, \Psi), \quad (8)$$

სადაც $(\Delta \Psi, \Psi)$ არის იაკობიანი.

ცხადია, რომ მე-(8) განტოლების საშუალებით $\frac{\partial \Psi}{\partial t}$ -ს მიმართ მიღებულია პუასონის განტოლება, ამიტომ მისი ამოხსნა (r, α) პოლარულ კოორდინატთა სისტემაში მოიცემა შემდეგი სახით [2]:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^R \ln \frac{R}{r} A_\Omega r dr d\alpha + \frac{1}{2\pi R} \oint \frac{\partial \Psi}{\partial t} ds, \quad (9)$$

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} = A_\Omega \int_0^R \ln \frac{R}{r} r dr = \frac{R^2}{4} \overline{A_\Omega}, \quad (10)$$

სადაც $\overline{A_\Omega}$ არის ჰორიზონტალური ადვექცია;

იმ შემთხვევაში, როცა ხდება ოროგრაფიის გავლენის გათვალისწინება, დედამიწის პარალელსა და მერიდიანის მიმართულებით, სპეციალური მახასიათებელი პარამეტრების შემოტანით [2], მაშინ გვაქვს:

$$\Omega'_z = \frac{1}{\eta} (\Delta \Psi + a \frac{\partial \Psi}{\partial x} + b \frac{\partial \Psi}{\partial y}) \quad (11)$$

სადაც $\eta = \frac{P_z}{P_o}$, P_z - ატმოსფერული წნევის მნიშვნელობაა დედამიწის ზედაპირიდან Z

სიმაღლეზე; P_o - წნევის სტანდარტული მნიშვნელობა; $a = -\frac{\partial \ln \eta}{\partial x}$, $b = -\frac{\partial \ln \eta}{\partial y}$ რელიეფის

გავლენის მახასიათებელი სიდიდეები, შესაბამისად პარალელსა და მერიდიანს გასწვრივ. ამგვარად რელიეფის გათვალისწინებით (8) განტოლების მაგივრად გვექნება შემდეგი განტოლება [2,5]:

$$\Delta \frac{\partial \Psi}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial t} (a \frac{\partial \Psi}{\partial x} + b \frac{\partial \Psi}{\partial y}) = \frac{1}{\eta} (\Delta \Psi, \Psi) - (\ln \eta, \Psi) = A'_\Omega \quad (12)$$

განტოლება (12) არის ჰემგოლცის ტიპის განტოლება და მისი ამოხსნა მოიცემა შემდეგი სახით [2]:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R A'_\Omega K_o(\xi) r dr + \frac{1}{2\pi R} \oint \frac{\partial \Psi}{\partial t} ds \quad (13)$$

სადაც $K_o(\xi)$ არის ბესელის ფუნქცია წარმოსახვითი არგუმენტისათვის (ე.წ. მაკდონალდის ფუნქცია), რომელსაც აქვს ლოგარითმული განსაკუთრებულება $\xi \rightarrow 0$ წერტილში და ექსპონენციალურად კლებულობს როცა $\xi \rightarrow \infty$. ჩვენთვის მისაღებ მიახლოებებში შეიძლება დავწეროთ:

$$K_o(\xi) = -\ln \xi = \ln \frac{1}{\xi} \quad (14)$$

სადაც ჩვენს შემთხვევაში $\xi = \frac{r}{2}\sqrt{a^2 + b^2}$ და ყოველივეს გათვალისწინებით (10)-ის მაგივრად გვექნება:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} = \overline{A}'_{\Omega} \int_0^R \ln \frac{2}{r\sqrt{a^2 + b^2}} r dr \quad (15)$$

(15) განტოლების მარჯვენა მხარეში მდგომი ინტეგრალის გამოთვლის შემდეგ $\frac{\partial \Psi}{\partial t}$ -სთვის ვღებულობთ:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} = (C - \ln \sqrt{R}) \overline{A}'_{\Omega} R^2 \quad (16)$$

სადაც $C = \frac{1}{2} \ln \frac{2}{\sqrt{a^2 + b^2}} - 0,25$ და მისი მნიშვნელობა ცალკეული რეგიონებისათვის შესაბამისად გამოითვლება. ვისარგებლოთ მიღებული (6), (10), (16) ფორმულებით და გამოვთვალოთ წნევის ცვლილება როგორც რელიეფის გათვალისწინებით ასევე რელიეფის გათვალისწინების გარეშე. ამისათვის წარმოვადგინოთ ჰორიზონტალური ადვექციები \overline{A}_{Ω} და \overline{A}'_{Ω} სხვადასხვა მიახლოებებში და განვიხილოთ შემდეგი ორი შემთხვევა:

1. შეშფოთებული ჰაერის ნაკადის გავრცელების სხვადასხვა შემთხვევა ჩვენ შევისწავლეთ შრომაში [3] აქ კი წნევის ცვლილებისათვის მივიღებთ შემდეგ დამოკიდებულებას:

$$\Delta p = -\rho \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \rho \frac{3 \cdot R^2 \cdot Q^2}{128 \cdot \pi^2} \cdot \frac{\sin 2\alpha}{r^6} \quad (17)$$

როგორც (17) ფორმულიდან ჩანს იმ შემთხვევაში, როდესაც რელიეფს არ ვითვალისწინებთ წნევის ცვლილება მანძილის მიხედვით მე-6 ხარისხის უკუპროპორციულია. ჩვენ გამოვთვალოთ წნევის ცვლილების მნიშვნელობები წყაროდან $r=5, 10, 20 \dots 100$ მ მანძილისათვის, როცა $R=500$ მ, $\rho=1,3$ კგ/მ³, $Q=5000$ მ³/წმ,

შეშფოთებული ჰაერის ნაკადის გავრცელების კუთხის სამი მნიშვნელობისათვის $(\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3})$,

(იხილეთ ცხრ.1). როგორც ცხრ.1-დან ჩანს „შეშფოთებული“ ჰაერის ნაკადის წნევა მანძილის ზრდასთან ერთად მნიშვნელოვნად ეცემა და $r=100$ მ-სთვის „შეშფოთებული“ ჰაერის ნაკადი აღარ გვაქვს, ვინაიდან 100 მ-სთვის წნევის ცვლილება $\Delta p = 0,02$ პა (იხ. ცხრ.1). აგრეთვე აღმოჩნდა, რომ მანძილის ნებისმიერი მნიშვნელობისათვის წნევის

ცვლილება შედარებით მეტია როცა $\alpha = \frac{\pi}{4}$. მაშასადამე, როდესაც არ ვითვალისწინებთ

რელიეფს, „შეშფოთებული“ ჰაერის ნაკადის ძირითადი მასა ვრცელდება ჰორიზონტისადმი 45° -იანი კუთხით. გამოთვლებმა აჩვენა, რომ მიუხედავად იმისა რომ წნევა აფეთქების ცენტრის სიახლოვეს დიდია ($r=10$ მ-ზე წნევის ცვლილება არის $\Delta p = 1,9 \cdot 10^4$ პა.) მანძილის ზრდასთან ერთად იგი სწრაფად ეცემა ($r=50$ მ-ზე $\Delta p = 1,2$ პა), ეს ბუნებრივია, რადგან როდესაც რელიეფს არ ვითვალისწინებთ წარმოშობილი „შეშფოთებული“ ნაკადის წნევა უფრო სწრაფად ეცემა ატმოსფეროს ღია სივრცეში.

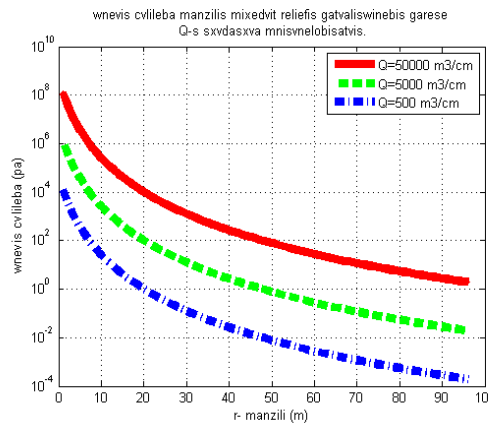
საილუსტრაციოდ ნახ.1-ზე ავაგეთ წნევის ცვლილების დამოკიდებულება მანძილზე

($R=500$ მ, $\rho=1,3$ კგ/მ³, $\alpha = \frac{\pi}{4}$), წყაროს ინტენსივობის სამი მნიშვნელობისათვის

($Q=500, 5000, 50000$ მ³/წმ), როგორც ნახ.1-დან ჩანს როცა $Q=50000$ მ³/წმ, ჰაერის ნაკადის წნევის ყველაზე დიდი მნიშვნელობისათვის შეშფოთებული ნაკადი ვრცელდება შედარებით დიდ მანძილზე (დაახლოებით $r=150$ მ-მდე).

ცხრილი 1. ჰაერის შეშფოთებული ნაკადის წნევის ცვლილება მანძილისა და ჰორიზონტისადმი დახრის კუთხის მიხედვით რელიეფის გათვალისწინების გარეშე.

r (მ)	Δp (პა)		
	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$
5	$1 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^6$
10	$1,6 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^4$
20	257	297	257
30	22,6	26	22,6
40	4	4,6	4
50	1,05	1,2	1,05
60	0,4	0,5	0,4
70	0,1	0,2	0,1
100	0,02	0,03	0,02



ნახაზი 1. წნევის ცვლილების დამოკიდებულება მანძილზე რელიეფის გათვალისწინების გარეშე აფეთქების ინტენსივობის სამი მნიშვნელობისათვის.

2. ნაკადის გავრცელება ხდება მთა-გორიან ტერიტორიაზე და ადვექციის გავრცელება პარალელისა და მერიდიანის მიმართულებით არის არაერთგვაროვანი. ამ შემთხვევაში სათანადო გარდაქმნების შემდეგ წნევის ცვლილებისათვის მივიღებთ:

$$\Delta p = -\rho \left(\frac{1}{2} \ln \left(\frac{2}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) - 0,25 - \ln \sqrt{R} \right) A'_\Omega R^2. \quad (18)$$

$$\text{სადაც } \overline{A'_\Omega} = -\frac{1}{\eta^2} \frac{18 \cdot Q^2 \sin 2\alpha}{512 \cdot \pi^2 r^6} - \frac{Q}{4\pi r^2} \left(\frac{a \cdot \sin(\alpha)}{4} - b \cdot \cos(\alpha) \right)$$

როგორც (18) ფორმულიდან ჩანს როდესაც რელიეფს ვითვალისწინებთ და უშეგებთ, რომ წყაროდან „შეშფოთებული“ ნაკადის გავრცელება არათანაბარია პარალელისა და

მერიდიანის მიმართულებით (ანუ $r = \sqrt{x^2 + \frac{y^2}{4}}$), მაშინ წნევის ცვლილება

უკუპროპორციულია მანძილის კვადრატისა. პარამეტრების შემდეგი მნიშვნელობებისათვის $R = 500$ მ, $\rho = 1,3$ კგ/მ³, $Q = 5000$ მ³/წმ, ჩვენ გამოვთვალეთ წნევის ცვლილების მნიშვნელობები წყაროდან $r = 10, 20 \dots 300$ მ მანძილებისთვის კუთხის შემდეგი სამი

მნიშვნელობისათვის $(\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3})$ და რელიეფის კონფიგურაციის შემდეგი სამი პირობის გათვალისწინებით ($a > b; a < b; a = b$), რიცხვითი გათვლების შესაბამისი შედეგები მოცემულია

ცხრ.2-ში. როგორც ცხრ.2-დან ჩანს, იმ შემთხვევაში, როცა $a > b$ (მთა-გორიანობა პარალელის გასწვრივ უფრო მეტია ვიდრე მერიდიანის გასწვრივ), წნევის ცვლილების მნიშვნელობები ძალიან სწრაფად ეცემა აფეთქებიდან 30 მ მანძილამდე, ხოლო შემდეგ ხდება ნაკადის შემობრუნება უკან, რაც ბუნებრივია რადგან, როცა $a > b$ დაბრკოლება x ღერძის მიმართულებით იმდენად დიდია რომ ნაკადი ვერ ახერხებს გავრცელებას და გარკვეული მანძილის შემდეგ უკან ბრუნდება კუთხის ნებისმიერი მნიშვნელობისათვის (იხ. ცხრ.2).

როცა $a < b$, (მთა-გორიანობა პარალელის გასწვრივ უფრო ნაკლებია ვიდრე მერიდიანის გასწვრივ), „შეშფოთებული“ ჰაერის ნაკადის წნევის ცვლილება მანძილის ზრდასთან ერთად მკვეთრად ეცემა 30 მ-მდე, ხოლო 50 მ-ის შემდეგ ხდება წნევის ცვლილების ნელი ტემპით დაცემა. ამ შემთხვევაში „შეშფოთებული“ ნაკადის გავრცელების მაქსიმალური მანძილი არის დაახლოებით 200 მ-მდე ($r=200$ მ-სთვის წნევის ცვლილება $\Delta p = 1,2$ პა (იხ. ცხრ.2). აგრეთვე აღმოჩნდა, რომ წნევის ცვლილება 20 მ-მდე უმნიშვნელოდ

მეტია როცა $\alpha = \frac{\pi}{4}$, ე.ი 20 მ-მდე ნაკადი ძირითადად ვრცელდება 45° -იანი კუთხით,

ხოლო შემდეგ მისი გავრცელება ხდება 30° -იანი კუთხით (თუმცა ეს განსხვავება უმნიშვნელოა). მაშასადამე, როდესაც ვითვალისწინებთ რელიეფს, „შეშფოთებული“ ჰაერის ნაკადის ძირითადი მასა ვრცელდება ჰორიზონტისადმი თავდაპირველად 45° გრადუსიანი კუთხით, წნევაც ყველაზე დიდია ამ დროს, გარკვეული მანძილის შემდეგ წნევა იზრდება კუთხის შემცირებით, რაც ბუნებრივია, რადგან დაბრკოლების შეხვედრის შემდეგ წნევის დაცემა შედარებით ნელა მიმდინარეობს, რადგან რელიეფი „გზას უღობავს“ ნაკადს ვიდრე 60° ან 45° კუთხით გავრცელების შემთხვევაში.

ცხრილი 2. ჰაერის შეშფოთებული ნაკადის წნევის ცვლილება მანძილისა და ჰორიზონტისადმი დახრის კუთხის მიხედვით რელიეფის კონფიგურაციის სამი პირობის გათვალისწინებით.

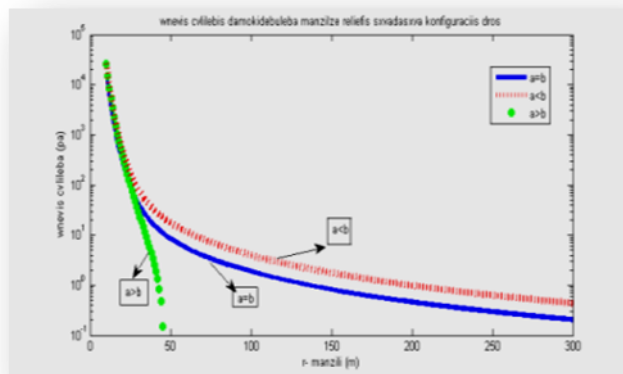
r (m)	Δp (pa)								
	$a > b$ ($a=10^{-3}, b=10^{-4}$) K			$a < b$ ($a=10^{-4}, b=10^{-3}$)			$a = b$ ($a=10^{-3}, b=10^{-3}$)		
	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$
10	$2 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$
20	346	391	328	473	504	420	279	295	240
30	28	28	20	85	79	61	48	42	30
50	-0,6	-0,7	-2,3	21	17,3	12	11	8,4	5
100	-0,2	-0,6	-0,9	4,9	3,9	2,7	2,6	1,9	1
150	-0,09	-0,3	-0,4	2,1	1,7	1,2	1,1	0,8	0,4
200	-0,05	-0,2	-0,2	1,2	0,9	0,7	0,6	0,5	0,2
300	-0,02	-0,07	-0,1	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1

როცა $a = b$, (მთა-გორიანობა პარალელის გასწვრივ და მერიდიანის გასწვრივ ერთნაირია), „შეშფოთებული“ ჰაერის ნაკადის წნევის ცვლილება მანძილის ზრდასთან ერთად მკვეთრად ეცემა 20 მ-მდე და წნევის ცვლილება უმნიშვნელოდ მეტია 45° -ზე, ხოლო 30 მ-ის შემდეგ ხდება წნევის ცვლილების დაცემა ნელი ტემპით და ნაკადის გავრცელება ძირითადად ხდება 30° -იანი კუთხით. ამ შემთხვევაში „შეშფოთებული“ ნაკადის გავრცელების მაქსიმალური მანძილი არის დაახლოებით 150 მ-მდე ($r=150$ მ-სთვის წნევის ცვლილება $\Delta p = 1,1$ პა (იხ. ცხრ.2). შედარებისათვის აგებულია წნევის ცვლილების მრუდები რელიეფის კონფიგურაციის სამი პირობისათვის ($a > b$; $a < b$; $a = b$), ($R = 500$ მ,

$\rho = 1,3$ კგ/მ³, $\alpha = \frac{\pi}{4}$) (ნახ.2), როგორც ნახ.2-დან ჩანს წნევის დაცემა ძალიან სწრაფად

ხდება, როცა $a > b$, ვიდრე სხვა შემთხვევაში. ხოლო როცა $a \leq b$ წნევა მკვეთრად ეცემა 30 მ-მდე, ხოლო შემდეგ მისი ცვლილება ნელა მიმდინარეობს.

ანალოგიური გამოთვლები არა დენის ფუნქციის, არამედ სიჩქარის პოტენციალის მიმართ შემოწმებულ იქნა რეალურ მასალაზე გორში და ცხინვალში 2008 წლის საომარი მოქმედების შემდეგ და გამოქვეყნებულია შრომაში [3].



სურ. 2. წნევის ცვლილების დამოკიდებულება მანძილზე რელიეფის სხვადასხვა კონფიგურაციის დროს როცა, ადექციის გავრცელება სხვადასხვა მიმართულებით არის არაერთგვაროვანი.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Demetri P Lalas; Corrado F Ratto, Modeling of Atmospheric Flow Fields. World Scientific , Theoretical Physic, 1996y. p.755
2. ხვედელიძე ზ.ვ. “დინამიკური მეტეოროლოგია” თ.ს.უ. გამომცემლობა. თბილისი 2002წ. გვ. 528.
3. ზ. ხვედელიძე, თ. დავითაშვილი, ი. სამხარაძე „ატმოსფეროში მძლავრი შემფოთებების გავრცელების შესწავლა მათემატიკური მოდელირებით” საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.№117. 2011წ. თბილისი. გვ. 145-148.
4. Качурин Л.Г. „Физические основы воздействия на атмосферные процессы ”. “Гидрометиздат” 1973г. Ст. 378.
5. З. В. Хведелидзе „Анализ функции Грина для баротропной модели атмосферы с
6. учетом переменности силы влияния Кориолиса при наличии гор“ труды, Гмниц ССР, Москва .вып 103, 1972г. Ст.87-95.
7. З.Хведелидзе, Т. Давиташвили, И. Самхарაძე” Математическая моделирование горно-воздушных потоков в узких каналах с учетом рельефа дна” Журнал “Экологические системы и приборы” Москва, N5, 2007г. ст .60-66.

შეფოთებული ატმოსფეროს ზოგიერთი აერო-დინამიკური თავისებურებების შესწავლა ორობრაჟიის გათვალისწინებით/ი. სამხარაძე, ზ. ხვედელიძე, თ. დავითაშვილი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2015,ტ.121,გვ.97-103.- ქართ. რეზ: ქართ., ინგლ., რუს.

შეფოთებული ჰაერის ნაკადის სივრცესა და დროში გავრცელების შესწავლას უდიდესი თეორიული და განსაკუთრებით პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ვინაიდან ასეთი მოვლენების შედეგი მნიშვნელოვანია. განსაკუთრებით საინტერესოა ასეთი პროცესების გავრცელება მთა-გორიან ტერიტორიაზე ვინაიდან მცირე სიმაღლის ბურცობებიც კი სწრაფად ანელებს ნაკადის მოძრაობის სიჩქარეს, უცვლის მას მიმართულებას და აბრუნებს საწინააღმდეგო მხარესაც კი. სწორედ ასეთი მოვლენები შეისწავლება მოცემულ ნაშრომში სადაც მოცემულია რიცხვითი თვლის შედეგები და მათი ანალიზი.

Investigation of some features of aero-dynamic flow above the non-homogeneous territory/ I.Samkharadze, Z.Khvedelidze, T.Davitashvili./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology et the Georgian Technical University. 2015, vol.121, pp.97-103.- Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.

Study of propagation in the space and time of air flow, generated by the action of high-power phenomenon, has huge theoretical and especially practical value as their results are long and important. Especially interesting is propagation of disturbed air flows above the mountainous territory as even low height hills slow down the velocity of flow motion and often changes its direction and sometimes even to the opposite direction. Exactly such kind of tasks are discussed in the present article where theoretical justification of which and some results of numerical calculations and its analyses are presented.

Изучение некоторых аэро-динамических своеобразий возмущенных потоков над горными территориями/ Самхарадзе И.Н. , Хведелидзе З.В., Давиташвили Т.П. /Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2015. вып.121, с.97-103.- Груз. Рез: Груз.,Англ., Рус.

Исследования распространения в пространстве и во времени воздушных потоков, зараженных под воздействием мощного взрыва, имеет огромную теоретическую и особенно практическую ценность так как результаты этих явлений опасны. Особенно интересен распространение возмущенных потоков над гористой территории. Даже низкие холмы замедляют скорость движения потока, и часто изменяют его направление и иногда даже изменяют его направление к противоположному. Точно такие вопросы изучаются в этой статье где дается как теоретическое обоснование также некоторые результаты вычислений и их анализ.

თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების კვლევა

ლ. შენგელია*, გ. კორძახია*, გ. თვაური**, ვ. ცომაია*, ძაძამია მ***.

* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

** ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდის გეოფიზიკის ინსტიტუტი.

*** გარემოს ეროვნული სააგენტო.

(სტატია შესრულებულია სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფუნდამენტური კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტის პროექტის FR /586/9-110/13 ფარგლებში)

კავკასიონის ჩრდილოეთ გვერდით ქედზე და შტო ქედებზე (ტოტებზე) ფართოდ არის წარმოდგენილი მცირე მყინვარები, რომელთა ფართობები 0.5 კმ² არ აღემატება. განვიხილოთ აღმოსავლეთ საქართველოს აღმოსავლეთ ნაწილში მდებარე მცირე მყინვარები, რომელთათვისაც შესაძლებელი გახდა მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული სურათების მოპოვება.

თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე შესასწავლი მყინვარების კონტურების და მახასიათებლების დადგენისას ვისარგებლებთ იმ მეთოდოლოგიით, რომელიც ავტორების მიერ განვითარებულია [1,2] შრომებში.

მყინვარების კვლევისათვის ვიყენებთ პროექტის „მიწისპირა ყინულების გლობალური გაზომვები კოსმოსიდან“ (Global Land Ice Measurements from Space /აკრონიმი GLIMS/) მონაცემთა ბაზებს. ეს ბაზები შექმნილია თანამგზავრ TERRA-ს ASTER (Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) სენსორის მონაცემთა საფუძველზე [3]. ეს სენსორი ხილულ და ინფრაწითელ დიაპაზონებში მოიპოვებს მონაცემებს და მისი მაქსიმალური სივრცითი გარჩევადობა 15 მ-ს შეადგენს.

რელიეფის ციფრული მოდელის (Digital Elevation Model /აკრონიმი DEM/) გენერირება შესაძლებელი არის თანამგზავრ TERRA-ს ASTER სენსორის მონაცემების საშუალებით. 30 მ სივრცითი გარჩევადობის რელიეფის ციფრული მოდელი თანამგზავრ TERRA-ს ASTER სენსორის-ის ვებ მისამართზე არის ხელმისაწვდომი (<http://asterweb.jpl.nasa.gov>). მულტისპექტრულ თანამგზავრულ მონაცემებთან ერთად რელიეფის ციფრული მოდელი მყინვარების შესწავლის მძლავრ ინსტრუმენტად იქცა [4,5].

მაღალი სივრცითი გარჩევადობის თანამგზავრული სურათების ხელმისაწვდომი წყაროა Google-ის ვებ-პროგრამა Google Earth. საქართველოს ტერიტორიის უმეტესი ნაწილისათვის ეს პროგრამა 0.5-0.8 მ-ის სივრცითი გარჩევადობის სურათებს გვთავაზობს, რაც მყინვარების კონტურების დიდი სიზუსტით დიგიტალიზაციის საშუალებას იძლევა. Google Earth-ის გამოყენებით შესაძლებელია მაღალი სივრცითი გარჩევადობის დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრების (Spot, IKONOS, Quickbird, RapidEye) მონაცემების მიღება.

მყინვარების შესახებ ინფორმაცია დაცულია აგრეთვე სსრკ მყინვარების კატალოგში. აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარების შესახებ ინფორმაცია წარმოდგენილია [6-8]-ში.

თანამგზავრიდან დედამიწის ზედაპირის მონიტორინგზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ამინდის პირობები, კერძოდ ღრუბლიანობის შემთხვევაში თანამგზავრული სურათების გამოყენება სხვადასხვა მონაცემების მისაღებად ფაქტიურად შეუძლებელია.

მყინვარებზე დაკვირვებისას ამ შეზღუდვას ემატება თვით მყინვარის ზედაპირის მდგომარეობა. აღსანიშნავია, რომ ამ დროს მყინვარი მაქსიმალურად თავისუფალი უნდა იყოს თოვლის საფრისაგან, კერძოდ დისტანციური მონიტორინგი უნდა განხორციელდეს აბლაციის დამთავრებიდან პირველი თოვლის მოსვლამდე. ეს პერიოდი ძლიერ არის

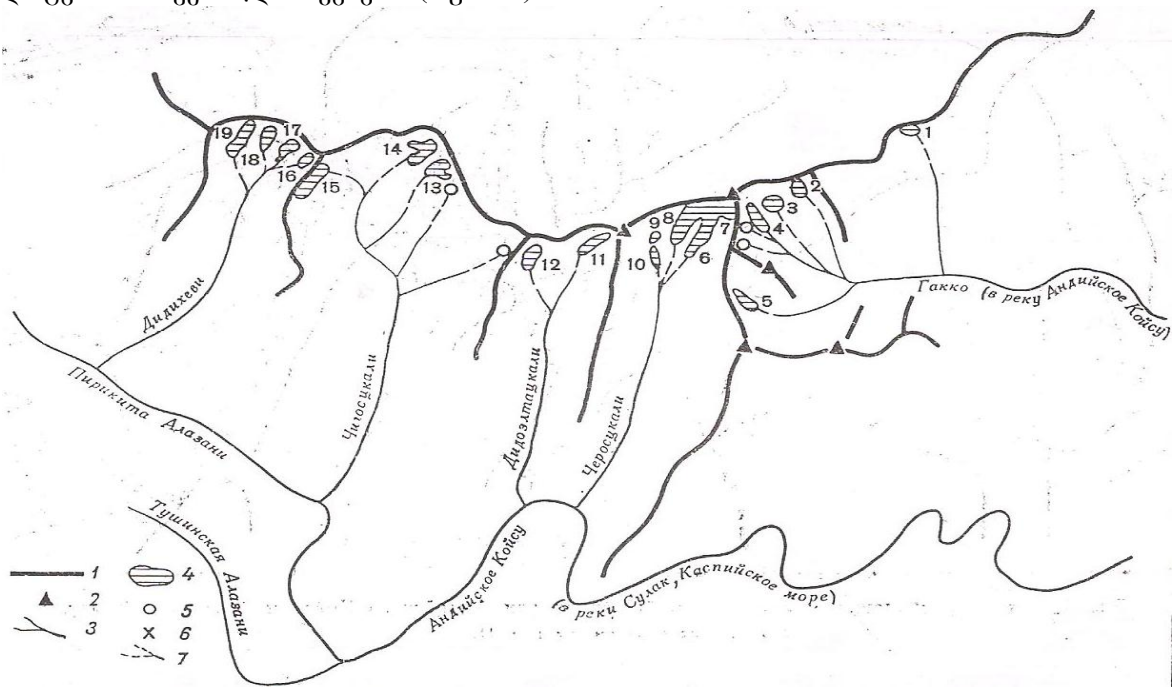
დამოკიდებული მყინვარის ადგილმდებარეობაზე, ანუ სიმაღლეზე, კლიმატზე და ამინდის პირობებზე.

თანამედროვე კლიმატის პირობებში საქართველოსათვის ეს დროითი ინტერვალი აგვისტოს ბოლოდან დაახლოებით ოქტომბრის დასაწყისამდე.

მყინვარების კონტურების გავლება მოვახდინეთ მანუალური დიგიტალიზაციით. გამოვიყენეთ Google Earth-ის მონაცემთა ბაზაში დაცული 2006 წლის 26 აგვისტოთი (პირიქითი ქედის ანუ თუშეთის ქედის მდინარეების აუზის მყინვარებისათვის) და 2011 წლის 22 სექტემბრით (მდინარეების არხოტისწყალის და ჯუთას აუზის მყინვარებისათვის) დათარიღებული მაღალი სივრცითი გარჩევადობის სურათები.

აღმოსავლეთ საქართველოს აღმოსავლეთი ნაწილის მყინვარების შესწავლა დაიწყო იმ თანმიმდევრობით, როგორც ისინი წარმოდგენილი არიან მყინვარების კატალოგის ცხრილში ანუ აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ. განსახილველი მყინვარები მცირე ზომის გამო GLIMS (Global Land Ice Measurements from Space)-ის მონაცემთა ბაზაში შეტანილი არ არიან და შესაბამისად არ არის მოცემული მათი კონტურები. პროგრამა Google Earth-ში მოცემულია მხოლოდ ზოგიერთი მათგანის საიდენტიფიკაციო კოდები მყინვარების მსოფლიო კატალოგის (World Glacier Inventory / აკრონიმი WGI) მიხედვით. ამან საშუალება მოგვცა გამოგვეყენებინა ეს მყინვარები საორიენტაციოდ.

აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების იდენტიფიცირებისათვის, აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ განლაგების მიხედვით, გამოვიყენეთ სსრკ მყინვარების კატალოგებში მოყვანილი სქემები (სურ.1-3).



სურ.1. მყინვარების განლაგების სქემა ვაკოსა და პირიქითა ალაზნის მდინარეთა აუზებში. საიდენტიფიკაციო მყინვარები №6-19 მდებარეობენ მდინარე პირიქითა ალაზნის აუზში. 1 - წყალგამყოფები, 2 - მწვერვალი, 3 - მდინარე, 4 - მყინვარი თავისი ნომრით, 5 - 0,1 კმ² -ზე ნაკლები ფართობის მქონე მყინვარი (თოვლნარი) თავისი ნომრით, 6 - უღელტეხილები, 7 - წყლის დინებები, რომლებსაც არა აქვს მუდმივი ნაკადი.

<p>Рис. 10. Схема расположения ледников в бассейне р. Ахмета. 1 — вершина, 2 — вершина с площадью более 0,1 км² и его номер, 3 — вершина с площадью менее 0,1 км² и его номер, 4 — ледник с площадью более 0,1 км² и его номер, 5 — река.</p>	<p>Рис. 4. Схема расположения ледников в бассейне рек Ферганы, Гиссары и в верховьях р. Терек. 1 — вершина, 2 — вершина с площадью более 0,1 км² и его номер, 3 — вершина с площадью менее 0,1 км² и его номер, 4 — ледник с площадью более 0,1 км² и его номер, 5 — ледник с площадью менее 0,1 км² и его номер, 6 — река, 7 — река.</p>
<p>სურ.2. მყინვარების განლაგების სქემა მდინარე ასას (საქართველოში არხოტისწყალის) აუზში. საიდენტიფიკაციო მყინვარები № 1-3. 1 – ქედი, 2 – მწვერვალი, 3 – 0,1 კმ²-ზე მეტი ფართობის მქონე მყინვარი და მისი ნომერი, 4 – 0,1 კმ²-ზე ნაკლები ფართობის მქონე მყინვარი თავისი ნომრით, 5 – მდინარე</p>	<p>სურ.3. მყინვარების განლაგების სქემა მდინარეები ვიაგლონის, გიზელონის და მდინარე თერგის ზემო წელში. საიდენტიფიკაციო მყინვარები № 96 და 97, მდებარეობენ მდინარე თერგის აუზში, მდინარე ჯუთას ხეობაში. 1 – წყალგამყოფი, 2 – მწვერვალი, 3 – მყინვარგამყოფი, 4 – მდინარე, 5 – მიწისქვეშა დინება, 6 – მყინვარი თავისი ნომრით, 7 – 0,1 კმ²-ზე ნაკლები ფართობის მქონე მყინვარი</p>

მეტი სიზუსტისათვის, ყველა მყინვარისათვის Google Earth-ის საშუალებით განვსაზღვრეთ მათი მდებარეობის კოორდინატები და შევადარეთ მსოფლიო კატალოგში მოცემულ კოორდინატებს. სსრკ მყინვარების კატალოგში კოორდინატები არ არის მოცემული. მსოფლიო კატალოგში საორიენტაციო მყინვარების მახლობლად მოვიძიეთ თითოეული მყინვარის საიდენტიფიკაციო კოდი, რის საფუძველზეც განვსაზღვრეთ სსრკ კატალოგში მათი საიდენტიფიკაციო ნომრები და შესაბამისი მახასიათებლები.

მსოფლიო მყინვარების კატალოგის ელექტრონული ვერსია (World Glacier Inventory /აკრონიმი WGI/) ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიისათვის შედგენილია სსრკ მყინვარების კატალოგის ნაბეჭდი ვერსიის საფუძველზე.

გასული საუკუნის 50-იან წლებში სსრკ მყინვარების კატალოგის ძირითადი ცხრილის ნაბეჭდი ფორმატი გადაყვანილი იქნა ელექტრონულ World Glacier Inventory (WGI)-ის ფორმატში რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის გეოგრაფიის ინსტიტუტის გლაციოლოგიის განყოფილების თანამშრომლების მიერ აკადემიკოს ვ.მ. კოტლიაკოვის ხელმძღვანელობით. სხვადასხვა მიზეზების გამო ვერსია, რომელიც ინახება თოვლისა და ყინულის ეროვნულ ცენტრში (National Snow and Ice Data Center /აკრონიმი NSIDC/) (აშშ) შეიცავს შეცდომებს და გამოტოვილ ადგილებს. ამის გამოსწორებას, წლების შემდეგ, შეეცადნენ ამავე ინსტიტუტის თანამშრომლები და წარმოადგინეს ელექტრონული ვერსია: „Ледниковые системы в Каталоге ледников СССР в формате WGI“.

აღმოსავლეთ საქართველოს აღმოსავლეთ ნაწილის მყინვარების კოორდინატებით დაზუსტებული საიდენტიფიკაციო კოდების ცხრილი შესაბამისი სახელწოდებით და ნომრით მსოფლიო და სსრკ კატალოგებში მოცემულია ცხრ. 1. ცხრილის მიხედვით რიგით 1 – 16 მყინვარი მოვიძიეთ სსრკ კატალოგის მე-9 ტომის მე-3 გამოშვების 1 ნაწილში, რიგით 17-დან 19-მდე მე-8 ტომის მე-12 ნაწილში, ხოლო 20 და 21 მე-8 ტომის მე-11 ნაწილში [6-8].

1-ლ ცხრილში მოყვანილია:

- საიდენტიფიკაციო კოდი და სახელწოდება (სახელდებული მყინვარებისათვის) მყინვარების მსოფლიო კატალოგის (WGI) მიხედვით; მყინვარების განედი და გრძედი Google Earth-ის და WGI მიხედვით;
- სსრკ მყინვარების ძირითადი ცხრილის ნაბეჭდი ფორმატის მიხედვით მათი სახელწოდება და №.

- WGI-ის ფორმატის მიხედვით მათი სახელწოდება და №.

ცხრილი 1. მყინვარების იდენტიფიცირების შედეგები, კოორდინატები, სსრკ და მსოფლიო კატალოგების მიხედვით შესაბამისი სახელწოდებები და ნომრები.

№	№ სსრკ კატ. სქემის მიხედ.	ID WGI-ის მიხედვით	განედი Google Earth მიხედვით	გან. WGI მის	გრძელი Google Earth მიხედვით	გრძ. WGI მის.	სსრკ კატალოგის მიხედვით სახელწ. და №	WGI-ის ფორმატის მიხედვით მათი სახელწოდება და №
1	6	SU4G09301006	42,479404	42,48	45,769522	45,78	92a	92A
2	7 a	SU4G09301007 a	42,484983	42,48	45,768290	45,78	92b	92B
3	7 b	SU4G09301007 b	42,486430	42,48	45,773772	45,77	92b	92B
4	8	SU4G09301008	42,479497	42,48	45,769748	45,77	ჩერო 92	CHERO (92)
5	9	SU4G09301009	42,484983	42,48	45,768290	45,77	92c	92V
6	10	SU4G09301010	42,475403	42,48	45,752128	45,75	92d	92G
7	11	SU4G09301011	42,475186	42,48	45,733515	45,3	აღმ. დიკლო 93	VOSTOCHNY DIKLO (93)
8	12	SU4G09301012	42,472363	42,47	45,715043	45,72	დას.დიკლო 94	ZAPADNY DIKLO (94)
9	13 a	SU4G09301013 a	42,492794	42,50	45,681857	45,68	ჩიგოს მყინვარი №5, 96	CHIGOS-KINVARI 5 (96)
10	13 b	SU4G09301013 b	42,493194	42,50	45,685110	45,68	ჩიგოს მყინვარი №5, 96	CHIGOS-KINVARI 5 (96)
11	14	SU4G09301014	42,502027	42,50	45,675265	45,68	ჩიგოს მყინვარი №4, 97	CHIGOS-KINVARI 4 (97)
12	15	SU4G09301015	42,491326	42,50	45,648129	45,65	ჩიგოს მყინვარი №1, 100	CHIGOS-KINVARI 1 (100)
13	16	SU4G09301016	42,496920	42,50	45,645728	45,65	სამხ.-დას. დიდი ხევი, 101a	JUGO-ZAPANY DIDIHEVI (101A)
14	17	SU4G09301017	42,500871	42,50	45,639702	45,63	აღმ. დიდი ხევი, 101b	VOSTOCHNY DIDIHEVI (101B)
15	18	SU4G09301018	42,504329	42,50	45,633127	45,63	ცენტ. დიდი ხევი, 101c	ZENTRALNY DIDIHEVI (101V)
16	19	SU4G09301019	42,503331	42,50	45,624558	45,62	დას.დიდი ხევი, 101	ZAPADNY DIDIHEVI (101)
17	1	SU4G08012001	42,683965	42,68	44,865422	44,87	170	170
18	2	SU4G08012002	42,670947	42,67	44,847976	44,85	169	169
19	3	SU4G08012003	42,661115	42,67	44,842662	44,85	168	168
20	96	SU4G08011096	42,616036	42,62	44,834045	44,83	193	193
21	97	SU4G08011097	42,612081	42,62	44,821881	44,82	197	197

შესასწავლი მყინვარებისათვის ცხრილ 1-ში Google Earth-ის მიხედვით მოყვანილი გეოგრაფიული კოორდინატები ემთხვევა მსოფლიო კატალოგის (WGI)-ის მონაცემებს, რაც მყინვარების იდენტიფიკაციის სიზუსტეს ადასტურებს. განსხვავება მხოლოდ, რამდენიმე მონაცემშია და ისიც ერთ მეასედში, რაც კოორდინატების გაზომვის სიზუსტის ფარგლებშია. ამდენად შესასწავლი მყინვარებისათვის მსოფლიო კატალოგის (WGI) მიხედვით მინიჭებული საიდენტიფიკაციო კოდები სინამდვილეს შეესაბამება.

გარდა ამისა უნდა აღინიშნოს, რომ მე-7 და 13 მყინვარებიდან თითოეული დანაწევრდა ორ მყინვარად: 7a და 7b, 13a და 13b. აღსანიშნავია, რომ შესასწავლ მყინვარებს შორის ყველაზე დიდი ფართობი და სიგრძე აქვთ მყინვარებს SU4G08012002 (0,47 კმ²; 1,79 კმ) და ჩეროს მყინვარს– SU4G09301008 (0,38 კმ²; 1,8 კმ).

ამგვარად, აღმოსავლეთ საქართველოს აღმოსავლეთ ნაწილის მყინვარების იდენტიფიცირებისათვის:

- ვისარგებლეთ სსრკ მყინვარების კატალოგებში [6-8] მოყვანილი სქემებით (სურ. 1-3); მოვახდინეთ მყინვარების ზუსტი გეოგრაფიული მიბმა, რისთვისაც განვსაზღვრეთ მათი მდებარეობის კოორდინატები Google Earth-ის საშუალებით და შევადარეთ მსოფლიო

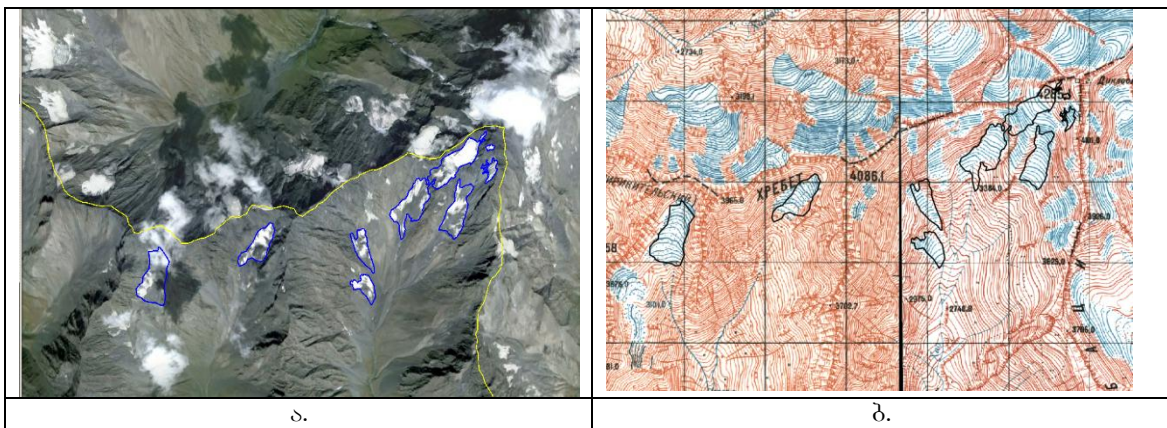
კატალოგში მოცემულ გეოგრაფიულ კოორდინატებს, რაც მყინვარების იდენტიფიკაციის სიზუსტის დასადასტურებლად გამოვიყენეთ.

მას შემდეგ, რაც დავადგინეთ შესასწავლი მყინვარების საიდენტიფიკაციო კოდები, შევეცადეთ შეგვედგინა აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების მახასიათებლების ცხრილი.

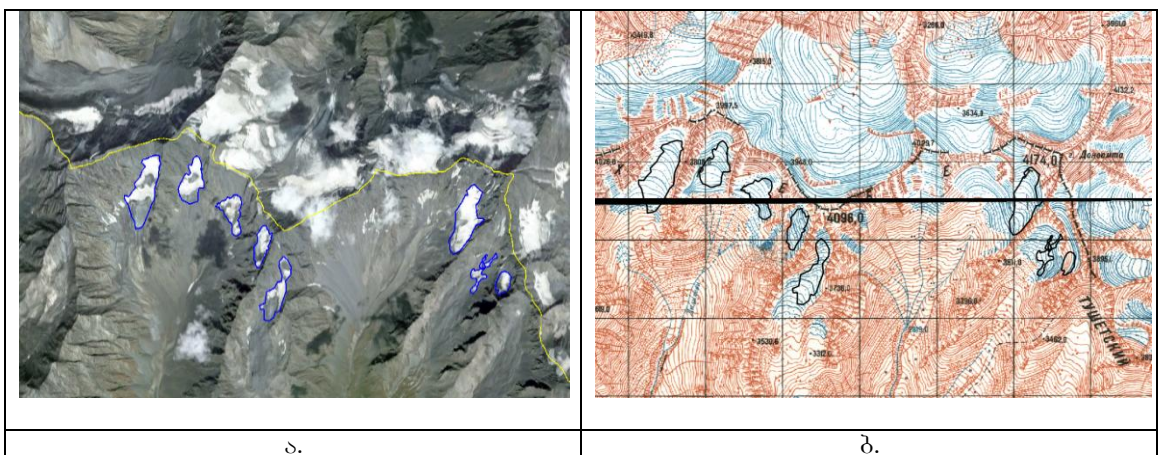
შესასწავლი მყინვარების მცირე ზომის გამო მათი ფირნის ხაზის დადგენა თანამგზავრული ინფორმაციით, ვიზუალურად საკმაოდ რთულია, რადგან მყინვარების კვების და აბლაციის არეები მკვეთრად არ არის დაყოფილი. თუმცა ფირნის ხაზის დასადგენად, კატალოგის მსგავსად, გამოვიყენეთ გეფერის მეთოდი. თანამგზავრული სურათის საშუალებით სირთულეს წარმოადგენს, აგრეთვე, მცირე ზომის მყინვარების მთლიანი და ღია ნაწილის ნათლად წარმოდგენა. იმ მყინვარებისათვის, რომელთათვისაც კატალოგის მიხედვით მთლიანი და ღია არის მნიშვნელობები ემთხვეოდა, ჩვენც თანამგზავრული ინფორმაციით მიღებული მთლიანი არის მნიშვნელობები შევიტანეთ ღია არის მნიშვნელობების გრაფაში.

შესასწავლი მყინვარების კონტურების ვალიდაციისათვის ვისარგებლეთ 60-იანი წლების საბჭოთა კავშირის დროინდელი ტოპოგრაფიული რუკებით (1:50000), რომლებიც თავის დროზე გამოყენებული იყო მყინვარების კატალოგის შექმნისას.

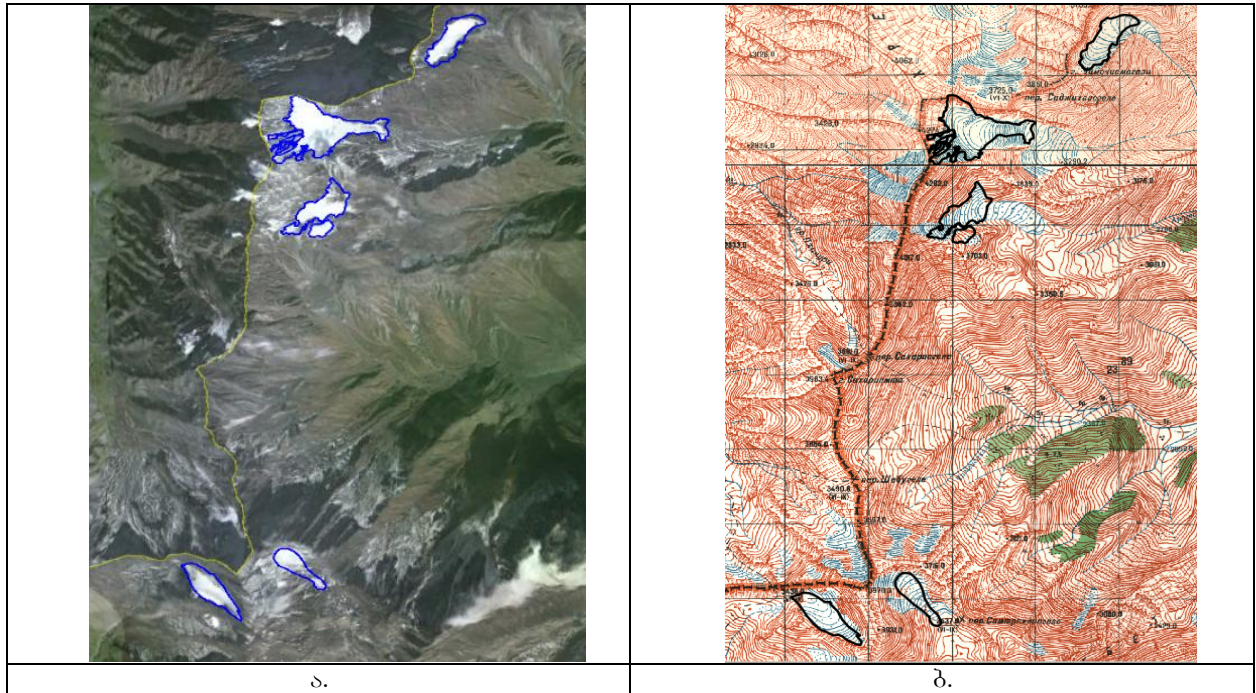
აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების ვიზუალიზაცია Google Earth-ის მიხედვით და შესაბამისი ტოპოგრაფიული რუკები წარმოდგენილია სურ. 5–7-ზე.



სურ.5. პირიქითი ქედის (თუშეთის ქედის) მდინარეების ჩეროსწყლის, დიდოელთაწყალის ხეობებში მდებარე მყინვარების (ა.) 3D ვიზუალიზაცია და კონტურები, (ბ) მყინვარების კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკასთან.



სურ.6. პირიქითი ქედის (თუშეთის ქედის) მდინარეების ჩეროსწყლის და დიდიხევის ხეობებში მდებარე მყინვარების: (ა.) 3D ვიზუალიზაცია და კონტურები, (ბ.) მყინვარების კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკასთან.



სურ.7. მდინარეების ახიელის და ჯუთას ხეობებში მდებარე მყინვარების: (ა.) 3D ვიზუალიზაცია და კონტურები; (ბ.) მყინვარების კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკასთან.

თანამგზავრული ინფორმაციით მიღებული მყინვარების მახასიათებლების შესადარებლად კატალოგის მონაცემებთან, მოვიძიეთ მათი შესაბამისი მახასიათებლები სსრკ მყინვარების კატალოგის ნაბეჭდ ვერსიაში [6-8]. ზემოთმოყვანილი მეთოდოლოგიის საფუძველზე დაზუსტდა მცირე მყინვარების კონტურები და განისაზღვრა მყინვარების ძირითადი მახასიათებლები.

შესაბამისი მონაცემები მოყვანილია ცხრ. 2-ში.

ცხრ. 2-ის ჩატარებულმა ანალიზმა აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების მახასიათებლების შესახებ გამოავლინა:

- ყველა მყინვარის სიგრძე მცირდება, გამონაკლისს წარმოადგენს ერთი მყინვარი (SU4G09301009);
- ყველა მყინვარის ფართობი მცირდება, გამონაკლისია ერთი მყინვარი (SU4G093010170), რომელიც არ იცვლება;
- ყველა მყინვარის მინიმალური სიმაღლე იზრდება, გარდა ორი მყინვარისა (SU4G09301009 და SU4G08012001);
- მაქსიმალური სიმაღლე გაზომვის ცდომილების ფარგლებში უმეტესი რაოდენობის მყინვარისათვის არ იცვლება, მაგრამ ზოგიერთი მყინვარისათვის მცირდება. ეს აიხსნება მათი ზომების სიმცირით. ისინი მდებარეობენ მთის კალთებზე და დათბობის შედეგად მათი ზომები იკლებს, როგორც ენის ბოლოს, ასევე ზედა ნაწილშიც.

ამგვარად, ზემოთმოყვანილი აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების იდენტიფიცირებისათვის აღნიშნული მეთოდოლოგიის საფუძველზე ჩატარდა მყინვარების ზუსტი გეოგრაფიული მიბმა, რამაც მყინვარების იდენტიფიკაციის სიზუსტე უზრუნველყო.

შესასწავლი მყინვარების საიდენტიფიკაციო კოდების, დადგენის შემდგომ განისაზღვრა მცირე მყინვარების კონტურები და მათი ძირითადი მახასიათებლები.

გარდა ამისა, მიღებული შესაბამისი ცხრილის დაწვრილებითმა ანალიზმა გამოავლინა მცირე მყინვარების ცვლილების თავისებურებები. თუ კი დიდი ზომის მყინვარებისათვის მაქსიმალური სიმაღლე არ იცვლება, ჩატარებულმა კვლევებმა გამოავლინა, რომ მცირე მყინვარების პატარა ზომის გამო მცირე მყინვარებისათვის იგი მცირდება.

ცხრ. 2. აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების მახასიათებლები. (1)-ით მოცემულია თანამგზავრული დისტანციური ზონირების საფუძველზე მიღებული შედეგები; (2)-ით მოცემულია მყინვარების სსრკ კატალოგის შესაბამისი მონაცემები.

№	№ კატ. სსრკ-ის მხედ. მხედ.	სსრკ კატალოგის მიხედვით მყინვარების სახელწ. და №	მყინვარების მსოფლიო კატალოგში საინტერ. კოდი, ID	სსრკ-ის ტიპი	მაქს. სიგრძე (კმ)		ფართობი (კმ ²)		მინ. სიმაღლე (მ)		მაქს. სიმაღლე (მ)		ფორის ხაზის სიმაღლე (მ)		აბლაციის არის ფართობი (კმ ²)						
					მოლიანი მყინვარის	ლოა ნაწ.	მოლიანი მყინვარის	ლოა ნაწ.	მოლიანი მყინვარის	ლოა ნაწ.	მოლიანი მყინვარის	ლოა ნაწ.	მოლიანი მყინვარის	ლოა ნაწ.	მოლიანი მყინვარის	ლოა ნაწ.					
1	6	92a	SU4G09301006	92a	0,7	1,0	0,7	1,0	0,4	0,2	3401	3041	3320	3841	3800	3720	3540	0,135	0,25		
2	7 a	92b	SU4G09301007 a	92b	0,2	0,5	0,2	0,5	0,024	0,1	3953	3760	3760	4067	4200	-	-	-	-		
3	7 b	92b	SU4G09301007 b	92b	0,08	0,5	0,08	0,5	0,004	0,1	4127	3760	4127	4177	4200	-	-	-	-		
4	8	ფერო 92	SU4G09301008	92	1,8	2,0	1,5	0,38	0,6	3165	3080	3240	4137	4080	3603	3560	0,21	0,3	0,2		
5	9	92c	SU4G09301009	92c	0,6	0,4	-	0,1	0,1	2937	3200	3350	3338	3400	-	-	-	-	-		
6	10	92d	SU4G09301010	92d	0,5	0,9	0,2	0,1	0,2	2804	2800	3040	3086	3130	-	-	-	-	-		
7	11	მზაბნდო, კლო	SU4G09301011	93	0,8	1,4	0,9	0,15	0,2	3381	3150	3350	3690	3780	3706	3590	0,1	0,1	0,1		
8	12	94, დას. დიკლო	SU4G09301012	94	0,8	0,8	0,8	0,24	0,3	3370	3340	3340	3671	3620	3425	3410	0,0	0,036	0,1		
9	13a	96, ჩოგოს მყინვარი №5	SU4G09301013 a	96	0,15	1,5	0,6	0,035	0,4	3621	3200	3390	3720	3760	3831	3620	0,036	0,3	0,1		
10	13 b	96, ჩოგოს მყინვარი №5	SU4G09301013 b	96	0,4	1,5	0,6	0,043	0,4	3398	3200	3390	3695	3760	3719	3620	0,043	0,3	0,1		
11	14	97, ჩოგოს მყინვარი №4	SU4G09301014	97	0,9	1,0	0,9	1,0	0,2	3526	3380	3380	3855	3800	3683	3610	0,19	0,2	0,19	0,2	
12	15	100, ჩოგოს მყინვარი №1	SU4G09301015	100	0,9	1,4	0,9	1,4	0,15	3537	3460	3460	3856	3800	3689	3650	0,115	0,3	0,115	0,3	
13	16	101a სამხ-დას. დიდისევი	SU4G09301016	101a	0,3	0,6	0,3	0,6	0,084	0,1	3687	3600	3687	3922	3940	3764	3720	0,035	0,1	0,035	0,1
14	17	101b, ადმ. დიდისევი	SU4G09301017	101b	0,32	0,5	0,3	0,5	0,1	3493	3420	3493	3658	3610	-	-	-	-	-		
15	18	101c, ცენტ. დიდისევი	SU4G09301018	101c	0,59	0,7	0,59	0,7	0,136	0,2	3541	3440	3440	3753	3720	3691	3640	0,1	0,1	0,1	0,1
16	19	101d, დას. დიდისევი	SU4G09301019	101	0,98	1,3	0,98	1,3	0,26	0,3	3477	3380	3477	3793	3810	3659	3610	0,179	0,2	0,179	0,2
17	1	170	SU4G08012001	170	0,9	1,0	0,6	0,21	0,3	3352	3420	3540	3743	3780	-	-	-	-	-		
18	2	169	SU4G08012002	169	1,79	1,8	1,7	0,47	0,6	3367	3120	3160	4250	4160	3654	3530	0,074	0,2	0,074	0,2	
19	3	168	SU4G08012003	168	0,8	1,2	0,8	0,26	0,3	3475	3320	3440	3883	3860	3728	3650	0,2	0,2	0,2	0,2	
20	96	193	SU4G08011096	193	0,8	1,0	0,8	1,0	0,13	0,3	3375	3360	3375	3691	3830	3588	3580	0,098	0,2	0,098	0,2

ჩატარებული კვლევის საფუძველზე ძირითადი დასკვნაა, რომ მცირე მყინვარების ძირითადი მახასიათებლების განსაზღვრისათვის თანამგზავრული დისტანციური მონიტორინგი ფრიად ეფექტურია. ეს დასკვნა უაღრესად მნიშვნელოვანია, რადგან ადრეც მცირე მყინვარების კვლევა მიწისპირა დაკვირვებების საფუძველზე ძლიერ შეზღუდული იყო,

ხოლო ბოლო წლების განმავლობაში მცირე მყინვარების კვლევა ფაქტიურად არ ხორციელდებოდა.

ამდენად მცირე მყინვარების კვლევისათვის თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენება გვევლინება ძირითად საშუალებად გამოვალინოთ მდგომარეობა მცირე მყინვარებთან დაკავშირებით, გავიგოთ როგორ შეიცვალა მათი ზომები, რომელი მყინვარი ძლიერ შექცირდა ზომებში ან საერთოდ გაქრა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია. სუათისის მყინვარების კვლევის შედეგები თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე. თბ.: ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 120, 2014, გვ. 52-56.
2. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, V. Tsomaia, M. Dzadzamia. Satellite remote sensing outputs of the certain glaciers in the territory of East Georgia // Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. www.elsevier.com, 2014.
3. B.H. Raup, A. Käab, J.S. Kargel, M.P. Bishop, G. Hamilton, E. Lee, F. Paul, F. Rau, D. Soltész, S.J.S. Khalsa, M. Beedle & C. Helm. Remote sensing and GIS technology in the Global Land Ice Measurements from Space (GLIMS) Project. Computers and Geosciences, 33, p. 104-125, 2007.
4. P. Frank, C. Huggel, A. Käab. Combining satellite multispectral image data and a digital elevation model for mapping debris-covered glaciers. Remote Sensing of Environment, 89, p. 510 – 518, 2004.
5. T. Bolch and U. Kamp. Glacier mapping in high mountains using DEMs, Landsat and ASTER Data, 8 th International symposium on high mountain remote sensing cartography, La Paz, Bolivia, 22 March, 2005.
6. Цомая В. Ш. Каталог Ледников СССР. Т.9, вып.3, ч.1, Закавказье и Дагестан. Л.: Гидрометеиздат, 1975.
7. Панов В. Д., Боровик Э. С. Каталог Ледников СССР. Т.8, ч.12, Северный Кавказ, Л.: Гидрометеиздат, 1977.
8. Цомая В. Ш., Дробышев О. А. Каталог Ледников СССР. Т.8, ч.11, Северный Кавказ, Л.: Гидрометеиздат, 1977.

თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების კვლევა /ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია, მ. ძაძამია/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2015, ტ.121, გვ.104-111.- ქართ. რეზ: ქართ., ინგლ., რუს.

სტატიაში მოყვანილია აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების სამეცნიერო კვლევის შედეგები. კვლევაში გამოყენებულია მაღალი სივცითი გარჩევადობის თანამგზავრული მონაცემები. სამუშაო შესრულებულია სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფუნდამენტური კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტის პროექტის FR/586/9-110/13 ფარგლებში.

RESULTS OF THE INVESTIGATION OF THE SMALL GLACIERS EASTERN GEORGIA BASED ON SATELLITE REMOTE SENSING /L. Shengelia, G. Kordzakhia, G. Tvauri, V. Tsomaia, M. Dzadzamia/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology et the Georgian Technical University. 2015, vol.121, pp.104-111.- Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.

The article presents the results of research of small glaciers of Eastern Georgia The high resolution satellite remote sensing data are used in the research. The research is carried in frames of the state research grant FR/586/9-11 for fundamental investigations of the Shota Rustaveli National Research Fund.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАЛЫХ ЛЕДНИКОВ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ /Л.Д. Шенгелия, Г.И. Кордзахия, Г.А. Тваური, В.Ш. Цомая, М.Дзадания/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2015. вып.121, с.104-111.- Груз. Рез: Груз., Англ., Рус.

В статье представлены результаты научных исследований малых ледников Восточной Грузии. В работе использованы спутниковые данные высокого пространственного разрешения. Исследование выполнено в рамках государственного научного гранта FR//586/9-11 в области фундаментальных исследований Национального научного фонда им. Шота Руставели.

GIS და თანამგზავრული ტექნოლოგიები ტყის საფარის მონიტორინგისათვის

მ. ტატიშვილი, მ. მელაძე, ი. მკურნალიძე, ლ. ჩინჩალაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

სატყეო მეურნეობაში თანამედროვე ტექნოლოგიებიდან წარმატებით გამოიყენება დისტანციური ზონდირება, რომელიც ასევე აქტუალურია ნახშირბადის სეკვესტრის ხშირი მონიტორინგისთვის აგრომეტეოლოგიაში [1]. დისტანციურად გადმოცემული ინფორმაცია უზრუნველყოფს ალტერნატიული სახის მონაცემებს. ყველაზე ხშირად გამოიყენება ხილულ-ახლო ინფრაწითელი (vis-NIR) დეტექტორები მცენარეული საფარისთვის. ხილულ-ახლო ინფრაწითელი წყაროების ყველაზე გავრცელებული პროდუქტია ვეგეტაციის ინდექსის ნორმალიზებული სხვაობა (NDVI), რომელსაც საშუალებითაც ხდება დაკვირვება ვეგეტაციაზე. პანქრომატული (PAN) მონაცემები ყველაზე ხშირად გამოიყენება საზღვრის დელიმიტაციის ან ტყის ტიპების არეალის გამოვლენისთვის აერული გადაღებების მსგავსად. მიწისპირა მონაცემები ყოველთვის საჭიროებს ნებისმიერი დისტანციური ზონდირების ტექნიკის მონაცემს. დისტანციური ზონდირების საშუალებით შეიძლება შეგროვდეს შემდეგი მონაცემები: ტყის ხემცენარეთა ჯიშში, ვარჯის გვირგვინი, მიწის ზედა ბიომასა, დაცემული რადიაცია, ფენოლოგია, დომინანტური ხემცენარეების ფოთლის ორიენტაცია და დაკვირვების სხვა მონაცემები. გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ გარკვეული რაღარული მონაცემები შეიძლება იყოს სასარგებლო ტყის საფარის ტექსტურისა და არაერთგვაროვნების შეფასებისას. მცენარეული ანალიზის დროს ვეგეტაციის ინდექსი (VI) ყველაზე ხშირად გამოიყენება პროდუქტია დისტანციურად ზონდირებული მონაცემების გამოყენებისას [6]. ამ მანკვნივების (და ყველა სხვა მცენარეული მანკვნივების) საფუძვლიანია ის, რომ ყველა მცენარეულ საფარს აქვს დამახასიათებელი ზოგადი სპექტრები. ეს ტიპური ამრეკვლადობა მცენარეული სპექტრის მხრიდან ძირითადად არის მცენარეული ქლოროფილის შემცველობის, მცენარის უჯრედოვანი სტრუქტურის და მცენარეში წყლის შემცველობის ფუნქცია. ქლოროფილი შთანთქავს სინათლის ენერჯიას 680 ნმ-ზე, რომელიც მიეთითება სპექტრის არხით. გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ფოთლის სტრუქტურის უჯრედშიდა სივრცე აირეკლავს ახლო ინფრაწითელ ენერჯიას 790 ნმ-ზე. ყველაზე ხშირად იყენებენ მცენარეული შეფასების მონაცემებს წყაროებიდან: AVHRR, Landsat (MSS და TM), SPOT, AVIRIS, CASI, RADARSAT და დედამიწის მომავალი სადამკვირვებლო თანამგზავრები Lewis და Clark. თითოეულ მათგანს შეუძლია გადმოსცეს მონაცემები პიქსელის სხვადასხვა ზომებით, დროითი სიხშირით, და დონის ტექნიკური სირთულის მიხედვით [2]. მას შემდეგ, რაც დისტანციურად ზონდირებული გამოსახულება იქნება მიღებული, ისინი საბოლოოდ გამოიყენებულ უნდა იქნას ნიადაგის მცენარეული საფარის კლასიფიცირებისათვის. ყველა ხილულ ინფრა-წითელ გამოსახულებაზე დაფუძნებული გამოსახულება მოითხოვს გარკვეულ ატმოსფერულ კალიბრებას. ეს აუცილებელია თითოეული მონაცემთა ბაზისთვის, რადგან სენსორი ზომავს სივრცის ყველა კომპონენტის არეკვლადობას ადგილსა და ატმოსფეროს შორის. აქედან გამომდინარე, გამოვლენილი გაუსწორებელი სიგნალი არის ფუნქცია იმისა, თუ რა არის დედამიწის ზედაპირზე და ასევე ატმოსფეროს შემადგენლობისა, როგორცაა აეროზოლები, წყლის ორთქლი ან სმოგი. ატმოსფერული კალიბრების შემდეგ, გამოსახულება უნდა იყოს კლასიფიცირებული სხვადასხვა ტყის ტიპების მიხედვით, რომლის პიქსელის ტიპის სტრატეფიცირება განისაზღვრება მომხმარებელის მიერ (სახეობის, ასაკის, კლასის და ა.შ.). ჰიპერსპექტრული სურათების კლასიფიკაციისთვის ხელმისაწვდომია სხვადასხვა მეთოდები. ცხრილი 1-ში მოყვანილია სატყეო მონიტორინგის დისტანციური ზონდირების პლატფორმების ზოგიერთი მაგალითი.

კანადის სატელიტური RADARSAT მოქმედება დაიწყო 1995 წლის ნოემბერში. იგი უზრუნველყოფს რეგიონალური მასშტაბის ხშირ გამოსახულებებს კომერციული მიზნებისთვის. არსებობს მრავალი წყარო, საიდანაც შეიძლება დისტანციურად ზონდირებული მონაცემების მოძიება. ყველაზე ხშირად იყენებენ მცენარეული შეფასების მონაცემებს შემდეგი წყაროებიდან: AVHRR, Landsat (MSS და TM) და SPOT, ასევე წყაროებს, რომლებიც უფრო მნიშვნელოვანია, როგორცაა AVIRIS, CASI, RADARSAT და დედამიწის მომავალი სადამკვირვებლო თანამგზავრები ლუისი და კლარკი. თითოეულ მათგანს შეუძლია მონაცემები პიქსელის სხვადასხვა ზომებით, დროითი სიხშირით და დონის ტექნიკური სირთულის მიხედვით გადმოსცეს [3].

ცხრ. 1. სატყეო მონიტორინგის დისტანციური ზონდირების პლატფორმების ზოგიერთი. მაგალითი მულტი-მულტისპექტრული მონაცემი; ჰიპერ-ჰიპერსპექტრული მონაცემი; პან – პანქრომატული მონაცემი (შავ-თეთრი)

სენსორი	წვდომის ფორმატი	სპექტრული დაფარვა	პიქსელის ზომა (მ)	არხის №	დაფარვის ზონა (კმ)
AVHRR	თანამგზავრი	58-12.5	1100-მულტი; 1100-თერმული	4	2700X2700
LANDSAT (TM)	თანამგზავრი	45-2.35; 2-2.35	30-მულტი 120-თერმული	6	185X185
SPOT	თანამგზავრი	5-8.9	20-მულტი 10-პან.	3+პან.	60X60
LEWIS	თანამგზავრი	4-2.5	30-მულტი 5-პან	384+პან.	13X13
AVIRIS	საჰაერო	41-2.45	20-ჰიპერ	224	10X10
CASI	საჰაერო	41-9.25	სიმადლეზე დამოკიდებული	288 ან 15	სიმადლეზე დამოკიდებული
RADARSAT	თანამგზავრი	რადარი	28-განივი	-	100X250X500 (რეზოლუციაზე დამოკიდებული)

AVHRR (გაუმჯობესებული, ძალიან მაღალი რეზოლუციის რადიომეტრი). ამერიკის შეერთებული შტატების თანამგზავრი AVHRR მონაცემებს წარმოადგენს 2399 კმ ფართო ხედვის ზოლით. სატელიტი ორბიტაზე დედამიწას დღეში 14-ჯერ 833 კმ სიმაღლის ზედაპირიდან შემოუფრენს. მონაცემთა ეს წყარო ღიაა NASA საიტზე და ხელმისაწვდომია ყოველდღიურად. ამ სენსორის გამოყენების ერთი ნაკლოვანებაა მისი მცირე მონიტორინგი, მიღებული სურათი არის 1.1 კმ×1.1 კმ რეზოლუციის, რომელიც უფრო დიდია, ვიდრე ყველაზე მცირე გამწვანების ოპერაციების მასშტაბი. დედამიწაზე მონაცემებს გადმოსცემს ელექტრომაგნიტური სპექტრის ხილულ ახლო ინფრაწითელი, ინფრაწითელ და თერმულ უბანში. გავრცელებული ღრუბლის საფარი შეიძლება იყოს პრობლემატური კარგი მონაცემების მიღებაში წვიმების სეზონში. ეს არის ყველაზე ხშირად გამოყენებული მონაცემების წყარო კონტინენტური მცენარეული საფარის შეფასებაში.

LANDSAT - თანამედროვე სატელიტური თემატური კარტოგრაფია (TM) და მართავს NASA. დაფარვა ხორციელდება ყოველ 16 დღეში. პიქსელის სივრცითი რეზოლუცია 25×25 მეტრია. გადმოსცემული მონაცემები არის არეკვლილი მონაცემები დედამიწის ზედაპირიდან, რომელიც ჩანს, ელექტრომაგნიტური სპექტრის უახლოეს ინფრაწითელი და ინფრაწითელ უბანში. ამ მონაცემთა წყაროს აქვს ინფორმაციის შეიდი არხი, რომელიც ხელმისაწვდომია მომხმარებლისთვის: 2,3 და 4 არხები პირველ რიგში გამოიყენება ვეგეტაციის დადგენისთვის; 1 არხი გამოიყენება bathymetric რუკებისთვის, არხები 5 და 7 NIR არხები და 6 არხი უზრუნველყოფს მონაცემებს სპექტრის თერმულ უბანში. VIS-NIR მონაცემების ტიპის გამო, ღრუბლის გავრცელებული საფარი შეიძლება გახდეს ხელისშემშლელი ხარისხიანი მონაცემების მიღებაში წვიმების სეზონში.

LEWIS. NASA მისიას პლანეტა დედამიწისთვის დაგეგმილი აქვს ორი თანამგზავრის გაშვება მომდევნო ორი წლის განმავლობაში: Lewis და Clark. Lewis იქნება ბევრი ინსტრუმენტი, მათ შორის Hyper Spectral Imager, რომელსაც ექნება ორივე PAN და Multispectral დეტექტორები. PAN მონაცემები ხელმისაწვდომი იქნება უპრეცედენტო 5 მეტრიანი რეზოლუციით და Multispectral მონაცემები ხელმისაწვდომი იქნება 30 მეტრი პიქსელის რეზოლუციით. მსგავსად AVHRR ან Landsat, Lewis უზრუნველყოფს რეგიონალური დონის მონაცემებით, რომელიც ხელმისაწვდომი იქნება ყოველდღიურად თითქმის გლობალური დაფარვით.

AVIRIS. NASA მისიით ამჟამად დაფრინავს საჰაერო ხილული ინფრა წითელი გამოსახულების მიმღები სპექტრომეტრი (AVIRIS), რომელიც არის ხილული ინფრა წითელი დეტექტორი 20×20 მ პიქსელის რეზოლუციით. AVIRIS მონაცემები უნიკალურია, რადგან თითოეული პიქსელი იძლევა ინფორმაციას სამიზნეზე 228 არხის საშუალებით, რომელიც

ზრდის მომხმარებლის შესაძლებლობას ადგილზე დაადგინოს მცენარეთა ტიპები - ეს არის ეგრეთწოდებული ჰიპერსპექტრული (Hyperspectral) მონაცემები.

დისტანციურად ზონდირებული გამოსახულებით შესაძლებელია მცენარეული საფარის კლასიფიცირება. ყველა ხილულ ინფრა-წითელ გამოსხივებაზე დაფუძნებული გამოსახულება მოითხოვს გარკვეულ ატმოსფერულ კალიბრებას. ეს აუცილებელია თითოეული მონაცემთა ბაზისთვის, რადგან სენსორი ზომავს სივრცის ყველა კომპონენტის არეკვლადობას ადგილსა და ატმოსფეროს შორის. აქედან გამომდინარე, გამოვლენილი გაუსწორებელი სიგნალი არის ფუნქცია იმისა თუ რა არის დედამიწის ზედაპირზე და ასევე ატმოსფეროს შემადგენლობისა, როგორცაა აეროზოლები, წყლის ორთქლი ან სმოგი. ატმოსფერული კალიბრების შემდეგ, გამოსახულება უნდა იყოს კლასიფიცირებული სხვადასხვა ტყის ტიპების მიხედვით, რომლის პიქსელის ტიპის სტრატეფიცირება განისაზღვრება მომხმარებლის მიერ (სახეობის, ასაკის, კლასის და ა.შ.). ჰიპერსპექტრული სურათების კლასიფიკაციისთვის გამოიყენება სხვადასხვა ხელმისაწვდომი მეთოდები.

დედამიწის სადამკვირვებლო სისტემის **Earth Observing System (EOS)** პროგრამის ნაწილს წარმოადგენს დედამიწის ვეგეტაციის გავლენის შესწავლა ფართო-მასშტაბიან გლობალურ პროცესებში, დედამიწის როგორც სისტემის ფუნქციონალურობის დასადგენად. ეს მოითხოვს ვეგეტაციის გლობალური გავრცელების, ასევე მის ბიოფიზიკურ და სტრუქტურულ თავისებურებების და სივრცულ-დროით ვარიაციების შესწავლას. ვეგეტაციის ორი ინდექსის ალგორითმი დამუშავდა: ერთ-ერთი არის სტანდარტული ნორმალიზებული სხვაობიანი ვეგეტაციური ინდექსი (NDVI), რომელიც მიიღება NOAA-AVHRR -დან და “უწყვეტობის ინდექსად” მოიხსენიება. მეორე არის ეგრეთ წოდებული “გაუმჯობესებული ვეგეტაციური ინდექსი” (EVI) რომელსაც გაუმჯობესებული სენსიტიურობა გააჩნია დიდი ბიომასის რეგიონებისათვის და ვეგეტაციის მონიტორინგისთვის [5].

ვეგეტაციური ინდექსი (VI) მნიშვნელოვანი ეკოსისტემური ცვლილება, რომელიც აგრო და ბიომეცნიერებებში ხშირად გამოიყენება. VI არის ვეგეტაციური სიმწვანის ოპტიკური დისტანციური ზონდირებით მიღებული მონაცემი და წარმოადგენს წითელი და ახლო-ინფრაწითელი არხები სპექტრული არეკვლადობის ფარდობას და ზუსტად ასახავს ვარჯის მახასიათებლებს და ბიოფიზიკურ პროცესებს. ვეგეტაციის ინდექსი NDVI [3,4] ყველაზე ხშირად გამოიყენებადი პროდუქტია მცენარეული ანალიზის დროს, დისტანციურად ზონდირებული მონაცემების გამოყენებისას. ამ მანვენებელის (ასევე ყველა სხვა მცენარეული მანვენებლების) საფუძველი არის ის, რომ ყველა მცენარეულ საფარს აქვს დამახასიათებელი ზოგადი სპექტრები. ეს ტიპური ამრეკვლადობა მცენარეული სპექტრის მხრიდან არის ფუნქცია ძირითადად მცენარეული ქლოროფილის შემცველობის, მცენარეული უჯრედოვანი სტრუქტურის და მცენარეული წყლის შემცველობის. ქლოროფილი შთანთქავს სინათლის ენერჯიას 680 ნმ-ზე, რომელიც მიეთითება სპექტრის არხით. გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ფოტოლის სტრუქტურის უჯრედშიგა სივრცე აირეკლავს ახლო ინფრაწითელ ენერჯიას 790 ნმ-ზე. ეს ორი მახასიათებელი ყველაზე ხშირად ხასიათდება 3 და 4 არხებით Landsat მონაცემთა მასივებში, 1 და 2 არხით AVHRR მონაცემთა მასივში და 2 და 3 არხით SPOT მონაცემებში. ყველა ეს და დისტანციური ზონდირების მონაცემების ბევრი სხვა წყაროებიც არსებობს, რომელთა მიზანია აწარმოოს NDVI მსგავსი პროდუქტი. NDVI არის მცენარეული ინდექსი, რომელიც გამოითვლება თითოეული სპექტრის ქლოროფილის შთანთქმის თვისებიდან და თითოეული სპექტრის ახლო ინფრაწითელი ამრეკვლადობის თვისებიდან. აგალითად Landsat მონაცემებით, ეს სპექტრული მახასიათებლები გამოითვლება 3 და 4 არხის საშუალებით:

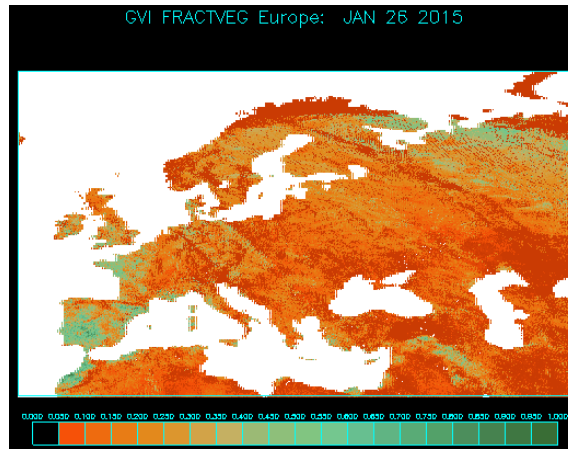
$$VI = (| \text{არხი 3} - \text{არხი 4} |) / (\text{არხი 3} + \text{არხი 4}).$$

Terra და **Aqua MODIS** თანამგზავრების **Advanced Very High Resolution Radiometer, (AVHRR)** და **Suomi National Polar-orbiting Partnership’s Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)** მიერ მიღებული ინდექსი არის გრძელი გამოთვლების შედეგის ერთ-ერთი გამოყენებადი ნაწილი.

უნდა აღინიშნოს, რომ დისტანციური ზონდირება წარმოადგენს ზოგიერთი მონაცემის სწრაფი და ხარჯეფექტური გზით მოპოვების საშუალებას. ასეთი გაუმჯობესებული მონაცემთა ბაზა გაცილებით უფრო საიმედო შეფასებისა და ტყის საწვავის მიწოდების დაგეგმვის საშუალებას იძლევა, რომელიც დღემდე ენერჯიის ძირითადი წყაროა მესამე

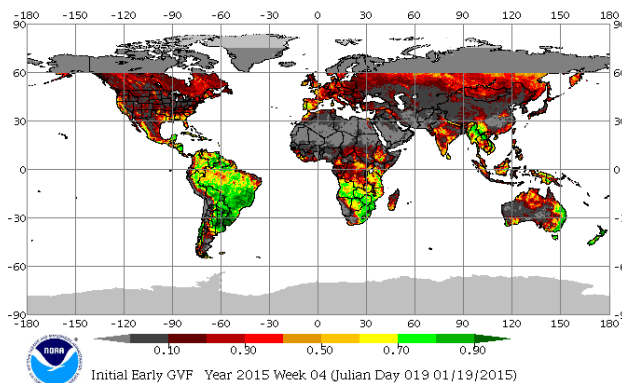
მსოფლიო მოსახლეობის უმრავლესობისთვის. თუმცა, მხოლოდ დისტანციური ზონდირების მონაცემები ვერ უზრუნველყოფენ მიწის საკუთრების და ტყის საწვავის ხელმისაწვდომობას და ამიტომ უნდა მოხდეს მათი ადგილზე გაზომვებთან კომბინირება.

ქვემოთ მოყვანილია თანამგზავრული გაზომვების შედეგები საქართველოსთვის:



ფრაქციული ვეგეტაცია არის NDVI წარმოდგენა როგორც ფრაქცია ან პროცენტული შემცველობა თუ გამრავლება 100%. თუ NDVI მნიშვნელობა ნაკლებია ან ტოლია 0.07 უტოლდება 0.0 და თუ მეტია ან ტოლია 0.57 უტოლდება 1.0

ვეგეტაციის ჯანმრთელობის ინდექსი, ასევე ეწოდება ვეგეტაცია-ტემპერატურის ინდექსი, რომელიც დამოკიდებულია ვეგეტაციის მდგომარეობასა (VCI) და ტემპერატურის (TCI) კომბინაციაზე. გამოიყენება ვეგეტაციის მდგომარეობის, გვალვის მონიტორინგის, სინოტივის, სითბური რეჟიმის და ა.შ.



ვეგეტაციის სიმწვანის ფრაქცია (GVF) არის ვეგეტაციის გლობალური პროცესული სისტემის (GVPS) პირდაპირი პროდუქტი, რომელიც მნიშვნელოვანია ნიადაგის ზედაპირის სითბური ნაკადების გამოთვლისას ნიადაგ-ატმოსფეროს მოდელებში. GVF გამოითვლება ყოველკვირეულად NDVI 6 წლიანი მონაცემის გამოყენებით.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასვინათ, რომ თანამედროვე დისტანციური ზონდირების ტექნოლოგიის გამოყენებით ჩატარებული ეკოლოგიური მონიტორინგი საშუალებას იძლევა შეფასდეს და გაანალიზდეს [6,7]:

- საქართველოს აგრარული სექტორის არსებული მდგომარეობისა და განვითარების პერსპექტივები ტყის ლანდშაფტის შენარჩუნების მიზნით (გაუტყეურების და ტყის დეგრადაციის თავიდან აცილება);
- რამდენადაა ეკოლოგიურად მიზანშეწონილი ახალი სახნავ-სათესი ფართობებისათვის მიწის გამოთავისუფლება ტყეების გაჩეხვის ხარჯზე;
- მესაქონლეობის დარგის განვითარების შესაძლებლობები საძოვრების არა ტყეების, არამედ მდელოების უფრო ინტენსიური გამოყენების ხარჯზე;

- დიდი რაოდენობის მცირე ჰესების მშენებლობის პერსპექტივა, რამაც შესაძლებელია ზიანი მიაყენოს ტყეების საფარს, გამოიწვიოს მათი მნიშვნელოვანი ნაწილის განეხვა და დატბორვა;
- ტყის საფარის შენარჩუნება და მდგრადი მიწათსარგებლობის რეალიზება კლიმატის ცვლილებების შერბილების (მითიგაცია) მიზნით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Review of digital techniques for applications in forestry. Review of remote sensing in commercial forestry. 2010, p.110
2. Forest Carbon Stock Measurement: Guidelines for measuring carbon stocks in community-managed forests. Norwegian Agency for Development Cooperation. 2010, p. 79
3. Measurement Guidelines for the Sequestration of Forest Carbon USDA FOREST SERVICE 2007, p. 47
4. Protocol for Biotic Carbon Sequestration in Small Scale Agroforestry in Developing Countries. 2010, p. 190
5. მ.ტატიშვილი, მ.მელაძე, ი.მკურნალიძე, მ.კაიშაური. კლიმატის ცვლილების შერბილების თანამედროვე მეთოდები ტყის ეკოლოგიური მონიტორინგისათვის. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე. ტ. 23. ISSN 1512-2743, გვ. 247-251. 2013.
6. მ.მელაძე, მ.ტატიშვილი, ი.მკურნალიძე, მ.კაიშაური. ნახშირბადის სეკვესტრი გაუყვრების და ტყის დეგრადაციის შეემცირებისათვის თანამგზავრული ტექნოლოგიების გამოყენებით. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული ჟურნალი “სატყეო მოამბე”. ტ.8. გვ. 45-51. 2014.
7. მ.ტატიშვილი, მ.მელაძე, ი.მკურნალიძე, მ.კაიშაური. თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენება კლიმატის ცვლილების შერბილებისათვის აგრომეტყვეობაში. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია. საერთაშორისო კონფერენციის მასალები “კლიმატის ცვლილება და მისი გავლენა სოფლის მეურნეობის მდგრად და უსაფრთხო განვითარებაზე”. 2014.

GIS და თანამგზავრული ტექნოლოგიები ტყის საფარის მონიტორინგისათვის/მ. ტატიშვილი, მ. მელაძე, ი. მკურნალიძე, ლ. ჩინჩალაძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2015,ტ.121,გვ.112-116.-ქართ. რეზ: ქართ., ინგლ., რუს.

დედამიწის მონიტორინგისთვის წამყვანი კვლევითი ცენტრების მიერ გაშვებულ იქნა დედამიწის სადამკვირვებლო სისტემა (EOS). დედამიწის ვეგეტაციის გავლენა ფართომასშტაბიან გლობალურ პროცესებზე არის კვლევის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტი. თანამგზავრული დაკვირვებიდან ყველაზე უფრო გამისაყენებადი პროდუქტი არის ვეგეტაციის დიფერენცირებული ნორმალიზებული ინდექსი, რომელიც გამოიყენება დაკვირვებებში ვეგეტაციაზე. NDVI, GVF და სხვა დამუშავებული პროდუქტების გამოყენება საქართველოს ტყეების მონიტორინგისათვის განხილულია წარმოდგენილ სტატიაში.

GIS and Satellite Technologies in Forest Cover Monitoring/M. Tatishvili, M. Meladze, I. Mkurnalidze, L. Chinchaladze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology et the Georgian Technical University. 2015, vol.121, pp.112-116.- Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.

For Earth monitoring Earth Observing System (EOS) has been launched by leading investigation centers. The influence of Earth vegetation on large-scale global processes is the one of important component is the investigation. The most applicable product from satellite observation is Normalized Difference Vegetation Index that is used in observation on vegetation.. The use of NDVI, GVF and other processed products in forest ecological monitoring in Georgia is reviewed in presented article.

GIS и спутниковые технологии для мониторинга лесов/М.Татишвили, М.Меладзе, И.Мкурналидзе, Л.Чинчаладзе/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2015. вып.121, с.112-116.- Груз. Рез: Груз.,Англ., Рус.

Система Наблюдения Земли (EOS) была начата ведущими центрами исследований для мониторинга Земли. Влияние растительности Земли на крупных глобальных процессов является одним из важных компонентов исследований. Наиболее применимый продукт спутникового наблюдения является нормализующий индекс различного растительного покрова, который используется в наблюдениях на растительность. Использование NDVI, GVF и других продуктов переработки в экологическом мониторинге лесов Грузии рассматривается в представленной статье.