

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“
ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ
Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ
Том 115–116

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”
FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY
Book 2 – GEOGRAPHY
Volume 115–116

МНОГОГОДИШНИ ИЗМЕНЕНИЯ НА ВАЛЕЖИТЕ В РАЙОНИТЕ НА СОФИЯ И ЧЕРНИ ВРЪХ

СИМЕОН МАТЕВ¹, НИНА НИКОЛОВА¹, НАДЕЖДА ДИМИТРОВА²,
ВЛАДИМИРА КЪСОВА²

¹СУ „Св. Климент Охридски“, ГГФ,
Катедра „Климатология, Хидрология и Геоморфология“
e-mail: smatev@gea.uni-sofia.bg

²студенти в бакалавърска програма География,
СУ „Св. Климент Охридски“, ГГФ

Simeon Matev, Nina Nikolova, Nadezhda Dimitrova, Vladimira Kasova.

MULTIANNUAL CHANGES IN THE AMOUNT OF PRECIPITATION FOR THE STATIONS OF SOFIA AND CHERNI VRAH.

The present study aims to contribute to the clarification of modern trends in the change of the annual and seasonal amounts of precipitation in the Sofia and Cherni vrah meteorological stations. To achieve this goal, the annual and seasonal values of the precipitation totals for the period 1961–2020 were analyzed. To establish the changes that occurred, two 30-year periods (1961–1990 and 1991–2020) were compared. Chronological changes are revealed using precipitation anomalies and trend analysis (linear regression). The results of the research show a statistically significant decrease in precipitation amounts for Cherni Vrah and an increase in Sofia. In the first period, the annual and seasonal precipitation decreases in both stations, while in the second period in Sofia, there is a significant increase in precipitation amounts, especially in summer.

Keywords: annual precipitation amounts, seasonal precipitation amounts, trends, climate changes

УВОД

Валежите са един от основните индикатори за изменението на климата, като могат да бъдат наблюдавани през тенденциите на годишните, сезонните и месечните валежни суми, отклоненията от нормата за референтните периоди, честотата и продължителността на интензивните валежи или засушавания. Промените във валежните характеристики засягат широк спектър от естествени природни процеси и стопански дейности. Това е и една от причините за изучаването им в различни географски мащаби. Важен аргумент в подкрепа актуалността на темата е увеличението на годишната валежна сума на глобално равнище от средата на XX в., с темп на нарастване след 80-те години на XX в. (IPCC, 2021), при големи пространствено-времеви вариации в степента на изменение на регионално и локално равнище (Klein Tank и Koennen, 2003; Schmidli and Frei, 2005; Khanna et al., 2017), обусловени от географското положение и промените в атмосферната циркулация, породени от местни климатообразуващи фактори като орография или разстояние от големи водни басейни. Редица публикации в европейски мащаб (Briffa et al., 2009; Spinoni, 2017; Stagge et al. 2017) показват тенденции за засушаване в Южна Европа, особено в средиземноморския район, както и тенденции към повишаване на валежите в Северна и Североизточна Европа. Данните от наблюденията и резултатите от климатичните модели показват увеличаване на екстремните валежи в Европа (Sun et al., 2021; Li et al., 2021; Seneviratne et al., 2021).

Динамичната променливост на валежите в отделните части на България е доказана в поредица научни изследвания на основата на реални данни и на резултатите от моделите за изменение на климата. Проучванията удостоверяват увеличаване на валежите в извънпланинските райони на централните и източните части на страната, слаба тенденция на намаление в западните и особено в югозападните части (Велев, 2002, Александров 2010, Николова и др., 2010, Дреновски, 2012, Рачев и Асенова 2018). Николова и др. (2021) установяват статистически значим позитивен тренд на зимните валежи в Северна България за периода 1988–2017 г. От друга страна, в планинските райони се регистрират ясни тенденции на намаление на зимните и на годишните валежни суми – с 34% за годишните валежни суми в периода 1984–1993 г., спрямо периода 1931–1985 г. (Векилска и Рачев, 2000), с 28% в периода 1991–2015 г. в сравнение с 1961–1990 г. във високопланинския пояс на Витоша (Филипов и Рачев, 2017). През последните години се наблюдава увеличение на честотата на екстремните валежи, които причиняват значителни наводнения. Според Бочева и др. (2010 г.), през периода 1991–2007 г., средният брой дни с дневни стойности на валежи над 100 mm се е увеличил с около 30% в сравнение с периода 1961–1990 г. Посочените резултати доказват необходимостта от актуализиране на сведенията за тенденциите в пространствено-времето разпределение на валежите, към което е насочена настоящата работа, фокусираща

се върху количеството и вътрешногодишното разпределение на валежите в различни хипсометрични пояси и физикогеографски условия, но в границите на една климатична област, например на София и Черни връх, Витоша.

ИЗХОДНИ ДАННИ И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Настоящата работа се основава на месечните и годишните суми на валежите в станциите София, разположена в Софийската котловина на 586 m, и Черни връх, разположена на 2290 m (най-високата точка на планината Витоша) – природогеографски единици в границите на Европейско-континенталната климатична област и в същинската Европейско-континентална климатична подобласт (Топлийски, 2006). Според класификацията на Кьопен София е с умерено топъл климат без ясно изразен сух сезон и средна температура на въздуха през най-топлия месец под 22 °С, но с най-малко четири месеца, през които температурата на въздуха е над 10 °С. – «Cfb», докато Черни връх е със студен климат, със средна годишна температура на въздуха между -3 и 1 °С и летни средни температури под 10 °С (Рачев и Николова, 2009).

Изследваният период в настоящата публикация е 1961–2020 г., и е поделен на два 30-годишни периода: 1961–1990 г. и 1991–2020 г., за да се анализират промените на валежните суми. За всеки период са определени годишната валежна сума и сезонните валежи при следната сезонна диференциация: зима – декември, януари и февруари; пролет – март, април и май; лято – юни, юли и август; есен – септември, октомври и ноември.

Времеви редове от годишни и сезонни валежи са анализирани чрез основните статистически параметри (средна стойност, стандартно отклонение, коефициент на асиметрия и коефициент на ексцес), линеен регресионен модел за изследване на тенденциите с оценка на статистическата значимост на тренда чрез T-test, заложен в специализирания софтуер AnClim (Štěpánek, 2008). Данните са групирани и сравнявани за периодите 1961–2020 г., 1961–1990 г. и 1991–2020 г. Изчислени са и валежните аномалии на годишните суми чрез разлика от средните стойности за периода 1961–2020 г., въз основа на които са дефинирани сухи и валежни години по скалата (табл. 1), приложена от Рачев и Асенова (2018).

Таблица 1
Table 1

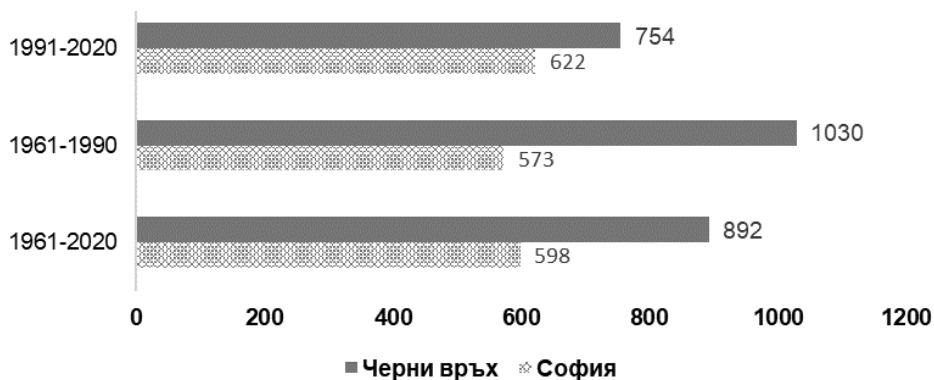
Класификация на годините според процентното отклонение на валежа от климатичната норма
Classification of years according to the percentage deviation of the precipitation from the norm

Валежни години	P% от нормата	Сухи години	P% от нормата
слабо валежни	101–125	слабо сухи	75–99
средно валежни	126–150	средно сухи	50–75
силно валежни	>151	силно сухи	<50

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Статистически характеристики на годишните и сезонните валежи.

Годишната валежна сума в гр. София за целия изследван период е 598 mm, стойности, малко по-високи в сравнение с установените от Митков (2016) за периода 1961–2011 – 584.9 mm. Средният многогодишен валеж при Черни връх за 1961–2020 г. – 892 mm, е по-малък в сравнение с този за периодите 1931–1985 г., 1961–1990 г., през които са отчетени стойности 1178 mm и 1031 mm съответно (Филипов и Рачев, 2017), фиг. 1.



Фиг. 1. Годишна валежна сума при София и Черни връх

Фиг. 1. Годишна валежна сума при София и Черни връх

Стойностите на коефициента на асиметрия A_s свидетелстват за дясно изтеглена крива на разпределение, близко до нормалното само за зимните валежи в София и годишните валежи за Черни връх (табл. 2).

С изключение на зимните валежи за София, в останалите случаи се установява силна ($0.50 < A_s < 1$) и много силна ($A_s > 1.0$) асиметрия, а също така и много силен ексцес ($|E_x| > 1$) в разпределението на данните. Високите стойности на статистическите параметри (стандартно отклонение, коефициенти на асиметрия и ексцес) показват значителна неравномерност на разпределението на валежите по месеци и години, която се обуславя от зависимостта им, промените в регионалните циркулационни условия, а също така и от локалните физикогеографски особености на територията.

Таблица 2

Table 2

Статистически характеристики на сезонни и годишни валежи за 1961–2020 г.
Statistics of seasonal and annual precipitations for 1961–2020

Станция	Стандартно отклонение (σ)	Коефициент на асиметрия (As)	Коефициент на ексцес (Ex)
Зима			
София	40	0.33	-0.55
Черни връх	107.6	1.65	3.37
Пролет			
София	50.67	0.74	2.86
Черни връх	83.7	0.81	0.29
Лято			
София	84.2	1.23	2.86
Черни връх	98.8	0.61	0.88
Есен			
София	61.7	1.99	1.44
Черни връх	79.9	1.27	6.21
Годишна			
София	143.4	1.03	2.14
Черни връх	244.5	0.73	-0.09

Средни годишни и сезонни валежи

Средногодишната сума на валежа в станция София за 60-годишния период (1961–2020 г.) е 598 mm, а за станция Черни връх средният многогодишен валеж за периода е 892 mm, т.е. с 294 mm по-висок (табл. 3). За изследвания период, най-големи са били разликите в годишните валежни суми за София и Черни връх през периода 1961–1990 г. (457 mm), а най-ниски – през 1991–2020 г. (132 mm). При сравняване на двата 30-годишни периоди се наблюдава повишаване на средната 30-годишна стойност за София с 8% и значително намаление, с 27%, при Черни връх.

Таблица 3

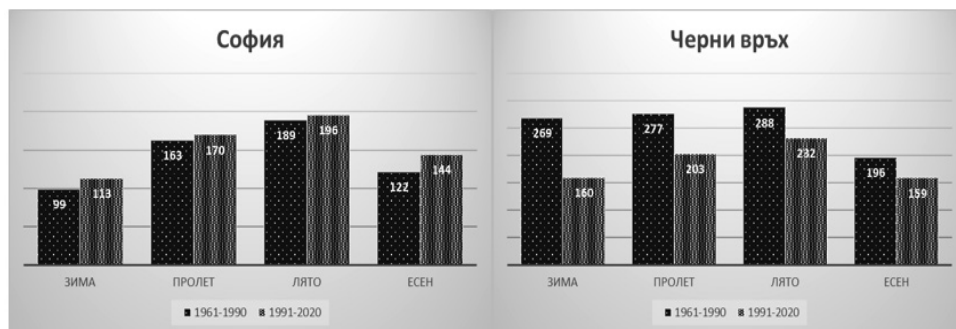
Table 3

Средни годишни валежни суми в mm
Mean annual precipitation totals

	София	Черни връх
1961–2020	598	892
1961–1990	573	1030
1991–2020	622	754
Δp	49	-277
$\Delta p(\%)$	8	27

$$\Delta p = P_{1991-2020} - P_{1961-1990}$$

Във вътрешногодишното разпределение на валежните суми прави впечатление, че най-високите сезонни суми са през лятото и при двете станции, докато в София най-ниски са зимните валежи, а при станция Черни връх – есенните (фиг. 2). При сравнение на двата 30-годишни периода се установява повишение на сезонните валежни суми за всички сезони при станция София и намаление при станция Черни връх.

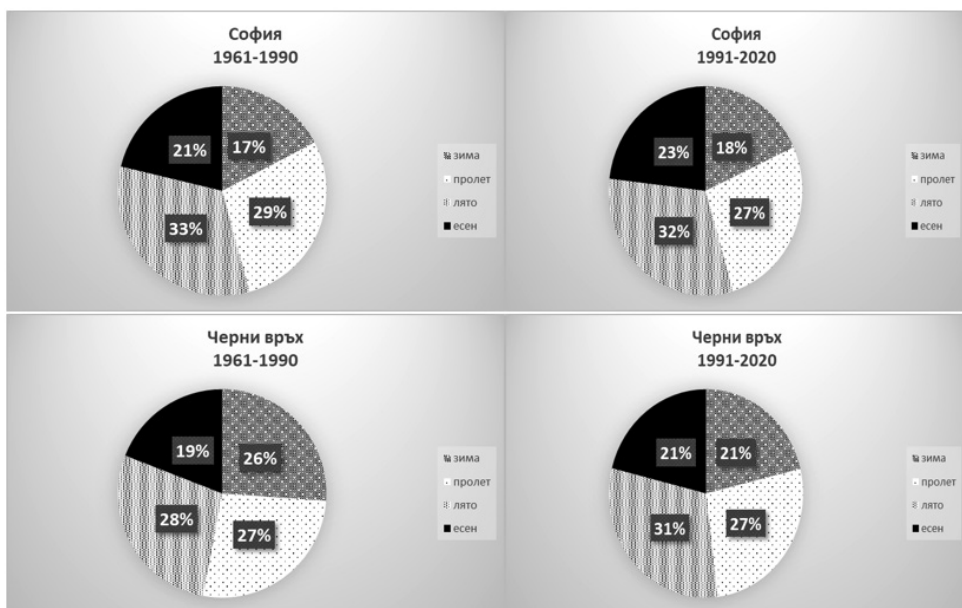


Фиг. 2. Сезонни суми на валежа в mm за периодите 1961–1990 и 1991–2020 г.
Fig. 2. Seasonal amount of precipitation in mm for periods 1961–1990 and 1991–2020

В София най-голямото увеличение на сезонните валежи е през есента (с 18%) и зимата (с 14%), докато през пролетта и лятото повишението на валежите е слабо, съответно с 4 и 3%. При станция Черни връх най-голямо намаление на сезонните валежни суми се наблюдава през зимата с 41%, следвано от това през пролетта с 27% и с по 19% през лятото и есента.

Промените наблюдавани при сезонните суми на валежа показват, че в София намалява разликата между отделните сезони, докато при Черни връх тази разлика се увеличава. Това добре личи на графиките на фиг. 3, показваща процентното отношение на сезонните валежи спрямо годишната сума.

В станция София относителният дял на сезонните количества валеж, спрямо годишната сума не се е променил с повече от 3%, като увеличението на есенния дял е за сметка на пролетта и лятото, но с незначителна стойност (фиг. 3). По-големи промени се наблюдават при Черни връх, където делът на зимните валежи намалява с 5%. Това намаление е за сметка на летните и есенните, които се увеличават с 2–3% за периода 1991–2020 г. в сравнение с 1961–1990 г. Настъпилите промени при сезонните суми на валежа доближават двете станции, както количествено, така и при относителните дялове спрямо годишните суми. От една страна по-ниският дял на пролетно-летните валежи в София, намалява континенталният характер в режима на валежите, а от друга увеличеният дял на пролетно-летните валежи, показва по-добре изразен преходен характер на режима на валежите при станция Черни връх.



Фиг. 3. Относителен дял на сезонните суми на валежа спрямо годишната сума за 1961–1990 г. и 1991–2020 г. (%)

Fig. 3. The ratio of seasonal precipitation to the annual amount for 1961–1990 and 1991–2020 (%)

За подобно намаление на валежите по планинските върхове пишат Филипов и Рачев (2017), Рачев и Асенова (2018), докато в публикации от предходни години се посочва повишаване на есенните валежи (Николова, 2007; Дреновски, 2012; Ножаров, 2016 и др). Причини за такова разпределение, трябва да се търси основно в настъпилите промени в атмосферната циркулация.

Тренд на сезонните валежни количества

Анализът на многогодишните изменения на сезонните валежи показва, че за целия изследван период, както и за периода 1991–2020 г., в станция София трендът е положителен през всички сезони, като най-голяма стойност има коефициентът на тренда през лятото за периода 1991–2020 г., когато се установява повишаване на сезонната сума на валежа с 18 mm/10 год. (табл. 4). При Черни връх за периодите 1961–2020 г. и 1961–1991 г. се наблюдава отрицателен тренд през всички сезони, като за 30-годишния период отрицателният тренд е с най-големи стойности през зимата и пролетта.

Тренд на сезонните валежни суми, mm/10 год.
Trend of precipitation amounts, mm/10 yr.

Станция	Зима	Пролет	Лято	Есен
1961–2020				
София	3	2	4	6
Черни връх	-40	-29	-12	-15
1961–1990				
София	-12	-8	1	-3
Черни връх	-97	-67	-8	-4
1991–2020				
София	4	6	18	5
Черни връх	1	-22	20	-6

*статистически значимите стойности са дадени в **Bold**

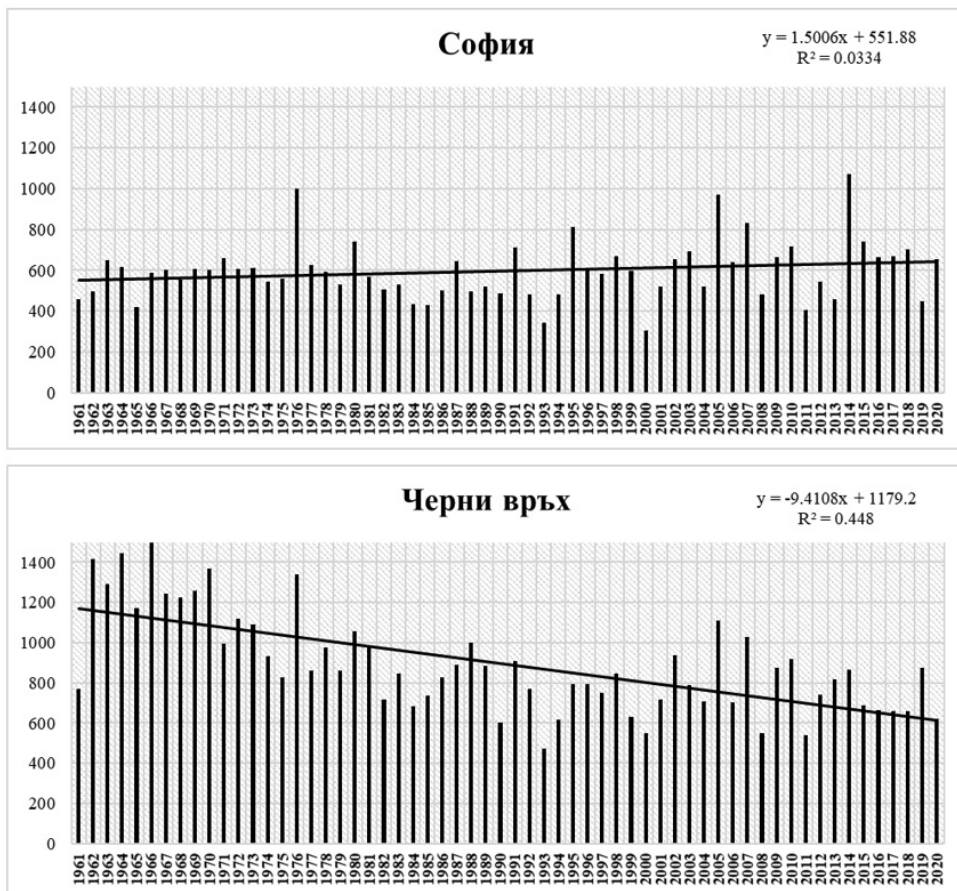
През периода 1961–1990 г. и за двете анализирани станции се отчитат отрицателни трендове, с изключение на есента. За периода 1991–2020 г. за станция Черни връх тенденцията е с различен знак през отделните сезони, но прави впечатление, че и в двете разглеждани станции през лятото стойността на положителния тренд е приблизително еднаква, поради което, с голяма доза сигурност, може да се твърди, че причините, водещи до тази промяна са едни и същи и за двете станции. В София няма стойност на тренда, която да е статистически значима, докато при станция Черни връх всички отрицателни стойности на тренда са над 20 mm/10 год. и за трите периода те са статистически значими (Табл. 4).

Многогодишни изменения и аномалии на годишните валежни суми

Многогодишния ход на годишните валежни суми, представен на фиг. 4, показва значителни разлики през отделните години, които са по-ясно изразени през последните десетилетия. Характерно е пониженото количество валежи в станция Черни връх след 90-те години на миналия век.

За целия период на изследване в София трендът на годишните валежни суми е положителен със стойност 15mm/10 год., докато за Черни връх се наблюдава силно намаление на валежите с 94 mm/10 год, като тази стойност е статистически значима. При сравняване на тренда на годишните валежи за двата 30-годишни периода в София се установяват разнопосочни тенденции – за 1961–1990 г. трендът е отрицателен със стойност 16 mm/10 год, а през 1991–2020 г. – положителен, 38 mm/10 год. За Черни връх и през двата периода трендът е отрицателен, като през първия е с висока стойност и е статистически значим -198 mm/10 год., а през втория намалението на валежите е несъществено и е в размер на -6 mm/10 год. Общото и при двете станции е намалението на валежните суми през първия период и различни тенденции

през втория – в София се установява значимо повишение, а при Черни връх почти елиминирани на отрицателните тенденции. Тези резултати съвпадат с проучванията и на други автори работили по темата за изменение на валежните суми (Рачев и Филипов, 2016; Рачев и Асенова, 2017, Николова, 2007; Дреновски, 2012; Ножаров, 2019).

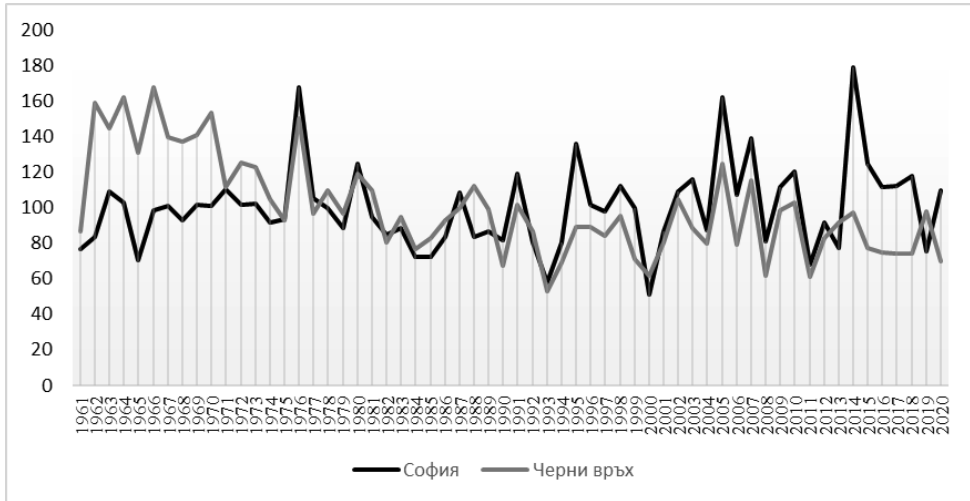


Фиг. 4. Хронологични изменения на годишните суми на валежа за София и Черни връх и линеен тренд за периода 1961–2020 г.

Fig. 4. Chronological changes in the annual amounts of precipitation for Sofia and Cherni Vrah and a linear trend for the period 1961–2020.

При анализа на отклоненията на годишните суми на валежа спрямо средната многогодишна стойност за периода 1961–1990 г. може да се отдели няколко подпериода (фиг. 5). До 70-те години на миналия век в София валежите са близки до нормата, докато за Черни връх са значително над нея. През 70-те

и 80-те години на XX в. има много добро съвпадение между двете станции, като през 80-те повечето години са поднормени.



Фиг. 5. Отклонение в% спрямо нормата за периода 1961–2020 г. и за двете станции
 Fig. 5. Deviation in% from the norm for the period 1961–2020 for both stations

След 90-те се забелязва по-силна изменчивост през отделните години и зачестяват случаите, в които в София валежите са с по-голяма аномалия от тези на Черни връх. Особено добре изразена е тази разлика между двете станции след 2014 г., когато по абсолютна стойност валежите в София са повече от тези на Черни връх. Несъмнено атмосферната циркулация е водещ фактор за годишните суми на валежа, но толкова голяма разлика между две станции, стоящи сравнително близо една до друга, говори, че понякога и локалните особености имат голямо значение, не само за единични извалявания, но и за годишните суми.

При групиране на годините спрямо критериите за валежност, представени в табл. 1, и за двете станции няма силно сухи години. Като цяло преобладават нормалните по валежност години определени като слабо сухи и слабо валежни (табл. 5). За София е характерно, че по-валежните варианти се случват през вторият период, докато за Черни връх много ясно личи, че първият периода е с повече на брой средно и силно валежни варианти.

Брой години спрямо критерий за валежност
Number of years relative to a precipitation criterion

период	станция	Силно сухи	Средно сухи	Слабо сухи	Слабо валежни	Средно валежни	Силно валежни
1961–2020	София	0	6	23	26	2	3
	Черни връх	0	8	27	24	7	4
1961–1990	София	0	3	14	12	0	1
	Черни връх	0	1	9	9	7	4
1991–2020	София	0	3	9	14	2	2
	Черни връх	0	7	18	5	0	0

Резултатите, дадени в таблица 5. допълват данните за установените тенденции към намаляване на валежите във високопланинската станция и повишаване в станция София, получени чрез линейна регресия. Анализът на данните и резултатите потвърждава твърдението на Червенков и Славов (2022), че един и същ модел на атмосферна циркулация може да води до противоположни тенденции на локално ниво.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направеното изследване на хронологичните изменения на годишните суми на валежа за станциите София и Черни връх показва увеличение на валежите в района на извънпланинската станция (София) и силно намаление при високопланинската станция (Черни връх). За целия период на изследване 1961–2020 г. в София годишните суми на валежа са се увеличили, а на Черни връх са намалели, като при сравнение на двата периода 1991–2020 г. с 1961–1990 г., увеличението в София е с 8%, а намалението при Черни връх е с 27%.

През периода 1961–1990 г. и в двете станции се наблюдава намаление на сезонните суми, като за Черни връх трендът е статистически значими за всички сезони с изключение на лятото. За периода 1991–2020 г. се наблюдава положителен тренд на сезонните валежни суми за всички сезони в София, като трендът е с най-висока стойност за лятото, но не е статистически значим. За последните 30 години (1991–2020) за станция Черни връх се установяват разнопосочни тенденции в изменението на сезонните валежи. Прави впечатление негативният статистически значим тренд за пролетта, докато за лятото коефициентът на тренда е с почти същата стойност, но с противоположен знак – положителен, статистически незначим тренд. Получените резултати потвърждават заключенията на редица автори за разнопосочни тенденции в изменението на количествата на валежите в Южна Европа, включително и България.

ЛИТЕРАТУРА

- Александров, В. 2010. Климатични промени, НИМХ БАН
- Велев, Ст. 2002. Съвременни колебания на температурата на въздуха и валежите в България. География на България, София: БАН, 157–160
- Дреновски, И. 2012. Промени в съотношението на сезонните валежи в България за периода 1995–2010 г. – Проблеми на географията, кн. 1–2, 80–89.
- Рачев, Г., Н. Асенова. 2018. Съвременни изменения на температурата на въздуха и валежите в България. Год. на СУ „Св. Климент Охридски“, Геолого-географски факултет, Том 110, Книга 2 – география.
- Рачев, Г., Н. Николова. Климатът на България. 2008. Год. на СУ „Св. Климент Охридски“, Геолого-географски факултет, Том 101, Книга 2 – география.
- Топлийски, Д. 2006. Климатът на България. София. Изд. Фондация Амстелс
- Филипов, Д. Г. Рачев, 2017. Хронологични изменения на валежите при станция Мусала, Ботев и Черни връх. Год. СУ, ГГФ, Том 109, кн. 2 – География
- Briffa, K.R., van der Schrier, G., Jones, P.D. 2009. Wet and dry summers in Europe since 1750: evidence of increasing drought. *International Journal of Climatology*, **29**, 1894–1905
- Bocheva L., Gospodinov I., Simeonov P., Marinova T., 2010: Climatological analysis of the synoptic situations causing torrential precipitation events in Bulgaria during the period 1961–2007. Springer, *Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe* – Editors: V. Alexandrov, C. G. Knight, M. F. Gajdusek, A. Yotova, ch. 9, pp. 97–108
- Chervenkov, H., Slavov, K. (2022). NEX-GDDP Multimodel Ensemble vs. E-OBS— Evaluation of the Extreme Temperatures and Precipitation over Southeast Europe: Historical Comparison. *Atmosphere*, 13(4), 581. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/atmos13040581>
- IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis* https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf
- Khanna, J., Medvigy, D., Fueglistaler, S., Walko, R. 2017. Regional dry-season climate changes due to three decades of Amazonian deforestation. *Nat. Clim. Change* **7**, 200–204
- Klein Tank, A. M. G. and Können, G. P.: Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99, *J. Climate*, **16**, 3665–3680, doi:10.1175/1520-0442(2003)0162.0.CO;2, 2003
- Li, C., Zwiers, F., Zhang, X., Li, G., Sun, Y., Wehner, M. 2021. Changes in annual extremes of daily temperature and precipitation in CMIP6 models. *Journal of Climate*, **34**, 3441–3460.
- Nikolova, N. 2007. Regional climate change: Precipitation variability in mountainous part of Bulgaria. International Scientific Conference “Geography and its Future”. Belgrade 24th – 25th September.
- Nikolova N., 2008. Air Temperature and Precipitation Variability in Bulgaria in the Context of Climate Change – Causes and Consequences. Proceeding of International Scientific Conference “Global Changes – Vulnerability, Mitigation and Adaptation”, 2008
- Nojarov P. 2016. The increase in September precipitation in the Mediterranean regions as a result of changing circulation. *Meteorology and Atmospheric Physics*. 10.1007/s00703-016-0463-z.

- Seneviratne, S. I., Zhang, X., Adnan, M., Badi, W., Dereczynski, C., Luca, A. D., Ghosh, S., Iskandar, I., Kossin, J., Lewis, S., Otto, F., Pinto, I., Satoh, M., Vicente-Serrano, S.M., Wehner, M., Zhou, B. 2021. Weather and climate extreme events in a changing climate. In: V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, B. Zhou (Eds.) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Spinoni, J., Naumann, G., Vogt, J.V. 2017. Pan-European seasonal trends and recent changes in drought frequency and severity. *Global and Planetary Change*, **148**, 113–130.
- Stagge, J. H., Kingston, D. G., Tallaksen, L.M., Hannah, D.M. 2017. Observed drought indices show increasing divergence across Europe. *Scientific Reports*, **7**, 10.
- Schmidli J, Frei C. 2005. Trends of heavy precipitation and wet and dry spells in Switzerland during the 20th century. *Int J Climatol* 25: 753–771.
- Štěpánek, P. 2008. AnClim – software for time series analysis: Dept. of Geography, Fac. of Natural Sciences, MU, Brno. 1.47 MB. <http://www.climahom.eu/AnClim.html>
- Sun, Q., Zhang, X., Zwiers, F., Westra, S., Alexander, L.V. 2021. A global, continental, and regional analysis of changes in extreme precipitation. *Journal of Climate*, **34**, 243–258.
- Vekilska, B., G. Rachev. 2000. Current change in the precipitation in Bulgaria. – Sofia University, Year Book, Vol. 90, Geography.
<https://www.stringmeteo.com/>
https://bulletins.cfd.meteo.bg/bull/Godishen_buletin_NIMH_2021.pdf

SUMMARY

MULTIANNUAL CHANGES OF PRECIPITATION IN THE REGIONS OF SOFIA AND CHERNI VRAH

The study of the chronological changes in the annual amounts of precipitation for the Sofia and Cherni Vrah stations showed an increase in precipitation in the non-mountainous station (Sofia) and a strong decrease at the high-mountain station (Cherni Vrah). For the entire research period 1961–2020 in Sofia, the annual amounts of precipitation increased by 8%, while at Cherni Vrah they decreased by 27%.

During the period 1961–1990, a decrease in seasonal amounts was observed in both stations, and for Cherni vrah the trend was statistically significant for all seasons except summer. For the period 1991–2020, a positive trend of the seasonal precipitation amounts for all seasons in Sofia is established, with the trend having the highest value for summer, but it is not statistically significant. For the last 30 years (1991–2020) for the Cherni Vrah station, divergent trends in seasonal precipitation changes have been established. The negative, statistically significant trend for spring makes an impression, while for summer the trend coefficient has almost the same value, but with the opposite sign – a positive, statistically insignificant trend. The obtained results confirm the conclusions of several authors about different tendencies in the change in the amounts of precipitation in Southern Europe, including Bulgaria.