Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology

Национален институт по метеорология и хидрология

National Institute of Meteorology and Hydrology

Bul. J. Meteo & Hydro 23/1 (2019) 2-16

Mediterranean cyclones and foehn synoptic situations for the period 1975-2001

Krasimir Stoev[1,2*], Guergana Guerova[2], Ilian Gospodinov[1]

[1]National Institute of Meteorology and Hydrology, 66 Tsarigradsko Shose blvd, 1784 Sofia, Bulgaria
[2]Sofia University, Faculty of Physics, Departament of Meteorology and Geophysics, 5 James Bourchier blvd, 1164 Sofia, Bulgaria

Abstract: Foehn is a warm and dry wind that blows on the leeward side of the mountain. It is a well-known example of local atmospheric circulation and in addition it is a compound event when a such wind triggers quick snowmelt in spring or spread of forest fires in summer time resulting in large economic losses. Foehn in Bulgaria is observed on the northern slopes of the mountains, as a result of warm air advection from the south and southwest associated with approaching Mediterranean cyclones. Its occurrence is highest north of Vitosha Mountain where the Bulgarian capital Sofia is located. In the study for the period 1975 - 2001, based on a manual synoptic classification using the trajectory of the Mediterranean cyclones, the foehn is classified into four main types. The aim of this work is to conduct an automated classification of the synoptic conditions leading to foehn in Sofia using the ERA-Interim reanalysis. The results are compared with the manual foehn classification.

Keywords: Mediterranean cyclones, foehn, extreme weather events, classification of synoptic situations.

Средиземноморски циклони и фьонови синоптични обстановки в София за периода 1975 - 2001

Красимир Стоев[1,2], Гергана Герова[2], Илиан Господинов[1]

[1]Национален институт по метеорология и хидрология, бул. Цариградско шосе 66, 1784 София
[2] Софийски университет,Физически факултет, Катедра “Метеорология и геофизика”, бул. Дж. Баучер, 5, 1164 София

* krasimir.stoev@meteo.bg

Резюме: Фьонът е топъл и сух вятър, който духа от подветрената страна на планината. Той е добре известен пример за местна атмосферна циркулация и освен това е явление, при което топлият и сух вятър, който духа от подветрената страна на планината, задейства бързо снеготопене през пролетта или разпространение на водещи до големи икономически загуби горски пожари през лятото. Фьонът в България се наблюдава по северните склонове на планините, в резултат на адвекция на топъл въздух от юг и югозапад, свързана с приближаването на средиземноморски циклон. Честотата му е най-голяма на север от Витоша, където се намира българската столица София. В изследването за периода 1975-2001 г., базирано на ръчна синоптична класификация, използваща траекторията на средиземноморските циклони, фьонът е класифициран в четири основни типа. Целта на тази работа е, да се направи автоматична класификация на синоптичните обстановки довели до появата на фьон в София, като се използват реанализите от ERA-Interim. Получените резултати са сравнени с ръчната класификация и са описани приликите и разликите между двете.

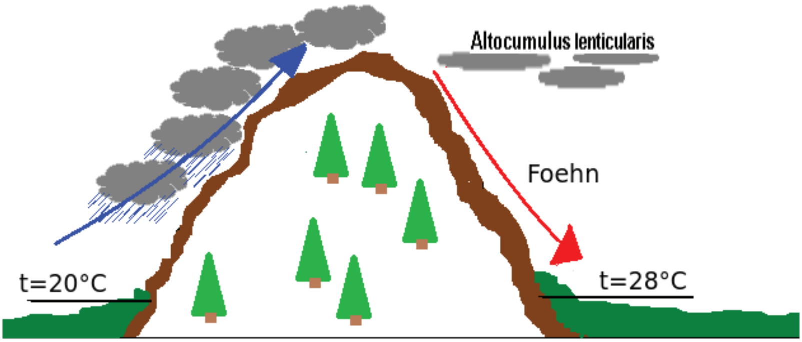
Ключови думи: Средиземноморски циклони, фьон, опасни метеорологични явления, класификация на синоптични обстановки.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Фьонът е топъл и сух вятър, който духа по подветрената страна на планината. Той е най-известният пример на местна атмосферна циркулация и се наблюдава в много планински райони по целия свят. В Алпийския и Средиземноморския район, топлият, сух вятър, спускащ се по северните планинските склонове е познат още от римско време. Предполага се, че думата "фьон" произлиза от латинската дума "favonius", която значи "западен вятър" (Brinkmann, 1971).

Фьонът е много добре познат и по източните склонове на Скалистите планини в Северна Америка, където се нарича чинуук (Beran, 1967; Oard, 1993). В Аржентина фьонът носи името зонда, и се наблюдава по източните склонове на Андите, особено в районите на Ла Риоха, Сан Хуан и Мендоса (Rolon de los Santos and Afonso, 2005). Статистическият анализ на фьона в района на Алпите показва голяма изменчивост в последните 140 години, без значим тренд (Gutermann et al., 2012; Richner&Hachler, 2008). Съществени са също и регионалната и сезонната промяна.

Появата на фьон е свързана с развитието на циклонални вихри и наличието на силен поток (Фигура 1). В България класическият фьон се появява, когато средиземноморски циклон преминава по път I по типизацията на Писарски (Pisarski, 1955), северозападно от нашата страна. Фьонът в България се наблюдава по северните склонове на планините, тъй като се появява при нахлуване на топъл въздух от юг и югозапад. Честотата му е най-голяма на север от Витоша (в Софийското поле) и на север от Стара планина – във Враца, Ботевград, Горна Оряховица, Велико Търново, Севлиево, Габрово и др. Понякога влиянието му се чувства и на североизток – до Русе, Силистра и Варна. Най-често скоростта на пулсациите при фьон в България е 15-20 m/s. Има обаче случаи (например в Софийско, Врачанско и други райони), когато той се проявява като бурен поривист вятър със скорост 25-30 m/s и причинява значителни щети.



Фиг. 1. Класическа схема за образуване на фьон.
Fig. 1. Typical scheme of foehn formation

Образуването на фьон е свързано с трансформацията на въздушното течение под влияние на орографията. Фьонът над София се образува обикновено при южен или югозападен въздушен поток, който, като прехвърли планините Витоша и Люлин, се спуска по склоновете на подветрената страна (т.е. към Софийското поле) и адиабатно се затопля и изсушава. При такъв вятър по южната част на Черни връх се образува мощен облак (облачна стена), който северно от върха, поради низходящия поток, се размива от изпарения. В облачната стена непрекъснато се извършва образуване на облак откъм наветрената страна и изпаряването му към подветрената. Облакът, който е типичен за фьонови обстановки и който се вижда от София е висококупест лещовиден облак (Altocumulus lenticularis).

Изследванията на Hristov & Tanev (1970) за периода 1955-1964 г. показват, че в София средно годишно има 7-8 дни с фьон. В 59 % от наблюденията при фьон има затопляне с от 5°C до 10°C, в 24 % - затоплянето е с 11-15°C, в 2 % от случаите затоплянето е от 16-20°C. Максимумът на дните с фьон е през февруари – март, а минимумът от юни до октомври. Повече от половината на случаите с фьон се характеризират със силни пулсации на вятъра със скорост предимно над 20 m/s.

Средиземноморският басейн е добре известен като район, в който се образуват циклони, особено през студеното полугодие, когато депресиите са по-силно изразени и по-дълбоки, с налягане в центровете им често под 1005 hPa (IHM, 1960). Всички циклони, зараждащи се или преминаващи над Средиземноморието, се наричат средиземноморски циклони.

Средиземноморските циклони и тяхното образуване, честота, траектории и влияние върху времето и климата в района са представени от много автори, като Stanchev (1954), Pisarski (1955), Blagoev (1961), Martinov (1967), Peiter

(1975) и Radinovic (1987). В тези изследвания циклоните са идентифицирани и класифицирани на основата на синоптичен анализ. Обобщените резултати от изследването на месечното и годишното разпределение на циклоните, зараждащи се над Средиземноморието в периода 1980-2001 показват, че циклоничната честота е най-голяма през зимата, от декември до март (Bocheva et al., 2007). Средно за целия 22 годишен период, на всеки 16–17 дни се наблюдава по един циклон. Циклоничната активност намалява през април, когато циклони се появяват 3 пъти по-рядко, отколкото през март. От май до септември, циклогенезът е рядко явление в района. Броят на зародилите се циклони силно се увеличава през ноември – 4 пъти повече, отколкото през октомври, докато през октомври има 30% повече, отколкото през септември. През ноември, циклогенезът над района достига характерната си честота за студената част от годината. Първите изследвания на траекториите на средиземноморските циклони са направени преди повече от 100 години, за да се обяснят различните климатични условия в отделните области на Европа (van Bebber, 1981). По-късно основните пътища на средиземноморските циклони и техните сезонни особености са изучени от много автори: Pisarski (1955), Popova et al. (1975), Martinov (1983) и Jansa et al. (2001). В почти всички досегашни изследвания са споменати 3 основни пътя на придвижване: път I - на североизток през Хърватия и Унгария; път II - на изток през Адриатическо море и Балканския полуостров към Черно море; път III - на югоизток след това на изток през южните части на Балканския полуостров към Мала Азия. Честотата и траекториите на средиземноморските циклони са основният фактор, от който зависи количеството на валежите и температурните аномалии в България през зимата. Изследването на Marinova et al. (2005) показва, че активността на циклогенеза в Западното Средиземноморие намалява значително, а за източната част на Средиземно море той не е типичен. Сравняването на резултатите, получени от различни автори, показват добре изразено намаление на броя на средиземноморските циклони след 2000 година. Наблюдава се и съкращаване на съществуването на зимния средиземноморския циклонален център с около 2 месеца. След 1990 година циклогенезът над Средиземноморието е разположен главно в неговите централни части. Най-голям брой средиземноморски циклони преминават над най-южната част от Балканския полуостров. Основният път на придвижване на север през Хърватия и Унгария вече не е типичен. Класическият фьон се появява, когато средиземноморски циклон преминава по път I, северозападно от България. Циклоните, преминаващи по път I, през различните години имат различна честота и когато те преобладават, зимите у нас са топли (IHM, 1960). Почти всички циклони, които преминават през този път са се формирали над Генуезкия залив. След това преминават през Апенинския полуостров, Адриатическо море, Динарските планини и през Унгарската низина. При тази обстановка фронталната система, свързана с циклона, е разположена северозападно от нашата страна, при което почти целият Балкански полуостров попада в широкия топъл сектор на циклона. Такава синоптична обстановка най-добре се изразява през преходните сезони и през зимата. Във височина над страната най-често се пренася тропичен въздух от Северна Африка. Отначало се усилва южният вятър по планините. При преместване на циклона над Унгария, на север от планините се появява фьон, който може да доведе до чувствително повишение на температурите. В същото време на места в равнините, особено в западните части от Дунавската равнина и Горнотракийската низина, остава пелена от студен въздух и там е тихо и мъгливо. Когато циклоните се преместят на североизток-изток от Унгария, през страната преминава студен атмосферен фронт. Със силни северозападни ветрове нахлува студен въздух. Валежите по фронта се краткотрайни, понякога придружени от гръмотевични бури.

Фьонът оказва съществено влияние върху местния климат, което пък повлиява развитието на земеделието във фьоновите долини. Силният вятър представлява опасност за авиацията, мореплаването, риболова, както и за високи конструкции като кули и кранове. Снежните виелици са комбинация от силен вятър и снеговалеж и водят до затваряне на летища и транспортни проблеми. Най-голямата опасност от силния фьон е била и все още е разпространението на пожари.

Фьоновите синоптични обстановки са изключително предизвикателство за оперативната работа в метеорологичните служби. Фьонът представлява екстремна проява на времето и климата, поради което се класифицира като опасно метеорологично явление (ОЯ). Прогнозирането на опасните явления е изключително важна задача пред краткосрочната прогноза за времето. Особен интерес за климата на дадено място представляват силните ветрове. Вятър с пулсации над 15 m/s се нарича силен. Такива ветрове поради високата скорост на пулсацията нанасят големи повреди на сгради, далекопроводи, селскостопански култури и други. От направените изследвания (Subeva, 1955) за вятъра в София е установено, че най-силните ветрове в София са с посоки: юг (S), югозапад (SW), запад (W) и северозапад (NW). Фьонът в София е един от характерните силни ветрове. Той се отличава не само с това, че е силен, топъл и сух вятър, но понякога и твърде продължителен – до 1-2 и повече денонощия.

Stoev and Guerova (2019) представят работа по типизация и климатология на фьона в София за периода 1975-2014 г. В изследването е изготвен подробен субективен анализ и типизация на синоптичните обстановки в зависимост от атмосферната циркулация, довели до появата на фьон в централната метеорологична станция (ЦМС) на Националния институт по метеорология и хидрология (НИМХ) в София. Синоптичните обстановки, довели до появата на фьон, са класифицирани в 4 основни типа.

Целта на тази статия е да се опише направената автоматизирана типизация на атмосферната циркулация при фьон в София за периода 1975-2001 г., както и да се сравни с вече изготвената субективна такава, като се оценят предимствата и недостатъците на всяка от тях.

2. МЕТОД НА РАБОТА

2.1. Класификация на фьона

За определяне на дните с фьон са използвани данни от наблюденията в ЦМС в София на НИМХ за период от 1975 до 2001 г. Класифицирането на даден вятър за фьон е предложено от Hristov & Tanev (1970) и се извършва чрез едновременно съпоставяне на температурата, относителната влажност на въздуха и вятъра в даден срок, както следва:

1) поява на вятър от южна посока (112-247°) и усилване на скоростта му най-малко с 5 m/s;

2) внезапно и значително повишение на температурата (5° C и повече);

3) понижение на относителната влажност на въздуха с над 20 %, особено сутрин и вечер.

2.2. Типизация на атмосферната циркулация по време на фьон

2.2.1. Субективна типизация

Субективната класификация е направена от опитен синоптик като са анализирани синоптичните обстановки с фьон в София за периода от 1975 до 2001 г. За анализа са използвани архиви от реанализите на National Centers for Environmental Prediction (NCEP, www.wetterzentrale.de/topkarten/fsres.2eur.html). Анализирани са картите на приземното атмосферно налягане, геопотенциална височина на 500 hPa (карта AT 500), геопотенциална височина и температурата на 850 hPa (карта AT850) и относителната влажност на 700 hPa (AT 700). В зависимост от атмосферната циркулация е направена типизация на обстановките, довели до появата на фьон в района на ЦМС в София.

2.2.2. Автоматична типизация

Автоматичната типизация на синоптичните обстановки с фьон в София за периода 1975-2001 г. е направена на базата на разработената от COST 733 (Хармонизация и приложения на класификацията на типове време за Европейския район) класификация GWT (Cross Wetter Types) на Немската метеорологична служба. В това изследване е използвана GWT класификация на приземното атмосферно налягане (SLP) с 27 класа за домейн 10 - Централно Средиземноморие и Балканския полуостров, която използва за входен параметър приземното атмосферно налягане - Sea Leavel Pressure (SLP) от реанализите на ERA-Interim. ERA-Interim е трето поколение ре-анализ на Европейския център за средносрочни прогнози за времето (ECMWF) и обхваща периода 1979-2019 г. Хоризонталната разделителна способност е около 80 km (спектър T255) с 60 вертикални нива от земната повърхност до 0,1 hPa (Berrisford et al., 2011).

3. РЕЗУЛТАТИ

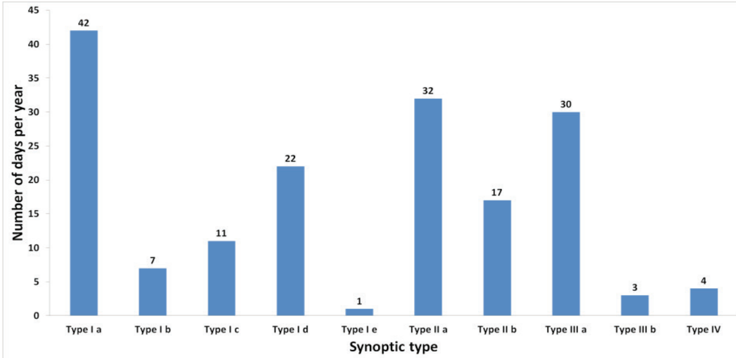
Анализирани са метеорологични данни за посока и скорост на вятъра, температура на въздуха, включително максимална температура, относителна влажност на въздуха и атмосферно налягане на нивото на ЦМС в София на НИМХ. След анализа на данните и използването на количествените критерии за фьон бяха отделени 234 дни с фьонов вятър в София, класифицирани 169 синоптични обстановки за периода 1975-2001 година. Средногодишният брой на дните с фьон е 8.7, което е в съгласие с Hristov & Tanev (1970), правили изследване на фьона в района на ЦМС в София за 10-годишен период (1955-1964).

Субективната типизация на синоптичните обстановки е направена на базата на картите на приземното атмосферно налягане от реанализите на NCEP, като за целта е проследено преместването на центровете на основните синоптични обекти и свързаните с тях фронтални системи, довели до поява на фьон в района на ЦМС в София в периода 1975-2001 година. Направената типизация е схематично представена на фигура 2b. След анализа на синоптичните обстановки се открояват 4 основни типа обстановки I, II, III и IV, при които в София се появява фьон. Синоптичната обстановка от тип I, е с 5 подтипа: Ia, Ib, Ic, Id и Ie. За разглеждания период 83 от обстановките или 49 % от случаите с фьон са от тип I. Този тип фьонова синоптична обстановка, съответства на типизацията по Писарски, когато средиземноморски циклон преминава по път I, северозападно от България. През периода 1975-2001 г. 49 от синоптичните обстановки или 29 % от случаите са от тип II (a,b). Тези синоптични обстановки са свързани с развитието на циклон в района на Прибалтика. При обстановка от тип IIa, по студения атмосферен фронт над Унгария се образува циклон, а при тип IIb - фьонът в София е пред студения атмосферен фронт, който доближава от запад. Фьонова синоптична обстановка от тип III (a,b) се наблюдава в 33 случая или 20%. Фьонова синоптична обстановка тип IIIa е свързана с развитието на циклон в района над Северно море и се премества над Средна Европа. При синоптична обстановка тип IIIb циклоналният вихър остава блокиран над Британските острови и Северно море. Фьонова синоптична обстановка от тип IV се наблюдава в 4 случая (2%). Тази синоптична обстановка е свързана с развитието на циклон над Скандинавския полуостров и преместването му през Прибалтика към южните райони на Европейска Русия. Това са т.нар. „гмуркащи се“ циклони и тяхното прогнозиране, както и проява на времето, диктувано от тяхното поведение, са предизвикателство за оперативната практика.

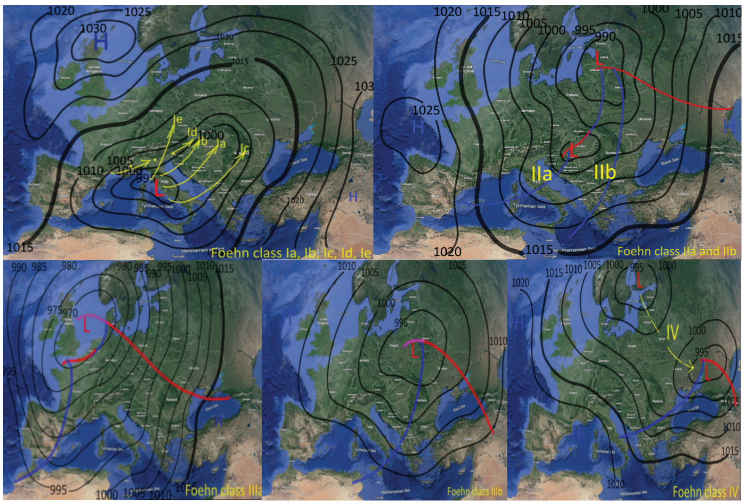
На фигура 3a е представено разпределението на дните с фьон в София като е използвана 27-класовата типизация GWT на атмосферната циркулация за периода 1975-2001 г. На фигура 3b е представено разпределението на приземното атмосферното налягане по типове GWT циркулация, в използвания за автоматична типизация район, съответстващо на дните с най-много фьон. В тип 1 от автоматичната типизация броят на дните с фьон в София е 47 (20%). Тази обстановка се характеризира с циклон над Прибалтика и над северозападните райони от Балканския полуостров, като по студения атмосферен фронт се формира плитък вихър. В тип 17 от GWT класификацията попадат 31 дни (13%) с фьон. Този тип се характеризира с циклон над Скандинавския полуостров. Балканският полуостров попада в запад-югозападен пренос на въздушни маси. В тип 2 са 27 дни (11%) с фьон в София. При този тип обстановка Балканският полуостров се намира в предната част на циклон с център над Северна Италия, при което се усилва югозападният пренос. В тип 3 от автоматичната типизация броят на дните с фьон е 28 (12%). Този тип се характеризира с циклон над Прибалтика и с долина към Балканския полуостров. В тип 25 времето в разглеждания райони се определя от средиземноморски циклон и съдържа 23 дни (10%) с фьон. В тип 18 от GWT типизацията има 17 дни (7%) с фьон в София. При този тип обстановка Балканският полуостров попада в предната част на обширна циклонална област с център над Северно море, при което се усилва значително преносът от юг-югозапад.

3.1. Сравнение между субективната и автоматичната типизация за периода 1975-2001 г.

От направените субективна и автоматична типизация на синоптичните обстановки довели до появата на фьон в София за периода 1975-2001 г. (фигури 2 и 3), се вижда че има съществена разлика в типовете атмосферна циркулация. При субективната типизация максимален брой на дни с фьон в София се наблюдава при синоптични обстановки, свързани със средиземноморски циклони, докато при автоматичната типизация максимален е броят на дните с фьон в обстановки пред приближаващ студен атмосферен фронт. Обстановките тип 25 и тип 2 от автоматичната типизация съответстват на обстановки тип I от ръчната типизация. Обстановките тип 1 и тип 3 от GWT класификацията съответстват на фьонови синоптични обстановки от тип II (a, b). Обстановка тип 18 от автоматичната типизация съответства на тип III b от ръчната типизация. На субективен тип I съответства обективен тип 25 и 2, като броят на дните с фьон е съответно 83 и 50 (49% на 22%). На субективен тип II съответстват типове 1 и 3 от автоматичната класификация с брой дни съответно 49 и 75 (29% и 32%). Вижда се, че при автоматичната класификация броят дни с фьон е най-голям при синоптични обстановки пред студен атмосферен фронт, което е в противоречие със субективната типизация, даваща най-голям брой дни (83) на фьонови обстановки, свързани със средиземноморски циклони.



a)

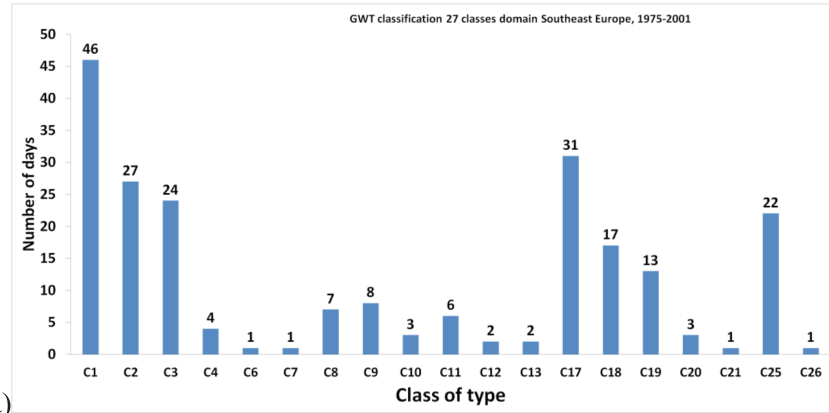


b)

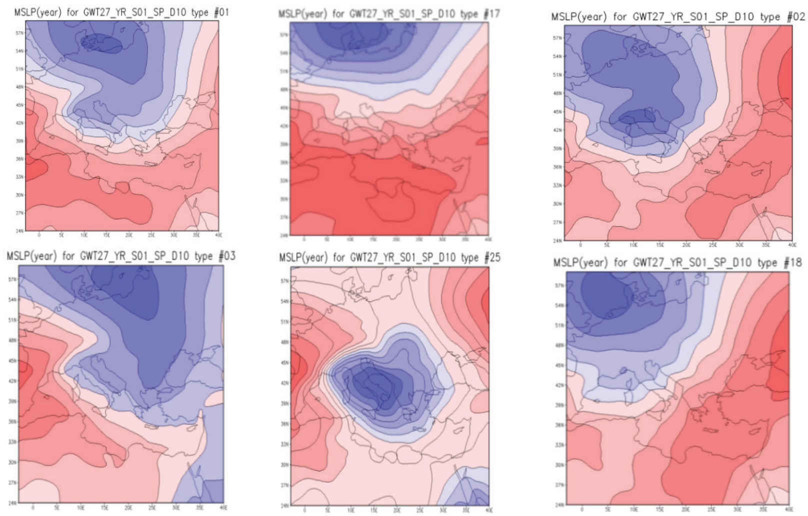
Фиг. 2. Субективна типизация на синоптичните обстановки с фьон в София за периода 1975-2001 г. : **а)** Разпределение на дните с фьон по тип синоптична обстановка, **b)** Схематично представяне на субективна типизация на приземното атмосферно налягане за тип I, II III и IV.

Fig. 2. Manual synoptic classification for the period 1975-2001: **a)** Distribution chart of foehn days from the manual classification, **b)** Schematic MSLP maps during foehn days for class I, II, III and IV.

Пример за съществена разлика в конфигурацията на баричното поле е синоптичната обстановка от 28-29.12.1999 г., описана в параграф 3.2, която е представена на фигури 4 и 5. На субективен тип III съответстват типове 17 и 18 от автоматичната класификация със съответно 33 и 48 дни. Тук отново автоматичната класификация завишава броя дни с около 30%. На субективен тип IV съответства тип 19 от автоматичната класификация със съответно 15 дни.



a)



b)

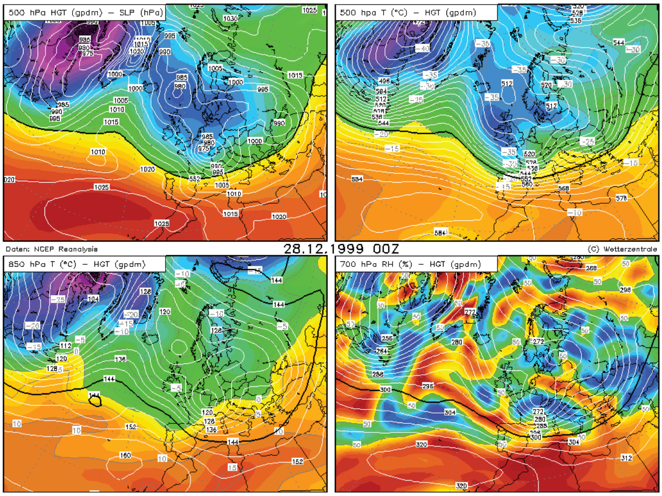
Fig. 3. Автоматична типизация на фьонови синоптични обстановки (GWT класификация от COST 733) : **a)** Разпределение на фьоновите синоптични обстановки, **b)** Схематично представена автоматична типизация на приземното атмосферно налягане при фьон в София.

Fig. 3. Automated synoptic classification: **a)** Distribution charts of foehn days from the automated classification, **b)** Schematic MSLP maps during foehn days from the GWT classification.

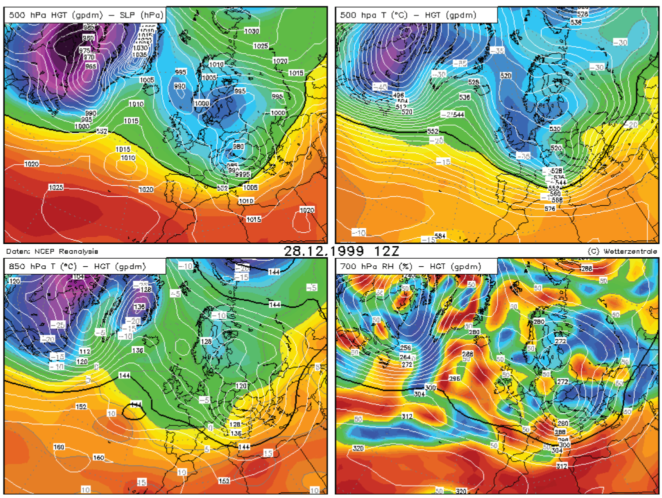
Отново при автоматичната типизация броят на дните с фьон в София при този тип автоматична класификация е по-голям, спрямо субективно направената класификация на синоптичните обстановки. Възможна причина за съществената разлика в броя на дните с фьон при двете типизации е представянето на планинските препятствия в ре-анализа на ERA-Interim.

3.2. Анализ на фьонова синоптична обстновка от 28-29.12.1999 г.

На фигура (4 a, b) и фигура 5 е показана фьоновата синоптична обстановка от 28-29.12.1999 г.



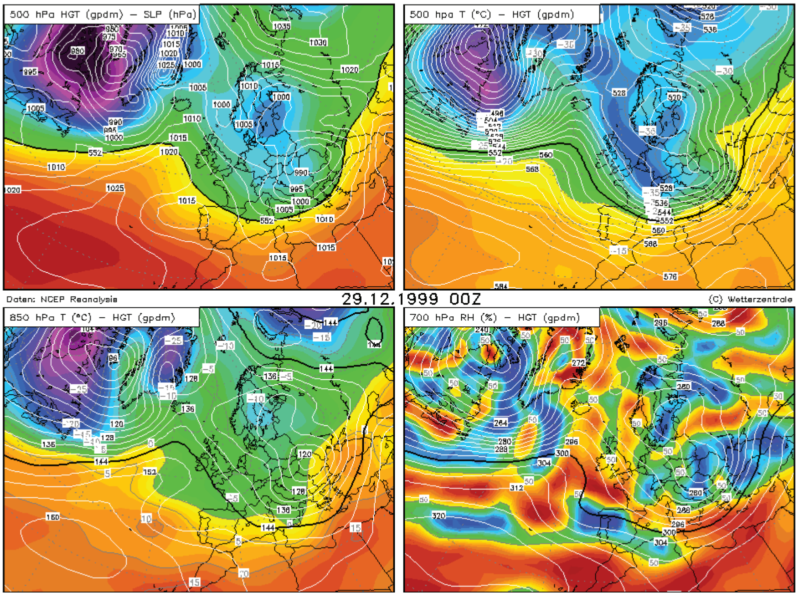
a)



b)

Фиг. 4. Горе ляво - карта на приземното атм. налягане (изолинии) и на геопотенциалната височина (цветно); горе дясно - карта АТ 500 hPa (изолинии) и температура (цветно), долу ляво - карта АТ 850 hPa (изолинии) и температура (цветно); долу дясно - карта АТ 700 hPa (изолинии) и отн. влажност (цветно) за 28.12.1999 г. **a)** в 00 и **b)** в 12 UTC.

Fig. 4. Upper left – chart of surface pressure (isolines) and geopotential height (colours); upper right – chart AT 500 hPa (isolines) and temperature (colours); lower left - chart AT 850 hPa (isolines) and temperature (colours); lower right – chart AT 700 hPa (isolines) and relative humidity (colours) for 28.12.1999 **a**) at 00 and **b**) at 12 UTC.



Фиг. 5. Същото като на **Фиг. 4а** за 29.12.1999 г. в 00 UTC.
Fig. 5. The same as in **Fig. 4a** for 29.12.1999 at 00 UTC.

През първия ден над по-голямата част от Европа приземното барично поле е циклонално с няколко центъра на ниско налягане. Балканският полуостров попада в предната част на циклонален вихър, формирал се в Бискайския залив, който се развива и преминава през Северна Италия на североизток през Унгарската низина. Бaричният градиент е голям и Балканите попадат в силен пренос на въздушни маси от юг-югозапад. От карта на абсолютната топография (AT 850 hPa) се вижда, че Балканският полуостров попада в топлия сектор на този циклон и във височина температурите се повишат значително - с около 10°C. На 28.12 в 21 UTC в София се появява фьон с пулсации 20 м/с, температурата се повишава от 4°C в предишното синоптично измерване на 10°C, а относителната влажност на въздуха се понижава от 93% на 50%. На 29.12. (фигура 5) циклонът се премества на изток-североизток през Румъния към Украйна и преди преминаването на студения му атмосферен фронт в София в 06 UTC отново духа фьон с пулсации 15 м/с. Тази синоптична обстановка при субективната типизация е от тип I d, а при автоматичната типизация обстановката се класифицира като тип C1 (Фигура 2b и Фигура 3b).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

След анализа на метеорологичните данни от ЦМС в София за периода 1975-2001 година и използването на количествените критерии за определянето на вятъра при фьон бяха отделени 234 дни с такъв вятър, като средногодишният брой на дните с фьон е 8.7. Субективната типизация на синоптичните обстановки за разглеждания период е направена чрез последователно разглеждане в основните синоптични срокове на картите на приземното атмосферно налягане от ре-анализите на NCEP. За периода на изследването броят на дните с фьон в София са се реализирали при 169 синоптични обстановки, които бяха обединени в 4 основни типа: I, II, III и IV. Синоптичната обстановка от тип I, е с 5 подтипа: Ia, Ib, Ic, Id и Ie, като за разглеждания период 83 броя от обстановките или 49% от случаите с фьон са от тип I. През периода 1975-2001 г. 49 броя от синоптичните обстановки или 29% от случайте са от тип II (a,b). Фьонова синоптична обстановка от тип III (a,b) се наблюдава в 33 случая (20%). Фьонова синоптична обстановка от тип IV се наблюдава в 4 случая (2%). Автоматичната типизация на синоптичните обстановки е направена на базата на 27-класовата типизация GWT на атмосферната циркулация. В тип 1 от автоматичната типизация броят на дните с фьон в София е 47 (20%). В тип 17 от GWT класификацията има 31 дни (13%) с фьон. В тип 2 попадат 27 дни (11%) с фьон в София. В тип 3 от автоматичната типизация броят на дните с фьон е 28 (12%). В тип 25 има 23 дни (10%) с фьон. В тип 18 попадат 17 дни (7%). В тип 19 от автоматичната класификация, която съответства на тип IV от субективната типизация има 15 (6%) дни с фьон. Отново при автоматичната типизация броят на дните с фьон в София при този тип автоматична класификация е по-голям отколкото при субективно направената класификация на синоптичните обстановки.

От направеното сравнение между субективната и автоматичната типизация на синоптичните обстановки, довели до появата на фьон в София за периода 1975-2001 г. се вижда, че има съществена разлика в типовете атмосферна циркулация. При субективната типизация максимален брой на дни с фьон в София се наблюдава при синоптични обстановки, свързани със средиземно-морски циклони, докато при автоматичната типизация максимален е броят на дните с фьон в обстановки пред приближаващ студен атмосферен фронт. Възможна причина за съществената разлика в броя на дните с фьон при двете типизации е представянето на планинските препятствия в ре-анализа на ERA-Interim.

След анализа на двата вида типизации (субективна и автоматична) изводът е, че нито ръчната, нито автоматичната типизация могат да работят добре самостоятелно, без ключовата роля на опитен синоптик за добрата прогноза на фьона, като опасно метеорологично явление.

БЛАГОДАРНОСТИ

Благодарности за финансовата подкрепа на Национална програма "Млади учени и постдокторанти" към Министерство на образованието и науката (МОН) по Решение на МС № 577/17.08.2018 г.

ЛИТЕРАТУРА

Beran D. W., (1967), Large Amplitude Lee Waves and Chinook Winds. Journal of Applied Meteorology, Vol. 6, 865–877.

Berrisford P., Dee D.P., Poli P., Brugge R., Fielding M., Fuentes M., Kållberg P., Kobayashi S., Uppala S., Simmons A., (2011), The ERA-Interim archive, version 2.0 ERA report series. 1. Technical Report. ECMWF, pp. 23.

Blagoev G., (1961), Routes of the Mediterranean Sea cyclones. Hydrologia i Meteorologia, vol. 1, 43-51 (in Bulgarian).

Bocheva L., Georgiev C., Simeonov P., (2007), A Climate Study of Severe Storms over Bulgaria Produced by Mediterranean Cyclones in 1990-2001 Period., Atmospheric research, vol. 83, 2-4, 284-293.

Brinkmann W. A. R., (1971), What is a foehn? Weather, 26, 230-239.

Gutermann T., Durr B., Richner H., Bader S., (2012), Fohn Klimatologie Altdorf: die lange reihe (1864-2008) und ihre weiterf¨uhrung, vergleich mit anderen stationen URL http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:6318/eth-6318-01.pdf.

Hristov P., Tanev A., (1970), The climate of Sofia. Nauka i izkustvo: Sofia, 87-113. (in Bulgarian)

IHM Proceedings, vol. 7 (1960), Types of weather in Bulgaria, Ed. L. Krastanov, Nauka i izkustvo, Sofia, 38-75 (in Bulgarian).

Jansa, A., Genoves A., Picornell M.A., Campins J., Riosalido R., Carretero O., (2001), Western Mediterranean cyclones and heavy rain. Part II: Statistical approach, Meteorol. Appl., 8, 43-56.

Marinova T, Bocheva L., Sharov V., (2005), On some climatic changes in the circulation over the Mediterranean area, Quarterly Journal of the Hungarian Meteorol. No1, 55-67.

Martinov M., (1967), Some peculiarities of cyclogenesis in the region of the Mediterranean Sea and the Balkan Peninsula, Hydrologia i Meteorologia, vol. 6, 7-21 (in Bulgarian)

Martinov M., (1983), Synoptical and statistical processing of historical data for Mediterranean depression, PSMP Report Series. Short- and medium-range weather prediction research publication series, Num. 3, 121-144.

Oard M. J., (1993), A Method for Predicting Chinook Winds East of the Montana Rockies, Weather and Forecasting, Vol. 8, 166–180.

Peiter E., (1975), Handbook for Forecasters in the Mediterranean, Environmental Prediction Research Facility. Naval Postgraduate School, Monterey, Californy. Tech. Pap., No 5, 75- 344.

Pisarski A., (1955), The Mediterranean cyclones and their influence on the weather in Bulgaria. Part I, Part II, vol. 6, 3-15 (in Bulgarian).

Popova T., Runcanu T., Tanczer T., Sharov V., (1975) Mediterranean Cyclones in the Cloud Field, Gidrometeoizdat, Leningrad, 98p (in Russian).

Radinovic D., (1987), Mediterranean cyclones and their influence on the weather and climate, WMO, PSMP Report Series, Num. 24, 131.

Richner H., and Hächler P., (2008), Understanding and forecasting Alpine foehn - what do we know about in today, 13th Mountain Meteorological Conference, Whistler, British Columbia, Canada.

Rolón de los Santos, Graciela y José Afonso, (2005), Aspectos estadísticos y sinópticos del Viento Zonda.

Stanchev K., (1954) The South cyclones, their moving through the Balkan Peninsula and the weather in Bulgaria determined by them. Hydrol. Meteorol. 5, 19-39 (in Bulgarian).

Stoev K., and Guerova G., (2019), Foehn classification and climatology in Sofia for 1975-2014, Idojarash, 1-17 (in print).

Subeva M., (1955), Wind conditions in Bulgaria. Nauka i izkustvo: Sofia (in Bulgarian).

Van Bebber, W. J., (1981), Die Zugstrassen der barometrischen Minima nach den Bahnkarten Deutschen Seewarte für den Zeitraum von 1875-1890. Meteorol. Z., 8, 361-366.