

**ქარბორბალას, იზივი ტორნადოს წარმოშობის არსი**

**გიზო ვაშაკიძე**

(ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

**რეზიუმე:** წარმოდგენილია მავნე მეტეოროლოგიური მოვლენის – ტორნადოს გენერაციის მიზეზები. მისი წარმოშობის წინაპირობაა ტემპერატურის არათანაბარი განაწილება (ცივი ცენტრი – ცხელი გარემო). ხმელეთზე ასეთი ტიპის ტემპერატურული განაწილება შესაძლოა გამოიწვიოს განცალკევებით მდგარმა კლდემ, კანიონმა და ა.შ. ამ დროს ცენტრში ყალიბდება დაღმავალი ცივი ჰაერის სვეტი, ხოლო გარშემო – აღმავალი თბილი ჰაერის ნაკადი. ჰაერის ამგვარი მოძრაობა განაპირობებს სპეციფიკური ფორმის ღრუბლის ჩამოყალიბებას და სათანადო პირობებში მოხვედრისას იგი ტორნადოს “დედაღრუბლად” გვევლინება. სტატიაში განხილულია ტორნადოს პრევენციის გზაც, რაც გულისხმობს სათანადო ტექნოლოგიური განვითარების ეტაპზე ტორნადოს წარმოშობის კერის განეიტრალების შესაძლებლობას.

**საკვანძო სიტყვები:** პირამიდა; ტემპერატურა; ტორნადო; ღრუბელი.

**შესავალი**

ზღვებისა და ოკეანეების ზედაპირზე წარმოქმნილ ქარბორბალას „სმერჩს“ უწოდებენ, ხმელეთზე წარმოქმნილს კი – „ტრომბს“. ამერიკაში იგი „ტორნადოს“ სახელითაა ცნობილი. ტორნადოს მიაკუთვნებენ ადგილობრივი ქარების ჯგუფს, რომლის წარმოშობა დაკავშირებულია გროვაწვიმის ღრუბელთან. ამ ღრუბლის ქვედა ნაწილში ჩნდება ჰაერის სპირალისებრი მოძრაობა ვერტიკალური ღერძის გარშემო. განვითარების პროცესში ტორნადოს ყელი ეშვება დედამიწის ზედაპირამდე და ე. წ. დედა-ღრუბელთან ერთად გადაადგილდება პორიზონტალურად. მის ცენტრში წნევა იმდენად ეცემა, რომ შეუძლია უმიძმესი საგნების ცაში ატაცება.

ქარების წარმოქმნა ძირითადად ტემპერატურის არათანაბარი განაწილების მიზეზია. შესაბამისად, ბუნებაში უნდა არსებობდეს ისეთი ტიპის ტემპერატურული განაწილება, რომელიც ტორნადოს შექმნის წინაპირობა ხდება.

დედამიწაზე არსებობს ტორნადოს ხელოვნურად წარმოქმნის მეტად საინტერესო პრეცედენტი. ძველმა ეგვიპტელებმა რელიეფის შეცვლით შექმნეს ხელოვნური პოლიგონი. მათ ააგეს ბუნებაში არსებული კლდის ფორმის თეთრი ფერის ქვით მოპირკეთებული პირამიდა, რომელიც თავისი გაბარიტის, თეთრი ფერის კედლის (იგულისხმება მისი პირვანდელი სახე) და კედლის დახრის კუთხის მეშვეობით ახდენდა ტემპერატურის არათანაბარ განაწილებას. ამ დროს ცივი ცენტრი იყო პირამიდა, ცხელი გარემო კი – პირამიდის გარშემო ტერიტორია. ხეოფსის პირამიდის თეთრი კედელი აირეკლავდა შუადღის მზის სხივს და მის გარშემო ტერიტორიაზე იქმნებოდა ჯამური რადიაცია (არეკვლილ სხივს დამატებული ამ ტერიტორიაზე პირდაპირ დაცემული სხივი), ხოლო თავად თეთრი პირამიდა ინარჩუნებდა სიცივეს. ტემპერატურის ასეთი მკვეთრი ცვლილებით შეიძლება შეიქმნას ტორნადოს მასტიმულირებელი გარემო, რაც სხვა პირობებთან ერთობლიობაში (ტენიანობა, სრული შტილი და სხვ.) შესაძლოა დაგვირგვინდეს ტორნადოს წარმოშობით.

**ძირითადი ნაწილი**

წინამდებარე სტატიაში შევეცდები ავხსნა, თუ როგორ ყალიბდება ტორნადო ბუნებრივად და არის თუ არა თანხვედრაში ტორნადოს ბუნებრივი წარმოქმნა მის ხელოვნურად გამოწვევის

თეორიასთან. ტორნადო შემჩნეულია იმ ადგილებშიც, სადაც არ არსებობს ზემოაღნიშნული ტემპერატურის მკვეთრი ნახტომის საჭირო პირობები, მაგალითად, ტყეების, მინდვრების, ოკეანეებისა და ზღვების თავზე. ასეთი ერთგვაროვანი ზედაპირის მქონე ტერიტორიები თანაბრად თბება და თანაბრად ათბობს მათთან შეხებაში მყოფ ჰაერის მასებს. აქედან გამომდინარე, ეს ტერიტორიები არ იძლევა ჰაერის ტემპერატურის არათანაბარი განაწილებისათვის საჭირო მიზეზებს. ამ ტერიტორიებზე არ ყალიბდება ცივი ჰაერის სვეტი (ისეთი, როგორიც ყალიბდებოდა ხელოვნური კლდის – თეთრი პირამიდის თავზე), რამაც ხელი უნდა შეუწყოს ტორნადოს გენერაციას.

ისმის კითხვა: რა მიზეზებით ყალიბდება ასეთ ტერიტორიაზე ტორნადო?

აღნიშნული საკითხის გამოსაკვლევად შეიძლება გამოვიყენოთ ქ. ბათუმის სანაპიროზე 2002 წელს მომხდარი ტორნადოს ფოტომასალა (ნახ. 1).

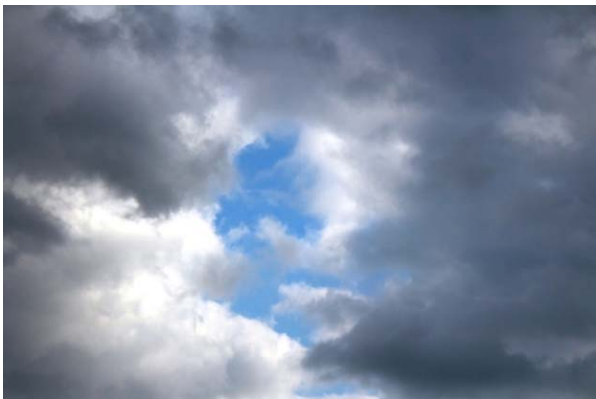
ფოტოზე ცა მუქი ფერის ბელტისებრი ფორმის სქელი ღრუბლებითაა წარმოდგენილი. მუქი ფერის ღრუბლების შეერთების ადგილებში მზის სხივის შუქიც ნათლად ჩანს, რაც იმის მანიშნებელია, რომ ამ ადგილებში ღრუბელი გაცილებით თხელია. თვითმხილველები ყვებიან, რომ ბათუმში ამ დღეს საკმაოდ ცხელოდა, ჰაერი უძრავად იდგა და ძლიერი ტენიანობა იგრძნობოდა. ღრუბლები ნელა მოძრაობდა ზღვიდან ხმელეთისაკენ. სანაპიროზე ოდნავ ჩამობნეულა, რის შემდეგაც ღრუბლებიდან ზღვისკენ ჩამომავალი სვეტი დაეშვა.



**ნახ. 1. ტორნადოს ამსახველი ფოტოები (ბათუმი, 2002 წელი)**

ამ მონაცემიდან საგულისხმოა მზის შუქის კლების ფაქტი, რაც იმის მაუწყებელია, რომ ღრუბელი სისქეში იზრდებოდა, რის გამოც მზის სხივს გაუჭირდა სანაპირომდე ჩამოღწევა.

თუკი მიმდინარე პროცესის უკუქრონომეტრაჟს განვიხილავთ, მაშინ უნდა წარმოვიდგინოთ ღრუბელთა სისტემა მისი სიდიდეების შემცირების მიხედვით. ასეთ შემთხვევაში ბათუმის ტორნადოების ფოტოებზე აღბეჭდილი ღრუბლის თხელი ღრუბლის ფენა რამდენიმე წუთის ან რამდენიმე ათეული წუთის წინ საერთოდ არ იარსებებდა და მის ადგილას იქნებოდა დაახლოებით ისეთი ხერედი, როგორიც წარმოდგენილია მე-2 ნახ-ზე.

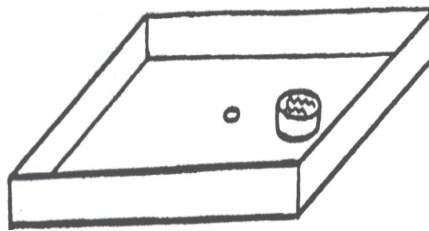


**ნახ. 2. ნახერეტიანი ღრუბლები**

იმისათვის, რომ ღრუბელმა დაიწყოს ზრდა, გამუქება და ცის სრული დაფარვა, საჭიროა ზღვიდან აორთქლებულ ტენიან ჰაერს დახედვს ცივი ჰაერი, რაც გამოიწვევს ტენიანი ჰაერის ღრუბლებად გარდაქმნას. ღრუბელი ხდება გამყოფი ფენა ზღვიდან აორთქლებულ თბილ ტენიან ჰაერსა და ციდან ჩამოწოლილ ცივ ჰაერს შორის.

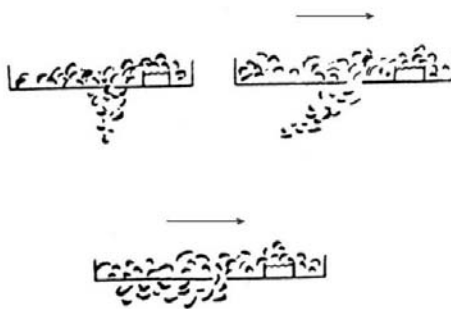
ღრუბლების გაზრდის შემთხვევაში აღნიშნული ხერხელები შესაძლოა საერთოდ ამოიქოლოს. მაგრამ რა მოხდება აღნიშნული ხერხელების ამოვსებამდე? ამის გასარკვევად შეიძლება ჩავატაროთ მცირე მოდელირება იმისა, თუ რა ხდება მაშინ, როდესაც ხერხელებიანი ღრუბლები წარმოგვიდგება გამყოფ ფენად ტენიან თბილ ჰაერსა და ცივ ჰაერს შორის.

ცდის ჩასატარებლად გამოვიყენოთ 60X60 სმ ზომის მუყაოს ფირფიტა, რომელსაც გავუკეთოთ ნახვრეტი და სარტყელი. ამ მუყაოს კოლოფში მოვათავსოთ წყლიანი ჭურჭელი. შიგ ჩავყაროთ მშრალი ყინული, საიდანაც ამოვიღო ცივი ორთქლი (ნახ. 3). ამ შემთხვევაში ნახვრეტიანმა მუყაომ შეასრულა ხერხელებიანი ღრუბლის როლი; ჭურჭლიდან ამოსული ცივი ორთქლი გადმოიდგარა ჯერ კოლოფზე, შემდეგ კი ნახვრეტიდან დაეშვა ვერტიკალურად ქვევით.



ნახ. 3

როგორც ზემოთ აღნიშნეთ, ბათუმის ტორნადოს შემთხვევაში ღრუბლები მოძრაობდა ხმელეთისაკენ, ამიტომ ექსპერიმენტისას ნახვრეტიანი მუყაო გავატარეთ ჰაერში ჰორიზონტალურად. შედეგად ვერტიკალურად ქვემოთ მოძრავი ცივი ორთქლის სვეტი გადაიხარა მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით, ხოლო სიჩქარის კიდევ უფრო გაზრდისას ცივი ჰაერის სვეტი სრულიად აეკრა მუყაოს (ნახ. 4). წარმოვიდგინოთ, რომ აღნიშნულმა ნახვრეტიანმა ღრუბელმა ექსპერიმენტის მსგავსად შემოუშვა მის თავზე მომდგარი ცივი ჰაერის ნაკადი. შემდგომ ხერხელები გადაიკეტა, ღრუბლების ქვეშ შემოსული ცივი ჰაერი თბილი გარემოს ტყვეობაში მოექცა, რამაც საბოლოოდ ტორნადო გამოიწვია.



ნახ. 4

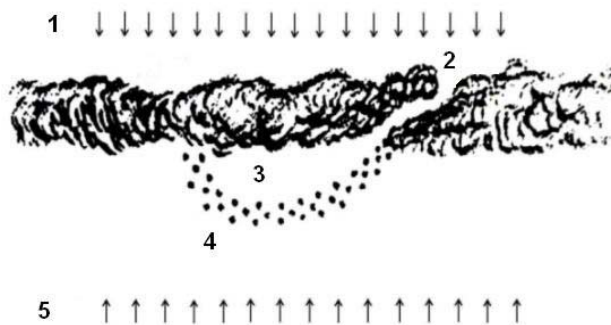
ამ აზრის სისწორეს ადასტურებს ის არგუმენტი, რომ ბათუმში გადაღებულ ფოტოზე (ნახ. 1) შავ ღრუბლებს შორის რამდენიმე ნათელი წერტილია, რაც ცივი ჰაერის შემოჭრის გზებზე მიუთითებს. აქ არა ერთი, არამედ რამდენიმე ტორნადოს სვეტი ჩანს. ეს თანხვედრა არ უნდა იყოს შემთხვევითი. აღსანიშნავია შემდეგი თანხვედრაც: ფოტოზე ტორნადოს სვეტები ეშვება არა ნათელი წერტილებიდან, არამედ მის მახლობლად არსებული მუქი ფერის ღრუბლებიდან. აქედან გამომდინარე, შეიძლება ითქვას, რომ წარმოდგენილი ტორნადოები ჩაისახა და დაეშვა იქ, სადაც მოხდა ცივი ჰაერის დაგროვება, ე. ი. ხერხელის მახლობლად. ამ ადგილას სწრაფი კონდენსაციის

შედგება ყველაზე მეტადაა გაზრდილი ღრუბელი, ეს ადგილი ცივი და თბილი ტენიანი ჰაერის შეხვედრის ადგილს წარმოადგენს, სადაც, როგორც ვხედავთ, მოხდა ტორნადოს გენერაცია.

ტორნადოს სხვა ფორმებზეც კარგად ჩანს მუქ ღრუბლებს შორის ღია ფერის ფრაგმენტები. ასეთი საცრისებრი ღრუბელი ხაფანგის ეფექტს იძლევა. ის ცივი ჰაერის მასის ღრუბლის ქვეშ მოქცევის უწყობს ხელს. იქ ცივი ჰაერის გარშემო იწყება კონდენსაციის პროცესი, რაც ტორნადოს გენერაციით გვირგვინდება. ვიდრე აღვწერდეთ იმ პროცესს, თუ როგორ ყალიბდება ტორნადოს შიგა მექანიზმი, აღვნიშნავ, რომ სწორედ საცრისებრი ღრუბლის ჩამოყალიბებისათვის აშენდა თეთრი პირამიდა, ანუ ხელოვნური კლდე, რომელიც ინარჩუნებს სიცივეს; შემდეგ ამ სიცივეს გადასცემს მის თავზე არსებულ ჰაერს და ამით ცივი ჰაერის სვეტის ჩამოყალიბებას უწყობს ხელს. საპირისპირო რამ ხდება პირამიდის გარშემო ტერიტორიაზე: ჯამური რადიაციისგან გახურებული ტენიანი ჰაერი ცისკენ მიემართება; აღნიშნული პროცესი ცივი სვეტის გარშემო საცრისებრ ღრუბელს წარმოქმნის.

აქედან გამომდინარე, შეიძლება ითქვას, რომ საცრისებრი ღრუბლის ჩამოყალიბება შეიძლება მოხდეს როგორც დედამიწაზე არსებული ტემპერატურის არათანაბარი განაწილების ზეგავლენით, ისე ღრუბელთა ქაოსური შეერთებით, რის შედეგადაც ცივი ჰაერი ექცევა ღრუბლის ქვეშ. სწორედ ამ ეტაპის მერე, ანუ ცივი ჰაერის ღრუბლის ქვეშ მოქცევის შემდგომ, პირამიდის თუ კლდის თავზე, ზღვაზე თუ ტრიალ მინდორში ტორნადოები ერთნაირად ვითარდება და მათი განვითარების მექანიზმი შეიძლება აისხნას ბათუმის ტორნადოს მაგალითზე (ნახ. 1), სადაც ციური სივრცის ღრუბლებით სრული გადაფარვის შემდეგ წყდება ჰაერის ცირკულაცია და ცივი ჰაერი ვეღარ აღწევს დედამიწამდე. ამასთან, წყლის ზედაპირი რამდენიმე საათის განმავლობაში ინარჩუნებს სითბოს და, შესაბამისად, ამ სითბოს გადასცემს მასთან შეხებაში მყოფ ჰაერს, რის შედეგადაც ტენიანი თბილი ჰაერი აგრძელებს მოძრაობას მაღლა, ღრუბლებისაკენ, ანუ იმ მიმართულებით, სადაც მოძრაობა გადაკეტილია. ამის შემდეგ ღრუბლის ქვედა სივრცეში წნევა მატულობს და, რადგან უსასრულოდ ამ პროცესის განვითარება შეუძლებელია, წნევა საჭიროებს დაგროვილი ენერჯისაგან დაცლას. სწორედ ამ ენერჯის დაცლისკენ სწრაფვა ხდება ტორნადოს ჩამოყალიბების მიზეზი. დაგროვილმა ჰაერმა უნდა იპოვოს ჩაკეტილი სივრციდან გასასვლელი ხვრელი. ღრუბლის ქვეშ მოქცეული ცივი ჰაერის არეალია ის ადგილი, საიდანაც თანდათანობით ხდება გზის გაკაფვა ღრუბლის ფენებს შორის ცისკენ. ეს ღრუბელია ტორნადოს დედღრუბელი. აქედან ეშვება ტორნადოს სვეტი დედამიწისკენ. ტორნადოს სვეტში მართლაც არის გასასვლელი ღრუბლის გავლით ცისკენ. თვითმხილველები აღნიშნავენ, რომ ტორნადოს ცენტრში არსებობს ერთგვარი ხვრელი, სადაც ჰაერი ვერტიკალურად მაღლა (ცისკენ) მიედინება და თან ყველაფერს იზიდავს.

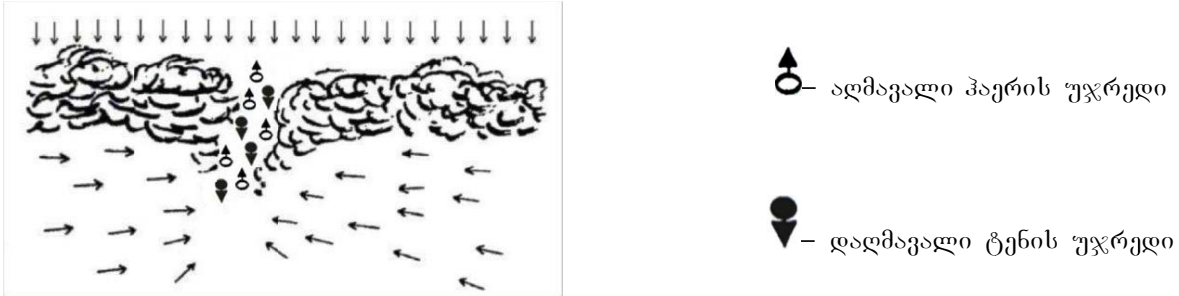
რატომ ჩნდება აღნიშნულ ღრუბლებში არსებული ხვრელი?



ნახ. 5. ღრუბლის ქვეშ მოქცეული ცივი ჰაერის არეალთან თბილი ჰაერის შეხების მომენტი: 1 – ღრუბლის ზემოთ მყოფი ცივი ჰაერი; 2 – ღრუბელში გამავალი ცივი ჰაერის ხვრელი; 3 – ღრუბლის ქვეშ მოქცეული ცივი ჰაერის მასა; 4 – კონდენსაციის ზოლი; 5 – ტენიანი თბილი აღმავალი ჰაერი

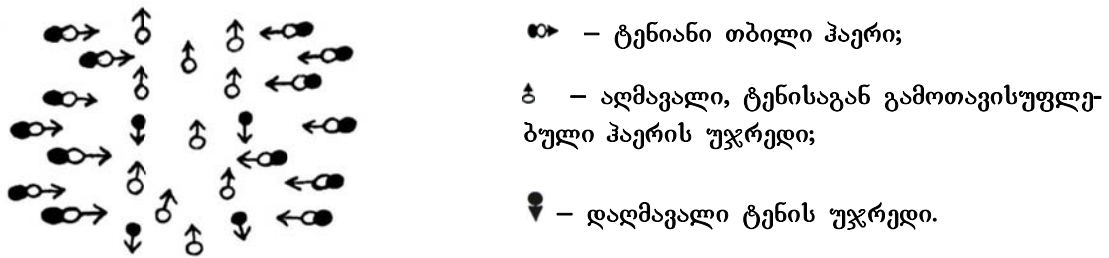
განვიხილოთ მე-5 ნახ-ზე წარმოდგენილი ღრუბლის ქვეშ მოქცეული ცივი ჰაერის არეალთან თბილი ტენიანი ჰაერის შეხების პროცესი. აღნიშნულ სივრცეში უჯრედი ჰაერს შორდება. ჰაერის უჯრედი გაცივების გამო იკუმშება, რის შედეგადაც მასში არსებული ტენის უჯრედი ჰაერს შორდება. ამ ორ ერთმანეთისაგან განცალკევებულ უჯრედს თავთავისი გზა აქვს. ტენი შედარებით

მიმემა და ის მიემართება ქვემოთ, ხოლო ტენისაგან გათავისუფლებული თბილი ჰაერის უჯრედი ვერტიკალურად მაღლა გზის გაკვლევის ძალას შეიძენს. ამ ძალით იგი გაკვეთს ღრუბელს და გაიჭრება ცაში. რამდენიმე ასეთი უჯრედის გასვლა ღრუბლის ზემოთ იქნება იმ ენერგიის დაცლის დასაწყისი, რა ენერგიაც ღრუბელსა და დედამიწას შორის დაგროვდა. ამიტომაც აღმავალი თბილი ტენიანი ჰაერის მიმართულება იქნება იქით, საითაც ჩამოყალიბდება პირველი გამავალი გზა დახურულ სივრცეში (ნახ. 6).

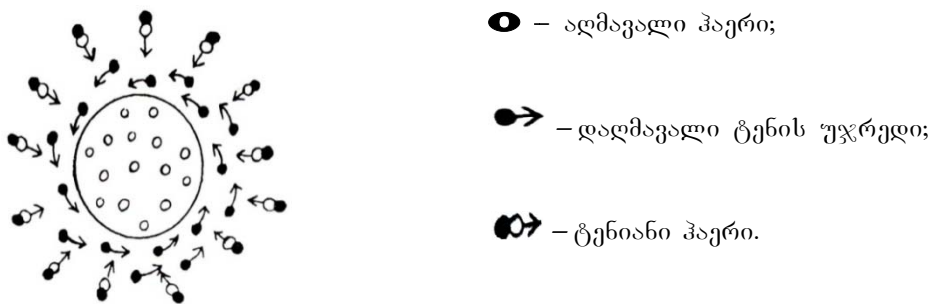


ნახ. 6

რა გზას ირჩევს ის უჯრედი, რომელიც ტენის სახით გამოეყო აღმავალი ჰაერის უჯრედს? განვიხილოთ მე-7 და მე-8 ნახ-ები. აღსანიშნავია, რომ ტენის უჯრედი ხილული ხდება, ღრუბლის ფერს იღებს და ამიტომაც ვხედავთ ტორნადოს ყელს. დაღმავალი ტენის უჯრედები მოქცეულია ორ მოძრაობას შორის, რის გამოც მათი სველა აბსოლუტურად ვერტიკალური ვერ იქნება – იგი გადაიხრება, რადგან ტენიანი თბილი ჰაერის მასის დაწოლა მასზე ჰორიზონტის ოთხივე მხრიდან ხდება. ამის შედეგად მისი ერთადერთი გზა დაღმავალი სპირალისებრი მოძრაობაა.



ნახ. 7



ნახ. 8

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ტორნადოს ჩამოყალიბება დაკავშირებულია კონდენსაციის პროცესთან, ანუ პროცესთან, როცა ჰაერისა და ტენის უჯრედები ტემპერატურული ცვლილებების გამო ერთმანეთს შორდებიან. აღნიშნული მოვლენის საწყისი ეტაპი ძალზე ნელა და წყნარად მიმდინარეობს და ასევე წყნარად გაგრძელდებოდა იგი, რომ არა ჰაერისა და ტენის დაშორების სხვა, მექანიკური მექანიზმის ამოქმედება, რაც ხახუნის ძალით მიიღწევა. როგორც ნახაზებიდან ჩანს, სამ სხვადასხვა

მიმართულების მოძრაობაში მყოფ ჰაერის უჯრედებს შორის მძლავრი ხახუნი წარმოიქმნება, რაც ტენისა და ჰაერის მექანიკურ დაშორებას უწყობს ხელს, რის გამოც ტორნადო უდიდეს სინქარეს და ძალას იძენს. აღნიშნული მეტეოროლოგიური პროცესი გადადის აგრეგატულ მდგომარეობაში. ვფიქრობ, ტორნადო არის ერთგვარი გენერატორი, რომელშიც მიმდინარეობს ტენისა და ჰაერის როგორც ტემპერატურული (საწყის ეტაპზე), ასევე მექანიკური დაშორების პროცესი, რის შედეგადაც ბუნება თავად პოულობს გასასვლელს ღრუბლის ქვეშ დაგროვილი ენერჯის დასაცვლელად.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ბათუმში მომხდარი ტორნადოს მაპროვოცირებელი, საცრისებრი და ხაფანგისებრი ეფექტის მქონე ღრუბელი შესაძლოა ჩამოყალიბდა შემთხვევით ღრუბელთა ფენების ქაოსური შეერთების შედეგად, ან შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროებთან არსებული რომელიმე კლდის თავზე, ან კიდევ სხვა ობიექტის თავზე, რომელიც ახდენს ტემპერატურის მკვეთრ არათანაბარ განაწილებას (ცივი ცენტრი – ცხელი გარემო). ამან ხელი შეუწყო საცრისებრი ღრუბლების ჩამოყალიბებას, რომლებიც შემდეგ დაიძრა აღმოსავლეთით და მიაღწია ბათუმის სანაპიროს, სადაც დახვდა ტორნადოს გამომწვევი კლიმატური პირობები, კერძოდ:

- ტენიანი ჰაერი;
- სრული შტილი;
- ღრუბლების ზემოდან მომდინარე ცივი ჰაერის მასები;
- ღრუბლების ქვემოდან აღმავალი თბილი, ტენიანი ჰაერი.

ყოველივე ამან განაპირობა ტორნადოს საბოლოოდ ჩამოყალიბება. ასევე შეიძლება ითქვას აშშ-ში მომხდარი ტორნადოების შესახებაც:

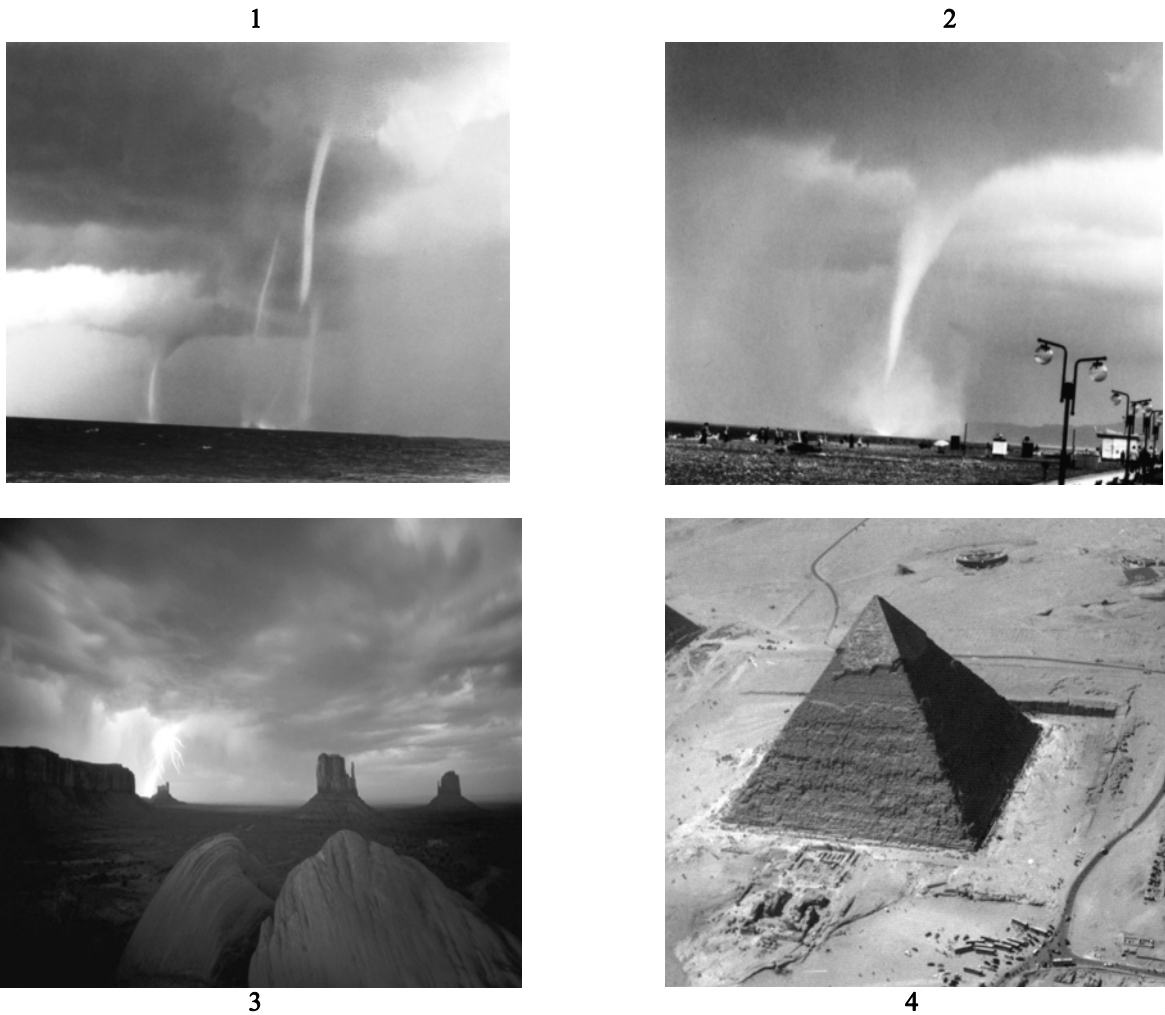
1. აშშ-ში საცრისებრი ღრუბლები წარმოიქმნება იმ ობიექტების მეშვეობით, რომლებიც ხელს უწყობს ტემპერატურის არათანაბარ განაწილებას (იგულისხმება ცივი ცენტრი – ცხელი გარემო). ასეთი ობიექტებია კლდეები, კანიონები და ა. შ., რომლებიც მრავლადაა ჩრდილო ამერიკის ტერიტორიაზე. შემდეგ საცრისებრი ღრუბლები გადაადგილდება და ვრცელდება ამერიკის მთელ ტერიტორიაზე. სწორედ ისინი წარმოადგენენ ტორნადოს მაპროვოცირებელ ერთ-ერთ კომპონენტს და თუ მათ მიაღწიეს ისეთ ტერიტორიას, სადაც ტორნადოს წარმოქმნისათვის საჭირო სხვა პირობებიც დახვდებათ, ამ შემთხვევაში ტორნადოს დაბადება გარდაუვალია;

2. აშშ-ის ტერიტორიაზე საცრისებრი ღრუბლების ჩამოყალიბდება არა მარტო კლდეებისა და კანიონების თავზეა შესაძლებელი, არამედ ნებისმიერ ადგილას, სადაც ღრუბლები ქაოსურად მოძრაობს და ერთდება, ტოვებს ხვრელებს შეერთების ადგილებში, რაც ტორნადოს წარმოქმნის წინაპირობაა;

3. შესაძლოა, აშშ-ში ორივე ვარიანტი ერთად მოქმედებდეს, რის გამოც იქ ტორნადოების ასეთი სიმრავლეა.

მე-9 ნახ-ზე განლაგებული ფოტოების თანმიმდევრობა წარმოადგენს ზემოაღნიშნული თეორიის შემოწმების თვალსაჩინო მაგალითს:

მე-9 ნახ-ის 1-ლ და მე-2 ფოტოებზე გადაღებულია 2002 წელს ბათუმში მომხდარი ტორნადოები, რომლებიც ჩამოყალიბებულია საცრისებრი ღრუბლების ზემოქმედებით; მე-3-ზე – აშშ-ის ტერიტორია, სადაც კლდეების თავზე ჩამოყალიბდა საცრისებრი ღრუბელი. ამ ღრუბელში არსებულ ხვრელში აშკარად ჩანს ელევა. ამ ხვრელიდან კლდის თავზე ჩამოედინება ცივი ჰაერი და ღრუბლის ქვემოთ არსებულ თბილ ჰაერთან შეჯახებისას გაელვებით სრულდება. ეს კი იმაზე მიუთითებს, რომ კლდეს შეუძლია სიცივის შენარჩუნების ხარჯზე შექმნას დაღმავალი ცივი ჰაერის დინება, ხოლო ღრუბლების ჩამოყალიბების შემთხვევაში – ე. წ. საცრისებრი ნახვრეტიანი ღრუბელი, რაც შესაბამის პროცესთა განვითარების შემთხვევაში სრულდება ტორნადოს ჩამოყალიბებით; ხოლო მე-4-ზე – პირამიდა, იგივე ხელოვნური კლდე, რომელიც სწორედ ისე დგას, როგორც აშშ-ის ბუნებრივი კლდე (იგულისხმება სწორ ზედაპირზე განმარტოებით დგომა). განსხვავება მათ შორის მხოლოდ ისაა, რომ პირამიდას უფრო დახვეწილი ჰქონდა ის პარამეტრები, რაც უზრუნველყოფდა მკვეთრ ტემპერატურულ ნახტომს: ცივი ცენტრი – ცხელი გარემო (საუბარია პირამიდის პირვანდელ სახეზე; თეთრი სარკისებრად გაპირადებული ქვა გარე მოპირკეთებისათვის და დახრის 52<sup>0</sup>-იანი კუთხე, რომელიც უზრუნველყოფდა შუადღის მზის სხივის მაქსიმალურ არეკვლას გარშემო ტერიტორიაზე). ასეთი ტემპერატურული ნახტომი განაპირობებს ე. წ. საცრისებრი ღრუბლის ჩამოყალიბებას. ეს კი ხელს უწყობს ტორნადოს გენერაციას, რითაც იკვრება წრე.



ნახ. 9

### დასკვნა

ატმოსფეროში მიმდინარე მეტეოროლოგიური მოვლენების შესწავლა და ამინდის პროგნოზირება მეტეოროლოგიის ძირითადი ამოცანაა. ტორნადოს პროგნოზირება და მისგან თავის დაცვა ურთულეს პრობლემად რჩება. ტორნადოს პრევენცია შესაძლებელი იქნება მაშინ, თუ მეცნიერება თანამედროვე ტექნოლოგიებით შეძლებდა ჰაერის ტემპერატურის უფრო დიდ დისტანციაზე გაზომვას. ასეთი დანადგარი საშუალებას მოგვცემს დავაფიქსიროთ ღრუბლის ქვეშ დაგროვილი ცივი ჰაერის მასა, რომელიც თბილი, ტენიანი ჰაერის გარემოცვაშია მოქცეული. სივრცის ამ არეალზე მექანიკური ზემოქმედებით (ავიაციის გამოყენებით და სხვ.) ცივი და ცხელი ჰაერის ერთმანეთში არევა გაათანაბრებს ტემპერატურას ღრუბლის ქვედა სივრცეში, რითაც დაირღვევა ტორნადოს გენერაციის წინაპირობა და დაგროვილი ენერჯია ტორნადოს სახით კი არ მოგვევლინება, არამედ – ელჭექად, წვიმად ან კიდევ რაიმე სხვა სახით დაიცდება.

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Мони́на А. С., Шишков Ю. А. История климата. Л., 1979.
2. Елбрах Питер. Трагедии Пирамид. М., 1984.
3. Замаровский В. Их Величество Пирамиды. М.: Наука, 1981.
4. Статистическое, географическое и типографическое описание Египта/ Пер. с немецкого языка. С.-П.,1795.
5. Наливкин Д. В. Ураганы, грозы и вихри. Л.: Наука, 1969.
6. Аббас Шалаби. Весь Египет. Италия, 1996.
7. გიზო ვაშაკიძე. პერსონალური ტორნადო ფარაონის სულისთვის. თბ., 2003.

### THE ESSENCE OF THE WHIRLWIND, OR TORNADO GENERATION

**G.Vashakidze**

(I. Javakhishvili Tbilisi State University)

**Resume:** Using the links between the sciences the causes of generation of an adverse meteorological phenomenon – tornado is established. The prerequisite for its origin is the uneven distribution of temperature with the cold centre and hot surroundings. Such a temperature distribution on the ground can be created by the freestanding rock or a canyon and so on, resulting in creation of a pillar of descending cold air in the centre and the flow of the ascending hot air around. Such movement of air can lead to the generation of a specific form of clouds, which, in the appropriate conditions becomes the epicentre of tornado. The article points out the way of prevention of tornado, which means the ability to neutralize outbreak of tornado in the corresponding stage of technological development.

**Key words:** cloud; pyramid; temperature; tornado.

### СУТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СМЕРЧА, ИЛИ ТОРНАДО

**Вашакидзе Г. А.**

(Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили)

**Резюме.** С помощью использования связи между науками установлены причины генерации неблагоприятного метеорологического явления – торнадо. Предпосылкой его зарождения является неравномерное распределение температуры с расположением: холодный центр – горячая среда. Такое распределение температуры на Земле может быть создано отдельно стоящей скалой, каньоном и т.п., в результате чего в центре формируется столб нисходящего холодного воздуха, а вокруг создается поток восходящего теплого воздуха. Такое движение воздуха может привести к генерации облака специфической формы, которое при попадании в соответствующие условия станет центром торнадо. В статье указываются пути превенции торнадо, что означает возможность нейтрализации очага зарождения торнадо на этапе соответствующего технологического развития.

**Ключевые слова:** облако; пирамиды; температура; торнадо.