

TERMOSTAT-ÇƏKİ METODU İLƏ RÜTUBƏTİN ÖLÇÜLMƏSİ

*Mardaxayev A.V., **Ramazanov K.Ş., ***Xidirov A.Ş.

*MAKA, Aerokosmik İnformatika İnstitutu, **Milli Aviasiya Akademiyası,
***Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Məqalədə torpağın rütubətinin termostat-çəki metodu ilə ölçülməsini reallaşdırmaq üçün lazım olan alət və ləvazimatların dəsti və onlara qarşı qoyulan tələblər təsvir edilmişdir. Termostat-çəki metodu torpağın rütubətinin ölçülməsinin əsas və dəqiq metodudur, bütün başqa metodlarda tətbiq edilən cihazların dəqiqliyinin yoxlanılması üçün standart kimi istifadə edilir. Tədqiqatların keçirilməsi üçün seçilmiş kənd təsərrüfatı ərazisində torpağın sınaq nümunələrinin götürülməsi prosesinin ətraflı təsviri verilmiş və alınmış tədqiqat məlumatlarının hesabının aparılması ardıcılığı təsvir edilmişdir.

Açar sözlər: torpaq, rütubətlilik, termostat, metod, kosmik təsvir, nümunə, sınaq, çəki, temperatur.

Məlum olduğu kimi, kosmik- və aerofoto-çəkilişlər vasitəsilə torpağın rütubətliliyi və temperaturu haqqında müəyyən informasiya əldə etmək mümkündür, lakin bu, torpağın yersəthi və ya bir neçə santimetr üst qatının rütubəti haqqında informasiyası ilə məhdudlaşır. Buna görə də, kosmik- və aerofoto- təsvirlər əsasında müxtəlif kənd təsərrüfatı ərazilərində torpağın dərin qatları haqqında keyfiyyətli informasiyanın təmin edilməsi üçün, kosmik təsvirləri torpağın dərin qatlarına aid (heç olmasa bitkilərin kök sisteminin yerləşdiyi dərinliyində) yerüstü ekspres-metodların nəticələri ilə müqayisə etmək imkanı olmalıdır.

İşin məqsədi torpağın rütubətliliyinin aerokosmik üsul və vasitələrlə tədqiqi zamanı alınan nəticələrin analizinin obyektivliyini artırmaq, müqayisə və identifikasiya etmək üçün torpağın rütubətini yerüstü eksperimental metodun - termostat-çəki metodunun tətbiqi ilə ölçülməsinin əsaslandırılmasından və bu metodun reallaşdırılması yolları və tələblərinin təhlil edilməsindən ibarətdir. Yer səthi təbəqəsindən 100-150 santimetr dərinliyə qədər hər 10 santimetrdən bir, lay-lay olmaqla, torpağın rütubəti haqqında məlumatların əldə edilməsinin ən geniş yayılmış metodlarından biri termostat-çəki (TÇ) metodudur. TÇ- metodu torpağın rütubətinin ölçülməsinin əsas və ən dəqiq metodudur və bütün başqa metodlarda tətbiq edilən cihazların dəqiqliyinin yoxlanılması üçün standart kimi istifadə edilir. Bu metodun çatışmazlığı onun reallaşdırılması üçün böyük vaxt sərfinin tələb olunmasıdır: torpağın rütubətinin ölçülməsi və ölçmə nəticələrinin analizi kimi texnoloji proses 1,5-2 gün davam edir. Bu ona gətirib çıxarır ki, konkret kənd təsərrüfatı sahəsi üzrə təmin edici texnoloji qərarların qəbul edilməsi mümkünsüz olur, çünki, məsələn, yağıntılar və ya quru küləklər baş verərsə, bu müddət ərzində torpağın rütubəti əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər. Bu göstərilənlərlə yanaşı, baxılan metod eyni nöqtədə torpağın rütubəti haqqında fasiləsiz məlumatların alınması üçün tətbiq edilə bilməz, çünki, nümunəni torpaqdan ayıraraq laboratoriyaya analizi üçün göndərilməsi ehtiyacı yaranır. Bu metodun müsbət cəhəti onun sadəliyi və bahalı cihazsız keçinmək imkanının olmasıdır [1, 2].

Rütubətin ölçülməsi üçün aşağıdakı alətlər və ləvazimatlar tələb olunur:

1. Sınaqların götürülməsi üçün 60-100 santimetr uzunluqlu torpaq *buru* (torpağın kökləri qidalandıran qatının dərinliyindən asılı olaraq). Burada hər 10 santimetrdən bir, nişanlar qoyulmalıdır (şəkil 1a). Torpağın sınaq nümunələrini seçməzdən əvvəl, burun səthindən palçıqı, pası və rütubəti silmək lazımdır. Heç vaxt burun işçi səthlərini yağlamaq olmaz! [3].

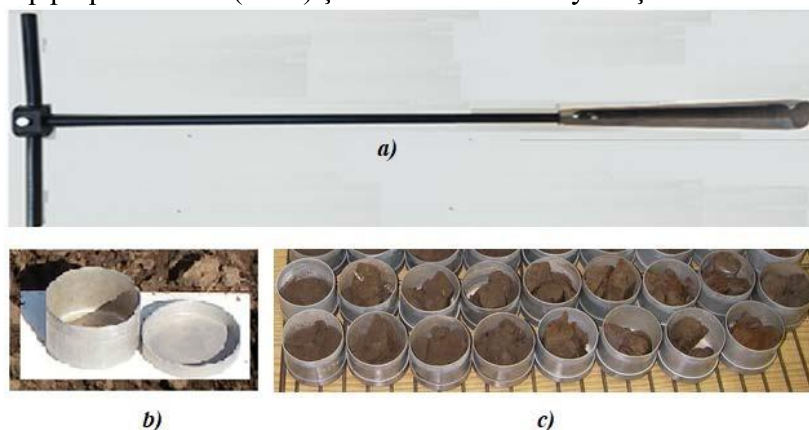
2. Torpağın sınaq nümunələrinin qablaşdırılması və sahədən rahat nəqli üçün əsasən alüminiumdan hazırlanmış istiliyə davamlı, kəp qapaqlı stəkanlar (bükslər, şəkil 1 a). Hər stəkan – qapaq cütünə eyni nömrələr qoyulur.

3. Maksimal ölçmə həddi ən azı 200 q və bölgüsünün qiyməti 0,01 q olan analitik tərəzi.

4. Temperaturu $105 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dəqiqliyi ilə tənzimləmə imkanı olan quruducu şkaft-termostat.

Torpağın sınaq nümunələrinin götürülməsi prosesi aşağıdakı kimi aparılır: əvvəlcə stəkanların (torpağın kökləri qidalandıran qatının dərinliyindən asılı olaraq) lazımı miqdarı, stəkanları yerləşdirmək üçün sərt lövhə, bıçaq və torpaq buru hazırlanır. Torpağın sınaq nümunələrinin götürülməsinə hazırlıq prosesinin başlanğıcında, hər stəkan-qapaq cütünü diqqətlə təmizlənməli və 0,01 q dəqiqliklə çəkilməlidir; stəkan-qapaq cütlüklərinin nömrələri və onların çəkirlərinin qiymətləri xüsusi jurnalda qeyd edilir.

Torpağın sınaq nümunələrinin götürülməsi üçün əkinlərin xarakterik sıxlığına malik yer seçilir. Eksperimentlərin dəqiqliyi üçün, torpağın nümunəsini bitkinin kök sisteminin yaxınlığından seçmək lazımdır. Yeri seçdikdən sonra oranı yüngülcə tapdalayırlar (amma toxaclayıb bərkitmirlər). Bunu, burla götürülmüş torpaq nümunəsini çıxardılan zaman qazılmış dəşikdən torpağın quru üst qatının içəriyə tökülməsinin qarşısını almaq üçün edirlər. Sonra lövhənin üstünə torpaq nümunəsini qablaşdırmaq üçün qapaq və stəkan (büks) şəkil 1 *b*-dəki kimi yerləşdirilir.



Şəkil 1. *a*- sınaq nümunələrin götürülməsi üçün torpaq buru; *b*- lövhənin üstünə torpaq nümunəsini qablaşdırmaq üçün istifadə olunan stəkan (büks) və onun qapağı; *c*- qapaqların üzərində yerləşdirilmiş torpaq nümunələri ilə doldurulmuş stəkanların termostata yerləşdirmək üçün qablaşdırılması [2].

Əgər torpağın səthi qurudursa və torpaq stəkanın səthinə yapışmırsa, onda lövhəsiz də keçinmək olar. Sonra buru öz oxu ətrafında azca çevirərək birinci nişana qədər torpağa nüfuz etdirirlər. Buru birinci nişana çatdıqdan sonra səliqə ilə torpaqda yaranmış oyuydan çıxarırlar. Buru stəkanın üstündə yerləşdirib torpağın sınaq nümunəsini bıçağın köməyi ilə stəkana boşadırlar və rütubətin buxarlanmasının qarşısını almaq üçün dərhal qapaqla kip bağlayırlar (şəkil 1 *b*).

Torpağın ikinci sınağını torpağın birinci sınaq nümunəsi çıxardılmış dəşiyə buru təkrar daxil edib ikinci nişana çatana kimi ehməlcə təzyiqlə fırladılaraq nüfuz etdirilməsi ilə əldə edirlər. Qeyd etməyi lazım hesab edirik ki, ikinci və sonrakı sınaq nümunələrinin götürülməsindən qabaq hər dəfə burun səthini əvvəlki seçmədən sonra qalmış torpaqdan diqqətlə təmizləmək lazımdır.

İkinci nişana çatanda buru səliqə ilə oyuydan çıxarırlar və burdakı torpağın ikinci nümunəsini bıçaqla 10 sm-lik nişandan bir az yuxarıdan kəsərək götürmək lazımdır. Bu onunla izah olunur ki, burun ucluğunun daxilində birinci sınağın çıxardılması prosesindən yığılmış torpaq və həmçinin burun endirilməsi prosesində tökülən torpaq da qala bilər.

Torpağın sonrakı sınaqlarının seçilməsi analoji olaraq aparılır. Termostat-çəki metodunu təklif etmiş istehsalçının tövsiyələrinə əsasən, torpağın rütubətinin dəqiq təyin edilməsinin təmiatı üçün, seçilmiş ərazidən torpağın nümunələrinin alınmasını üç dəfə həyata keçirmək lazımdır.

Torpaq nümunələri ilə doldurulmuş, qapaqlarla kip bağlanmış və xüsusi qutuya qablaşdırılmış stəkanlar dəsti laboratoriyaya nəql edilir və orada hər stəkanın çəkisi ölçülərək jurnalda qeyd edilir.

Jurnalda, qabaqcadan hazırlanmış cədvəldə, büksün №-si, boş büksün qapaqla birgə kütləsi, qapaqla kip bağlanmış yaş (xam) torpaqla dolu stəkanın çəkisi qeyd olunur. Çəkilmədən sonra, hər bir stəkanın qapağını açıb qabın üstünə qoyurlar və qapaqların üstündə uyğun stəkanları yerləşdirirlər (şəkil 1 *c*).

Torpağın nümunələri ilə doldurulmuş stəkanları qapaqlarla birlikdə qaba qoyaraq temperaturu 105°C olan quruducu şkafa yerləşdirirlər. Şkaf temperatur tənzimləyicisinə, su buxarlarının şkafdan maneəsiz çıxışına və havanın dövryyəsi üçün qurğuya malik olmalıdır. Qurutma o vaxt bitmiş hesab edilir ki, əgər tədqiq edilən nümunənin iki ardıcıl çəkilməsi eyni və ya olduqca yaxın nəticələri versin. Çünki qurumanın sürəti tədricən azalır, güman edilir ki, bu halda torpağın nümunəsində olan bütün rütubət demək olar ki, kənarlaşdırılır [3]. Qurutma prosesi ən azı altı saat davam edir.

Qurutmadan sonra, qab torpaq nümunələri ilə birlikdə quruducu şkafdan götürülür və stəkanlardan hər biri dərhal qapaqla bağlanır ki, əhatə edən havada olan rütubət qurudulmuş torpağa nüfuz etməsin. Bağlı stəkanlar eksikatora kalsium xlorid mühitində otaq temperaturuna qədər soyudurlar. Sonra, $\pm 0,01$ qram dəqiqliklə torpaq nümunəsi olan hər bağlı stəkanı (büksü) çəkirlər və alınmış nəticələri cədvəl şəklində qeyd edirlər.

Tədqiqatların nəticələrinə əsasən torpağın rütubətinin hesablanması aşağıdakı kimi aparılır [4]:

1. Quru torpağın kütləsi müəyyən edilir:

$$C=N-L$$

burada: C - quru torpağın kütləsi; N - quru torpaqla dolu kip bağlı stəkanın kütləsi; L - diqqətlə torpaqdan təmizlənmiş stəkanın qapaqla birlikdə kütləsidir.

2. Buxarlanmış suyun kütləsi hesablanır:

$$P=M-N$$

burada: P - buxarlanmış suyun kütləsi; M - yaş torpaqla dolu kip bağlı stəkanın kütləsidir.

3. Torpağın rütubəti faizlə hesablanır:

$$R = \frac{M-N}{N-L} = \frac{P}{C} \cdot 100\% \quad (1)$$

burada: R - torpağın rütubətlik faizidir.

4. Rütubətin təyini, tədqiq edilən torpaqdan götürülmüş ən azı iki nümunə üçün paralel olaraq aparmaqla həyata keçirmək lazımdır.

Torpağın rütubətliyinin təyin edilməsində qeyri-müəyyənlik yaradan əsas səbəblər kimi, tərəzi xətasını və iki paralel ölçmə arasındakı yol verilə bilən Δ fərqi göstərmək olar. Torpağın rütubətliyi həmçinin, laboratoriya mühitindəki havanın rütubətindən, büksün quruducu şkafda olma müddətindən və şkafın içindəki temperatur dəyişmələrindən, büksün quruducu şkafdan xaricdə olma müddətindən asılıdır. Lakin bu sadalanan faktorlar rütubətin qiymətləndirilməsinə olduqca zəif təsir göstərdiyindən və bu təsirləri hər hansı bir qaydada təsvir etmək çətinlik doğurduğundan, onları nəzərə almamaq şərti ilə torpağın rütubətliyi üçün giriş M, N, L, Δ kəmiyyətlərindən asılı olan aşağıda ümumi şəkildə verilmiş funksional asılılığı qəbul etmək olar:

$$R = f(M, N, L, \Delta) \quad (2)$$

Torpağın R rütubətliyinin standart $u(R)$ qeyri-müəyyənliyi, R kəmiyyətinə kifayət qədər əsasla aid edilə bilən, qiymətlərin səpələnməsini xarakterizə edir və (2) ifadəsinə əsasən, giriş kəmiyyətlərin standart $u(M)$, $u(N)$, $u(L)$, $u(\Delta)$ qeyri-müəyyənlikləri (standart meylətmələri) ilə aşağıdakı kimi ifadə olunur [5, 6]:

$$u(R) = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial M}\right)^2 u(M)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial N}\right)^2 u(N)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial L}\right)^2 u(L)^2 + u(\Delta)^2} \quad (3)$$

Giriş kəmiyyətlərin standart qeyri-müəyyənlikləri onların standart meylətmələridir və onları həmin kəmiyyətlərin ehtimallarının paylanma qanunlarına əsasən hesablayırlar. Ehtimallarının paylanmasını isə kəmiyyətin dəyişməsi haqqında təcrübə nəticələrinə və biliklərimizə əsaslanaraq seçirlər. Müşahidələr seriyasına əsaslanan A tip qeyri-müəyyənlik rütubətliyinin təyininə tətbiq oluna bilməz, çünki biz yalnız iki paralel ölçməyə baxırıq. Aprior paylanma qanunlarına əsasən yerinə yetirilən B tip qeyri-müəyyənliyin təyin edilməsində [5,6]-ya əsaslanaraq torpağın kütləsinin

təyini üçün, yəni M, N, L kəmiyyətləri üçün müntəzəm paylanmanı, iki ölçmə arasındakı fərq (Δ kəmiyyəti) üçün normal paylanmanı qəbul etmək olar.

Torpağın R rütubətliliyinin genişləndirilmiş $U(R)$ qeyri-müəyyənliyi

$$U(R) = k \cdot u(R)$$

kimi hesablanır [6]-və normal paylanma halında k əhatə əmsalını 2-yə bərabər götürmək olar.

Torpaqda rütubətin faiz ilə miqdarını müəyyən etmək üçün, torpağın üstqatının altqata sızdırmadan saxlamağa qabil olduğu suyun miqdarını bilmək lazımdır. Bunu təcrübə yolla subasar meydançaların rütubətliliyini torpağın növündən asılı olaraq, 3-5 gün ərzində ölçməklə təyin edilir. Nə vaxt ki, nisbi rütubətin qiyməti az və ya çox dərəcədə stabilləşir, onda bu qiymət 100% rütubətlilik (rütubət tutumunun tarlalimit qiyməti) kimi qəbul edilir [7].

Bitkilərin kökünü qidalandıran torpaq qatının rütubətini müəyyən etmək üçün lazımlı dərinliyə qədər, tədqiq edilmiş bütün qatların rütubətinin orta qiymətini götürmək lazımdır.

Nəticə. Torpağın rütubətinin termostat-çəki metodu ilə ölçülməsini reallaşdırmaq üçün lazım olan alət və ləvazimatların dəsti və onlara qarşı qoyulan tələblər təsvir edilmiş, rütubətliliyin təyində qeyri-müəyyənliyi yaradan əsas səbəblər kimi tərəzi xətasını və iki paralel ölçmə arasındakı yolverilə bilən Δ fərqi götürülmüş və onların hesablanması qaydası verilmişdir. İşdə alınmış nəticələrdən torpağın rütubətliliyi haqqında aerokosmik informasiyanın analizi prosesində istifadə etmək olar.

ƏDƏBİYYAT

1. Руководство по гидрологической практике. Том I. Гидрология: от измерений до гидрологической информации. ВМО-№ 168 // Всемирная Метеорологическая Организация, 2008. Шестое издание. 2011. – 312 с.
2. А.М. Меньших. Определение влажности почвы (термостатно-весовой метод) // <http://vniioh.ru/opredelenie-vlazhnosti-pochvy-termostatno-vesovoj-metod>
3. Берлинер М.А. Измерения влажности. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Энергия, 1973, 400 с.
4. Xidirov A.Ş., Mardaxayev A.V. Aerokosmik və yerüstü eksperimentlərlə rütubətin tədqiqində termostat-çəki metodunun tətbiqi. İkinci Beynəlxalq Elmi-Praktiki Konfrans: Müasir İnformasiya, Ölçmə və İdarəetmə Sistemləri: Problemlər və Perspektivləri Təşkil edən: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti (ADNSU) Frans-Komte (Fransa) Burqund Universitetinin -əməkdaşlığı ilə. 2020, səh.260.
5. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. М.: Стандартинформ, 2006. 19 с.
6. ISO/IEC Guide 98.3:2008("Uncertainty of measurement – Part 3 Guide to the expression of uncertainty in measurement", IDT
7. Российская академия сельскохозяйственных наук, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства. Режим орошения, способы и техника полива овощных и бахчевых культур в различных зонах РФ. Руководство. Москва-2010. - 82 с.

REFERENCES

1. Rukovodstvo po gidrologicheskoi praktike. Tom I. Gidrologiia: ot izmerenii do gidrologicheskoi informatsii. VMO-№ 168 // Vsemirnaia Meteorologicheskaiia Organizatsiia, 2008. Shestoe izdanie. 2011. – 312 s.
2. A.M. Menshikh. Opredelenie vlazhnosti pochvy (termostatno-vesovoi metod) // <http://vniioh.ru/opredelenie-vlazhnosti-pochvy-termostatno-vesovoj-metod>
3. Berliner M.A. Izmereniia vlazhnosti. Izd. 2-e, pererab. i dop. M.: Energiia, 1973. – 400 s.
4. Xidirov A.Ş., Mardaxayev A.V. Aerokosmik ve yerustu eksperimentlerle rutubetin tedqiqinde termostat-cheke metodunun tetbiqi. İkinci Beynelxalq Elmi-Praktiki Konfrans: Muasir İnformasiya, Ölçme və İdareetme Sistemleri: Problemler ve Perspektivleri Teshkil eden: Azərbaycan Dovlet Neft ve Senaye Universiteti (ADNSU) Frans-Komte (Fransa) Burqund Universitetinin -emekdashlığı ile. 2020, seh.260.

5. GOST 5180-84 Grunty. Metody laboratornogo opredelenia fizicheskikh kharakteristik. M.: Standartinform, 2006. 19 s.
6. ISO/IEC Guide 98.3:2008 ("Uncertainty of measurement – Part 3 Guide to the expression of uncertainty in measurement", IDT
7. Rossiiskaya akademiya selskokhozyaystvennikh nauk, GNU Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut ovoshevodstva. Rezhim orosheniia, sposoby i tekhnika poliva ovoshnikh i bakhchevikh kultur v razlichnikh zonakh RF. Rukovodstvo. Moskva-2010. - 82 s.

ТЕРМОСТАТНО-ВЕСОВОЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

***Мардахаев А.В., **Рамазанов К.Ш., ***Хидиров А.Ш.**

**НАКА, Институт Аэрокосмической Информатики, **Национальная Академия Aviации,
***Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности*

В статье подробно указан комплект инструментов и принадлежностей, необходимых для реализации метода, описаны требования, предъявляемые к ним. Термостатно-весовой метод является основным и самым точным методом измерения влажности почв и служит в качестве стандарта для тарировки приборов, применяемых во всех других методах. Дано подробное описание процесса взятия проб почвы на выбранном для проведения исследований сельскохозяйственном участке, и описана последовательность проведения соответствующего расчёта над полученными данными по результатам проведённого исследования.

Ключевые слова: почва, влажность, термостат, метод, космическое изображение, образец, испытание, вес, температура.

THERMOSTAT-WEIGHT METHOD FOR MEASURING SOIL MOISTURE

***Mardahaev A.V., **Ramazanov K.Sh., ***Khidirov A.Sh.**

**NAKA, Institute of Aerospace Informatics, **National Aviation Academy,
***Azerbaijan State University of Oil and Industry*

The thermostat-weight method is the basic and most accurate method of measuring soil moisture and serves as a standard for calibration of devices used in all other methods. The article specifies in detail the set of tools and accessories required for the implementation of the method, describes the requirements for them. A detailed description of the soil sampling process at the selected agricultural area is given, as well as a sample table for determining the soil moisture in excel format to be filled in with the data obtained from the study and the corresponding calculation. Formulas for calculation of soil moisture based on the results of the research are given.

Keywords: soil, humidity, thermostat, method, satellite image, sample, test, weight, temperature.

Rəyçi: t.e.d., prof. T.İ. Nizamov

Müəlliflər haqqında məlumat

Soyadı, adı, atasının adı	İş yeri	Vəzifəsi, elmi dərəcəsi, elmi adı	Əlaqə
Mardaxayev Anotoli Vladimiroviç	MAKA, Aerokosmik İnformatika İnstitutu	Doktorant	mavica@yandex.ru mob. (+994) 55 789 24 10
Ramazanov Kəmaləddin Şirin oğlu	Milli Aviasiya Akademiyası	“Aerokosmik cihaz-lar” kafedrasının dosenti, t.e.n.	kamaleddin62@yandex.ru mob. (+994) 50 336 08 01
Xidirov Akif Şakir oğlu	Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti	“Cihaz mühəndisliyi” kafedrasının dosenti, t.e.n	xidirov52@gmail.com mob. (+994) 50 315 71 42