

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
TORPAQŞÜNASLIQ VƏ AQROKİMYA İNSTİTUTU**

Əlyazması hüququnda

MANAFOVA ARZU MANAF QIZI

**ARİD ZONA TORPAQLARININ İSTİLİK VƏ HİDROFİZİKİ
XASSƏLƏRİNİN ƏLAQƏLİ TƏDQIQI
(ŞIRVAN DÜZÜ TİMSALINDA)**

İxtisas: 2511.01 - “Torpaqşünaslıq”

**Aqrar elmlər üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın**

AVTOREFERATI

BAKI - 2013

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutunun Torpaq fizikası laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: əməkdar elm xadimi, a.e.d., prof.
A.P. Gərayzadə

Rəsmi opponentlər: a.e.d., prof. **Aslanov H.Q.**
a.e.f.d., dos. **Cəfərov A.B.**

Aparıcı təşkilat: Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi Aqrar Elm Mərkəzi Elmi Tədqiqat Əkinçilik İnstitutu «Davamlı Əkinçilik və Bitki Diversifikasiyası» şöbəsi

Dissertasiyanın müdafiəsi «___» _____ 2013-cü il saat «___» AMEA Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutunun nəzdində fəlsəfə və elmlər doktorluq dissertasiyalarının müdafiəsi üzrə D.01.041 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Avtoreferata verilən rəylər iki nüsxədə aşağıdakı ünvana göndərilməsi xahiş olunur.

AZ 1073, Bakı, Məmməd Arif küçəsi 5, faks +994 (12) 538 3240, Şuranın elmi katibinə

Dissertasiya ilə Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat göndərilib “ ___ ” _____ 2013-cü il

D.01.041 Dissertasiya Şurasının
Elmi katibi, a.e.f. d.

A.F.Həsənova

İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı. Bu gün torpaqlarda gedən səhrələşmə prosesi bütün dünyada, o cümlədən bizim ölkədə ekoloji problemlərdən birinə çevrilmişdir (Əliyev H.Ə., Babayev M.P., Məmmədov Q.Ş., Məmmədova S.Z., Babayev A.H., İsmayılov A.İ., Həsənov V.H., Cəfərova Ç.M., və b.). Beynəlxalq Bankın ekspertlərinin fikrinə görə müəyyən edilmişdir ki, arid, semiarid və quru humid zonalarda səhrələşmənin 13%-i təbii amillərin, 87%-i isə insan fəaliyyətinin payına düşür (Desertification, Implementing the Convention. AWorld Bank View. Second Edition. June 1996). Torpaq tiplərinin fəaliyyətinin təbii şəraitdən asılı olaraq səhrələşmə prosesinə qarşı davamlılığı müxtəlif olduğundan torpaqların bütün xassələrinin, o cümlədən su və istilik rejimlərinin öyrənilməsi aktualdır. Torpaqda su və istilik rejimlərinin formalaşması torpağın məsələliyi, rütubətliyi, qranulometrik tərkibi, üzvi və mineral maddələrin miqdarından asılıdır. Qeyd edilən istilik-fiziki xassələr torpağın növ müxtəlifliyinə təsir edir. Torpağın istilik-fiziki xassələri, torpağın genetik xassələri, təbii rütubətliyi, sıxlığı, profilinin aerasiyası ilə birlikdə torpağın genetik xassələrinin açıqlanmasında, eləcə də torpaq profili üzrə hidrotermik rejimin proqnozuna xidmət edə bilər.

İşin məqsədi. Torpaq səthinin istilik balansının öyrənilməsi; istiliyin torpağın aşağı qatlara axması qanunauyğunluqları; quru subtropik zonalarda dağ-şabalıdı, boz-çəmən və çəmən-boz torpaqların istilik fiziki və hirotermik əmsalları və onlara təsir göstərən amillərin öyrənilməsi; torpaqların istilik tutumu, temperatur və istilik keçirmə əmsallarının öyrənilməsi; torpağın istilik-fiziki və hidrofiziki xassələrinin dəyişməsinə təsir göstərən amillərdən asılılığının qanunauyğunluqları.

Qarşıya qoyulan məsələlər. İşin məqsədindən irəli gələrək aşağıdakı məsələlər qarşıya qoyulmuş və həllini tapmışdır: Şirvan düzündə yayılmış boz-qəhvəyi (dağ-şabalıdı), boz-çəmən və çəmən-boz torpaqların istilik fiziki xassələrinin təyini, onların profil boyu torpaq fiziki xassələrinə münasib dəyişmə qanunauyğunluqları, istilik vasitəsi ilə torpaqda su axınının qanunauyğunluqları və s.

Obyekt və təcrübənin üsulları. Təcrübələr Şirvan düzündə dağətəyi və düzən hissədə aparılmışdır. Tədqiqatların obyekt kimi sahədə geniş yayılmış müxtəlif bitki növləri altında istifadə edilən boz-qəhvəyi (dağ-şabalıdı), boz-çəmən, çəmən-boz torpaqlar seçilmişdir. Tədqiqatlar AMEA-nın Torpaq-şünaslıq və Aqrokimya İnstitutunun torpaq fizikası laboratoriyasının tematik mövzusunda uyğun yerinə yetirilmişdir. Torpaqların fiziki-mexaniki, su-fiziki, fiziki –kimyəvi analizləri AMEA Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutunda və MDB ölkələrində aqrotorpaqşünaslıq və aqrokimya analizlərində qəbul edilmiş üsullarla yerinə yetirilmişdir. Torpaqların istilik-fiziki xassələri laboratoriyada şəraitində pozulmuş strukturda Kondratyev üsulu ilə və tarla şəraitində kürə zondlarla pozulmamış strukturda öyrənilmişdir. Nəticələr kompüter texnologiyası ilə analiz edilmişdir. Temperaturun profil boyu dinamikasının öyrənilməsi Aqrofizika İnstitutunun (S.Peterburq) istehsalı

olan elektron termometrlerinin vasitəsilə aparılmışdır. Ölçü aparılan qatların rütübətliyi çəki üsulu ilə müəyyən edilmişdir.

Elmi yenilik. İlk dəfə olaraq Şirvan düzü şəraitində seçilmiş obyektlərdə profil boyu qatlar üzrə torpağın istilik-fiziki xassələri torpağın tərkibindən, fiziki-mexaniki və su-fiziki xassələrdən asılılığı öyrənilmiş və onların arasında olan oxşar və fərqli cəhətlər, müxtəlif qranulometrik tərkibli torpaq tipləri üzrə hidrotermik və istilik-fiziki xassələrin formalaşma qanunauyğunluqları müəyyən edilmişdir.

Təcrübi əhəmiyyəti. Eksperimental tədqiqatlar vasitəsilə alınan materialların analizi nəticəsində müəyyən edilən qanunauyğunluqların əsasında torpaq istilik-fiziki xassələrinin dəyişməsi istiqamətinin proqnozlaşdırılmasının mümkünlüyü göstərilmişdir. Bu qanunauyğunluqların öyrənilməsi torpaqların suvarılması və yuyulmasında, antropogen pozulmuş torpaqların süni yol ilə bərpasında istifadə oluna bilər.

İşin aprobasiyası. Alınan nəticələr əsasında akademik Həsən Əliyevin xatirəsinə həsr edilmiş “Ekologiya: təbiət və cəmiyyət problemləri” elmi konfransda (Bakı, 2007); H.Ə.Seyidovun 100 illiyinə həsr edilmiş konfransda (Bakı, 2007); “Fizikanın aktual problemləri” beynəlxalq elmi-texniki konfransda (Bakı, 2008); Ümumrusiya torpaqşünaslar cəmiyyətinin 5-ci qurultayında (Rostov-Don, 2008); 10-cu Bakı Beynəlxalq “Ekology, Energy, Economy” konfransda (Bakı, 2009); M.E.Salayevin 100 illiyinə həsr edilmiş konfransda (Bakı, 2009); “Energetikanın texniki və fiziki problemləri”-nə həsr edilmiş 6-cı Beynəlxalq konfrans (Təbriz, 2010); Beynəlxalq torpaqşünaslar İttifaqının 19-cu konqresində (Avstraliya, Brisbon, 2010); Azərbaycan Torpaqşünaslar Cəmiyyətinin 3-cü Qurultayında (Bakı, 2011); V.V. Dokuçayev adına Torpaq Cəmiyyətinin 6-cı Qurultayında, (2012), Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutunun seminarlarında müzakirə olunmuşdur.

Çap edilmiş əsərlər. Dissertasiyanın əsas məzmunu 14 elmi əsərdə çap edilmişdir. Çap edilmiş əsərlərin ümumi həcmi təxminən 0,5 çap vərəqi təşkil edir.

İşin strukturu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, 5 fəsildən, nəticə və istehsalata tövsiyələrdən, istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından, o cümlədən 9 cədvəl və 46 şəkil olmaqla 145 səhifə mətdən ibarətdir. İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı 132, o cümlədən 96 xarici dillərdə yazılan mənbədən ibarətdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Fəsil 1. Tədqiqat obyektinin təbii iqlim göstəriciləri, coğrafi mövqeyi və geomorfoloji xüsusiyyətləri. Şirvan düzü Kür-Araz ovalığına daxil olmaqla 710 min hektar ərazini əhatə edir. Şirvan düzündə Ağsu və Kürdəmir rayonları özünə məxsus yer tutur, ümumilikdə genetik və geomorfoloji cəhətdən eyni cins olmayan akumulyativ düzən təşkil edir. Müxtəlif dövrlərə aid qədim və müasir çöküntülərlə fərqlənən Şirvan düzündə bu gün də Böyük Qafqaz dağlarının çayları tərəfindən prolüvial-allüvial çöküntülərin daxil olması davam edir. Düzün iqlimi

quru subtropik iqlimə yaxın olub, isti yarımsəhra və mülayim qışı ilə səciyyəyəlxnir. Cədvəl 1-də müxtəlif meteoroloji stansiyaların, çap və arxiv mənbələrinə əsaslanaraq bəzi hidrometeoroloji xassələrin orta qiymətləri verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi bu regionda buxarlanma yüksəkdir, onun miqdarı 1000 mm-ə qədər çatır və daha çox olur, bu da atmosfer yağıntılarının miqdarından xeyli artıqdır.

Cədvəl 1

Şirvan düzünə daxil olan rayonların iqlim göstəriciləri (Cədvəl meteoroloji stansiyaların, çap və arxiv məlumatlarına və hesablama üsullarına əsasən tərtib edilmişdir, 2000-2010 illər)

Aylar göstəricilər	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İllik
<i>Ağsu</i>													
*Q	4,9	6,4	9,6	1,2	13,6	17,4	17,1	16,2	12,3	8,5	5,8	4,5	128,5
*R	0,1	1,4	3,6	4,9	5,7	7,9	7,4	6,8	4,8	2,3	0,8	0,2	45,5
*T _{hava}	1,9	3,4	6,3	12	18,6	23,2	26,4	26,6	21,6	15,8	9,2	4,7	14,1
*T _{tpq}	2	4	8	16	24	30	33	32	25	17	10	4	17
*P	38	46	57	55	50	45	20	19	40	59	45	36	510
*E ₀	21	21	33	52	87	146	194	188	118	58	32	21	970
*W	81	80	80	72	67	55	52	50	62	74	81	81	70

Kürdəmir

*Q	5	6,3	9,8	12,6	14,7	18,4	18,4	16,7	13,1	8,7	5,9	4,4	134
*R	0,2	1,4	3,6	5	5,9	8,1	8	6,8	5,1	2,3	0,9	-0,2	47,1
*T _{hava}	1,4	3,5	6,9	12,6	19,5	24,4	27,3	26,9	22,1	15,9	9,2	3,8	14,5
*T _{tpq}	2	4	8	16	25	30	34	32	26	18	10	4	17
*P	26	27	38	35	38	32	19	15	31	36	36	27	300
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
*E ₀	18	22	37	63	110	167	201	187	176	63	29	21	1034
*W	87	83	81	74	65	55	52	54	65	76	84	88	72

*Q – ümumi radiasiya, kkal sm⁻²; *R – radiasiya balansı, kkal sm⁻²; *T_{hava} – havanın temperaturu, °C; *T_{tpq} – torpaq səthinin temperaturu, °C; *P – yağıntılarnın miqdarı, mm; *E₀ – mümkün buxarlanma, mm; *W – havanın nisbi rütübəti, %.

Ağsu rayonu Böyük Qafqazın cənub yamacında dağətəyi hissəsində, Kürdəmir rayonu isə Şirvan düzünün mərkəzi hissəsində yerləşir. Tədqiqat aparılan sahələrin torpaqları əsasən dağ-şabalıdı (Haplic Calsisols), boz-çəmən (Gleyic Xerosols) və çəmən-boz (Vertic Cambisols) torpaqlara aiddir.

Boz-qəhvəyi (dağ-şabalıdı) torpaqlar (Haplic Calsisols) əsasən Şirvan düzünün dağətəyi hissələrində yayılmışlar. Bu torpaqların üst qatında humusun miqdarı 4,65 %-ə qədər təşkil edir. Karbonatlar geniş intervalda 3,9-24,3 % dəyişir və onların üst qatdan yuyulub aşağı qatlarda toplanması müşahidə olunur. Udma tutumu 100 q quru torpaqda 26,7-31,6 mq-ekv təşkil edir. Udulmuş əsasların cəmində kalsiumun miqdarı 67,8-72,8 %, maqnezium 21,1-27,4 % və natrium isə 3,5-6,2 % arasında dəyişir. Torpaqlarda profil boyu quru qalıqın miqdarı 0,120-0,194 % təşkil edir və zəif dərəcədə duzlu hesab olunurlar. Qranulometrik tərkibinə görə bu torpaqlar yüngül və orta gillidirlər, fiziki gilin miqdarı üst qatda 71,2 %, aşağı qatlarda isə onun miqdarı 66,78 % təşkil edir.

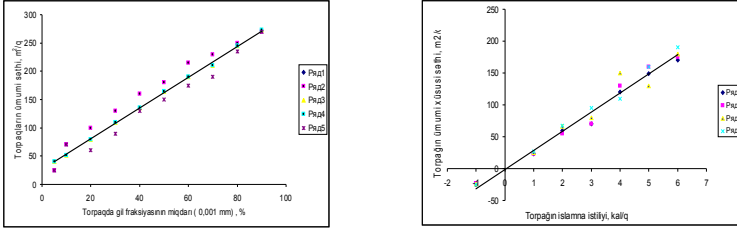
Çəmən-boz torpaqlar (Vertic Cambisols) dərin bozqırlaşma mərhələsini keçmişlər və Şirvan düzü üçün səciyyəvidirlər. Humusun miqdarı torpağın üst qatında 2,55 %-ə qədərdir. Torpağın alt qatlarında karbonatların artması müşahidə olunur. Udulmuş əsasların miqdarı 100 q quru torpaqda 21,9-25,6 mq-ekv təşkil

edir, bunun da yarından çoxu kalsiumum payına düşür (57,1-65,0 %). Həmin torpaqlarda maqneziumun miqdarı 26,4-36,2%, udulmuş natriumum miqdarı isə 7,4-9,1 % arasında dəyişir. Quru qalıqın miqdarı bu torpaqların üst qatında 0,147 %, aşağı qatlara getdikcə bir qədər azalaraq 0,260 % təşkil edir. Qranulometrik tərkibinə görə çəmən-boz torpaqlar gilicəli olub, fiziki gilini miqdarı 29,20-52,40 % arasında dəyişir.

Boz-çəmən torpaqların (Gleyic Xerosols) üst qatında humus 2,65 % təşkil edir. Karbonatların miqdarı torpaq profili boyu 12,6-18,9 % arasında dəyişir. Karbonatların əksər hissəsi 18-37 sm qatda yerləşir. Udulmuş əsasların miqdarı 100 q torpaqda 25,7-29,3 mq-ekv təşkil edir və udulmuş əsasların cəmindən kalsiumun 47,-52,5 %-i maqneziumun 32,9-35,0 %-i və natriumum payına 12,5-18,2 % -i düşür. Torpağın üst qatında quru qalıqın miqdarı 0,225 %, aşağı qatlara getdikcə onun miqdarı kəskin artaraq 1,662 % təşkil edir. Qranulometrik tərkibinə görə bu torpaqlar orta və ağır gillidirlər. Fiziki gilini miqdarı bu torpaqlarda 76,28-93,60 % arasında dəyişir.

Fəsil II. Torpaqların istilik-fiziki və su-fiziki xassələrinə təsir göstərən əsas amillər. Yer səthinə düşən günəş enerjisi relyefdən, su hövzələrindən, meşə sahələrindən və s. amillərdən asılı olaraq qeyri-bərabər qızır və bu proses müxtəlif maddələr daşıyan axınların hesabına baş verir. Torpaq sadə halda üç fazadan ibarət olmaqla açıq termodinamiki sistemdir. Fazalar arasında təbii və antropogen faktorların təsiri ilə nisbətlər də daimi dəyişirlər. Torpaqların qranulometrik tərkibində hissəciklərin təsadüfi paylanması nəticəsində torpaqda müxtəlif ölçülərdə, formalarda və nisbətlərdə məsamələr əmələ gəlir və torpaqşünləşmədə xüsusi yer tutan «torpaq səthi» anlayışının yaranmasına səbəb olur. Xarici və daxili səthlərin cəmindən ibarət olan bu xassə torpağın bütün xassələrinə təsir göstərir. Torpağın səthi xassələrinə təsir göstərməklə onun müxtəlif göstəricilərinə, o cümlədən onun münbitliyinə təsir etmək mümkündür. Odur ki, torpağın xüsusi səthi haqqında optimal qiymətlərini bilmək lazımdır. Bir sayılı şəkildə torpağın ümumi səthinin torpağın gil fraksiyası və islanma istiliyi arasında asılılıqlar verilir. Şəkildən görüldüyü kimi, asılılıqlar xəttidir, eksperimental üsulla alınan nöqtələr nəzəri çəkilmiş əyriyə yaxın yerləşirlər. Bu əyrini təmsil edən düstur aşağıdakı kimi ifadə olunur: $S_0 = 26,166 + 2,7216 M_y$ ($R^2 = 0,9989$). Burada S_0 - torpağın ümumi xüsusi səthidir, m^2/q ; M_y - torpaqda 0,001 mm-dən kiçik ölçülü hissəciklərin miqdarı; R^2 - təcrübi alınan nöqtələrin nəzəri əyriyə yaxınlaşması dərəcəsidir. Lakin ədəbiyyatda bütün hallarda gil fraksiyasının artması ümumi səthin adekvat artmasına səbəb olmur. Bunun səbəbi onların kimyəvi tərkibinin müxtəlif olması ilə izah edilir. Bu səbəbdən torpağın xüsusi səthini tapmaq üçün daha sadə və operativ üsulların tapılması tələb olunur. Bu istiqamətdə aparılan işlərdən daha perspektivlisi fiziki cihaz və üsullardan istifadə edilməsi sayılır. Xüsusilə, torpağın islanmasında ayrılan istiliyin təyində istifadə edilən qurğu və cihazlardan. İslanma istiliyi xüsusi səthlə funksional əlaqədə olaraq, torpağın kimyəvi və mineral tərkibini və eləcə də başqa faktorları nəzərə almaqla, torpağın xüsusi səthinin cəmini təyin etmək üçün istifadə edilə bilər. Şirvan düzü torpaqları müxtəlif süxurlar üzərində formalaşaraq əsasən yüksək dispersdilər və xeyli dərəcədə

səthi aktivliyə malikdirlər. Bu səbəbdən, birinci yanaşmada, torpaqların islanmasında ayrılan istilik effektinin xüsusi səthini müəyyən etmək üçün istifadə etmək olar.



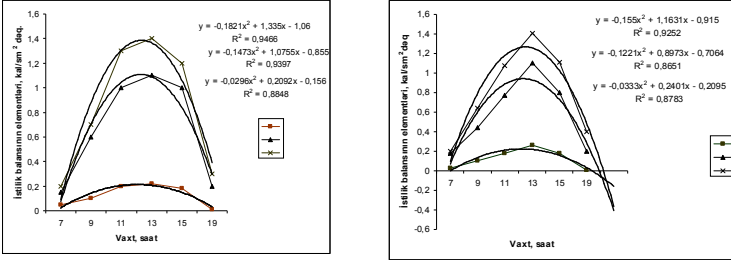
Şəkil 1. Torpaqda ümumi səthi ilə gil fraksiyası (<0,001 mm) arasında əlaqə (solda); torpağın islanma istiliyi ilə xüsusi səthi arasında əlaqə (sağda)

Fəsil III. Tədqiqat obyektinin istilik balansını və istilik balansının əsas göstəriciləri. Torpaqda bütün proseslər istilik və su mübadiləsi ilə sıx bağlı olduğundan onları idarə etmək üçün elmi əsasları olan müxtəlif texnologiyalar hazırlanmalı və torpağın xassələri, ətraf mühitlə əlaqələri öyrənilməlidir. Mürəkkəb sistemlərdə olduğu kimi, torpaq-atmosfer sisteminin ixtiyarı xassəsinin dəyişməsi bütün sistemin xassəsini dəyişdirə bilər. Yer səthində istilik balansının əsasını Günəş enerjisi təşkil etsə belə təbiətdə «hər bir qüvvəyə əks qüvvə yaranır». Yəni yer səthində düşən enerji çoxaldıqca buxarlanma çoxalır, buludluluq artır və s. Bu işə yer səthində günəş enerjisinin daxil olmasına mane olur və hər iki prosesin bir-biri ilə bağlı olduğunu göstərir. Hər bir torpaq tipi, fiziki - kimyəvi xassələrinə uyğun özünə məxsus istilik-su balansını yaradır. Tədqiq edilən torpaqlar eyni düzda yerləşmələrinə baxmayaraq onların fərqli istilik balansının olduğu Şəkil 2-də göstərilmişdir. Göründüyü kimi, ümumi günəş radiasiyasının torpaq səthində paylanması torpaq örtüyündən asılıdır. Radiasiya balansının torpaq-atmosfer sistemində paylanması aşağıda göstərilən düstur vasitəsilə həyata keçirilir:

$$\dot{R} = P + LE + B + \gamma M, \quad (1)$$

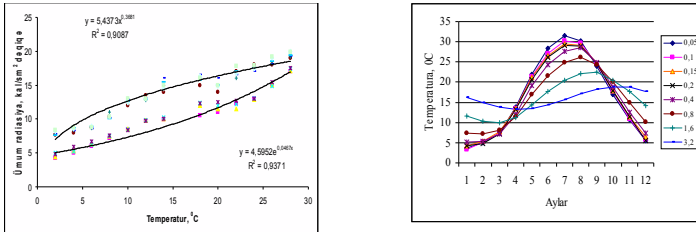
burada R - radiasiya balansını, kal/ sm² dəq; P - hava və torpaq səthi arasında istilik mübadiləsi, kal/ sm² dəq; LE - buxarlanma sərf edilən enerji, kal/ sm² dəq; B-torpağa daxil olan istilik, kal/sm² dəq; γM -bitkilərdə toplanan enerji, kal/qram. Şəkil 2-də verilən qrafiklərdən görmək olur ki, müxtəlif bitki altında istifadə edilən torpaqların balans elementləri formaca oxşar, kəmiyyətcə fərqlidir. Burada meyvə bağı və taxıl bitkisi altında istifadə edilən dağ-şabalıdı torpaqlarda istilik balansını elementləri verilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, taxıl altında istifadə edilən torpaqların istilik balansını meyvə bağı torpaqlarına nisbətən yüksəkdir. Bütün bu şəkillərdə əyriyə yuxarıdan aşağı eyni qaydada düzülür: ümumi radiasiya, udulan radiasiya və əks olan radiasiya. Torpaq nümunələrinin arasında ən yüksək əks etmə boz-çəmən, sonra çəmən-boz torpaqlarda olur və ən aşağı qiymətlərə dağ-şabalıdı torpaqlarda rast gəlinir. Ümumi radiasiyanın yüksək qiymətinə Şirvanın düzən hissəsində təsadüf edilir. Şekillərin üzərində kompüter texnologiyası vasitəsi ilə

aparılan riyazi analiz nəticələri verilir və göstərilir ki, alınan eksperimental nöqtələr yüksək dəqiqliklə nəzəri əyriyə ətrafında yerləşirlər. Yaxınlaşma əmsali orta hesabla $R^2 = 0,8544$ bərabərdir. Şəkil 3-də ümumi radiasiya və havanın temperaturu arasında əlaqə verilir. Yuxarıdakı xətt ilin birinci yarısına, aşağıdakı xətt isə ilin ikinci yarısına aiddir. Şəkildən görünür ki, eyni temperatur ümumi radiasiyanın müxtəlif qiymətlərində müşahidə edilir. Bu onunla izah edilir ki, ilin birinci yarısında ətraf mühitin (o cümlədən havanın, torpağın, hövzələrdə və çaylarda suyun) temperaturu yüksəlir və ilin ikinci yarısında, baxmayaraq ki, ümumi radiasiyanın yer səthinə düşən miqdarı azalır, havanın temperaturu isə münasib sürətlə düşür.



Şəkil 2. İstilik balans elementlərinin gündəlik dinamikası (solda dağ-şabalıdı torpaq buğda; sağda dağ-şabalıdı torpaq meyvə bağı).

Şəkil 3-də (sağda) temperaturun torpaq profilində sönməsi göstərilir. Şəkildən görüldüyü kimi, temperaturun maksimal qiymətləri (amplitud qiymətləri) dərinlikdən asılı olaraq kəmiyyətə azalır və zamandan asılı gecikirlər. Məsələn, əgər 0,05 metr dərinlikdə temperaturun amplitud qiymətinin gündəlik dinamikası aydın görünürsə, şəkildəki qrafiklərdən görüldüyü kimi, orta aylıq temperaturların maksimal qiymətləri 0,40 m dərinlikdən başlayaraq gecikirlər. Belə ki, torpağın istilik enerjisinin toplayıcısı olduğu əyani görünür. Hər bir dərinlik üçün il boyu bir maksimumun olduğu görünür. Aşağı dərinliklərə getdikcə maksimum kəmiyyəti sağa sürüşür, yəni gecikir.



Şəkil 3. Ümumi radiasiya ilə havanın temperaturu arasında asılılıq (solda), sağda – temperaturun torpaq profili boyunca dəyişməsi verilir. Legendada dərinliklər metr ilə göstərilir

Fəsil IV. Torpaqların əsas istilik-fiziki xassələri, ölçmə üsulları və dəyişməsi qanunauyğunluqları. Torpağın su-istilik balansını birbaşa torpağın

istilik-fiziki və su-fiziki xassələri ilə bağlıdır. Bu səbəbdən torpağın istilik-fiziki xassələrinə diqqət artırmaqdadır. Torpaqda istilik mübadiləsi müxtəlif yollarla həyata keçirilir: torpağın bir hissəsindən digərinə kontakla; hava və şüalanma vasitəsi ilə və s. Torpaqda istilikkeçirmə, temperatur keçirmə və istilik tutumu bir-biri ilə aşağıdakı düstur vasitəsilə bağlıdır:

$$\lambda = a \cdot C, \quad (2)$$

burada λ - istilikkeçirmə əmsalı, $\text{kal sm}^{-1}\text{san}^{-1}\text{C}^{-1}$; a - temperaturkeçirmə əmsalı, $\text{sm}^2 \text{san}^{-1}$; C - torpağın istilik tutumu, $\text{kal sm}^{-3} \text{C}^{-1}$. Torpaq yekcins cisim olmadığından və sadə halda bərk, maye və qazdan ibarət üç fazlı sistem kimi qəbul edilir. Bu fazaların arasında nisbətlər təbii və antropogen təsirlər nəticəsində daimi dəyişir. Bu səbəbdən istilik-fiziki xassələri torpağın rütubətliyini, sıxlığını, mineraloji və qranulometrik tərkibini, temperaturunu və s. göstəricilərini nəzərə almaqla öyrənmək nəzərdə tutulur. Bunların hər hansı birinin dəyişməsi torpağın istilik-fiziki xassələrinin dəyişməsinə səbəb ola bilər.

Torpaq istilik-fiziki xassələrinin hesablamaya yolları ilə təyini üçün Furiyenin istilikkeçirmə tənliyinin müxtəlif həllindən istifadə edilir. Bu tənliyin həlli üçün sərhəd şərti kimi torpaq səthində temperaturun sutkalıq (illik) dəyişməsi qanunauyğunluqlarını nəzərə almaq lazım gəlir. Əgər sutka ərzində temperaturun dalğası bir harmoniyadan ibarətdirsə, onda temperaturkeçirmə əmsalını torpağın iki dərinliyində temperaturun gecikməsini nəzərə almaqla hesablamaya olar. Belə ki, iki dərinliklərdə (x_1 və x_2) sutka ərzində temperaturun maksimum (T_1 və T_2) və minimum (T^1 və T^2) qiymətlərini bilərək temperaturkeçirmə əmsalının qiymətini aşağıdakı düsturla hesablamaya mümkündür.

$$a = \pi (x_2 - x_1) / \tau [\ln ((T_1 - T^1) / (T_2 - T^2))]^2. \quad (3)$$

Torpaq istilik-fiziki xassələrinin tarla üsulu ilə təyin edilməsi üçün xüsusi formalarda ötürücülərdən istifadə edilir. Tədqiqatlar zamanı kürə formada zondlardan istifadə olunmuşdur. Torpağın istənilən qatında yerləşdirilmiş zondların vasitəsilə temperaturun dəyişməsinə ölçmək mümkündür. Kürənin içində yerləşən qızdırıcıya ötürülən elektrik cərəyanının gücünü bilərək və temperaturun dəyişməsinə ölçərək torpağın istilik-fiziki əmsallarını tapmaq olur. Təcrübənin başlanğıcında kürənin temperaturu torpağın temperaturuna bərabər olur və başlanğıc temperatur kimi qəbul edilir. Qızdırıcı işə saldıqdan sonra kürəni əhatə edən torpağın temperaturunun ölçülməsi aparılır. Kürənin xarici səthinin temperaturunun dəyişməsi onu əhatə edən torpağın fiziki xassələrindən asılıdır. Təcrübənin başlanğıcından zaman keçdikdə temperaturkeçirmə əmsalının zamanla hasilı kürənin radiusunun kvadratından çox olur ($at > r^2$). Təcrübə vaxtı bir neçə dəfə kürənin səthində temperatur T_z ölçülmüş, T_z -in $1/\sqrt{t}$ -dan düz xətti asılılığı alınmışdır. Alınan düz xətti koordinat oxları istiqamətinə uzadaraq, ordinat oxu üzrə alınan kəsik λ -ı tapmaq üçün, absis oxu üzrə alınan kəsik isə «a»-nı tapmaq üçün istifadə edilir. Təcrübə alınan nöqtələr ordinat oxuna yaxın olduğuna görə istilikkeçirmə əmsalının qiyməti temperaturkeçirməyə nisbətən daha dəqiq alınır. Cədvəl 2-də tarla şəraitində aparılmış ölçmələr nəticəsində dağ-şabalıdı və boz-çəmən torpaqlar üçün alınmış istilikkeçirmə əmsallarının qiymətləri verilmişdir. Göründüyü kimi, hər iki torpaq tipinin istilik-

keçirmə əmsallarının kəmiyyətlərində fərqlər müşahidə edilmişdir. Bu fərqləri torpağın sıxlığı və nəmliyi ilə müqayisə etməklə birinci yanaşmada izah etmək olar. Cədvəllərdən görüldüyü kimi, gün ərzində istilikkeçirmə əmsalı ölçü aparılan dərinliklərdə təxminən eynidir. Bu onunla izah edilir ki, ölçü aparılan müddətdə temperatur və rütubət göstəriciləri, eləcə də torpağın sıxlığı və başqa torpaq göstəricilərinə təsir göstərə bilən amillər dəyişmir.

Torpağın istilik-fiziki xassələrini laboratoriya üsulları ilə rütubətdən, sıxlıqdan, qranulometrik tərkibdən asılı öyrənmək dəqiq nəticələr almağa imkan yaradır. Nəzəri əsaslara görə laboratoriya üsulları iki əsas qrupa bölünürlər: stasionar ($\partial T / \partial x = 0$) və qeyri stasionar ($\partial T / \partial x \neq 0$). Bu iki qrup üsullar arasında torpağın istilik-fiziki xassələrinin öyrənilməsi üçün müntəzəm istilik rejimi üsulu durur. Müntəzəm istilik rejiminin əsasında qeyri stasionar rejiminə məxsus ən sadə hallar: qızma və ya soyuma prosesləridir. Müntəzəm istilik rejimi nəzəriyyəsinə əsasən istənilən forma, tərkib və ölçüdə olan cisim sabit temperaturu T_c olan mühitdə yerləşdirilir. Tədqiqatlar zamanı silindrik stəkanlardan istifadə edilmişdir. Cismin temperaturu onun mərkəzində yerləşdirilən termocütün köməyi ilə ölçülür. Müntəzəm rejim 5-15 dəqiqədən sonra yaranmışdır. Temperatura T əvəzinə daha sadə temperaturların fərqi $v = (T - T_s)$ götürülərkən məlum olur ki, fərq zaman getdikcə sifra istiqamətlənir. Belə olan halda temperatur fərqi v -nı sadə eksponent qanunla tapmaq olur:

$$v = AM e^{-mt}, \quad (4)$$

Bu düstur müntəzəm qızma (soyuma) rejimini xarakterizə edir. (4) ifadəsini loqarifmləyərək aşağıdakı düstur alınır:

$$\ln v = -mt + \ln AM \quad (5)$$

(5) sayılı düsturu iki ixtiyarı götürülmüş zaman t_1 və t_2 ($t_2 > t_1$) üçün istifadə etsək və birini digərindən çıxsaq "m" üçün aşağıdakı ifadə alınır:

$$m = (\ln v_1 - \ln v_2) / (t_2 - t_1). \quad (6)$$

Kondratyevin birinci teoremini torpağa şamil etdikdə görmək olar ki, m_∞ torpağın xassələrindən asılı olaraq temperaturkeçirməsinə mütənəsbdir. Proporsionallıq əmsalı həndəsi kəmiyyət olaraq nümunənin forması və ölçülərindən asılıdır və aşağıdakı şəkildə yazılır:

$$a = B m_\infty. \quad (7)$$

burada, B-tədqiq edilən nümunənin həndəsi formasından və ölçülərindən asılıdır. Bu səbəbdən nümunəyə sadə həndəsi forma verilməsinin əhəmiyyəti böyükdür. Tədqiqat apardıqda, torpaq nümunələri ölçüləri məlum olan silindrlərdə yerləşdirilmişdir. Silindrik forma üçün B əmsalı aşağıda göstərilən ifadə ilə təyin edilir:

$$B = 1 / [(2,4048/R)^2 + (\pi/H)^2], \quad (8)$$

burada R - silindrin radiusudur, sm; H - silindrin hündürlüyüdür, sm; 2,4048 - Bessel funksiyasının ən kiçik köküdür, silindrik funksiyaların həlli zamanı ortaya çıxır, ölçüsüz kəmiyyətdir. Beləliklə, B və m_∞ məlum olduqda torpağın temperaturkeçirmə əmsalları təyin edilir.

Torpaqların təbii şəraitdə istilikkeçirmə əmsallarının sıxlıqdan və rütubətdən asılı olaraq dəyişməsi, $\lambda \cdot 10^4 \text{ kal sm}^{-1} \text{ san}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (solda dağ-şabalıdı, sağda boz-çəmən torpaq)

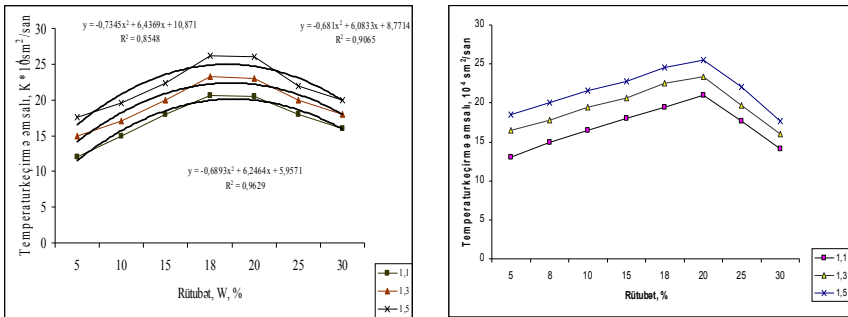
Tarix	H, sm	p, q/ş m ³	W, %	λ
05.06.2008 saat 08.00	10	1,17	14,22	10,3
	20	1,23	14,53	10,7
	30	1,30	15,14	11,2
	40	1,31	16,42	12,1
05.06.2008 saat 12.00	10	1,22	13,21	10,2
	20	1,34	14,12	10,8
	30	1,39	15,13	11,5
	40	1,43	16,41	12,2
05.06.2008 saat 16.00	10	1,23	13,22	10,3
	20	1,35	14,13	10,7
	30	1,40	15,14	11,2
	40	1,45	16,42	12,1
05.06.2008 saat 20.00	10	1,22	13,21	10,2
	20	1,34	14,12	10,8
	30	1,39	15,13	11,5
	40	1,43	16,41	12,2

Tarix	h, sm	p, q/sm ³	W, %	λ
06.06.2008 saat 08.00	10	1,23	10,22	10,3
	20	1,35	10,13	10,3
	30	1,40	12,14	11,1
	40	1,45	13,42	12,4
06.06.2008 saat 12.00	10	1,22	10,21	10,2
	20	1,34	10,12	10,4
	30	1,39	11,15	11,2
	40	1,43	12,41	12,3
06.06.2008 saat 16.00	10	1,23	10,20	10,1
	20	1,35	10,33	10,5
	30	1,40	11,14	11,2
	40	1,45	12,42	12,2
06.20.2008 saat 20.00	10	1,22	10,21	10,2
	20	1,34	10,32	10,4
	30	1,39	11,13	11,2
	40	1,43	12,41	12,2

Tədqiqat obyektı torpaqlarının temperaturkeçirmə əmsallarının rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı şəkil 4-də genetik qatlar üzrə verilir. Asılılığı əyani göstərmək üçün dağ-şabalıdı torpağın profili üzrə üst əkin və aşağı ana süxura yaxın qatın temperaturkeçirmə əmsallarının rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı verilir. Bu torpaqlar taxıl altında istifadə edirlər. Şəkillərdən görüldüyü kimi, alınan asılılıqlar bütün hallarda forma üzrə oxşar olsalar da kəmiyyətcə fərqlənirlər. Üst qatda (0-24 sm) bütün sıxlıqlarda rütubətin 5-18 faiz qiymətlərində temperaturkeçirmə əmsalları artır, öz maksimum qiymətini ($26 \cdot 10^{-4} \text{ sm}^2/\text{san}$) aldıqdan sonra azalırlar. Temperaturkeçirmə əmsalının bu qanunauyğunluqla dəyişməsi özünü sonrakı qatlarda da göstərir. Lakin ana süxura yaxın qatda əyrilərin maksimum qiymət aldıqları zaman rütubət intervalı dəyişir. Şəkiləki qrafiklərin kompüter texnologiyası vasitəsilə aparılan analizlərin nəticələrindən görünür ki, hər üç qat üçün riyazi ifadələr ikinci dərəcəli çoxhədliliyə aiddir. Təcrübi alınan nöqtələr nəzəri əyrilərin ətrafında yüksək dəqiqliklə yerləşirlər. Yaxınlaşma dərəcəsi müvafiq qatlar üçün verilir ($R^2 = 0,8548-0,9629$; $R^2 = 0,8909-0,9111$; $R^2 = 0,9353-0,9495$). Şəkiləki əyrilər torpaq qatlarının tərkibinin bir-birindən fərqli olduğunu göstərir. Aşağı qatlara getdikcə humusun miqdarı azalır, qranulometrik tərkib yüngülləşir, karbonatların miqdarı çoxalır və s. Bütün burada sadalanan amillər torpağın temperaturkeçirmə əmsallarının qiymətinə və maksimuma çatdığı rütubətin kəmiyyətinə təsir göstərir ki, bunu da qrafiklərdə izləmək mümkündür.

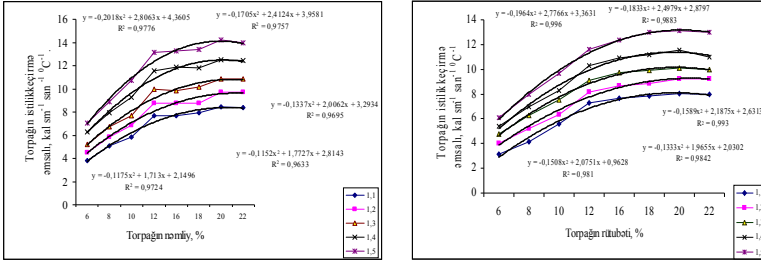
Tədqiqat obyektı torpaqlarının istilikkeçirmə əmsallarının rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı. Torpağın istilik keçirmə əmsalı λ istiliyin temperatur qradientinə əks istiqamətdə hərəkətinin göstəricisidir, yəni torpağın isti hissəsindən

soyuq hissəsinə doğru olan axının göstəricisidir. Stasionar şəraitdə istilik seli cismin xassələrinə uyğun istilikkeçirmə əmsalı λ ilə temperatur qradientinə mütənasib dəyişir. Aşağıdakı şəkillərdə (şəkil 5) torpaqların istilikkeçirmə əmsalları nəstərilir. Şəkillərdən görüldüyü kimi, istilikkeçirmə əmsalları temperaturkeçirmə əmsallarından fərqli olaraq maksimum qiymətini aldıqdan sonra təxmini eyni qiymətlə absis oxuna paralel dəyişir. Kürdəmir rayonu ərazisində çəmən-boz torpaqda qoyulmuş kəsimdən genetik qatlar üzrə götürülmüş torpaq nümunələri əsasında çəmən-boz torpağın profil boyu istilikkeçirmə əmsalının rütubətdən və sıxlıqdan asılı dəyişməsi verilir. Görüldüyü kimi, hər üç istilik xassəsi birbaşa torpağın rütubətindən və sıxlığından asılıdır. Torpağın istilik tutumu rütubətdən və sıxlığından xətti asılı olaraq artır. İstilikkeçirmə əmsalı aşağı rütubətlərdən artmağa başlayaraq, doymuş vəziyyətə çatır və artmanı dayandırır, temperaturkeçirmə əmsalı da aşağı nəmliklərdən artaraq, torpağın tərkibindən asılı rütubətin müəyyən intervalında öz maksimum qiymətini alır, sonra azalır. Rütubət artdıqca hissəciklərin arasını istiliyi nisbətən yaxşı keçirən su molekulları tutur və temperatur keçirmə əmsalı artır. Sonra torpağın tərkibindən asılı olaraq müəyyən nəmlikdə temperatur keçirmə əmsalı öz maksimum qiymətini alır və azalmağa başlayır. Tədqiqat obyektini torpaqlarının istilik-fiziki xassələrini öyrənərkən aşağıdakı qanunauyğunluqlar müəyyən edilmişdir. Temperaturkeçirmə əmsalları torpağın havada qurudulmuş vəziyyətindən başlayaraq maksimal molekulyar nəmliyi arasında kəskin artır, sonra artma sürəti azalır və temperaturkeçirmə əmsalı öz maksimum qiymətini alır və enməyə başlayır. Temperaturkeçirmə əmsalının bu qanunauyğunluqla dəyişməsinə aşağıdakı kimi izah etmək olar. Torpağın istilik keçirmə əmsalı, istilik tutumu və temperatur keçirmə əmsalı arasında əvvəldə qeyd etdiyimiz kimi, $\lambda = ac$ düsturu ilə bağlıdır. Bu səbəbdən temperaturkeçirmə və istilik tutumu artdıqca, istilikkeçirmə əmsalı da sürətlə artır, sonrakı rütubət diapozonunda temperaturkeçirmə əmsalının sürəti azalır, istilik tutumu isə artmaqda davam edir.



Şəkil 4. Dağ şabalıdı torpaqlarının temperaturkeçirmə əmsalının torpağın sıxlığından və rütubətliyindən asılılığı (solda, taxılaltı sahə, 0-24 sm; sağda - 85-104 sm).

Bu hal istilikkeçirmə əmsalının sürətinin əvvəl zəifləməsinə, sonra isə dayanmasına səbəb olur. Bunu şəkillərdən də görmək mümkündür. Temperaturkeçirmə əmsalının maksimum qiymət aldığı rütubət (kritik rütubət) torpağın

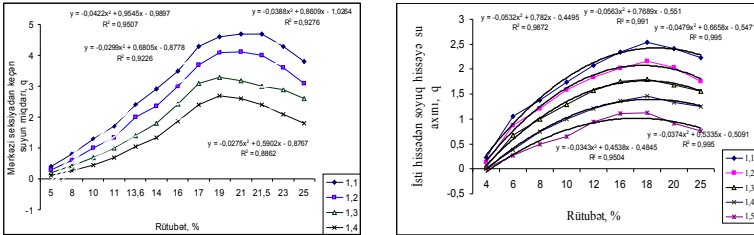


Şəkil 5. Çəmən-boz torpağın profil boyu istilikkeçirmə əmsalının rütubətdən və sıxlıqdan asılı dəyişməsi (solda 0-25 sm qat; sağda 110-150 sm). Kürdəmir rayonu taxıl altında istifadə olur

müxtəlif xassələlərindən asılı olaraq dəyişir. Məsələn, taxıl bitkisi altında istifadə edilən torpaqların temperaturkeçirmə əmsalının torpaq profilindən asılı olaraq dəyişməsi baş verir və məlum olur ki, hər torpaq qatının özünə məxsus əyrisi mövcuddur ki, bu da onların tərkibindəki fərqlərdən əmələ gəlir.

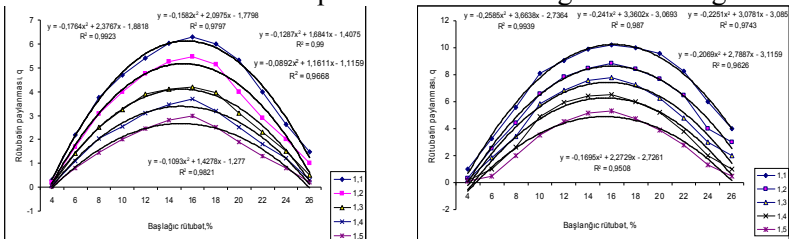
Fəsil V. Torpaqda temperatur qradienti vasitəsilə su axınları. Torpaqda istilik vasitəsi ilə rütubət axımının əsasları və modelləşdirilməsi. Məlum olduğu kimi, məsaməli kolloidal sistemlərdə istilik vasitəsi ilə rütubət axımının klassik modeli, içində su olan horizontal vəziyyətdə silindrik kapillyarlar üzərində qurulmuşdur. Xarici qüvvələrin cəmi sifra bərabər olduqda belə kapillyarlarda suyun hərəkəti yalnız menisk vasitəsilə kapillyarın uclarında əmələ gələn təzyiqli fərqi ilə olur. Aparılan təcrübələrdə torpaqda temperatur qradienti vasitəsi ilə su axımının qanunauyğunluqlarını öyrənmək üçün xüsusi qurğudan istifadə olunmuşdur. Qurğunun əsas tərkibi istiliyi tənzimləyən termostatlardan; sabit cərəyana hesablanan potensimetr; mikroampermetrdən; saniyəölçən və termocütdən ibarətdir. Temperatur qradienti vasitəsilə torpaq nümunələrində su axımını öyrənmək üçün torpaq nümunələri əvvəlcə, xüsusi hazırlıqdan keçdikdən sonra, başlanğıc rütubətdə eyni bərabər miqdarda istənilən sıxlığı təmin etmək üçün bir neçə dəfəyə işçi silindrlərə (sütunlara) yerləşdirilir və istiliyi tənzimləyən qurğuda «isti» və «soyuq» bakların arasında yerləşdirilir. Mükəmməl izolyasiya əməliyyatı aparıldıqdan sonra, qurğu işə salınır. Tələb olan vaxtdan sonra sütunlar sökülür və torpaq nümunələrində suyun paylanması öyrənilir. Şəkil 6-da tədqiqat obyektini torpaqlarının temperatur qradienti vasitəsi ilə su axımının torpağın rütubətindən və sıxlığından asılılığı verilir. Qrafiklərdən görünür ki, torpaqda başlanğıc rütubətə mütənasib suyun paylanması torpağın temperaturkeçirmə əmsallarının rütubətdən asılılığını formaca təkrar edir, hər iki əmsalın sıxlıqdan asılılığı isə tərs mütənasibdir. Temperaturkeçirmə əmsallarının əyriləri sıxlığa görə aşağıdan yuxarıya yerləşirlərsə (şəkil 4), su axımının yerləşməsi əksinə olaraq yuxarıdan aşağıya yerləşirlər, yəni sıxlıq artdıqca su axımının miqdarı azalır.

Şəkilin üzərində kompüter vasitəsilə alınmış (Microsoft EXCEL proqramı vasitəsilə) nəzəri əyrilərin tənlikləri verilir. Düsturlar müvafiq sıxlıqlara uyğun yuxarıdan aşağı saat əqrəbi istiqaməti ilə yerləşdirilir. Şəkildən görünür ki, aşağıda yüksək sıxlığı olan ($p=1,4 \text{ q/sm}^3$) torpaq nümunəsi yerləşir. Nümunələrin sıxlığı azaldıqca əyrilər şəklən yuxarı hissəsində yerləşirlər. Belə ki, şəklən yuxarı hissəsində sıxlığı $1,1 \text{ q/sm}^3$ olan torpaq nümunəsinin əyrisi durur. Şəkillərin üzərində verilən düsturlar və tədqiqi nəticələrin nəzəri əyrilərə olan yaxınlaşma dərəcələri bunu təsdiq edir. Şəkillərin üzərində yazılan rəqəmlər göstərir ki, hər iki halda təcrübi alınan rəqəmlərin nəzəri əyrilərə yanaşma dərəcəsi olduqca yüksəkdir. Birinci halda: $R^2=0,9638 \div 0,9950$, ikinci halda isə: $R^2=0,9345 \div 0,9869$.



Şəkil 6. Ağsu rayonu dağ-şabalıdı torpaqda istilik qradienti olduğu halda mərkəzi seksiyadan keçən suyun torpağın başlanğıc rütübətliyindən və sıxlığından asılılığı verilir (solda), sağda – çəmən-boz torpaq .

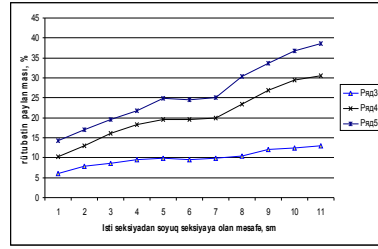
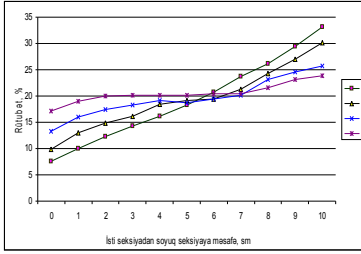
Şəkil 7-də eyni tip torpaqda (boz-çəmən) eyni temperatur qradientinin 24 və 48 saat təsiri nəticəsində torpaqda suyun paylanması verilir. Bu asılılığın mahiyyəti ondadır ki, baxmaqaraq ki, 48 saatdan sonra mərkəzi seksiyadan keçən suyun miqdarı 24 saat keçərsə nisbətən çoxdur, lakin sürəti aşağıdır. Bu torpaq kolonkalarında 48 saat əks istiqamətdə axının əmələgəlməsi ilə bağlıdır. Qeyd



Şəkil 7. Boz-çəmən torpaqda (Kürdəmir) 24 (solda) və 48 saat (sağda) temperatur təzyiqindən sonra suyun başlanğıc rütübətin və sıxlığına asılı paylanması

edək ki, 24 saat təsir nəticəsində su axınının sürəti $\approx 0,2625 \text{ q/saat}$, 48 saatdan sonra – $0,2083 \text{ q/saat}$, əks istiqamətdə axan suyun sürəti $\approx 0,0542 \text{ q/saat}$ (8 - sayılı şəkildə-solda). Torpaq sütunlarında zamandan asılı rütübətin xətti paylanmasına nail olmaq üçün eyni başlanğıc rütübətdə (20%) eyni sıxlıqda ($p=1,2 \text{ q/sm}^3$) hazırlanmış torpaq sütunları temperatur tənzimləyən qurğuya yerləşdirilir. Müəyyən zaman keçdikdən bir (24, 48, 72, 96 saat) 2-3 sütun sökülür və rütübətin pay-

lanması hesablanır. Nəticədə göstərilir ki, rütubətin torpaq sütununda xətti paylanması 96 saatdan sonra əldə edilir. Belə ki, isti seksiyadan soyuq seksiyaya doğru zamandan asılı suyun xətti paylanması göstərir ki, dağ-şabalıdı torpaqda başlanğıc rütubət 20%, sıxlıq $1,2 \text{ q/sm}^3$ olduqda 96 saatdan sonra mərkəzi seksiyadan hər iki tərəfə suyun axımı bərabər olur, belə ki, əks istiqamətdə yaranan rütubət fərqi əks istiqamətdə yaranan sel hesabına olur. Şəkilin üzərində legendada verilən işarələr aşağıdan yuxarıya: ulduz 24 saatdan sonra; xaç – 48 saatdan sonra; üç bucaq – 72 saatdan sonra; düz bucaq – 96 saatdan sonra.



Şəkil 8. Rütubətin torpaq sütununda isti seksiyadan soyuq seksiyaya doğru zamandan asılı hərəkəti (solda). Başlanğıc rütubət 20 %, sıxlıq $p=1,2 \text{ sm}^3$. Legendada aşağıdan yuxarıya: ulduz- 24 saatdan sonra; xaç – 48 saatdan sonra; üç bucaq – 72 saatdan sonra; düz bucaq – 96 saatdan sonra. Sağda - eyni torpaq tipində (boz-çəmən torpaq, Kürdəmir) $p=1,2 \text{ q/sm}^3$ sıxlıqda müxtəlif başlanğıc rütubətlərdə (10%, 20% və 25%) 24 saat ərzində mərkəzi seksiyadan keçən suyun paylanması və miqdarı göstərilir.

Alınan nəticələr göstərir ki, istilik qradiyenti vasitəsi ilə yaranan rütubət seli özü də zaman keçdikcə əks istiqamətdə rütubət qradiyentinin yaranmasına səbəb olur. Şəkil 8-də (sağda) rütubətin torpaq sütunlarında isti seksiyadan soyuq seksiyaya doğru başlanğıc nəmliyindən asılı paylanması göstərilir (sıxlıq $p=1,2 \text{ q/sm}^3$), başlanğıc rütubət 10 %, 20% və 25% götürülmüşdür. Göründüyü kimi, torpaq sütunlarının başlanğıc rütubəti artdıqca mərkəzi seksiyadan keçən suyun miqdarı bir neçə dəfə artır. Bu isə başlanğıc rütubətin miqdarı 10% olduqda sütunların sol qurtaracağından keçən və sağ qurtaracağında toplanmasının miqdarı ilə izah edilir. Bunu eləcə də başlanğıc rütubətin 20% və 25% qiymətləri haqqında demək mümkündür. Göründüyü kimi, 20% başlanğıc rütubətdə mərkəzi seksiyadan keçən suyun miqdarı bir neçə dəfə 10% başlanğıc rütubətdə olduğundan çoxdur və eləcə də 25% başlanğıc rütubətdə 20% -də olduğundan çoxdur. Torpaq kolonkalarında su axınının sürətini hesablamaq üçün təcrübələr elə qoyulmuşdur ki, 1 saat, 3 saat, 5 saat 24 saat, 48 saat, 72 saat, 96 və 120 saat keçdikdən sonra iki torpaq sütunu sistemdən çıxarılır və müvafiq əməliyyat aparılır. Torpaqda su axınının sürəti ilk saatda $v=60 \cdot 10^{-7} \text{ q/sm}^2 \cdot \text{san}$ olmuşdur, sonradan isə eksponentə şəkildə azalaraq minimal qiymətini alır $v=7 \cdot 10^{-7} \text{ q/sm}^2 \cdot \text{san}$. Göründüyü kimi, su axınının yüksək sürəti 1-3 saat müddət keçdikdən sonra alınır. Torpaqda su axınının zamandan asılı bu formada funksional dəyişməsi onunla bağlıdır ki, temperatur qradiyentinin təsiri başladığıda torpaqda su isti hissədən soyuq tərəfə hərəkətə başlayır. Zaman keçdikcə torpaq sütununun soyuq tərəfində su yığılır ki,

bu da əks istiqamətdə su axını yaradır. Torpaqda istilik və su axınlarının bir-biri ilə oxşarlığını və fərqlərini göstərmək üçün dissertasiyanın dördüncü və beşinci fəsilərin 4.2-4.6 və 5.2-5.12-çü qrafiklərini müqayisə etmək kifayətdir. Hər iki qrup əyrlər rütubətin aşağı qiymətlərində sürətlə artırlar, sonra maksimum qiymətlərini alaraq azalırlar. Torpağın sıxlığına gəldikdə, sıxlıq artdıqca temperatur keçirmə əmsalı artır, rütubət axını azalır. Hər iki hal kolloidal məsələli cisimlər üçün səciyyəvidir. Torpaq sıxlaşdıqca temperatur keçirmə üçün yaxşı, rütubət keçirmə üçün əksinə pis şərait yaranır.

Nəticələr

1. Müxtəlif bitkilər altında istifadə edilən eyni tip torpaqlarda istilik-balansı elementlərinin sutkalıq dinamikası öyrənilmiş, onların arasında fərqlər müəyyən edilmiş və alınan fərqlərin səbəbləri araşdırılmışdır.

2. Təcrübə sahələri torpaqlarının istilik-fiziki əmsalları rütubət, sıxlıq və torpaqların başqa xassələrindən asılılığı öyrənilmiş və göstərilmişdir ki, torpaqların istilik tutumu nəmlikdən və sıxlıqdan düz xətti asılılıq üzrə artır. İstilik-keçirmə əmsalı rütubətin müəyyən intervalında artır və öz maksimum qiymətini alaraq artmasını dayandırır. Temperaturkeçirmə əmsalı isə həmin intervalda öz maksimum qiymətini alaraq azalmağa başlayır. Alınan hər üç asılılığın fiziki əsası verilir.

3. Torpaqların temperatur keçirmə əmsallarının rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı funksional şəkildə alınmışdır. Rütubətdən asılılıq ikinci dərəcəli çoxhədli (polinomial) tənliklər şəklində, sıxlıqdan isə düzxətli tənliklər ilə ifadə edilir. Alınan düsturlar (tənliklər) istilik fizikası nəzəriyyəsi qanunlarından istifadə edərək araşdırılmışdır.

4. Torpaqların istilik-fiziki xassələrinin genetik qatlarından asılılığı müəyyən edilmişdir. Göstərilmişdir ki, əgər əkin və əkin altı qatların istilik-fiziki xassələri bir-birinə yaxındırlarsa, aşağı qatlara getdikcə istilik-fiziki xassələrdə fərqlər əmələ gəlir ki, bu da torpaqların ana süxura çatdıqca tərkibində müxtəlif dəyişiklərin əmələgəlməsi ilə izah edilir (üzvi və mineral maddələr, qranulometrik tərkib, sıxlıq, rütubətlik və s.).

5. Qapalı torpaq sistemlərində vahid temperatur qradienti vasitəsilə su axını müəyyən edilir, göstərilir ki, başlanğıc rütubətdən və sıxlıqdan asılı mərkəzi seksiyadan keçən suyun miqdarı proporsional dəyişir: rütubətdən asılı artır, sıxlıqdan asılı azalır. Asılılıqlar fiziki cəhətdən əsaslandırılırlar.

6. Torpaq nümunələrinin eyni sıxlığında, temperatur fərqlinin eyni vaxt təsir etməsində müxtəlif başlanğıc rütubətlikdə torpaq nümunələrində mərkəzi seksiyadan su axımının miqdarı verilmiş və göstərilmişdir ki, başlanğıc rütubət artdıqca mərkəzi seksiyadan keçən suyun miqdarı proporsional artır.

7. Göstərilir ki, təsir vaxtı çoxaldıqda torpaq sütunlarında əks su axını əmələ gəlir, bu isə suyun həqiqi sürətinə təsir edir. Bunu daha açıq göstərmək üçün boz-çəmən torpaqlarda 24 və 48 saat vahid temperatur qradientinin təsirindən alınan nəticə göstərir ki, 24 saat təsir nəticəsində axının sürəti 0,2526 q/saat olduğu halda, 48 saat təsirdə sürət 0,2083 q/saat olmuşdur, yəni azalmış-

dır. Bunun səbəbi 0,0542 q/saat sürətlə əks istiqamətdə əmələ gələn axın olmuşdur

8. Müəyyən edilmişdir ki, düz və əks istiqamətdə axınlar torpağın tipindən asılı olmaqla 96 saata qədər müddətdə bərabərləşir.

9. Torpaqda istilik vasitəsilə su axınının ən yüksək qiyməti 3-5 saat keçdikdən sonra müşahidə olunur. Bunun səbəbi torpaq sütununda əks axının əmələ gəlməsindədir. 3-5 saat keçdikdən sonra torpaq sütunun soyuq hissəsində əks axın yarada bilən rütubət yaranır, bu isə torpaqda əks istiqamətdə su axının yaranmasına səbəb olur və axının həqiqi sürətini azaldır. Yaranan su fərqini və temperatur qradienti vasitəsilə su axını nəzərə almaqla torpaqda su axınının həqiqi və əks istiqamətdə axan sürətlərinin qiymətlərini hesablamaq mümkündür.

10. Şirvan düzü torpaqlarının müxtəlif xassələrindən asılı olan istilik tutumu, temperaturkeçirmə əmsallarının torpaqda temperatur rejiminin yaranmasında (formalaşmasında) rolu açıqlanmışdır. Göstərilmişdir ki, torpaqlar istilik xassələrinə görə eyni cins olmayan mürəkkəb çisimlərdir. Ən sadə halda torpağa üç komponentdən ibarət cisim kimi yanaşılır (bərk, maye və hava). Hər bir komponentin özünə məxsus xassələri olduğundan onların öz xassələrinə uyğun öyrənilməsi təklif edilir.

İstehsalata təkliflər

Universitetlərdə müvafiq ixtisas fənn dərslərində istifadə edilə bilər, eləcədə torpaq-meliorativ işlərdə istifadəsi təklif edilir.

Mövzuya aid çap olunmuş məqalə və tezislər:

1. Роль биологически активной воды в проблемах тепло и влагообмена в системе почва-растение-атмосфера. “Ekologiya: təbiət və cəmiyyət problemləri” H.Ə.Əliyevin xatir. həsr olunmuş beynəlx. Konfr.2007, s. 293-294. (A.P.Gərayzadə, Q.İ.Qəribov, N.A.Məmmədov ilə birgə).
2. Проблемы теплопереноса в системе почва-атмосфера и их математическое обеспечение. Torpaqsünəsləşmə və Aqrrokimya əsərlər top. Cild XVII. Bakı, Elm, 2007, s. 445-450 (A.P.Gərayzadə, N.A.Məmmədov ilə birgə).
3. Torpaq münbitliyinin artırılması yolları. Azərbaycan Coğrafiya Cəmiyyətinin əsərləri. XII-ci cild, Bakı, 2008, s. 587-593 (A.P.Gərayzadə, S.Ə.Köçərli, Ə.M.Cəfərov, N.A.Məmmədov ilə birgə).
4. Тепло и гидрофизика почв аридных почв. Труды Межд. совещания «Актуальные проблемы физики», Баку, 2008, ст.110-112 (A.P.Gərayzadə, A.L.Sarıyev ilə birgə).
5. Физико-математический анализ оптимизации использования поливных вод в системе почва-растение-атмосфера в условиях избыточной

- инсоляции. Мат. 5 съезда общ. почв. Российской Федерации. Ростов-на-Дону, 2008, ст. 489. (A.P.Gərayzadə , A.L.Sarıyev, N.A.Məmmədov ilə birgə).
6. Torpaqların istilik və su xassələri və onların praktiki əhəmiyyət. Torpaqşünaslıq və Aqrrokimya əsərlər toplusu. XVIII cild, 2009, s. 205-214. (A.P.Gərayzadə, K.Y.Babayeva, S.Ə.Köçərli, Ə.M.Cəfərov ilə birgə).
 7. Энергетические методы определения удельной поверхности почв. Torpaqşünaslıq və Aqrrokimya əsərlər toplusu. XI cild, 2-ci hissə, Bakı, Elm, 2010, s. 5-13. (A.P.Gərayzadə , N.A.Məmmədov ilə birgə).
 8. On local changes of temperature regime of the soil-atmosphere system around the Caspian Sea in the 20th century. 19th World Congress of Soil Science. Soil Solutions for a changing world. Brisbane. Australia. 2010, p.35-38. Published on DVD. (A.P.Gərayzadə , K.Y.Babayeva, A.L.Sarıyev Ə.M.Cəfərov ilə birgə).
 9. Application of biologically activ water in processes of germination of seeds and its practical Impotance. 6th Intern.Confrance of technicaland physical problems of Power Engineering Conference Proceeding. Tabriz, Iran, 2010, p.573-574. (A.P.Gərayzadə, N.A.Məmmədov, Q.İ.Qəribov, Ş.S.Ələkbərov ilə birgə).
 10. Применение информационно-насыщенных вод в регулировании обменных процессов в почвенно-биологических системах. Torpaqşünaslıq və Aqrrokimya əsərlər toplusu. Bakı, Elm, 2011, Cild 20, s. 66-73. (A.P.Gərayzadə, N.A.Məmmədov, Q.İ.Qəribov ilə birgə).
 11. Удельная поверхность почвенных частиц и энергетика суммарного спарения. Материалы докладов. VI съезд общества почвоведов им. В.В.Докучаева. Книга 2, 2012, ст.36-37. (Cəfərov Ə.M., Məmmədov N.A., Gərayzadə A.P. ilə birgə).
 12. Torpaq profilində temperatur amplitud qiymətlərinin illik dinamikası və bəzi istilik-fiziki xassələri //AMEA, Gəncə Regional Elm Mərkəzi, Xəbərlər Məcmuəsi. №51 «Elm» nəş. Gəncə 2013, səh 97-101.
 13. Kür-Araz ovalığının Şirvan düzü torpaqlarının temperaturkeçirmə əmsallarının rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı. //Azərbaycan Aqrar Elm jurnalı. Bakı, 2013, №1, səh. 20-26.
 14. About the thermal characteristics of some types of the Shirvan steppe soils. //Annals of agrarian science. Tbilisi, Georgiya. 2013. Vol 1. No1, pg. 48-52.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛО И ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВ АРИДНЫХ ЗОН
(на примере Ширванской степи)
А.М.Манафова**

РЕЗЮМЕ

В представленной работе приводятся результаты исследований теплофизических свойств характерных для Ширванской степи почв Республики Азербайджан. Показано, что в однотипных почвенных разностях, используемых под разным растительным покровом формируется характерный тепловой баланс, определенным образом влияющий на температурный и водный режимы почв.

Изучены зависимости коэффициентов теплопроводности и температуропроводности и теплоемкости исследованных почв от типа, влажности, плотности, гранулометрического состава и некоторых других доступных характеристик почвы. Показано, что объемная теплоемкость почв линейно увеличивается с увеличением как влажности, так и плотности почв. Коэффициент теплопроводности в начале исходных влажностей увеличивается, далее, достигнув максимальной величины, прекращает рост. Коэффициент температуропроводности, согласно существующей зависимости между ними, достигнув наибольшего значения, уменьшается. Влажностная характеристика коэффициента температуропроводности с высокой достоверностью описывается многочленом второго порядка. Экспериментальные точки располагаются вдоль теоретической кривой с высокой степенью сходимости, порядка $R^2=0,90$.

Исследованы зависимости термовлагопереноса в почвах в зависимости от типа почвы, исходной влажности, плотности, гранулометрического состава и т.д. Выявлено что термовлагоперенос, подобно температуропроводности, в начале исходных влажностей, интенсивно растет, далее достигнув максимума, при определенном интервале исходных влажностей, уменьшается. Такая влажностная характеристика температуропроводности и термовлагопроводности послужила поводом, чтобы установить связь между этими двумя важными характеристиками почвы.

Зависимость температуропроводности и термовлагопроводности от исходной плотности имеет противоположный характер: с увеличением плотности почвы температуропроводность увеличивается, термовлагопроводность, наоборот, уменьшается.

Установлено, что при длительном действии температурного градиента в почвенных колонках образуется обратный поток влаги, величина которого определена в зависимости от времени термостатирования.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THERMAL AND
HYDROPHYSICAL PROPERTIES OF THE ARID ZONES SOILS
(On example of Shirvan steppe of Azerbaijan)
A.M. Manafova**

RESUME

Results of researches of thermal physical properties are given in the presented work characteristic for the Şirvan steppe of soils of the Republic Azerbaijan. It is shown that in the same soil differences used under a different vegetative cover the characteristic thermal balance definitely influencing temperature and water modes of soils is formed.

Dependences of factors of heat conductivity and temperature conductivity and thermal capacity of the studied soils on type, humidity, density, granulometric structure and some other available characteristics of the soil are studied. It is shown that the volume thermal capacity of soils linearly increases with increase as humidity, and density of soils. The factor of heat conductivity at the beginning of initial humidity increases, further, having reached the maximum size, stops growth. Factor of a temperature conductivity, according to existing dependence between them, having reached the greatest value, decreases. The humidity characteristic of factor of a temperature conductivity with high reliability is described by a multinomial of the second order. Experimental points settle down along a theoretical curve with high degree of convergence, $R^2=0,90$ order.

Dependences hydrothermal conductivity in soils depending on type of the soil, initial humidity, density, granulometric structure etc. are investigated. It is revealed that hydrothermal conductivity, like a temperature conductivity, at the beginning of initial humidity, intensively grows, further having reached a maximum, at a certain interval of initial humidity, decreases. Such humidity characteristic of a temperature conductivity and a hydrothermal conductivity became the cause to establish connection between these two important characteristics of the soil.

Dependence of a temperature conductivity and hydrothermal conductivity on initial density has opposite character: with increase in density of the soil the temperature conductivity increases, a hydrothermal conductivity, on the contrary, decreases.

It is established that at long action of a temperature gradient in soil columns the return stream of the moisture which size is defined depending on thermo stating time is formed.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ЭРОЗИИ И ОРОШЕНИЯ**

На правах рукописи

МАНАФОВА АРЗУ МАНАФ КЫЗЫ

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛО И ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВ АРИДНЫХ ЗОН
(на примере Ширванской степи)**

Специальность: 2511.01. – Почвоведение

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени доктора
философии по аграрным наукам**

БАКУ - 2013