

ARZU MANAFOVA

Elmi fəaliyyətimə və elmi nailiyyətlərimə görə – elmi rəhbərim və müəllimim a.e.d., professor, Əməkdar Elm Xadimi **Akif Paşa oğlu Gərayzadəyə** minnətdarlığımı bildirirəm və bu monoqrafiyamı ona həsr edirəm.

**ŞİRVAN DÜZÜNDƏ ARİD TORPAQLARIN
İSTİLİK VƏ HİDROFİZİKİ XASSƏLƏRİNİN
ƏLAQƏSİ**

(monoqrafiya)



**“MSV NƏŞR”
BAKI-2019**

Redaktor: AMEA-nın həqiqi üzvü, akademik **-M.P.Babayev**

Rəyçilər: a.e.d., dos. **N.Ə.Orucova**

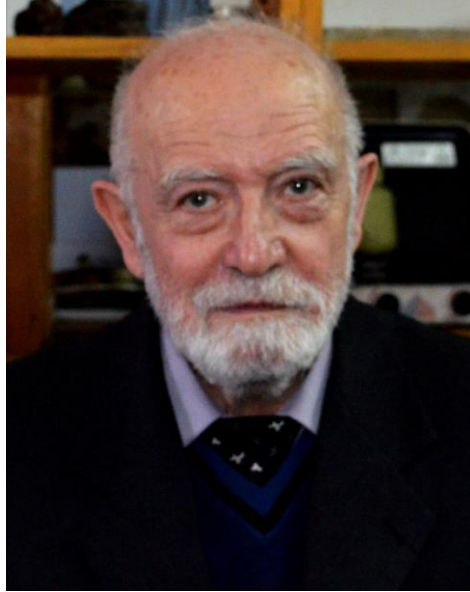
a.e.ü.f.d., dos. **A.B.Cəfərov**

Manafova Arzu Manaf qızı. Şirvan düzündə arid torpaqların istilik və hidrofiziki xassələrinin əlaqəsi. “MSV NƏŞR”. Bakı. 2019 – 136 s.

Müxtəlif bitki altında istifadə edilən eyni tip torpaqlarda istilik-balansı elementlərinin gündəlik dinamikası, təcrübə sahələri torpaqlarının istilik-fiziki əmsalları rütubət, sıxlıq və torpaqların başqa xassələrindən asılılığı, torpaqların temperatur keçirmə əmsallarının rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı funksionallığı, torpaqların istilik-fiziki xassələrinin genetik qatlarından asılılığı, bağlı torpaq sistemlərində vahid temperatur qradienti vasitəsilə su axını öyrənilmişdir.

Monoqrafiya Şirvan düzündə torpaqların istilik və hidrofiziki xassələrinin qarşılıqlı əlaqəsi məsələlərinə, bu əlaqələrin formalaşmasına təsir göstərən amillərin təhlilinə həsr olunmuşdur. Əsər tədqiqatçılar, torpaqşünaslıq ixtisası üzrə təhsil alan tələbələr və eyni zamanda geniş oxucu auditoriyası üçün nəzərdə tutulmuşdur.

DOI: <https://doi.org/10.36719/2019/136>



Gərayzadə Akif Paşa oğlu – 17.10.1938-ci ildə Quba şəhərində anadan olmuşdur. Kənd Təsərrüfatı elmləri doktoru, professor. AMEA Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutunun "Torpaq fizikası və energetikası" laboratoriyasının rəhbəridir. Torpaqda istilik, elektrik, optik və su-fiziki xassələri arasındakı asılılıqların riyazi modelləri, dielektrik nüfuzluğu əsasında torpaq zərrəciyinin xüsusi səth kəmiyyəti, optik xassələri, torpaqların rənginin təyini üsulları, elektrikkeçirmə əmsalları əsasında torpaq nəmliyi və duzlaşma dərəcəsinin təyini üsulları, aerokosmik informasiya əsasında torpaqların duzluluğu və nəmlik göstəricilərinin təyini, bitkilərin günəş enerjisindən faydalı istifadə əmsalının təyini, torpaqların istilikkeçirmə xassələrinin xəritə sxemlərinin tərtibi, torpaq, bitki, hava sistemlərində enerjinin paylanması modelinin tərtibi sahəsində elmi tədqiqat işləri aparmışdır. A.P.Gərayzadə 155 elmi məqalənin və 3 monoqrafiyanın müəllifidir. Xarici mətbuatda 108-dən artıq elmi məqalə dərc etdirmişdir. Beynəlxalq Torpaqşünaslar İttifaqının və B.B.Dokuçayev adına Rusiya Torpaqşünaslar Cəmiyyətinin üzvü, əməkdar elm xadimidir.

MÜNDƏRİCAT

	Səh.
ÖN SÖZ.....	7
I FƏSİL I. ŞİRVAN DÜZÜNÜN İQLİM GÖSTƏRİCİLƏRİ, COĞRAFI MÖVQEYİ VƏ GEOMORFOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ.....	9
1.1. Coğrafi mövqeyi, geomorfologiyası və iqlim şəraitinin müqayisəli təhlili.....	10
1.2. Hidroloji durumu və təbii bitki örtüyü	16
1.3. Əsas torpaq tipləri və onların fiziki-kimyəvi xassələri.....	17
II FƏSİL. TORPAQLARIN İSTİLİK-FİZİKİ VƏ SU-FİZİKİ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİR GÖSTƏRƏN ƏSAS AMİLLƏR.....	24
2.1. Torpağın istilik-fiziki və su-fiziki xassələrinə təsir göstərən əsas amillər.....	24
2.2. Torpaqların xüsusi səthi və onun torpaq energetikasında əhəmiyyəti.....	30
2.3. Torpaqların xüsusi səthinin energetik üsullarla təyini.....	32
III FƏSİL . TƏDQIQAT OBYEKTİNİN İSTİLİK BALANSI VƏ ƏSAS GÖSTƏRİCİLƏRİ.....	43
3.1. İstilik balansı və onu təmin edən amillər.....	43
3.2. İstilik balansı elementlərinin gündəlik dinamikası.....	48
IV FƏSİL. TORPAQLARIN İSTİLİK-FİZİKİ XASSƏLƏRİ, ONLARIN ÖLÇMƏ ÜSULLARI VƏ DƏ- YİŞMƏSİ QANUNAUYĞUNLUQLARI.....	60
4.1. İstilik-fiziki xassələrin torpağa axan istilik selinin təyində rolu.....	60
4.2. Torpaq istilik-fiziki xassələrin hesablamə yolu ilə təyini.....	62
4.3. Torpaq istilik-fiziki xassələrinin tarla üsulu ilə təyin edilməsi.....	65
4.4. İstilik-fiziki xassələrin laboratoriya şəraitində öyrənilməsi.....	71
4.5. Torpağın istilik-fiziki xassələrinin torpağın müxtəlif xassələrindən asılı dəyişməsi.....	74

4.6. Tədqiqat obyektı torpaqlarının temperaturkeçirmə əmsallarının rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı.....	76
4.7. Torpaqlarının istilikkeçirmə əmsallarının rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı.....	85

**V FƏSİL. TORPAQDA TEMPERATUR QRADİYENTİ
VASİTƏSİLƏ SU AXINI.....** 95

5.1. Torpaqda istilik vasitəsi ilə rütubət axmanın əsasları və modelləşdirilməsi.....	96
5.2. Torpaqda temperatur qradiyenti vasitəsi ilə su axınının hesablanması üçün qurğunun prinsipl sxemi və nümunələrin təcrübəyə hazırlanması qaydaları.....	100
5.3. Torpaq sütunlarında su axınının müqayisəli təhlili.....	105
5.4. Torpaq sütunlarında zamandan asılı suyun paylanması və su axınının sürəti.....	112
5.5. Torpaqda temperaturkeçirmə və su axınının birgə təhlili.....	117

NƏTİCƏLƏR.....	120
İSTİFADƏ EDİLƏN ƏDƏBİYYAT.....	122

ÖN SÖZ

Global miqyasda torpaqların səhrələşməsi prosesi bütün dünyada olduğu kimi, Respublikamızda da öz həlli tələb edən ekoloji problemə çevrilmişdir. Beynəlxalq Bankın ekspertlərinin nəşərinə arid, semiarid və quru humid zonalarda səhrələşmənin 13%-i təbii amillərin, 87%-i isə insanın təsərrüfat fəaliyyəti səbəbindən baş vermişdir (Desertification, Implementing the Convention. A World Bank View. Second Edition. June 1996). Dünyanın bəzi guşələrində bu proses elə bir həddə çatmışdır ki, ekspertlərin fikrinə torpaq və bitki örtüyünü əlavə investisiyalar qoymaqla da bərpa etmək mümkün deyildir. Dünyada mövcud olan 48 növ səhrələşmə növünün böyük hissəsi insan tərəfindən su, torpaq, bitki örtüyünün, eləcə də enerji və mineral resursların səmərəsiz istifadəsi və istismarı səbəbindən əmələ gəlmişdir. Araşdırmalar göstərir ki, səhrələşmənin və aridləşmənin təsiri altında baş verən degradasiya prosesləri ilk növbədə bitki örtüyünün müxtəlifliyinə, həmçinin torpaqların fiziki, kimyəvi, fiziki-kimyəvi xassə və tərkiblərinə, o cümlədən torpaq qatlarının qranulometrik tərkibində fraksiyaların nisbətində kəskin təsir göstərir. Müxtəlif torpaq tiplərinin müxtəlif şəraitlərdə səhrələşmə prosesinə qarşı davamlılığı müxtəlif olduğundan torpaqların bütün xassələrinin, o cümlədən onların su və istilik rejimlərinin öyrənilməsində həm elmi-nəzəri, həm də praktiki aktualıq kəsb edir.

İnsan fəaliyyəti torpaqda istilik, su və hava rejimlərinə təsir göstərməklə onun qida və bioloji rejimlərinə təsir göstərir. Torpaqda su və istilik rejimlərinin formalaşması torpağın məsaməliyi, rütubətliyi, qranulometrik tərkibi, üzvü və mineral maddələrin miqdarından, onun həmçinin istilik-fiziki xassələrindən (istilik tutumu, istilik və temperatur keçiriciliyi) asılıdır. Bütün qeyd edilən istilik-fiziki xassələr eyni zamanda torpağın müxtəlifliyinə təsir göstərir, onun məkan daxilində rəngarəngliyini təmin edir. Bunları nəzərə almaqla onu da qeyd etmək olar ki, torpağın istilik-fiziki xassələri torpağın genetik xassələri, təbii rütubətliyi, sıxlığı, profilinin havalanması ilə birlikdə torpağın genetik xassələrinin formalaşmasında mühüm rol oynayır.

Bu baxımdan A.Manafova tərəfindən təqdim edilən monoqrafiya aridləşmə prosesinin təsiri altında torpaqların istilik və hidrofiziki

xassələrinin qarşılıqlı əlaqəsində baş verən dəyişikliklərin qiymətləndirilməsi baxımdan elmi-nəzəri əhəmiyyət kəsb edir.

Əsər mütəxəssislər və ekspertlər üçün nəzərdə tutulsa da, informasiyanın xarakterinə və əldə edilmiş nəticələrin təqdimatına görə geniş oxucu dairəsi üçün də maraq kəsb edə bilər.

Redaktor

I FƏSİL. ŞİRVAN DÜZÜNÜN İQLİM GÖSTƏRİCİLƏRİ, COĞRAFİ MÖVQEYİ VƏ GEOMORFOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Bu gün torpaq problemi progressiv insan cəmiyyətinin ümumbəşər problemidir. XX əsirdə insan tərəfindən dəymiş ciddi zərəri XXI əsrin elə əvvəllərində götürmək lazımdır. Yoxsa torpağı gələcək nəsillərə qoruyub saxlamaq mümkün olmayacaq. Bu isə o deməkdir ki, biz Yer kürəsində həyatı qoruyub saxlaya bilməyəcəyik. Torpağı qoruyub saxlamaq üçün insan tərəfindən dəymiş ziyanı aradan götürmək üçün, onu hərtərəfli öyrənmək vacibdir, sisteməlik olaraq onun müxtəlif xassələrinə təsir etmiş təbii və antropogen faktorları araşdırmaq lazımdır. Bitkilərə müxtəlif növ və dozada gübrə verilərkən təkcə onun məhsula təsirini yox eləcədə onun torpağın bioloji aktivliyinə təsirini öyrənmək vacibdir, o cümlədə onun tərkibinə, torpaqda yaşayan müxtəlif mikro-örqanizmlərin miqdarına və s. Torpaqda gedən bütün proseslər bu və digər dərəcədə torpaqda yaranan istilik və su rejimlərinə asılıdır. Ətraf mühitdə istilik və rütubət rejimlərinin qanunauyğunluqlarını bilmədən istənilən aqrotexniki əməliyyatın aparılması az effektiv olar.

Şübhəsiz ki, yer səthinə düşən günəş enerjisi və onunla bağlı bütün təbii proseslər torpaq-bitki-atmosfer sistemində gedən proseslərə təsir edir. Elə bu faktorlar da Yerdə istilik və su rejimlərini təmin edirlər. Yer səthinin qeyri-bərabər qızması özündə müxtəlif maddələr daşıyan axınların səbəbi olur və bütün bu bir biri ilə bağlı prosesləri tənzimləyən torpaqdır. Torpaq təkcə enerjinin və maddələrin tənzimləyicisi deyil, o eləcədə Yer kürəsinin informasiya, o cümlədə genetik informasiya bazasıdır. Ümumiyyətlə, məlumdur ki, torpaq sadə halda üç fazadan (bərk hissəciklər, maye və qaz) ibarət açıq termodinamik sistemdir. Fazalar arasında təbii (Günəş enerjisi, yağış və başqa atmosfer hadisələri) və antropogen (aqrotexniki tədbirlər və s.) faktorların təsiri ilə nisbətlər miqdarca daimi dəyişirlər. Bu səbəbdən torpağın istilik və rütubət xassələrini müxtəlif şəraitlərdə öyrənmək gərəkdir, məsələn müəyyən temperaturlarda, rütubətlərdə, sıxlıqlarda, mineral və qranulometrik tərkiblərdə və s. Bu göstəricilərin hər birinin dəyişməsi torpağın istilik və rütubət xassələrinin dəyişməsinə səbəb olur və torpaqda gedən hər bir prosesin istiqamətinin dəyişməsinə təsir edə bilər. Təbiidir ki, torpağa

istədiyimiz istiqamətdə təsir göstərmək üçün onu bacardıqca hərtərəfli öyrənmək lazımdır. Son onilliklərin ədəbiyyatını izlədikdə [1-7, 9, 31, 32] görürük ki, torpağa sərbəst fiziki cisim kimi maraqlı tək torpaqşünaslar tərəfindən deyil, eləcə də müxtəlif elm sahələrinin nümayəndələri tərəfindən də artırmaqdadır, məsələn, fiziklər, riyaziyyatçılar, geoloqlar, kibernetiklər və bir çox başqa sahələrin nümayəndələri [16-26, 33-36].

Şübhəsiz ki, yer səthinə düşən günəş enerjisi, eləcə də onunla bağlı atmosfer hadisələri, xüsusilə yağışın gücü və küləyin sürəti və s. torpaq-bitki-atmosfer sistemində gedən bütün proseslərdə vacib rol oynayırlar, elə bu faktorlarda yerin torpaq örtüyünün istilik və su rejimlərini təmin edirlər. Torpaqda daimi günəş enerjisi və atmosfer yağıntıları təsirindən temperatur və rütubət qradientləri yaranır. Yerdə gedən prosesləri hər tərəfli izləmək üçün torpaqda və yer üstü havada istilik və rütubət axınlarına təsir göstərə bilən bütün xassələr haqqında məlumatın olması lazımdır.

Torpağın istilik rejimi torpağa axan Günəş enerjisi vasitəsilə formalaşır. Torpaqda istilik-fiziki xassələrinin qanunauyğunluqları fəsil 4-ə öyrənilmişdir bu fəsildə torpaqda rütubət axınlarının qanunauyğunluqlarını tədqiq edəcəyik.

1.1. Coğrafi mövqeyi, geomorfologiyası və iqlim şəraitinin müqayisəli təhlili

Şirvan düzü Kür-Araz ovalığına daxil olaraq 710 min hektar sahəni əhatə edir. O, şimal-qərbdən, şimaldan və şimal-şərqdən Bozdağ və Ləngəbiz dağlarının ətəklərinə söykənir, şərqdən Şirvan, Hacıqabul və Hərəmi dağı, cənub-qərbdən və cənubdan Kür çayı ilə sərhəddə yerləşir. Ümumiyyətlə Şirvan düzü qərbdən şərqə doğru Xəzər dənizinə və şimaldan cənuba Kür çayı istiqamətində meyilli olan düzən təşkil edir. Şirvan düzünün cənub hissəsində Kür çayına yaxınlaşdıqca düzən landşaft axmazlar, çalalar hesabına pozulur. Geoloji cəhətdən Şirvan düzü plissen və antropogen təsirlərinə məruz qalmışdır, burada hidroqrafik şəbəkə antropogen təsirlərindən dəyişilmişdir ki, nəticədə müxtəlif gölməçələr əmələ gəlmişdir. Burada Abşeron çöküntüləri geniş yayılmışdır, onların qalınlığı 1000 metrə qədərdir. Bu çöküntülərin arasında duzlu plastlara da rast gəlinir.

Xəzər dövrünün qalıqları ala-bəzək olaraq çınqıllardan, müxtəlif konqlameratlardan, qumlardan, qum daşlarından, gillərdən və əhəng daşından təşkil olmuşlar [6, 10, 22,72, 101]. Müasir çöküntülər gillərdən, gillicələrdən, qumlardan ibarət olmaqla 10-15 metr qalınlıqda rast gəlir. Hal-hazırda Şirvan düzündə Böyük Qafqaz dağları çayları vasitəsilə prolüvial-allüvial çöküntülərin daxil olması davam edir. Şirvan Kür-Araz ovalığında daha mürəkkəb və geniş suvarılan zonalardandır. Burada sorlaşma, şorakətləşmə, eroziya prosesləri daha geniş sahələri əhatə edirlər. Bu proseslərin yayılma dərəcələri torpaqların səthindən, yaşından və torpaqəmələgəlmə prosesin istiqamətindən asılı olaraq fərqlənirlər. Ümumiliklə Şirvan düzü genetik cəhətdən eyni cins olmayan akkumulyativ düzən təşkil edir. Geomorfoloji cəhətdən burada üç zona fərqlənir. Birinci zonaya qərb və şərq dağətəyi hissələr və çayların gətirmə konusları aiddir (prolüvial-allüvial). İkinci zonaya dağətəyi delüvial-prolüvial düzənlər aid edilir. Üçüncü geomorfoloji zona ala-bəzək allüvial çöküntülərdən ibarət olmaqla mezorelyeflərdən təşkil edilmişdir. Qrunt sularının mənbəyini dağ çaylarından filtrasiya, irriqasiya suları, sellər, çayların daşması və sairə təşkil edir. Şirvan düzündə qrunt sularının dərinliyi torpaq səthindən 20 m dərinliyə qədər və daha dərinədə rast gəlir. Qrunt sularının duzluluğu mənbədən uzaqlaşdıqca artır. Duзların tərkibi hidro-karbonatlı və sulfo-hidro-karbonatlı tərkibdən xlorlu-sulfatlı və sulfatlı-xlorlu tərkibə qədər dəyişir. Ümumiyyətlə Şirvan düzünün iqlimi quru subtropik iqlimə yaxın olmaqla mülayim isti yarımsəhra və uzun quru yay ayları və qısa mülayim qış ayları ilə səciyyələnən çöl iqliminə bənzərdir. Cədvəl 1.1-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, buda atmosfer yağıntılarının miqdarından xeyli artıqdır. Bu, o deməkdir ki, burada kənd təsərrüfatı işləri əsasən suvarma yolu ilə aparılmalıdır, belə ki, suvarma problemlərinin həllində istilik-fiziki xassələrin öyrənilməsi əsas məsələlərdən biridir. Şirvan düzü, Kür-Araz ovalığında yerləşərək Ağsu, Kürdəmir, Ucar, Zərdab, Göyçay, Yevlax rayonları ilə əhatə olunur. Ümumiyyətlə bu rayonlar əsas iqlim göstəricilərinə görə bir-birindən, bir o qədər kəskin olmasa belə fərqlənirlər.

Cədvəl 1.1
Şirvan düzünə daxil olan rayonların iqlim göstəriciləri (Cədvəl meteoroloji stansiyaların, çap və arxiv məlumatlarına və hesablama üsullarına əsasən tərtib edilmişdir, 2000-2010 illər)

Aylar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İllik
Ağsu													
*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
I	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

Cədvəl 1.1.1-in davamı

Ucar														
*Q	5	6,3	9,8	12,6	14,7	18,4	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	8,0	8,0	6,8	6,1	2,3	0,9	-0,2	47,1
*T _{hava}	1,4	3,5	6,9	12,6	19,5	24,4	27,3	27,3	26,9	22,1	15,9	9,2	3,8	14,5
*T _{tpq}	2	4	6	16	25	30	34	34	32	26	18	10	4	17
*P	26	27	38	35	38	32	19	19	15	31	36	36	27	360
*E ₀	18	22	37	63	110	167	201	201	187	116	63	29	21	1034
W	87	83	81	74	65	55	52	52	54	65	76	84	88	72
Zərdab														
*Q	5	6,3	9,8	12,6	14,7	18,4	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	8	6,8	5,1	2,3	0,9	-0,2	47,1
*T _{hav}	1,8	4	7,3	12,8	19,3	23,5	26,2	26,2	25,6	21,3	15,7	9,4	4,3	14,3
*T _{tpq}	2	4	8	16	25	30	34	34	31	26	18	10	4	17
*P	26	26	36	33	36	30	16	16	13	29	32	34	24	335
*E ₀	24	29	41	64	110	145	161	161	146	92	57	33	20	922
*W	83	78	78	72	65	57	57	57	60	70	76	82	86	72

Cədvəl 1.1-in davamı

Göyçay

*Q	4,9	6,4	9,6	12,2	13,6	17,4	17,1	16,2	12,3	8,5	5,8	4,5	128
*R	0,1	1,4	3,6	4,9	5,7	7,0	7,4	6,8	4,8	2,3	0,8	-0,2	45,5
*T _{hava}	1,9	3,5	7,0	12,9	18,9	23,6	26,4	26,6	21,1	15,5	9,0	4,2	14,2
*T _{tpq}	2	4	8	16	24	30	33	32	25	17	10	4	17
*P	38	37	54	50	53	51	23	17	39	53	52	34	500
*E ₀	25	29	43	67	92	135	163	155	100	61	33	27	930
*W	82	78	77	70	67	58	56	58	68	76	82	82	71

Yevlax

*Q	4,9	6,4	9,6	12,2	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 _{hav}	1,7	3,7	7,6	13,5	19,6	24,3	27,3	26,7	21,7	15,6	9,0	3,9	14,6
*T _{tpq}	2	4	8	16	25	30	34	32	26	18	10	4	17
*P	22	27	37	31	35	31	15	13	25	34	31	22	323
*E ₀	27	34	52	85	123	168	210	183	119	72	37	30	1139
*W	81	75	73	66	62	54	51	54	64	73	80	82	68

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

Ağsu rayonu Böyük Qafqazın cənub yamacında dağətəyi zonada yerləşir. Ərazinin cənub hissəsinin iqlimi qışı quraq keçən mülayim isti yarım səhra, quru bozqırlara, yayı quru keçən mülayim isti iqlim tiplərinə aiddir. Qışı yumşaq, günəşli və az qarlı keçməsi ilə fərqlənir. Ümumi radiasiyanın illik miqdarı $125-130 \text{ kkal/sm}^2$, radiasiya balansının illik miqdarı $40-46 \text{ kkal/sm}^2$ arasında dəyişir. Havanın orta illik temperaturu $13-14^{\circ}\text{C}$ arasına dəyişir. İlin soyuq ayında (yanvarda) temperatur $0-3^{\circ}\text{C}$ arasında dəyişir, ilin isti ayında (İyul) temperatur $25-27^{\circ}\text{C}$ arasındadır. Mütləq maksimum temperatur $40-43^{\circ}\text{C}$ arasında olur, bəzi illərdə isə $42-46^{\circ}\text{C}$ çatır. Torpaq səthinin orta illik temperaturu $15-17^{\circ}\text{C}$ arasında olur. Burada 5°C yuxarı temperaturun illik miqdarı $4400-5000$ arasında dəyişir; 10°C yuxarı temperaturların cəmi isə $3800-4500$ arasındadır. Atmosfer yağıntılarının orta illik miqdarı $400-600 \text{ mm}$ arasında dəyişir, torpaq səthindən il boyu buxarlanmanın miqdarı $800-1000 \text{ mm}$ -dir. Havanın il boyu nisbi rütubəti $50-81\%$ arasında dəyişir.

Kürdəmir rayonu Şirvan düzünün mərkəzi hissəsində yerləşir. Ərazinin iqlimi yayı quraq keçən mülayim isti yarım səhra və quru steplər tipinə aiddir. Ümumi günəş radiasiyasının miqdarı 134 kkal/sm^2 ətrafında, radiasiya balansı isə $47,1 \text{ kkal/sm}^2$ ətrafında dəyişir. Havanın orta illik temperaturu $14,5^{\circ}\text{C}$, torpaq səthinin temperaturu isə təxmini 17°C ətrafında təsadüf edilir. Ən soyuq ayın (yanvar) orta temperaturu $1,4^{\circ}\text{C}$, ən isti ayın temperaturu isə orta hesabla $27,3^{\circ}\text{C}$ -dir. İl boyu 5°C yuxarı temperaturun miqdarı 5078°C , 10°C artıq temperaturun illik cəmi isə 4647°C təşkil edir. İllik atmosfer yağıntılarının miqdarı orta hesabla 360 mm təşkil edir, mümkün buxarlanmanın isə miqdarı 1034 mm -dir.

Ucar rayonu Şirvan düzənliyinin qərb hissəsində yerləşir. Ərazinin iqlimi yayı quraq keçən mülayim isti yarım səhra və quru bozqırlar tipinə aiddir. Ümumi radiasiyanın illik miqdarı burada da təxmini 134 kkal/sm^2 , radiasiya balansının miqdarı isə $47,1 \text{ kkal/sm}^2$. Havanın orta illik temperaturu $14,6^{\circ}\text{C}$ təşkil edir. İyulun orta aylıq temperaturu $23,7^{\circ}\text{C}$, yanvarın isə orta aylıq temperaturu $1,4^{\circ}\text{C}$ təşkil edir. Torpaq səthinin orta illik temperaturu 17°C -dir. İl boyu havanın 5°C yüksək temperaturunun cəmi 5078 , 10°C yuxarı olan temperaturların cəmi isə 4647°C təşkil edir. Bəzi illərdə yayda mütləq maksimum temperatur 45°C -də yüksək olur, qışda isə mütləq minimum temperaturun qiyməti mənfi 25 dərəcədən

aşağı düşür. İl boyu mümkün buxarlanmanın miqdarı 1000-1100 mm arasında dəyişir.

Zərdab rayonu Kür-Araz ovalığının mərkəzi hissəsində Kür çayının solunda yerləşir. Ərazinin iqlimi yayı quraq keçən mülayim-isti yarımsəhra və quru bozqırlar tipinə aiddir. Ümumi günəş radiasiyasının illik miqdarı 134 kkal/sm², radiasiya balansının 47,1 kkal/sm² təşkil edir. Havanın orta illik qiyməti 14,6 °C təşkil edir. Ən isti ayın orta temperaturu (iyul) 26,2°C, ən soyuq ay yanvarın orta temperaturu 1,8°C ətrafında olur. Bəzi illərdə burada temperatur maksimumu 42°C-dən yüksək olur. Mütləq minimum temperatur isə mənfi 11°C və daha aşağıdır. Torpaq səthinin orta illik temperaturu 17°C təşkil edir. İl boyu havanın temperaturunun 5°C yüksək qiymətlərinin miqdarı 5013°C, 10°C yüksək temperaturunun miqdarı isə 4553°C təşkil edir. İlboyu yağıntıların miqdarı 335 mm, havadan mümkün buxarlanma isə 922 mm-ə yaxın olur. Yevlax rayonu ovalığın şimal-qərb hissəsində yerləşir, qışı quraq mülayim isti, yarımsəhra və quru bozqır iqlim tipinə aiddir. Günəşdən gələn ümumi radiasiyanın miqdarı təxmini hesablamalara görə 128,5 kkal/sm² təşkil edir, radiasiya balansı 45,5 kkal/sm² ətrafında dəyişir. Havanın orta illik temperaturu 14,6 °C. Yanvar ayının orta aylıq temperaturu 1,7°C, iyulun temperaturu 27,3°C. Bəzi illərdə iyul ayında mütləq maksimum temperatur 45°C, yanvarda isə mütləq minimum temperatur mənfi 20°C ətrafındadır. Torpaq səthinin orta illik temperaturu 17°C ətrafında dəyişir. Havanın 5°C-dən yuxarı temperaturun illik cəmi 5124-dən, 10°C yuxarı olan temperaturunun illik cəmi 4647 °C təşkil edir.

1.2.Hidroloji durumu və təbii bitki örtüyü

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. Burada qədimdən suvarma sistemlərindən istifadə olunduğundan, torpaqların duzlanması, eroziyası və müxtəlif növ çirklənmə prosesləri mövcuddur. Ümumiyyətlə, Şirvan düzü genetik cəhətdən eynicins olmayan akkumulyativ düzənlikdən ibarətdir. Geomorfoloji baxımdan tədqiqat obyektini üç zonaya ayırılır: prolüvial-delüvial çöküntülərdən ibarət dağətəyi zona; dağətəyi delüvial-prolüvial çöküntülərdən ibarət düzənlik

zonadan və ala-bəzəkliyi ilə fərqlənən allüvial mənşəli mezorelyef. Qrunt suları burada dağ çaylarından əmələgələn filtrasiya suları, suvarma suları, sellər vasitəsi ilə formalaşırlar. Ümumilikdə qrunt sularının dərinliyi geniş intervalda dəyişir, onların duzlaşma dərəcəsi mənbələrdən uzaqlaşdıqca çoxalır, xüsusi ilə düzən hissəyə yaxınlaşdıqca. Burada hidrokarbonatlı, sulfatlı-hidrokarbonatlı, xloridli-hidrokarbonatlı və sulfatlı-xloridli növ duzlaşma tipləri mövcuddur. Burada buxarlanma atmosfer yağıntılarından xeyli yüksəkdir.

Burada qeyd etdiyimiz kimi iqlim göstəriciləri yarım-səhra bitkilərinin inkişafına şərait yaradır. Şirvan düzünün bitki örtüyü təkrarən əmələgələn yarım səhra, çəmən, bataqlıq və meşə bitki tiplərinə aiddir. Burada yarım səhraya aid tipik bitkilərdən yovşanlı-efemer formasını göstərmək olar. Bu bitki forması düzəndə geniş yayılmışdır və əsasən dağ ətəyi və mərkəzi hissələrdə daha tez-tez rast gəlir. Yovşan qruplaşmalarının qonşusu olan efemerlərdən ən geniş yayılanı soğanaqlı qurtıdır. Çala bitkiləri əsasən Kür çayının ətrafında lokal şəkildə inkişaf edirlər. Bunlardan mezofitlər, halofitlər əsas yer tuturlar (dəvə tikanı, biyan, ətirli yovşan və sairə). Şirvanda su-bataqlıq bitkiləri Qarasu çayının ətrafında rast gəlinirlər (ağ suzanbağı, suzanbağı, zanbaq, zanaquüllə). Meşə bitkisi burada səciyyəvi deyil, ensiz Tuqay meşələri şəklində Kür çayının ətrafında rast gəlir (topol belolistik, qarağac, palıd və s.).

1.3. Əsas torpaq tipləri və onların fiziki-kimyəvi xassələri

Azərbaycanın torpaq xəritəsinə uyğun olaraq Şirvan düzündə əsasən şabalıdı, çəmən-boz, boz-çəmən, çəmən-bataqlıq, şoran torpaqlar və onların müxtəlif növləri yayılmışdır [4, 5]. Şirvan düzündə əsas zonal torpaq tipi kimi boz torpaqlar sayılır (*Haplic Calsisols*). Bu torpaqlar əsasən Şirvanın şərqində dağətəyi delüvial çöküntülər üzərində şabalıdı torpaq tiplərindən aşağıda yayılmışlar. Boz torpaqların yarım tipləri kimi boz-çəmən (*Gleyic Xerosols*), çəmən-boz (*Gleyik Calsisols*), şoran, şorakətli və sairə torpaqlar da rast gəlinir. Şorakətli-şoran, çəmən torpaqlarda düzlərin tərkibində natrium sulfat üstünlük təşkil edir. Bu torpaqların üst qatında udulmuş əsasların tərkibində natrium üstünlük təşkil edir (30-33 %). Ümumiyyətlə Şirvan düzünə aid rayonların iqlim,

bitki, torpaq tiplərinə diqqət etsək görürük ki, bu göstəricilər bir-birindən o, qədər də fərqlənmirlər. Bu səbəbdən və eləcə də işin həcmi həddən artıq böyütməmək üçün biz əsasən tədqiqatları Ağsu və Kürdəmir rayonları çərçivəsində eyni tip torpaqlarda aparmağı qərar almışıq. Bu iki rayonu iqlim göstəricilərinə görə Şirvan düzü üzrə səciyyəvi hesab etmək mümkündür. Tədqiqat apardığımız sahələrin torpaqları əsasən dağ-şabalıdı, boz-çəmən (*Gleyic Xerosols*) və çəmən-boz (*Vertic Cambisols*) torpaqlara aiddir.

Dağ-şabalıdı torpaqlar. Şabalıdı torpaqlar əsasən Şirvan düzünün dağətəyi hissələrində yayılmışlar. Bu torpaqların üst qatında (0-36 sm) humusun miqdarı 4,65% təşkil edir və aşağı qatlara getdikcə azalaraq 129-165 sm qatda 0,85%-ə qədər azalır. Karbonatlar geniş intervalda dəyişir: 3,9-24,3% arasında. Karbonatların paylanması, onların üst qatdan yuyulub aşağı qatlarda toplanması müşahidə olunur. Bu torpaqların udma tutumu 100 q quru torpaqda 26,7-31,6 mq-ekv təşkil edir ki, bunların arasında kalsiumun miqdarı cəmdən 67,8-72,8% təşkil edir, maqneziumun payına 21,1-27,4% düşür, natrium isə 3,5-6,2% arasında dəyişir. Torpaqların profilləri boyu quru qalıqın miqdarı 0,120-0,194% təşkil edir və göründüyü kimi bu torpaqlar zəif dərəcədə duzludular. Qranulometrik tərkibinə görə bu torpaqlar yüngül və orta gillidirlər, fiziki gil miqdarı üst qatda 71,2%-ə qədər olur, aşağı qatlarda onun miqdarı 66,78% təşkil edir.

Çəmən-boz torpaqlar. Bu torpaqlar dərin çölləşmə mərhələsini keçmişlər və Şirvan düzü üçün daha səciyyəvidirlər. Humusun miqdarı üst qatda 2,55%-ə qədər olur, dərinə getdikcə azalaraq 88-136 sm qatda 1,1% təşkil edir. Karbonatların paylanmasına gəldikdə, alt qatlara getdikcə onların miqdarının bir qədər artması müşahidə olunur. Belə ki, əgər torpağın üst 0-27 sm qatında onun miqdarı 7,8% olduğu halda, 88-136 sm qatda onun miqdarı təxmini 11,7%-ə çatır. Udulmuş əsasların miqdarı 100 qram quru torpaqda 21,9-25,6 mq-ekv təşkil edir, bunlardan da yarıdan çoxu kalsiumun payına düşür (57,1-65,0%). Duzlaşma dərəcəsi aşağıdır, quru qalıqın miqdarı bu torpaqların üst qatında 0,260%, aşağı qatlara getdikcə bir qədər azalaraq 0,147% təşkil edir. Qranulometrik tərkibinə görə bu torpaqlar gillicəlidirlər. Fiziki gil miqdarı 29,20-52,40% arasında dəyişir.

Boz-çəmən torpaqlar. Boz-çəmən torpaqların üst qatında (0-18 sm) humus 2,65% təşkil edir, dərinliyə getdikcə azalaraq və 91-165 sm dərinlikdə 0,15% düşür. Karbonatların miqdarı profil boyu 12,6-18,9% arasında dəyişir. Karbonatların əksər hissəsi 18-37 sm qatda yerləşir. Udulmuş əsasların miqdarı 100 qram torpağa 25,7-29,3 mq-ekv təşkil edir. Udulmuş əsasların cəmindən kalsiumun payına 47,0-52,5% maqneziumun payına 32,9-35,0% və natriumun payına 12,5-18,2% düşür. Üst qatda (0-18 sm) quru qalıqın miqdarı 0,225% təşkil edir, aşağı qatlara getdikcə onun miqdarı kəskin artaraq 1,662% təşkil edir. Qranulometrik tərkibinə görə bu torpaqlar orta və ağır gillidirlər. Fiziki gilin miqdarı burada 76,28-93,6% arasında dəyişir.

Çəmən-bataqlıq torpaqlar. Bu torpaqlar Şirvan düzü-nün məhdud hissələrində yayılmışlar, əsasən çalalarda, qunt sularının üzə çıxan yerlərində, Kür çayının yaxınlıklarında. Cəmən-bataqlı torpaqlar yüksək humusluluğu və rütubətliyi ilə fərqlənirlər, burada əsasən suya həssas bitkilər inkişaf edir. Humusun miqdarı üst (0-27 sm) qatda 5%-ə çatır, bu da hər il çoxlu bitki kütləsinin çürüməsi ilə bağlıdır. Dərinə getdikcə humusun miqdarı azalır və 1 metr dərinlikdə onun miqdarı 1,3 %-ə çatır. Humusun bu cür paylanması onunla əlaqəlidir ki, kök və kökcüklərin əsas kütləsi torpaq profilinin bu hissədə toplanır. Daha aşağı qatlarda köklərin az olmasının səbəbi yüksək rütubətliklə əlaqədar qleyləşmiş qatda hava-su rejiminin əlverişsiz olması və eləcə də bitkilərə mənfi təsir göstərən dəmir oksidinin çox olmasıdır. Karbonatların miqdarı 5,8-13,9% arasında dəyişir. Udulmuş əsaslar az intervalda dəyişir (32,1-32,9 mq-ekv 100 q torpaqda). Ümumi cəmdən kalsiumun payına 49,1-49,5%, maqneziumun payına 41,2-42,3% və natriumun payına 8,5-9,7% düşür. Torpaqlar orta və zəif duzludur, quru qalıqın miqdarı 0,383-0,790% təşkil edir. Qranulometrik tərkibinə görə bu torpaqlar üst qatdan gilli (fiziki gilin miqdarı 77,0-77,6%), aşağı qatlarda getdikcə isə bir qədər yüngülləşir və 63-98 sm qatda fiziki gilin miqdarı 47,2 % olur.

Şoran torpaqlar. Şirvan düzündə şoran və şorakətli torpaqlar seçilirlər, eləcə də əksər hallarda şoran torpaqlar eyni zaman həm də şorakətlidir. Bu səbəbdən Şirvan düzündə duzluluğun xlorid-sulfat-maqnezium-natrium tipinə görə cəmən şoran-şorakətli torpaqlardan fərqlənir. Bu torpaqların üst qatında (0-19 sm) humusun miqdarı 2,1%

Cədvəl 1.2

Çəmən-boz torpaqların bəzi su-fiziki xassələri (Ağsu)

Göstəricilər Qatlar, sm	Xüsusi çəki, /sm ³	Həcm çəki, q/sm ³	Məsaməli k, %	Hiqroskopik nəmlik, %	Maksimal hiqroskopik nəmlik, %	Molekulyar nəmlik, %	Kapilyar nəmlik, %
Kəsim 1.							
0-29	2,71	1,22	55,0	5,68	10,0	16,7	36,3
29-57	2,75	1,38	49,82	6,68	11,8	16,7	34,5
57-78	2,77	1,46	47,3	4,84	8,7	15,5	31,8
78-109	2,75	1,47	46,55	5,0	9,4	16,1	27,9
109-143	2,71	1,43	47,24	5,30	9,8	16,9	25,6
Kəsim 2.							
0-26	2,72	1,29	52,6	6,08	11,2	16,7	33,7
26-50	2,76	1,41	48,92	6,48	11,7	16,7	31,4
50-80	2,78	1,52	48,93	6,48	10,5	15,5	30,8
80-110	2,75	1,50	45,46	6,52	12,4	16,1	30,4
110-150	2,74	1,49	45,63	5,68	11,7	16,9	26,6

Cədvəl 1.3

Şirvan düzü əsas torpaq tiplərinin tam su çəkiminin duz tərkibi, %

Genetik qatlar, sm	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+K	Duzların cəmi, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Şabalıdı torpaqlar								
0-36	yox	0,049	0,009	0,031	0,016	0,005	0,010	0,120
36-63	“	0,039	0,004	0,080	0,027	0,004	0,017	0,171
63-100	“	0,039	0,004	0,099	0,018	0,011	0,023	0,194
100-129	“	0,045	0,004	0,077	0,028	0,004	0,018	0,175
129-165	“	0,043	0,009	0,062	0,025	0,005	0,012	0,156
Çəmən-boz torpaqlar								
0-27	yox	0,037	0,009	0,139	0,039	0,011	0,021	0,256
27-55	“	0,039	0,004	0,043	0,011	0,007	0,012	0,116
55-88	“	0,043	0,004	0,063	0,023	0,005	0,012	0,150
88-136	“	0,037	0,004	0,067	0,018	0,009	0,009	0,147
Boz-çəmən torpaqlar								
0-18	yox	0,061	0,018	0,069	0,018	0,048	0,031	0,206
18-37	“	0,043	0,075	0,350	0,045	0,015	0,151	0,679
37-72	“	0,039	0,093	0,760	0,093	0,048	0,240	1,273
72-91	“	0,030	0,106	0,924	0,116	0,044	0,306	0,526
91-165	“	0,037	0,089	0,919	0,111	0,034	0,318	0,508

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Çəmənbataqlı torpaqlar								
0-27	yox	0,054	0,049	0,405	0,080	0,041	0,077	0,705
27-63	“ “	0,052	0,027	0,207	0,057	0,007	0,057	0,407
63-98	“ “	0,054	0,027	0,181	0,046	0,016	0,041	0,364
Şoran torpaqlar								
0-19	yox	0,024	1,260	5,030	0,234	0,655	1,725	8,929
19-57	“ “	0,021	0,133	0,935	0,134	0,057	0,281	1,561
57-72	“ “	0,021	0,155	0,948	0,134	0,057	0,301	1,616
72-110	“ “	0,021	0,080	0,353	0,029	0,019	0,158	0,660
110-132	“ “	0,018	0,137	1,076	0,177	0,044	0,324	1,740

olub, dəriniyə getdikcə azalır. Burada karbonatların miqdarı aşağıdır, profil üzrə 1,0-10,6% arasında qeyri-bərabər paylanırlar (cədvəl 1.2).

Udulmuş əsasların miqdarı profil boyu 100 q torpaqda 16,2-21,3 mq-ekv təşkil edir. Cəmdə udulmuş kalsiumun payı 38,1-49,8%, maqniyumun miqdarı 30,5-39,8% və natriyumun payı 19,0-20,5% arasında dəyişir. Quru qalıqın miqdarı üst qatda 8,937% olur, dəriniyə getdikcə duzların miqdarı kəskin azalır və 0,760% qədər enir. Qranulometrik tərkibinə görə bu torpaqlar profil boyu müxtəlif dərəcədə fərqlənirlər. Fiziki gilinin miqdarı 35,36%-dən 90,80%-ə qədər dəyişir. 1.2. və 1.3 sayılı cədvəllərdə Şirvan düzünün əsas torpaq tiplərinin xarakterik kəsimlərindən götürülmüş nümunələrin su-fiziki və tam su çəkimi analizinin nəticələri göstərilir.

Göründüyü kimi, şabalıdı və çəmən-boz torpaqlar duzlaşmamış torpaqlara aiddir. Boz-çəmən torpaqların əkin qatı duzlaşmamış, əkin altı qatı isə zəif və orta dərəcədə duzlaşmış torpaqlara aid edilə bilər.

Çəmən-bataqlı torpaqlar üst qatdan bir qədər çox duzlaşmışlar. Şoran torpaqlar təbii olaraq profil boyu duzlaşma dərəcəsinə görə zəif duzlaşmış torpaqlardan (quru qalıqın miqdarı 0,76%) şoranlıqlara (8,90%) qədər fərqlənirlər [53, 54].

II FƏSİL. TORPAQLARIN İSTİLİK-FİZİKİ VƏ SU-FİZİKİ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİR GÖSTƏRƏN ƏSAS AMİLLƏR

2.1. Torpağın istilik-fiziki və su-fiziki xassələrinə təsir göstərən əsas amillər

Məlum olduğu kimi, dağ süxurları Günəş, yağış, hava, külək və müxtəlif növ canlı və cansız orqanizmlərin təsiri nəticəsində dəyişilmiş və üst horizontlarında torpaq əmələ gəlmişdir. Belə ki, torpaq əmələgəlmə prosesi birbaşa ətraf mühitin xassələrindən asılıdır. Torpaq tarix boyu ətraf mühitdə gedən prosesləri və antropogen faktorları özündə əks etdirir. Bu gün insanların əsas vəzifələrindən biri torpaq əmələgəlmə proseslərini dərindən öyrənmək və onlara meliorativ təsirlərin dərəcəsini müəyyən etməkdir.

Torpağın münbitliyini qorumaq onun düzgün istismarındadır. İstilik-fiziki, su-fiziki, bioloji və təsərrüfat xassələrindən asılı olaraq, eyni zaman çərçivəsində, eyni kimyəvi tərkibə məxsus müxtəlif zonalarda yerləşən, eyni tipli torpaqların effektiv məhsuldarlığı müxtəlif ola bilər. Təbii hallarda torpaqların münbitliyində fərq, torpaq əmələgəlmə prosesinin istiqamətindən, torpağın tərkibindən (kimyəvi tərkibindən, üzvi maddələrdən, kolloidlərdən, qaz tərkibindən və s.), xassələrindən (fiziki, kimyəvi, bioloji) və quruluşundan asılı olur. Torpaq və torpaq əmələ gətirən süxurlar arasında daimi enerji (əsasən istilik enerjisi), qaz, su buxarı və məhlullar mübadiləsi baş verir.

Torpaq əmələgəlmə prosesində, Günəş radiasiyası, atmosfer yağıntıları, torpaq səthi havanın, torpaq üstü və qrunt sularından asılı olan iqlimin rolu olduqca böyükdür. Onun torpaq əmələgəlmə prosesində təsiri birbaşa (torpağın rütubətlənməsi, islanması, qızması, soyuması və s.) və dolayısı ilə (torpaqda müxtəlif canlı orqanizmlərin inkişaf prosesi vasitə-silə) ola bilər.

Belə ki, torpaqda gedən bütün proseslər bu və digər dərəcədə torpaqda yaranan istilik və su rejimlərindən asılıdır. Ətraf mühitdə istilik və rütubət rejimlərinin qanunauyğunluqlarını bilmədən istənilən aqrotexniki əməliyyatın aparılması az effektivdir. Şübhəsiz ki, yer səthinə düşən günəş enerjisi və onunla bağlı bütün təbii proseslər torpaq-bitki-atmosfer sistemində gedən bütün proseslərə də təsir edir. Elə bu

faktorlar da Yerdə istilik və su rejimlərini təmin edirlər. Yer səthinin relyefdən, su hövzələrindən, meşə sahələrindən və s. asılı qeyri-bərabər qızması özündə müxtəlif maddələr daşıyan axınların səbəbi olur və bütün bu, bir biri ilə bağlı prosesləri tənzimləyən torpaqdır. Torpaq təkcə enerjinin və maddələrin tənzimləyicisi deyil, o eləcədə Yer kürəsinin informasiya, o cümlədə genetik informasiya bazasıdır.

Ümumiyyətlə, məlumdur ki, torpaq sadə halda üç faza-dan (bərk hissəciklər, maye və qaz) ibarət açıq termodinamiki sistemdir. Fazalar arasında təbii (Günəş enerjisi, yağış və başqa atmosfer hadisələri) və antropogen (aqrrotexniki tədbirlər və s.) faktorların təsiri ilə nisbətlər miqdarca daimi dəyişirlər. Bu səbəbdən torpağın istilik və rütubət xassələrini müxtəlif şəraitlərdə öyrənmək gərəkdir, məsələn müəyyən temperaturlarda, rütubətlərdə, sıxlıqlarda, mineral və qranulometrik tərkiblərdə və s. Bu göstəricilərin hər birinin dəyişməsi torpağın istilik və rütubət xassələrinin dəyişməsinə səbəb olur və torpaqda gedən hər bir prosesin istiqamətinin dəyişməsinə təsir edə bilər.

Təbiidir ki, torpağa istədiyimiz istiqamətdə təsir göstərmək üçün onu bacardıqca hərtərəfli öyrənmək lazımdır. Son onilliklərin ədəbiyyatını izlədikdə görürük ki, torpağa sərbəst fiziki cisim kimi maraq tək torpaqşünaslar tərəfindən deyil, eləcə də müxtəlif elm sahələrinin nümayəndələri tərəfindən də artmaqdadır, məsələn, fiziklər, riyaziyyatçılar, geoloqlar, kibernetiklər və bir çox başqa sahələrin nümayəndələri.

Şübhəsiz ki, yer səthinə düşən günəş enerjisi, eləcə də onunla bağlı atmosfer hadisələri, xüsusilə yağışın gücü və küləyin sürəti və s. torpaq-bitki-atmosfer sistemində gedən bütün proseslərdə vacib rol oynayırlar, elə bu faktorlarda yerin torpaq örtüyünün istilik və su rejimlərini təmin edirlər. Torpaqda daimi günəş enerjisi və atmosfer yağıntılarını təsirindən temperatur və rütubət qradientləri yaranır.

Yerdə gedən prosesləri hər tərəfli izləmək üçün torpaqda və yer üstü havada istilik və rütubət axınlarına təsir göstərə bilən bütün xassələr haqqında məlumatın olması lazımdır. Torpağın istilik rejimi torpağa axan Günəş enerjisi vasitəsilə formalaşır. Torpağa əsas enerji mənbəyi olan Günəş şüalarının enerjisindən başqa ekzotermik, kimyəvi, fizika-kimyəvi və bioloji reaksiyalar vasitəsi ilə alınan enerji də daxil olur. Lakin belə alınan enerji torpağın temperaturuna ciddi təsir göstərmir. İlin isti

aylarında qurumuş vəziyyətdə olan torpaq islandıqda öz temperaturunu artırır. Bu formada əldə edilən istiliyə islanma istiliyi deyilir. O, özünü üzvi və mineral (killi) kolloidlərlə zəngin torpaqların zəif islanma hallarda büruzə verir. Torpağın bəzi hallarda cüzi qızmasının səbəbi Yer daxili istiliyindən ola bilər. Başqa, ikinci dərəcəli istilik mənbələrindən kristallaşma, kondensasiya və suyun donması proseslərində, fazalar arası keçidlər zamanı əmələ gələn “gizli istilik” mənbələrini qeyd etmək olar.

Qranulometrik tərkibdən, çürüntülərin miqdarından, rəngindən və rütubətlənmə dərəcəsindən asılı olaraq torpaqlar “isti” və “soyuq” torpaqlar kimi fərqlənilirlər. Torpağın rütubəti artdıqda istilik tutumu iridispersli torpaqlarda (qumsal, yüngül gillicəli) az artır nəinki narın dispersli torpaqlarda (ağır gillicəli), belə ki, torfun istilik tutumu daha yüksək olur. Bu səbəbdən torflu və gilli torpaqları soyuq, qumsal torpaqlar isə isti torpaqlara aid edilirlər.

Torpaq əmələgəlmə prosesində atmosfer iqlimi ilə birlikdə, eləcə də onunla bağlı olan torpaq iqliminin rolu yüksəkdir. Torpaq iqlimi məlum qaydalarla torpağın xassələrinə təsir göstərir (çürüntülərin əmələgəlməsinə, istiliyinə, rütubətliyinə, havalanmasına və s.). Torpaq əmələgəlmədə iqlimin əsas göstəriciləri kimi temperatur, atmosfer yağıntıları, Günəşdən gələn şüa enerjisini göstərmək lazımdır. İl boyu atmosfer yağıntılarının qeyri bərabər düşməsi qeyri qənaətbəxş su rejiminin yaranmasına səbəb olur. Belə ki, yağışlar yağdığı dövrlərdə rütubət artır, quraqlıq zamanı quruyur.

Havanın və torpağın temperaturu torpaqda gedən kimyəvi və bioloji proseslərin sürətinə təsir göstərir. Müxtəlif temperatur rejimləri olan zonalarda vegetasiya dövrünün uzunluğu torpaq əmələgəlmənin fəsil boyu intensivliyini müəyyən edir. Mənfi temperatur rejimlərində torpaq əmələgəlmə prosesi zəifləyir, lakin tam dayanmır. Aşağı temperaturlarda çürüntülərdən əmələ gəlmiş turşular dönməz laxtalaşır və suda həll olunmayan maddələrin əmələ gəlməsinə səbəb olurlar. Bu hallarda torpaqdakı başqa üzvi birləşmələrdə, üzvi-orqanik və mineral kolloidlərdə də rast gəlinir. Torpaq əmələgəlmə prosesinə, eləcə də defilyasiya yarada bilən küləyin sürəti də təsir göstərir. Küləyin sürəti 5 m/s-dən artıq olduqda torpağın narın hissəcikləri hava ilə daşır, orta ölçülü hissəciklər sıçrayışla, bir qədər iri ölçülü hissəciklər isə torpağın

səthi ilə diyirlənirlər. Külək eləcədə buxarlanmaya təkan verməklə, torpaq səthi ilə hava arasında mübadiləni sürətləndirir. Təbii zonaların iqlim şəraiti bütün fiziki-coğrafi və xüsusən torpaq əmələgəlmə proseslərində öz izini qoyurlar. Başqa faktorlarla birlikdə iqlimdən asılı olaraq tamam fərqli torpaq növləri əmələ gəlirlər.

Torpaq əmələgəlmə prosesində relyefin elementlərinin rolu da az deyil, xüsusən makro-, mezo- və mikrorelyefin. Relyefin əmələgəlməsi müxtəlif təsirlərin vasitəsilə baş verir, bunlardan geoloji (su və külək təsiri ilə əmələgələn kələ-kötürlük, karst uçurumları və çökmələri, palçıq vulkanları və s.); iqlim (sıxılma, genişlənmə, şişmə, donma və ərimə, çatların genişlənməsi); antropogen (şırımlar, arxlar, xəndəklər, bəndlər, təpəciklər və s.)

Mikrorelyefin hündürlüyü on santimetrlərlə ölçülür, eni 10 metrədən çox olmur. Mikrorelyef hamar olmayan sahələrdə torpaqların kompleks şəkildə paylanmasını təmin edir. Alçaq yerlərin torpaqlarında çürüntülərin miqdarı təpələrə nisbətən daha çox olur.

Torpaqların münbitliyinin formalaşmasında bitki örtüyünün və torpaq orqanizmlərinin rolu çox olur. Bitki qalıqları torpağa daxil olan üzvi maddələrin, torpağı tünd rənglərə boyayan çürüntülərin əsasını təşkil edir. Bitkilər üzvi maddələrlə birlikdə eləcə də torpaqda azot birləşmələrinin toplanmasını və üst qatda mineral elementlərin toplanmasını təmin edir. Qeyd edək ki, ot bitkiləri, ağaclara nisbətən torpaqdan mineral maddələri daha çox götürürlər. Hər bir bitki formasıya torpaq əmələgəlmə prosesindən asılı müvafiq növ mikroorqanizmlər kompleksi mövcud olur. Torpaq əmələgəlmə prosesi ilə torpaq orqanizmləri arasında sıx əlaqə var. Mikroorqanizmlər torpaqda tək üzvi maddələri deyil eləcədə torpağın mineral hissələrində də dəyişiklik aparırlar. Mikroorqanizmlərin inkişafı torpaqda kompleks şərtlərdən asılıdır və həmin şərtlər onların inkişafını tezləşdirir və ləngidə bilirlər.

Xam torpaqların bir qramında 0,5-2 milyarda qədər mikroorqanizmlər olur, becərilən torpaqlarda isə 2-3 milyard və daha çox mikroorqanizm ola bilər. Onların quru çəkisi 0,1-0,3 t/ha və daha artıq olur, əsas hissəsi torpağın üst qatında rast gəlinir (10 sm). Aşağı qatlara getdikcə onların miqdarı azalır, bir neçə metrədən sonra torpaqlar demək olar ki, steril olurlar. Mikroorqanizmlərin optimal inkişafı temperaturun 20-40⁰C olduğu hallarda olur. Düzgün istifadə olunan torpaqlarda

mikroorqanizmlər istifadə edilməyən torpaqlara nisbətən daha çox olur. Neytral şirin və karbonatlı torpaqlarda mikro-orqanizmlərin miqdarı duzlu torpaqlara nisbətdə daha çox olur. Torpaq onurğasızları torpağı üzündə çevirərək onu üzvü maddələrlə zənginləşdirirlər [69]. Yağış soxulcanlarının mədə-sindən keçmiş torpaq kütləsi azotla, kalsiumla zənginləşir, onların udma tutumu artır, fiziki və kimyəvi xassələri yaxşılaşır, məsaməlikləri, aerasiyası və su tutumu artır. Torpaq filtrasiya olunan suyu özündə saxlayaraq, kationlar və az miqdarda anionlar mübadiləsinə qoşulur. Kationlar məhluldan torpaq kolloidlərindəki ion qatına və əksinə torpaq kolloidlərindəki ion qatından məhlula keçirlər.

Torpağın bioloji udma tutumu torpaqda yaşayan orqanizmlərin fəaliyyəti ilə bağlıdır (əsasən mikrofloranın), onlar yaşadıkları müddətdə torpaqdan müxtəlif maddələri mənimsəyərək öz bədənlərində müxtəlif birləşmələr əmələ gətirir, sonda isə torpağı həmin maddələrlə zənginləşdirirlər. Torpağın udma tutumu temperatur və rütubət rejimlərinin optimal şəraitlərində özünü daha yaxşı büruzə verir: temperaturun 20-40⁰C, rütubətin tarla tutumuna yaxın qiymətlərində. Bioloji udma tutumu vasitəsilə torpaqda müəyyən miqdarda kül elementləri və azot qida maddələri toplanır. Torpaq özündə bakteriyaları saxlamaq və toplamaqla fiziki mühit yaradır. Bu cür xassə qumlu torpaqlara nisbətən daha çox gilli torpaqlara məxsusdur [69]. Qeyd edək ki, torpaqların udma tutumu müxtəlif bakteriyalara qarşı müxtəlif formada özünü büruzə verir və daha çox çürüntülərin qida elementlərinin əmələgəlməsinə şərait yarada bilən rütubətin optimal qiymətlərində daha yüksək olur.

Torpaqda olan kütlələrin arasında baş verən mübadilələrin nəticəsində əmələ gələn maddələr torpağa daxil olaraq torpaq məhlulu və karkası arasında mütəhərrik tarazlıq yaranır. Torpaq məhlulunda qatılıq (konsentrasiya) azaldıqda məhlula torpağın bərk hissəsindən çatışmayan maddələr daxil olur və əksinə artıq olduqda əks proses gedir.

Torpaq məhlulunun tərkibi və qatılığı torpaqda su, mineral və üzvi maddələr, peptidləşmə, kaoqullaşma və məhluldakı ionlarla torpaq kolloidləri arasındakı mübadilə vasitəsilə formalaşır. Torpağın məhlulunun reaksiyası torpağın su, duz, duz məhlullarının təsirlərindən asılı əmələ gəlir, hidrogen və hidroksil ionlarının miqdarı ilə xarakterizə olunur.

Torpaq mühitinin reaksiyası turş, qələvi və ya neytral ola bilər. Neytral vəziyyətdə hidrogen (H^+) və hidroksil qrupunun (OH^-) ionları bərabər olur. Turş mühitdə hidrogen ionları, qələvi mühitdə isə hidroksil qrupun ionları üstünlük təşkil edir. Torpaq reaksiyasına görə aktiv və potensial turşuluq mövcuddur. Aktiv turşuluq əsasən zəif turşuların hesabına formalaşır (karbon və üzvü turşular) və eləcə də turş duzlar və mineral turşuların vasitəsilə, əsasən H_2SO_4 . Bu turşuluq özünü torpağın udma kolloid kompleksi əsaslarına tam doymamış vəziyyətdə suyun təsiri olduqda göstərir. Torpaq suspenziya-sının torpağa turşu və qələvi əlavə etdikdə aktiv reaksiyasının (pH) dəyişməsinə olan davamlığına buferlik deyilir. Torpağın buferliyi onun torpaq məhlulunun reaksiyasının nisbi dayanıqlı olmasına səbəb olur. Torpağın buferliliyi onun bərk hissəsinin kimyəvi, kolloid və qranulometrik tərkibindən asılı olur.

Torpaq fiziki xassələri iki hissəyə ayrılır: əsas xassələr (həcm və xüsusi çəki, məsaməlilik, yapışqanlıq, yetişkənlik və s.); funksional xassələr (su xassələri, hava xassələri, istilik xassələri, elektrik xassələri, optik xassələri və s.). Funksional xassələrə eləcə də torpağın yağış və suvarma sularını udması, özündə saxlaması, aşağı qatlara keçirməsi, aşağı qatlardan sovurub yuxarı çəkməsi və su ilə bitkiləri təmin etməsi və s. daxildir. Su torpağın fiziki, kimyəvi, istilik, optik, havalanma xassələrini xeyli dəyişdirir. Başqa xassələrlə sıx əlaqədə olan fiziki xassələr torpaq əmələgəlmə prosesi zamanı dəyişir və eləcə də torpağın fiziki xassələri dəyişdikcə torpağın əmələgəlmə prosesində dəyişir.

Torpaqların qranulometrik tərkib hissəsində polidispers hissəciklərinin təsadüfi paylanmasına uyğun müxtəlif torpaq tiplərində və növlərində müxtəlif ölçülərdə, formalarda və nisbətlərdə məsamələr mövcud olur. Bu boşluqların forması və ölçüləri zamandan, torpaqda gedən fizika-mexaniki, bioloji proseslərdən və sairə səbəblərdən asılı kəskin dəyişir. Qranulometrik hissəciklərin arasındakı boşluqların ölçüləri və formaları torpaqda baş verən fiziki-mexaniki, bioloji proseslər nəticəsində zamandan asılı kəskin dəyişir, bəzi məsamələr itir əvəzinə tanam başqaları əmələ gəlir və s.

2.2. Torpaqların xüsusi səthi və onun torpaq energetikasında əhəmiyyəti

“Torpaq səthi” torpağın energetikasına aid əsas xassələrdən biridir. O xarici və daxili səthlərdən ibarət olaraq torpağın demək olar ki, bütün xassələrinə təsir göstərir. Xarici səth deyəndə mikro-aqreqlərin, elementar torpaq hissəciklərin xarici səthləri nəzərdə tutulur; daxili səth isə mikro-aqreqlərin, elementar torpaq hissəciklərin, mikroçatların, mikroməsələrin səthlərinin cəmindən ibarətdir. Xüsusi səth dedikdə 1 q torpağın payına düşən bütün torpaq hissəciklərinin səthinin cəmi nəzərdə tutulur. Onun kəmiyyətə miqdarı adi hallarda havadan rütubəti, qazları (N_2 , CO_2), orqanik maddələri udması ilə ölçülür. Bu proses torpağın qranulometrik və mineral tərkiblərindən və eləcə də torpaqda orqanik maddənin miqdarından asılıdır. Xüsusi səth m^2/q ölçü vahidi ilə xarakterizə olunur. Xüsusi səth torpağın dispersliyinin, və torpaq hissəciklərinin səthinin vəziyyətindən xəbər verir. Torpaqların xüsusi səthi onun fiziki, kimyəvi, fiziki-kimyəvi, bioloji xassələri ilə bağlıdır. Disperslik, torpaq tərəfindən qida elementlərinin, müxtəlif qazların, su buxarının udulması, özündə müxtəlif formada və müxtəlif miqdarda su saxlama imkanları ilə bağlıdır. Torpağın xüsusi səthi ilə onun istilik xassələr kompleksi, havalanma prosesi ilə əlaqədardır. Torpaq-da, daxili S_d və xarici S_x xüsusi səthlər fərqləndirilir ki, onların da cəmi S_c tam xüsusi səthə bərabər götürülür

$$S_c = S_d + S_x \quad (2.1)$$

Qeyd edək ki, istər canlı, istərsə də cansız təbiətdə, insan tərəfindən istifadə və emal olunan bütün məhsul və maddələr praktiki olaraq dispers vəziyyətdə olur, yəni onlar müxtəlif xırda ölçülərə malik olmaqla - öz tərkiblərində mikroskopik ölçülərdə səthlərinin fərqlənməsi ilə xarakterizə olan xırda hissəciklər, nazik plyonkalar, membranlar və s. Dispers hal real obyektlərin fəaliyyəti üçün bir qayda olaraq məcburidir. Ümumiyyətlə, dispers (parçalanmış) sistem dedikdə geterogen, əsasən mikroheterogen, iki və daha çox fazalı sistemlər nəzərdə tutulur ki, fazalardan heç olmasa biri, dispers vəziyyətdə olsun, yəni çox kiçik ölçülü hissəciklərə ayrılmış olsun, lakin bu hissəciklər hələ müvafiq makro fazaların əsas xassələrini özündə saxlamış olsun, eləcə də öz səthi

sərhədləri ilə səciyyələnsinlər. Dispers sistemlərin parçalanmış fazaları onların parçalanma dərəcələri və ölçüləri ilə xarakterizə edilirlər (orta radiusları r -ə görə), D dispersliyinə və S_v xüsusi səthinə sistemin dispersliyi dispers fazadakı bütün hissəciklərinin ümumi səthinin dispers fazanın həcminə olan nisbətilə təyin olunur. Xüsusi səth isə: ümumi səthin hissəciklərinin ümumi kütləsinə olan nisbətidir. Yüksək dispers sistemlərin əsas xassələrindən biri onların yüksək inkişaf etmiş səthinin çox olması ilə izah edilir. Parçalanmış hissəciklərin aralarındakı ayrıcların səthləri və onlarla bağlı səth hadisələri əsasən səthi enerjinin gücündən asılı olur. Fazalar arası səthi enerjinin gücü ayrıc fazalarının səthi gərilmənin istiqamətində özünü daha qabarıq göstərir və ayrıc səthlərinin sahəsinin azalmasına yönəlir. Səthi enerjinin gücü eləcə də dispers fazada kimyəvi reaksiyaların sürətini artırır. Sərbəst enerjinin artıqlığı sistemin termodinamik stabilliyinin pozulmasına, səthi enerjinin azalmasına və müvafiq olaraq səthi qüvvələrin doymasına xidmət edir. Sərbəst dispers sistemlərdə səthi qüvvələrin nisbi doyması hissəciklərin kontakt sahələrində aqreqatların əmələ gəlməsi ilə nəticələnir. Bu koaqulyasiya adlanan hadisə strukturlaşmış səliss dispers sistemin əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Hissəciklərin bir-biri ilə qarışması nəticəsində dispers sistemin sərbəst enerjisinin sonrakı azalması fazalar arası səthlərin azalması ilə bağlı ola bilər. Qeyd edək ki, koaqulyasiya və hissəciklərin birləşməsi dispers sistemə keyfiyyətə mexaniki strukturlaşmış yeni xassə verir, o cümlədən davamlılığı (proçnoct) dəyişir. Damlaların və qabarçıqların birləşməsi prosesi son nəticədə dispers sistemin parçalanmasına və yeni makrofazaların yaranmasına gətirib çıxarır. Materiyanın yüksək dərəcədə dispers olması onun ilkin vəziyyətdə yüksək səviyyədə təşkil olmasından xəbər verir.

Dispers sistemlərin davamlılığının nizamlanmasında əsas yeri adsorbsiya zamanı fazalar arası səthi aktiv maddələrin sərhədlərində səthi gərilmənin azalması durur. Belə maddələr az miqdarda torpaq fazalarının səthində paylanırlar. Adsorbsiya olunmuş eyni cins qatlar ayrıcların səthi xassələrini və fazalar arası əlaqəni radikal dəyişdirə bilirlər.

2.3. Torpaqların xüsusi səthinin energetik üsullarla təyini

Qeyd etdiyimiz kimi, torpağa heterogen polidispers xüsusi səthindən asılı müəyyən udma kompleksinə malik sistem kimi yanaşılır. Torpaq istənilən kolloid kapilyar cisim kimi, müxtəlif səviyyədə strukturu olan sistem kimi xarakterizə olunur. Müxtəlif qüvvələrin torpağın fiziki xassələrinə və rejimlərinə təsirinin proqnozlaşması, müəyyən texnologiyalarının vasitəsi ilə işlənilib hazırlanmasını tələb edir. Torpaqların struktur xassələri ilə demək olar ki, bütün səthi hadisələr bağlıdır. Buradan belə nəticəyə gəlmək olur ki, torpağın səthi xassələrinə təsir göstərməklə onun müxtəlif göstəricilərinə, o cümlədə onun münbitliyinə təsir etmək mümkündür. Bu səbəbdən tələb olunan əsas şərtlərdən biri torpağın əsas xassələrinə təsir göstərən müxtəlif prosesləri bilmək vacibdir.

Təbiətdə gedən proseslərin əksəriyyəti radiasiya, istilik və su balansları ilə sıx bağlı olur. Bunu nəzərə alaraq təqdim edilən mövzu daxilində radiasiyaya, istilik və su balanslarına təsir edən torpaq fiziki xassələri, enerji və su axınlarının riyazi modelləri, onların ədədi həlli yolları və başqa əlaqəli problemlərin araşdırılması nəzərdə tutulur.

Hal hazırda bir çox texniki məsələlərin riyazi üsullarla həll edilməsinin geniş yayıldığı bir zamanda kompüterlərin köməyi ilə torpaq-bitki sistemindən alınan informasiyaların müqayisəsi və onların aralarında olan asılılıqları çox böyük ehtimal ilə əldə etmək olar. Torpaqla bağlı proseslərin əksəriyyətinin təsadüf olduğundan onların açığlanması bir sıra mane edici təsirlər özünü büruzə verir. Belə hallarda əsas model kimi statistik modellərin qəbulu daha əlverişlidir. Statistik modellər imkan verirlər ki, müxtəlif dəqiqliklərlə sistemin parametrlərini qiymətləndirək.

Torpaq-bitki sistemində obyektlərin tanınması üçün seçilən parametrlər imkan verməlidirlər ki, onların qiymətlərinə uyğun sistemin vəziyyəti haqqında məlumat birmənalı olsun. Belə hallarda məsələlərin alqoritmlərinin qurulması daha əhəmiyyətli olur və tanınma dərəcəsi modellərin nisbətən aşağı səviyyəsində daha yüksək effektivə nail olur.

Qeyd etdiyimiz kimi, təbiətdə baş verən əksər hadisələrin təsadüf olduğundan və bununla əlaqədar torpaq-atmosfer sisteminin müxtəlif xassələrinin də dəyişkənliyi tanınma prosesinin mürəkkəbləşməsinə və

dəqiqliyinin aşağı düşməsinə gətirib çıxarır. Burada qoyulan məsələlərin nəzəri inkişafı tələb olunur. Nəzəriyyədə əsas yeri aşağıda qeyd etdiyimiz araşdırmalar tutmalıdır. Birincisi, torpaq-atmosfer sisteminin xassələri və sistemdə gedən proseslərin statistik araşdırmalarının nəticələri yadda saxlanılmalı, onların rastgəlmə ehtimalları hesablanmalı və müxtəlif qruplar üzrə paylanmalı, ikincisi, tədqiqat zamanı alınan nəticələr yaddaşda olan nəticələrlə müqayisə olmalı və münasib alqoritmlər qruplaşmalıdır. Alınan alqoritmlərin köməyi ilə sistemdə gedən prosesləri ehtimal nəzəriyyəsi əsasında müxtəlif qruplara bölünməlidir. Üçüncüsü, sistemin hər bir parametrinin əhəmiyyətinə uyğun olaraq onlar haqqında alınan informasiyanın nəticəsində təsadüfi səhvlərin dərəcəsi hesablanmalıdır.

Beləliklə, torpaq-atmosfer sisteminin parametrlərinin müəyyən edilməsi, birlikdə riyazi statistika, ehtimal və informasiya nəzəriyyələri əsasında qurulmalıdır. Bildiyimiz kimi, torpaqsünəslığın əsas məsələlərindən biri, torpaq sisteminin mühitlə mürəkkəb asılılığını nəzərə alaraq, küllü miqdarda faktorların sistemləşdirilməsidir və son nəticədə torpağın və onunla bağlı olan kənd təsərrüfatı sahələrinin təsnifatını tərtib etməkdir. Məsələnin düzgün həlli üçün elə funksional modellər qurulmalıdır ki, onların köməyi ilə torpaq-bitki-atmosfer sisteminin vəziyyəti və parametrləri haqqında tez bir zaman məlumat əldə etmək mümkün olsun.

Təbiətdə hər şey bir-biri ilə bağlıdır, maddə və enerji mübadiləsiz həyat mənasız olardı. Planetimiz əsas enerji mənbəsini şüa şəklində Günəşdən alır. Şüa şəklində düşən radiasiya istilik enerjisinə çevrilərək torpağı, dəniz sularını qızdıraraq, suyun yer kürəsi boyunca hərəkətinin səbəbkarı olan, buludların əmələ gəlməsini təmin edir. Məlum olduğu kimi, bitkilərin fəaliyyət mühiti torpaq və yer səthi atmosferdir. Bu mühit tək bitkilər üçün deyil, eləcə də bütün canlılar üçün vacibdir. Bu səbəbdən atmosferin bu hissəsində ekoloji tədqiqatlar başlamışdır.

Torpaq və onun xassələri ekoloji problemlərin həllində mərkəzdə olmalıdır. Torpaqların siniflərə ayrılmasında torpaq profilinin, torpaq qatlarının, torpaq qatlarından götürülmüş nümunələrin hərtərəfli öyrənilməsi, onların əsas xassələri toplularının yaradılması, müxtəlif xassələrin daxili qiymətlərinin, eləcə də bir-biri ilə əlaqələrinin olmasını müəyyən etmək vacib məsələdir. Yalnız müxtəlif siniflər haqqında

konkret məlumatların olmasından sonra onların diaqnostikasını vermək mümkündür. Belə qiymətləndirilmədə ilk növbədə əldə edilən məlumatların ümumiləşdirilməsi ilə bağlıdır. Sonra isə riyazi üsullar vasitəsilə onu müəyyən formaya gətirərək diaqnostikasının həlledici qaydalarını qurmaq mümkündür. Hər bir sinif müxtəlif xassələri olan torpaq obyektlərindən ibarətdir.

Torpaq səthinə düşən ümumi günəş enerjisinin miqdarı, radiasiya balansı, torpaq səthinə düşən günəş enerjisinin əks etdirilməsi, torpağın effektiv şüalanması, temperatur qradienti və sairə kimi faktorların öyrənilməsi vacib problemlərdən biridir. Torpaq səthi atmosferdə temperatur və rütubət qradientləri və onların vertikal paylanması qanunauyğunluqlarında radiasiyanın miqdarı, küləyin sürəti və başqa amillərdən asılı olaraq inversiya hadisəsi müşahidə edilir. Atmosfer rütubəti əsasən havada su buxarının miqdarı ilə müəyyən edilir. Baxmayaraq ki, su buxarlarının miqdarı 1 kiloqram havada 0,1-40 qram arasında dəyişir, demək olar ki, su belə az miqdarda olsa da, atmosferdə gedən bütün proseslərdə iştirak edir. Su buxarlarının havadakı konsentrasiyası əsasən zaman və məkan koordinatlarından asılı olaraq buxarlanma və suyun havada eləcədə torpaqda olan hərəkətlərinə birbaşa təsir göstərir. Bu yazılanlar göstərir ki, kənd təsərrüfatı bitkilərinin istehsalı təbii və antropogen təsirlərə dayanıqlı olması üçün ilk növbədə yuxarıda qeyd edilən faktorların dəyişməsi qanunauyğunluqları öyrənilməlidir, və həmin qanunauyğunluqlardan istifadə etməklə kənd təsərrüfatı istehsalında müəyyən proqnozlar hazırlanmalıdır.

Yuxarıda qeyd edilənləri nəzərə alaraq görürük ki, günəşdən gələn ümumi enerji və radiasiya balansı, hava və torpağın temperaturu və rütubətliyi, eləcədə torpaq səthindən buxarlanmanın konkret regionlar üçün dinamikasını öyrənmək vacib problemdir.

Torpağın səthindəki bütün hadisələr bu və ya digər dərəcədə torpağın xassələri və torpaqda gedən proseslərlə bağlıdır. Torpaq səthinə təsir etməklə onun müxtəlif xassələrinə təsir göstərmək mümkündür. Torpaq səthinin əsas göstəricisi birbaşa dispersliyi ilə, səthi enerji ilə, mineral kül elementlərin udulması ilə, udma tutumu ilə, suyun, havanın hərəkəti ilə, eləcədə bir sıra başqa fiziki və texnoloji xassələrlə bağlı olan onun xüsusi səthidir. Odur ki, hər bir torpaq tipi üçün xüsusi səthin

dəyişmə həddlərinin orta qiymətlərini müəyyən etmək problemi ortaya çıxır.

Torpaq səthinin öyrənməsində torpağın qranulometrik hissəciklərinin paylanmasını öyrənmək lazım gəlir. Torpaq səthinin cəmini müəyyən etmək üçün nəzəri olaraq empirik mülahizələrdən istifadə etmək mümkündür. Geniş yayılmış üsul kimi BET (Braunauer, Emmet, Teller) adsorbsion-statistik üsul qəbul edilmişdir (Manuçarov A.S., Çernomorçenko N.İ., Xaritonova Q.V. s. 136-164). Bu üsul bir qram torpağın yayılması vasitəsilə alınan səthə bərabər götürülür. Bizim tərəfdən təklif edilən üsulun əsasını aşağıda yazılmış düstur təşkil edir.

$$S = aM + b, \quad (2.2)$$

burada S – effektiv xüsusi səth, sm^2 ; M – 0,001 mm-dən kiçik hissəciklərin miqdarı.

Lakin torpaqda lil hissəciklərinin miqdarı heçdə həmişə torpaq səthi ilə düz mütənəsbədə olmur. Bu torpağın başqa xassələri ilə əlaqədardır. Məsələn humus maddələri torpaq səthinin çoxalmasına gətirir, karbonatlar isə bunun əksinə azaldır, eləcə də montmorillonit və hidroslüda mineralları ilə zəngin torpaqların səthi çox olur, kaolin ilə zəngin olan torpaqların səthi nisbətən az olur və s. Odur ki, başqa üsulların axtarışı lazım olur. Bunlardan torpaqların islanma effektini, torpaqların istilik və elektrik keçirmə xassələrindən istifadə etməklə mümkündür. Bunun üçün aşağıdakı düsturlar təklif edilir.

$$S = c Q; \quad S = (a - m) / n, \quad (2.3)$$

burada Q – torpağın islanma istiliyidir; a - temperatur keçirmə əmsalı; m , n eksperimentdən alınan konstantdır.

Elektrik və istilik xassələrinin üstünlüyü ondadır ki, onlar torpaq səthini müxtəlif şərtlərdə hesablamaq imkanı verirlər. Məsələn müxtəlif nəmlikdə, sıxlıqda və başqa hallarda. Hər üç üsul bir-birini tamamlayırlar.

Müvafiq qanunauyğunluqların öyrənilməsi üçün ölkənin şimal-şərqi, mərkəzi və cənubi-şərqi bölgələri seçilmişdir. Hər üç bölgələrə aid materiallar toplanmışdır və müqayisəli riyazi analiz nəticəsində müəyyən

edilmişdir ki, ekstrapolyasiya üsullarından istifadə etməklə günəşdən gələn ümumi radiasiyanın, radiasiya balansının, atmosferin yer səthi hissələri ilə turbolent istilik mübadiləsini, torpaq qatlarına istiqamətlənən istiliyin miqdarını birinci yaxınlaşma ilə müəyyən etmək mümkündür. Bunun üçün hər üç bölgə üçün ümumi günəş radiasiyası və temperatur arasında, radiasiya balansı və temperatur arasındakı əlaqələr müəyyən edilmişdir. Ümumi şəkildə göstəricilər arasındakı asılılıqlar aşağıdakı şəkildə verilmişdir.

$$Q = aT_h + 2*\sin 30(n-1) + b, \quad (2.4)$$

$$R = cT_h + 2*\sin 30(n-1) - d, \quad (2.5)$$

burada Q – ümumi günəş enerjisi, kkal/sm²; R – radiasiya balansı, kkal/sm²; T – temperatur, °C; n – ayların sıra sayları; a və b müxtəlif regionlar üçün müxtəlif qiymətlər alır.

Bu düsturlardan göründüyü kimi, ümumi günəş enerjisi və radiasiya balansı il boyu qanunauyğunluqla dəyişir. Bu göstəricilərin hər ikisinin maksimum qiymətləri iyul-avqust aylarında müşahidə edilir, Ən aşağı qiymətləri isə dekabr-yanvar aylarında müşahidə edilir. Baxmayaraq ki, günəşdən gələn enerjinin qiyməti ölkə daxilində il boyu müsbət olur, dağətəyi və dağlıq zonalarda radiasiya balansı qış aylarında mənfi qiymət alır, buda onunla əlaqədardır ki, qış aylarında torpaq səthinin temperaturu havanın temperaturundan yüksək olduğu üçün istilik axınının istiqaməti aşağıdan yuxarıya dəyişir, yəni torpaq səthinə düşən günəş enerjisinin istilik tutumunun miqdarı torpaq şualanmasında iştirak edən istiliyin tutumundan az olmasını göstərir.

Havadakı su buxarının sıxlığı havanın mütləq nəmliyi sayılır (q/sm³). Klassik termodinamikadan məlum olduğu kimi, məlum temperaturda ideal qazın sıxlığı onun parsial təzyiqinə bərabərdir. Bu səbəbdən bəzi hallarda havanın mütləq nəmliyi havadakı su buxarının parsial təzyiqi ilə göstərilir. Termodinamik tənliyi havada su buxarının 1 qrammoluna tətbiq edərək, onun parsial təzyiqini aşağıdakı şəkildə göstərə bilərik:

$$P_n = RT/V_n, \quad (2.6)$$

burada P_n – havada su buxarının parsial təzyiqi; R – Bolsman konstantıdır = 1,99kcal/mol ^0K ; T –Kelvin şkalasında verilmiş temperaturun qiymətidir; V_n – bir mol su buxarının həcmidir.

Su buxarının sıxlığını və suyun molekulyar çəkisini nəzərə alaraq (4) sayılı düsturu aşağıdakı şəkilə gətirə bilərik:

$$P_n = 0,05 RT \rho_n, \quad (2.7)$$

Burada ρ_n – su buxarının sıxlığıdır.

Beləliklə, su buxarının parsial təzyiqi və onun sıxlığı arasında asılılıq alırıq. Su buxarının parsial təzyiqini milli bar ilə göstərsək onda (5) sayılı düsturu praktiki istifadə üçün aşağıda göstərdiyimiz daha münasib hala sala bilərik:

$$\rho_n = 0,22 * 10^{-3} P_n / T, \quad (2.8)$$

ρ_n -nı millimetr civə sütunu ilə göstərdikdə (6)-sayılı düstur aşağıdakı şəkli alır:

$$\rho_n = 0,29 * 10^{-3} P_n / T \quad (2.9)$$

Bu şərtlərlə havanın nisbi rütubəti suyun havadakı parsial təzyiqinin havada su buxarının doymuş vəziyyətindəki təzyiqinə olan nisbətə müəyyən edilir, və faizdə göstərilir. Torpaq və su səthindən buxarlanma tək torpaqın fiziki xassələrindən yox, eləcə də suyun xassələrindən asılıdır, onun sıxlığından, xüsusi istilik tutumundan, buxarlanmaya sərf edilən istiliyin miqdarından, səthi gərginliyindən, doymuş su buxarının təzyiqindən və sairə.

Torpağa axan istilik axımının miqdarını hesablamaq üçün iki variant var. Bunlardan biri istilik balansının tənliyidir:

$$Q_s = Q_r - Q_i - Q_b, \quad (2.10)$$

burada, Q_s – torpaqa axan istiliyin miqdarıdır, kkal/sm²; Q_r – radiasiya balansı, kkal/sm²; Q_i – buxarlanmaya sərf edilən istiliyin miqdarı, kkal/sm²; Q_t – torpaq səthi və hava arasında yaranan istilik mübadiləsi, kkal/sm².

Bu tənliyə daxil olan buxarlanmaya sərf edilən və torpaq səthi ilə atmosfer arasındakı istiliyin miqdarı çətinliklə müəyyən edilir. Misal üçün qeyd edək ki, buxarlanmaya sərf edilən istiliyi tapmaq üçün havada rütubət fərqlərini və eləcədə torpaq səthi ilə hava arasındakı istilik mübadiləsinin zamandan asılılığını müəyyən etmək üçün əlavə müstəqil ölçülərin aparılması gərəkdir.

İkinci üsulun əsasında isə bərk cisimlərin istilik keçirmə tənliyi durur. Həmin tənliyi nəzərdə torpaq tutularsa aşağıda göstərilən şəkildə yazmaq olar:

$$Q_s = \int_0^h \lambda(x) dx \int_{t_1}^{t_2} (\partial T(x) / \partial t) / dt \quad (2.11)$$

burada, $\lambda(x)$ – müəyyən torpaq qatının istilik keçirmə əmsalı; $T(x)$ – həmin qatın temperaturu; t – zaman.

Düsturdan görüldüyü kimi, torpaqa istilik axımının miqdarını təyin etmək üçün, torpaq profili boyunca istilik keçirmə əmsalı və eüni zamanda eləcədə temperaturun qiyməti-ni bilmək lazım gəlir. Biz öz işimizdə bu üsuldan istifadə etmişik.

Torpaq səthinin göstəricisi birbaşa onun dispersliyi, səthi enerjisi, mineral elementlərin, su buxarının, müxtəlif qazların udması, torpaqda mayenin, havanın hərəkəti, eləcədə torpağın başqa fiziki və texnoloji xassələri ilə bağlıdır. Odur ki, başqa cisimlərdə olduğu kimi, torpağın xüsusi səthində hər bir torpaq növünün vəziyyəti üçün optimal qiymətlərini bilmək lazımdır.

Torpağın strukturu torpağı təşkil edən müxtəlif ölçülü qranulometrik tərkibdən, məsaməlikdən, elementar hissəcik-lərin formasından, yerləşməsindən və onların arasında olan nisbətlərdən asılı olan suya davamlılıqdan asılıdır. Buradan aydın olur ki, torpaqda xüsusi səthin formalaşması ilk növbədə qranulometrik hissəciklərin forması və ölçülərindən asılıdır, sonra başqa komponentlərdən. Qeyd edək ki,

sadalanan faktorların əksəriyyətinin xüsusi səthə təsiri birbaşa deyil, onlar effektiv təsirləri ilə özlərini büruzə verirlər.

Ədəbiyyatda torpağın xüsusi səthi ilə müxtəlif xassələri arasında əlaqənin olduğuna rast gəlmək mümkündür, xüsusi ilə torpaqda suyun hərəkəti, humus maddələrinin tərkibi, gil mineralları, torpağın udma tutumu ilə, və sairə. Torpaq münbitliyini təmin edən torpağın udma kompleksi mineral və üzvü hissələrdən ibarətdir. Mineral hissəsini əsasən kaolinit, vermikulit, montmorillonit hidroslyüda, bir yarım oksidlilər və sairə minerallar təşkil edir.

Təbiidir ki, torpağın udma kompleksi onun narın hissəsinin daxili (məsamələr vasitəsi ilə əmələ gələn) və xarici (mineralların formalarına münasib) hissələrdən ibarət olaraq ümumi səthi daha çox olur. Daxili səth genişlənən kristal qəfəsi olan mineralların köməyi ilə formalaşır, bunlardan montmorillonit, hidroslyüda və sairə mineralları göstərmək olar. Xarici səth, əksinə, kaolinit tipli tərənəməyən kristal qəfəsi olan mineralların vasitəsi ilə formalaşır.

Montmorillonit və hidroslyüda tərkibli xüsusi səthin xarakterik əyrisi kaolinit tərkibli torpaqlara nisbətən daha dik olur. Humus maddələri torpaqların daxili xüsusi səthini artırır, karbonatlar isə daxili xüsusi səthi azaldırlar. Xüsusi səthin cəmini ümumiyyətlə nəzəri və empirik düsturlar vasitəsilə hesablayırlar. Bu üsulların mahiyyəti 1 qram torpağın oxşar qatın alınmasına sərf edilən maddənin miqdarına əsaslanır.

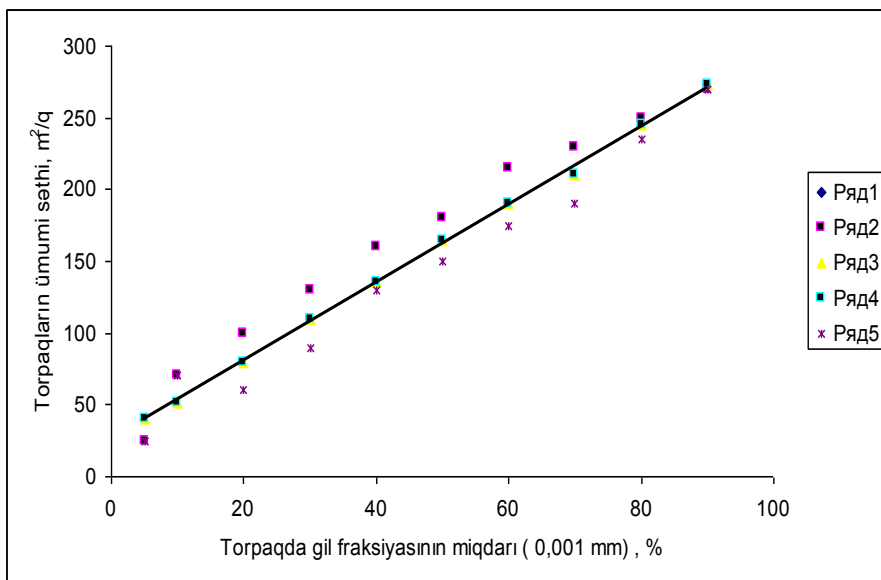
Bizim tərəfdən öz aldığımız və çap olunmuş materiallardan istifadə etməklə xüsusi səthin cəminin 0,001 mm ölçülü torpaq hissəciklərinin miqdarından asılılığı aşağıda verilən şəkildə təqdim edilir (şəkil 2.1).

Şəkildən görüldüyü kimi asılılıq xəttidir, eksperimental üsulla alınan nöqtələr nəzəri çəkilmiş əyriyə yaxın yerləşirlər. Bu əyrini təmsil edən düstur aşağıdakı, kimi yazmaq olar:

$$S_0 = 26,166 + 2,7216 M_y; \quad (R^2 = 0,9989), \quad (2.12)$$

burada S_0 - 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 dərəcəsi.

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 edilən üsullar sayıla bilər. Xüsusilə, torpağın islanmasında ayrılan istiliyin təyininə 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.



Şəkil 2.1. Torpaqda ümumi səthi ilə gil fraksiyası (<0,001 mm) arasında əlaqə

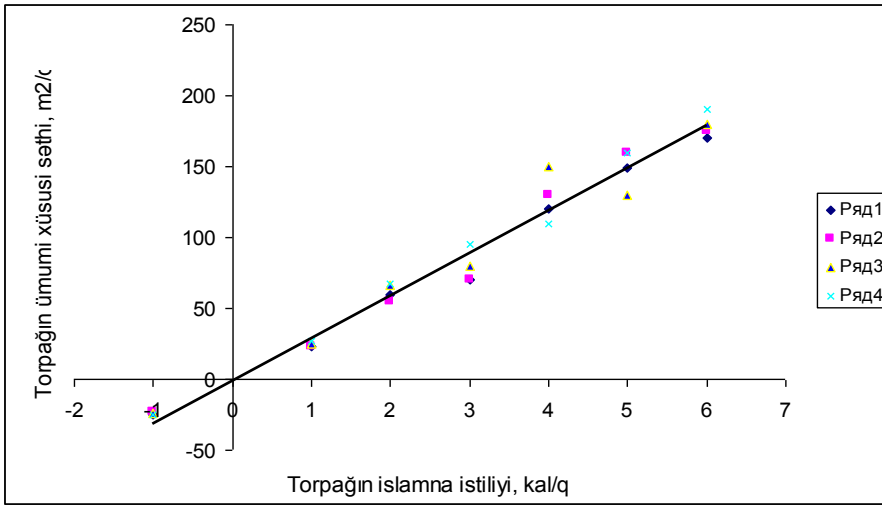
Şirvan düzü torpaqları müxtəlif süxurlar üzərində formalaşaraq əsasən yüksək disperslidirlər və xeyli dərəcədə səthi aktivliyə malikdirlər. Bu səbəbdən, birinci yanşmada, torpaqların islanmasında ayrılan istilik effektini effektiv xüsusi səthin müəyyən etmək üçün istifadə etmək olar. Şəkil 2.2 islanma prosesində ayrılan istilik ilə torpaqların ümumi xüsusi səthi arasında asılılıq göstərilir. Tərəfimizdən eksperimental yolla əldə edilən məlumatların vasitəsilə Şirvan düzü

torpaqlarının ümumi xüsusi səthinin təyini üçün aşağıda verilən empirik düstur təklif edilir:

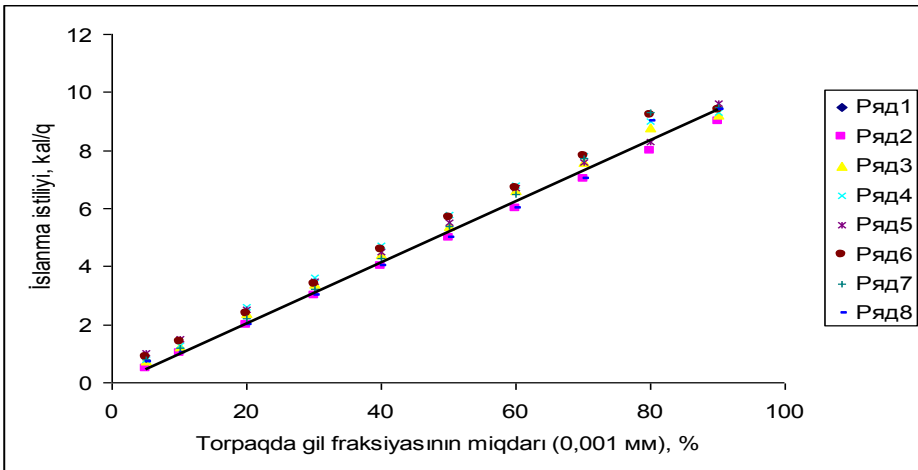
$$S_0 = 30,131Q - 1,8033; \quad (R^2 = 0,9774), \quad (2.13)$$

Burada Q – torpağın islanma istiliyidir, kal/q.

Empirik asılılıq eləcədə torpaqların islanması istiliyi və fiziki gilın miqdarı, islanma istiliyi və maksimal hiqroskopik nəmlik, islanma istiliyi və udma həcmi arasında müəyyən edilmişdir.



Şəkil 2.2. Torpağın islanma istiliyi ilə xüsusi səthi arasında əlaqə



Şəkil 2.3. Torpaqda islanma istiliyi ilə gil fraksiyasının miqdarı arasında əlaqə

$$Q = 0,1057G_1 - 0,0971, \quad (R^2 = 0,9921), \quad \text{Burada}$$

G_1 – torpaqda gil fraksiyasının miqdarıdır, %.

Bizim tərəfdən torpağın xüsusi səthini təyin etmək üçün təqdim edilən üsullardan eləcə də, torpağın istilik-fiziki xassələrinin öyrənilməsində istifadə edilən üsulları da qeyd etmək olar. Korrelyasiya əlaqəsi eləcə də torpaqların islanması istiliyi və fiziki gilın miqdarı, islanma istiliyi və maksimal hiqroskopik nəmlik, islanma istiliyi və udma həcmi arasında müəyyən edilmişdir.

III FƏSİL. TƏDQIQAT OBYEKTİNİN İSTİLİK BALANSI VƏ ƏSAS GÖSTƏRİCİLƏRİ

3.1. İstilik balansı və onu təmin edən amillər

Torpağın temperatur rejimini, ona təsir göstərə bilən amillərin təsir dərəcəsini bilmədən torpaq-atmosfer sistemində istilik rejimini düzgün müəyyən etmək mümkün deyil. Su mübadiləsi, duz mübadiləsi, eləcə də bütün başqa proseslər istilik mübadiləsi ilə sıx bağlıdır [2, 3, 4, 13, 21, 23]. Bitkilərin məqsədə uyğun becərilməsi ilk növbədə mühitin enerji və su potensiallarından, sonra qida elementləri və mikroelementlərdən və s. asılıdır [5, 7, 17, 24, 25, 27].

Biosferin stabil inkişafı bir başa torpaq örtüyünün vəziyyəti ilə əlaqədardır [26, 31, 32]. Torpaqda gedən bütün prosesləri idarə etmək üçün elmi əsasları olan müxtəlif texnologiyalar hazırlanmalıdır [33, 36, 37, 44-48, 49, 50]. Bunun üçün torpağın ətraf mühitlə əlaqələrini hərtərəfli araşdırmaq vacibdir. Torpağın genezisi, təsnifatı, fizikası, kimyası, biologiyası, coğrafiyası, eroziyası, meliorasiyası, eləcə də bitkiçilik və əkinçiliklə əlaqədə olan onlarla başqa sahələr kompleks şəkildə müxtəlif şəraitlərdə öyrənilməlidir [1, 8-11, 12, 14, 15]. Qeyd edək ki, bütün mürəkkəb sistemlərdə olduğu kimi, torpaq-atmosfer sistemində də ixtiyarı xassənin dəyişməsi bütün sistemin xassəsini dəyişdirə bilər. Buna nümunə olaraq torpaqşünaslıqda tez-tez eyni ana süxur və ətraf mühitin eyni şəraitində müxtəlif xassəli (duzluluğu, sıxlığı, qranulometrik və mineraloji tərkibi, genetik qatlarının sayı və tərkibi və s.) torpaqların rast gəlməsini göstərmək olar [42, 51, 52, 56, 59]. Torpaq-bitki-atmosfer sistemlərində baş verən hər bir proses küllü miqdarda müxtəlif faktorların təsirinə məruz qalır, hər bir faktorun isə müəyyən dövrlərdə müxtəlif təsadüflər nəticəsində təsir dərəcələri dəyişir. Bu isə, qeyd etdiyimiz kimi, müəyyən qeyri-müəyyənliyə gətirib çıxarır.

Yer səthində istilik balansının əsasını Günəş enerjisi təşkil etsə belə yadda saxlamaq lazımdır ki, təbiətdə «hər bir qüvvəyə əks qüvvə yaranır». Yəni yer səthinə düşən enerji çoxaldıqca buxarlanma çoxalır, buludluluq artır. Bu isə yer səthinə günəş enerjisinin daxil olmasına mane olur və hər iki prosesin bir biri ilə bağlı olduğunu göstərir. İl boyu atmosfer vasitəsilə yer kürəsində milyardlarla ton su dövr edir və yağış şəklində yer səthinə düşür [41, 57, 62]. Burada relyefin tipi, dənizin,

göllərin, su nohurlarının yaxınlığı və başqa amillərin təsiri ümumi qanunauyğunluqları pozur. Əmələ gələn istilik və su rejimlərinin tipləri bir-birinə təsir göstərərək, yerli spesifik iqlim tipləri yaradırlar. Burada bitki və canlı amillərin təsiri də az olmur. Belə ki, bu proseslərlə bağlı olan torpaq əmələgəlmə prosesinin təsadüfi proses olduğu bir daha təsdiqlənir, yəni prosesin nəticəsi və istiqaməti əvvəlcədən bilinmir.

Təsadüfi hadisələrin riyazi əsaslandırılmasında hər bir təbii zonada müxtəlif xassələri ümumi bir çoxluğun elementləri kimi qəbul etmək olar. Bu çoxluğa daxil olan hər bir element özlüyündə alt çoxluq kimi (yarım çoxluq kimi) qəbul edilə bilər. Belə alt çoxluqlara torpağın müxtəlif xassələri (fiziki, kimyəvi, bioloji), ətraf mühitin xassələri (iqlim göstəriciləri), bitki örtüyünü və sairə kimi xassələr daxil edilə bilər. Qəbul etdiyimiz hər bir alt çoxluğun özü də çoxluq təşkil edir. Torpağın fiziki xassələrinə qranulometrik tərkib (çoxluq), su xassələri (çoxluq), istilik xassəsi (çoxluq), optik xassələri (çoxluq) və sairə daxildir. Müxtəlif torpaq-iqlim şəraitində müxtəlif bitki tiplərinin abiotik faktorlardan asılılığı, stress vəziyyətinə düşməsi lazımı səviyyədə öyrənilməmişdir. Bu baxımdan qarşıya qoyulan mövzuda torpaq xassələrinin bir hissəsinin çoxluqlar şəklində tədqiqi nəzərdə tutulur, yəni torpağın hər bir fiziki göstəricisi ona təsir göstərə bilən əsas xassələrdən asılı olaraq öyrənilir. Yaradılan bilgiler bazasında bütün xassələr əlaqəli şəkildə (bir-birinə göstərəcək təsirləri nəzərə almaqla) tədqiq edilir. Torpaqların kənd təsərrüfatında səmərəli istifadəsində əsas məsələlərdən biri də avtomatlaşdırılmış nəzarət sisteminin yaradılmasıdır. Bu sistemin yaradılmasında antropogen faktorların təsiri böyükdür. Ona görə də tələb olunur ki, müəyyən vaxtlarda bir neçə təkrarda torpaq haqqında informasiya əldə edilsin.

Torpaq haqqında informasiyanın cəmlənməsi və istifadəsi torpaq təsvirinin müxtəlif şərtlərlə formalaşmasından çətinliklərlə rast gəlir. Bu çətinliklər əsasən seçilmiş əlamətlərin yekcins olmaması və müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən onların müxtəlif formada təsvirindən, müxtəlif metodlardan istifadə edilməsindən, istifadə edilən terminlərin fərqiindən irəli gəlir. Torpaqda bütün canlıların enerji təminatını təşkil edən istilik mənbəyinin yaranması bir başa Günəşdən gələn işıq şüalarının torpaq səthindən əks olunmasından, udulmasından, aşağı qatlara keçməsindən

asıldır. Qeyd edilən problemlər bir başa torpaqların istilik fiziki xassələri ilə əlaqəlidir.

Hər bir torpaq tipi, fiziki kimyəvi xassələrinə uyğun özünə məxsus istilik balansına malikdir. Bizim tədqiq etdiyimiz torpaqlar eyni torpaq tipinin boz-cəmən və çəmən-boz növlərinə aid olmasına baxmayaraq onların fərqli istilik balansının olduğunu bizim aşağıda təqdim etdiyimiz cədvəllərdən (cədvəl 2.1-2.4) görmək olar. Cədvəllərdən görüldüyü kimi hər iki torpaq növündə təqdim edilmiş ümumi günəş radiasiyasının torpaq səthinə düşən miqdarı torpaq örtüyündən asılıdır, eləcədə torpağın örtüyündən asılı olan əksətmə əmsalları da fərqlənir, ki bu da torpaq sahələrinin kəmiyyətə fərqli istilik balansının formalaşmasına gətirir.

Radiasiya balansının torpaq-atmosfer sistemində paylanmasını aşağıda göstərilən düsturun vasitəsilə həyata keçir.

$$R = P + LE + B + \gamma M$$

burada R – radiasiya balansı, kal/ sm^2 dəq; P – hava və torpaq səthi arasında istilik mübadiləsi, kal/ sm^2 dəq; LE – buxarlanmaya sərf edilən enerji, kal/ sm^2 dəq ; B – torpağa daxil olan istilik, kal/ sm^2 dəq; γM – bitkilərdə toplanan enerji, kal/qram .

Bu düstura daxil olan istilik balansının elementləri (R , B , LE , P) bir başa və ya dolayısı ilə aktinometrik cihazların vasitəsilə ölçülür. Bitkilərdə toplanan enerji isə xüsusi adiabatik kalorimetrin vasitəsi ilə müəyyən edilir.

Cədvəl 3.1

Yer səthinə düşən günəş enerjisinin paylanması (çəmən-boz torpaq), kal/sm^2

Günəş enerjisinin paylanması	Saat					
	6-30	9-30	12-30	15-30	18-30	21-30
Bağ						
Ümumi radiasiya	0,30	0,90	1,30	0,92	0,30	0,05
Udulan radiasiya	0,26	0,74	1,09	0,80	0,25	0,04
Əks olan radiasiya	0,04	0,16	0,21	0,12	0,05	0,01
Taxıl						
Ümumi radiasiya	0,45	0,70	1,40	1,20	0,90	0,12
Udulan radiasiya	0,30	0,60	1,05	0,85	0,78	0,08
Əks olan radiasiya	0,15	0,24	0,35	0,35	0,12	0,04

Aşağıda verilən şəkillərdəki ayrılardan görmək olur ki, müxtəlif bitki örtüyü altında istifadə edilən torpaq sahələrində istilik balansının

elementləri formaları ilə bir-birinə oxşasalar da, kəmiyyətcə bir birindən fərqlidir. Bu da onunla bağlıdır ki, hər bitki örtüyü özünə məxsus vasitə ilə günəşdən gələn enerjini udur, əks etdirir, torpağın aşağı qatlarına keçməsinə şərait yaradır.

Torpaq örtüyünün aldığı əsas enerji mənbəyi günəşdən gələn işıq şüalarından ibarətdir. Günəş enerjisi yerin atmosferindən keçdikdə mürəkkəb təsirlərə məruz qalır, buda atmosfer səthinə düşən Günəş enerjisinin cəmi 1/200000 hissəsinin yerin səthinə çatmasına səbəb olur.

Cədvəl 3.2

Yer səthinə düşən günəş enerjisinin paylanması (boz-çəmən torpaq), kal/sm²

Günəş enerjisinin paylanması	Saat					
	6-30	9-30	12-30	15-30	18-30	21-30
Bağ						
Ümumi radiasiya	0,04	0,41	0,80	1,10	0,75	0,30
Udulan radiasiya	0,03	0,21	0,70	0,85	0,40	0,02
Əks olan radiasiya	0,01	0,18	0,10	0,25	0,05	0,01
Yonca						
Ümumi radiasiya	0,05	0,50	1,20	1,10	0,54	0,10
Udulan radiasiya	0,04	0,40	1,02	0,90	0,38	0,08
Əks olan radiasiya	0,01	0,10	0,18	0,20	0,16	0,02

Buna baxmayaraq, yer səthinə çatan günəş şüaları mexaniki, kimyəvi, istilik və s. növ enerjilərə çevrilərək yerdə baş verən bütün orqanik və qeyri orqanik prosesləri enerji ilə təmin edir. Planetimizin səthi, torpaq örtüyü, daimi Günəş şüaları ilə əlaqədə olur. Torpaq başqa təbii cisimlər kimi (metallar, minerallar və s.) özünə məxsus fiziki-kimyəvi və istilik xassələri ilə fərqlənir. Hər bir torpaq tipi başqalarından fərqli xassələrlə xarakterizə edilir, o cümlədən, rəngindən, kimyəvi və mineraloji tərkibindən, sıxlığından, məsaməliyindən, nəmliyindən və s. göstəricilərindən asılı müxtəlif qanuna-uyğunluqlarla torpağa axan istilik xassələrilə.

Məlumdur ki, torpaq-bitki sistemlərinin mikroiqlimi, istilik və su mübadiləsi tək günəş şüalarının miqdarından, radiasiya balansından asılı deyil, onlar daha çox müəyyən nisbətdə bir-biri ilə sıx bağlı istilik balansının komponentlərindən (torpaq səthi və atmosfer arasında istilik mübadiləsi, P; buxarlanmaya sərf edilən enerji, LE; torpaq səthi və aşağı qatlarla enerji mübadiləsi, B) asılıdır.

Tədqiqat obyektinə aid meteoroloji durumların, arxiv və çap olunmuş məlumatlardan istifadə edərək, eləcədə aktinometrik cihazların köməyi ilə müxtəlif fəsilərdə qısa müddətli ölçmələr apararaq günəşdən gələn ümumi radiasiya, torpaqdan əks olunan radiasiya, udulan radiasiya müəyyən edilmişdir və aşağıda müvafiq qrafiklərdə göstərilir. Şəkillərdən görüldüyü kimi ümumi radiasiya dağlıq hissədən düzənə düşdükdə artır. Udulan və əks olunan radiasiyanın gündəlik dinamikası müxtəlif kənd təsərrüfatı bitkiləri altında açıq görünən maksimumu olan əyriyədən ibarətdirlər (şəkil 3.1-3.6).

Üzüm altında yayılan dağ-şabalıdı torpaqların əksetmə əmsalları taxıl bitkiləri altında istifadə edilən torpaqlara nisbətən çoxdur. Çəmən-boz və boz-çəmən torpaqlarda müxtəlif kənd təsərrüfatı bitkiləri altında radiasiya rejiminə diqqət yetirdikdə ümumi, əks edilən və udulan enerji arasında fərqləri görmək mümkündür. Burada bütün hallarda radiasiya rejiminə aid olan əmsallar meyvə bağları altında istifadə olunan sahələrdə taxıl altında istifadə olunan tarlalara nisbətən aşağıdır. Bu sahələrdə payız-qış aylarında temperatur fərqləri 1-2⁰C-dən çox olmur, yaz-yay aylarında torpağın üst qatlarında temperatur fərqi 5-10⁰C-yə çatır.

Dağ-şabalıdı torpaqlarda yaz aylarında (aprel-may) radiasiya balansının əsas hissəsi 55-65% hava ilə torpaq səthi arasında enerji mübadiləsinə sərf edilir, buxarlanmaya 15-25% və torpağa axan istiliyin miqdarı 20-25% təşkil edir. Çəmən-boz və boz-çəmən torpaqlarda iqlim şəraitinə uyğun bitkilər qurutma suları ilə də qidalandıqlarından bu torpaqlar buxarlanmaya daha çox enerji sərf edirlər. Yay aylarında (iyun-iyul) suvarılan torpaqların istilik balansında fərqlər kəskinləşir. Tədqiq edilən torpaq nümunələrinin arasında ən yüksək əks etmə boz-çəmən, sonra çəmən-boz torpaqlarda olur. Tədqiqat obyektini çərçivəsində ən aşağı əksetmə dağ-şabalıdı torpaqlara xasdır, 3.1-3.6 şəkillərdə bunu əyani görmək mümkündür. Bu verilənlər əsasında meliorativ tədbirlərdə lazım olan illik və müxtəlif dövrlər üçün istilik balansının elementlərini hesablamaq mümkündür.

Payız aylarında (sentyabr-oktyabr) istilik balansının elementləri arasında əsas yeri torpaq səthi və hava arasında turbolent mübadiləsinə sərf edilmiş enerji tutur (55-70%) sonra buxarlanmaya sərf edilən enerji (20-30%), torpaq profilinə axan enerjinin payına 15-20% düşür, torpaqda yaranan temperatur rejiminin əsasını elə bu enerji təşkil edir.

3.2. İstilik balansı elementlərinin gündəlik dinamikası

Hər bir torpaq tipi özünə məxsus şəkildə istiliyin paylanmasına məruz qalır. Radiasiyanın ən yüksək qiyməti tədqiqat obyektinin düzən hissəsində müşahidə edilir. İstilik balansının elementləri gündəlik qanunauyğunluqlarla dəyişmələrə məruz qalırlar. Bu qanunauyğunluqlar bəzi hallarda təsadüfi hadisələr nəticəsində pozulurlar. Torpağa axan istilik yazda 22%, yayda isə radiasiya balansının 10-15%-ini təşkil edir. Aşağıda hər üç tədqiqat sahələrində müqayisəli olaraq istilik balansı elementlərinin gündəlik dinamikası verilir. Bu şəkillərdən görüldüyü kimi, istilik balansının əsas komponentləri gün ərzində eyni formada dəyişirlərsə də kəmiyyətə bir-birindən fərqlidirlər.

Şəkil 3.1- 3.2-də müxtəlif bitki altında istifadə edilən eyni tip torpaqların istilik balansı elementlərinin dinamikası verilir bu şəkillərdən görünür ki, müxtəlif bitki altında istifadə edilən eyni tip torpaqlarda istilik balansının formalaşması göstərilir. Şəkillərdən istilik balans elementlərində, bitkidən asılı olaraq oxşarlıq və fərqləri tutmaq mümkündür. Hər iki şəkildə legendada işarələr aşağıdan yuxarıya doğru, tənliklər isə yuxarıdan aşağıya doğru düzülüblər. Aşağıdakı əyri torpaq səthindən əks olunan enerjinin miqdarını göstərir, sonra udulan enerjinin miqdarı göstərilir, və ən yuxarıdakı əyri ümumi radiasiyanın miqdarını göstərir. “Excel” proqramı vasitəsilə aparılan riyazi analiz göstərir ki, alınan eksperimental nöqtələr yüksək dəqiqliklə nəzəri əyriyə ətrafında yerləşirlər. Aşağıda əyriyə nəzəri düsturları verilir.

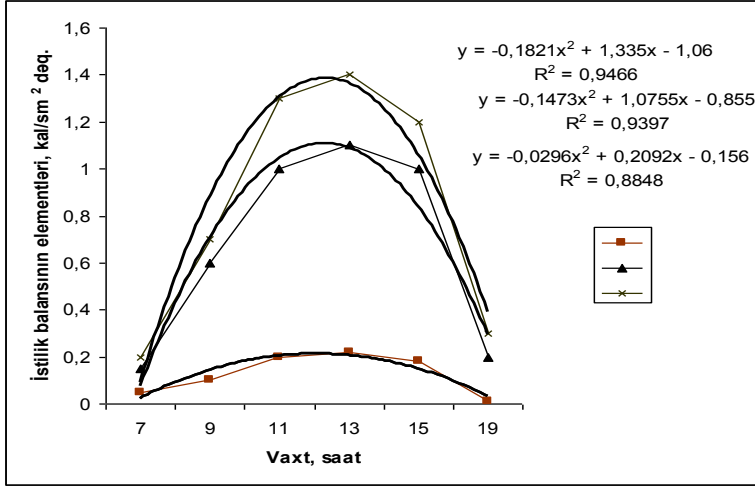
Taxıl tarlası:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ümumi}} &= -0,1821x^2 + 1,335x - 1,06; & R^2 &= 0,9466; \\ Q_{\text{udulan}} &= -0,1473x^2 + 1,0755x - 1,855; & R^2 &= 0,9397; \\ Q_{\text{əksolan}} &= -0,0296x^2 + 1,02092x - 0,156; & R^2 &= 0,8848. \end{aligned}$$

Meyvə bağı:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ümumi}} &= -0,155x^2 + 1,1631x - 0,915; & R^2 &= 0,9252; \\ Q_{\text{udulan}} &= -0,1221x^2 + 0,8973x - 0,7064; & R^2 &= 0,8651; \\ Q_{\text{əksolan}} &= -0,0333x^2 + 1,2401x - 0,2095; & R^2 &= 0,8783. \end{aligned}$$

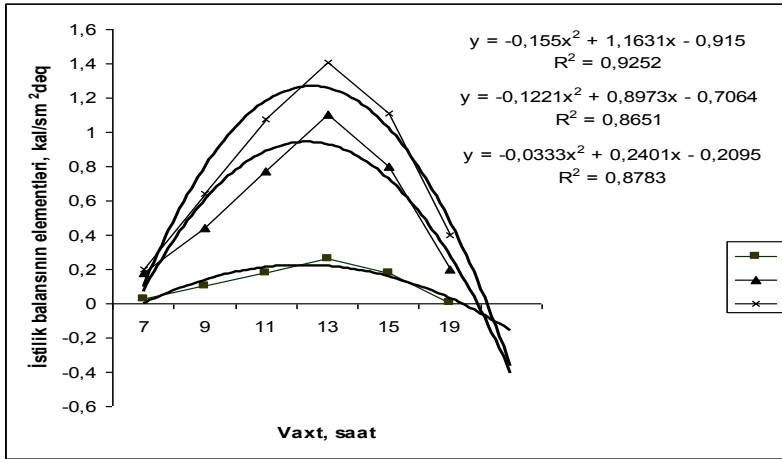
Burada gün ərzində buğda altında istifadə olan dağ-şabalıdı torpaqlarda müvafiq ($Q_{\text{ümumi}}$, Q_{udulan} və $Q_{\text{əksolan}}$) ümumi, udulan və əksolunan günəş şüalarının göstəricisidir (kal/sm^2).



Şəkil 3.1. Şirvan düzü dağ-şabalıdı torpaqların (Ağsu rayonu) istilik balansının əsas elementlərinin (buğda altında) gün boyu dəyişmə dinamikası.

Şəkil 3.2 -də həmin göstəricilər meyvə bağı altında istifadə edilən torpaqlara aiddir. Burada da taxıl tarlasında olduğu kimi eyni qanuna uyğunluqlar müşahidə edilir. Lakin şəkillərə diqqətlə baxsaq fərqlərin olduğunu görürük. Legendada işarələr aşağıdan yuxarıya doğru, tənliklər isə yuxarıdan aşağıya doğru düzülüblər. Aşağıdakı əyri torpaq səthindən əks olunan enerjinin miqdarını göstərir, sonra udulan enerjinin miqdarı göstərilir və ən yuxarıdakı əyri ümumi radiasiyanın miqdarını göstərir.

Şəkildə “Excel” proqramı vasitəsilə aparılan riyazi analiz göstərir ki, alınan eksperimental nöqtələr yüksək dəqiqliklə nəzəri əyrilərin ətrafında yerləşirlər. Aşağıda nəzəri əyrilərin düsturları verilir.

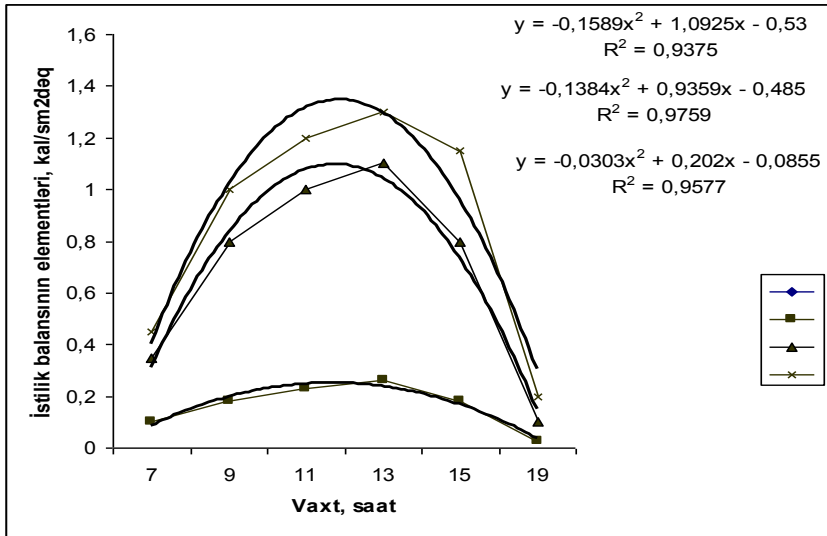


Şəkil 3.2. Şirvan düzü dağ-şabalıdı torpaqların istilik balansının əsas elementlərinin (meyvə bağı) gün boyu dəyişməsi dinamikası.

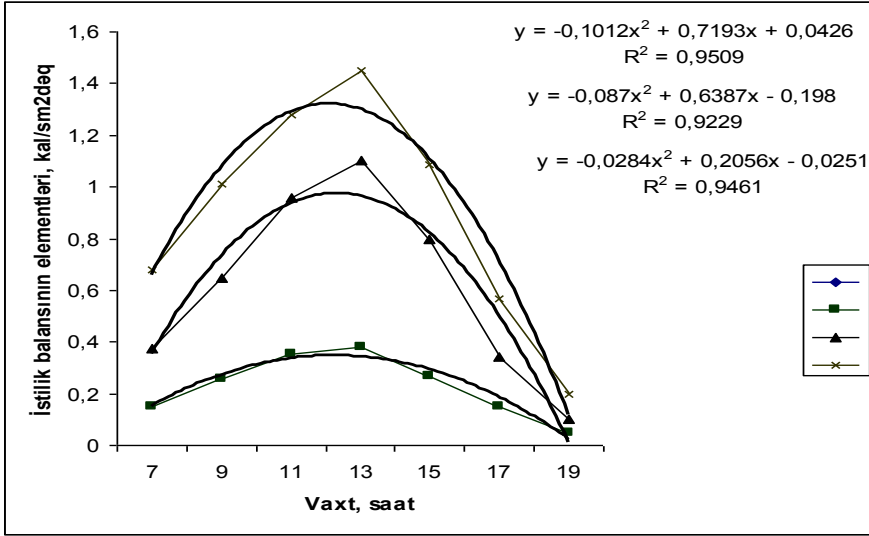
Burada da $Q_{\text{ümumi}}$, Q_{udulan} və $Q_{\text{əksolan}}$ gün ərzində meyvə bağı altında istifadə edilən dağ-şabalıdı torpaqlarda müvafiq ümumi, udulan və əksolunan şüalarının göstəriciləridir.

Şəkil 3.3-3.4-də müqayisəli şəkildə Şirvan düzündə çəmən-boz torpaqda müxtəlif bitki altında istifadə edilən sahələrin istilik balans elementlərinin dinamikası verilir. Şəkillərdən görüldüyü kimi, burada da əyrilər forması ilə oxşarırlar, lakin kəmiyyətcə fərqlidirlər. Legendada işarələr əvvəlki kimi, aşağıdan yuxarıya doğru, tənlilər isə yuxarıdan aşağıya doğru düzülüşlər.

Aşağıdakı əyri torpaq səthindən əks olunan enerjinin miqdarını göstərir, sonra udulan enerjinin miqdarı göstərilir, və ən yuxarıdakı əyri ümumi radiasiyanın miqdarını göstərir. Bütün hallarda olduğu kimi, 3.3 və 3.4 sayılı şəkillərdə də istilik xassələri haqqında əldə edilən informasiya “Excel” proqramı vasitəsilə analiz edilmişdir, alınan eksperimental nöqtələr yüksək dəqiqliklə nəzəri əyrilərin ətrafında yerləşirlər. Aşağıda nəzəri əyrilərin düsturları verilir.



Şəkil 3.3. Şirvan düzü çəmən-boz torpaqların istilik balansının əsas elementlərinin (meyvə bağı) gün ərzində dinamikası.



Şəkil 3.4. Şirvan düzü çəmən-boz torpaqların istilik balansının əsas elementlərinin (buğda altında) gün boyu dinamikası.

Meyvə bağı:

$$Q_{\text{ümumi}} = -0,1589x^2 + 1,0985x - 0,485; \quad R^2 = 0,9375;$$

$$Q_{\text{udulan}} = -0,1384x^2 + 0,9359x - 0,855; \quad R^2 = 0,9759;$$

$$Q_{\text{əksolan}} = -0,0303x^2 + 1,202x - 0,0855; \quad R^2 = 0,9577.$$

Taxıl tarlası:

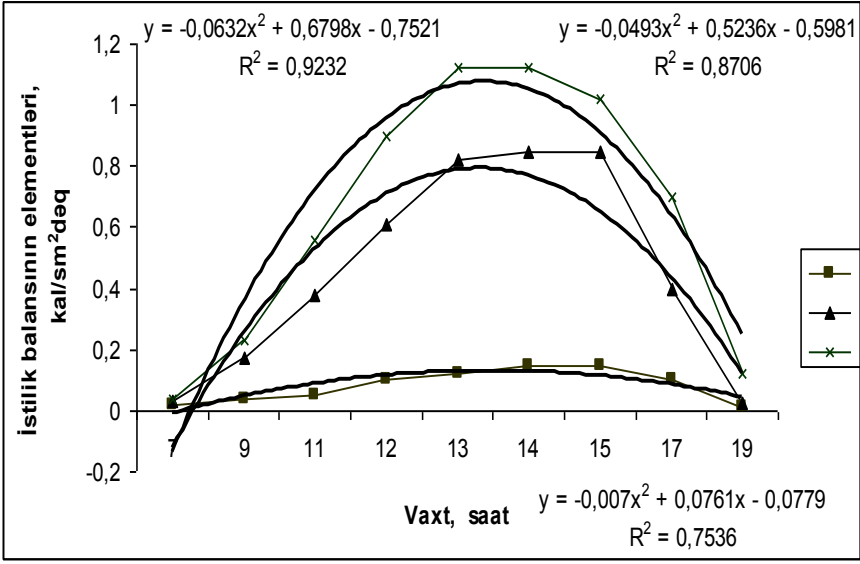
$$Q_{\text{ümumi}} = -0,1012x^2 + 1,7193x - 0,0426; \quad R^2 = 0,9509;$$

$$Q_{\text{udulan}} = -0,087x^2 + 0,2086x - 0,198; \quad R^2 = 0,9229;$$

$$Q_{\text{əksolan}} = -0,0284x^2 + 1,2056x - 0,2051; \quad R^2 = 0,9461.$$

Burada da $Q_{\text{ümumi}}$, Q_{udulan} və $Q_{\text{əksolan}}$ müvafiq gün ərzində üzüm və taxıl altında istifadə edilən çəmən-boz torpaqlarda müvafiq ümumi, udulan və əksolunan şüalarının göstəriciləridir.

Legendada işarələr aşağıdan yuxarıya doğru, tənliklər isə yuxarıdan aşağıya doğru düzülüblər. Aşağıdakı əyri torpaq səthindən əks olunan enerjinin miqdarını göstərir, sonra udulan enerjinin miqdarı göstərilir, və ən yuxarıdakı əyri ümumi radiasiyanın miqdarını göstərir. Şəkildə “Excel” proqramı vasitəsilə aparılan riyazi analiz göstərir ki, alınan eksperimental nöqtələr yüksək dəqiqliklə nəzəri əyrilərin ətrafında yerləşirlər. Aşağıda nəzəri əyrilərin düsturları verilir.



Şəkil 3.5. *İstilik balans elementlərinin gündəlik dinamikası. Yuxarıdan aşağı: ümumi radiasiya, udulan radiasiya, əksolan radiasiya. (boz-çəmən torpaq, meyvə bağı)*

Şəkilə “Excel” proqramı vasitəsilə aparılan riyazi analiz göstərir ki, alınan eksperimental nöqtələr yüksək dəqiqliklə nəzəri əyrilərin ətrafında yerləşirlər. Aşağıda nəzəri əyrilərin düsturları verilir.

Meyvə bağı:

$$Q_{\text{ümumi}} = -0,0632x^2 + 0,6798x - 0,7521; \quad R^2 = 0,9232$$

$$Q_{\text{udulan}} = -0,0493x^2 + 0,5236x - 0,5981; \quad R^2 = 0,8706$$

$$Q_{\text{əksolan}} = -0,007x^2 + 0,0761x - 0,0779; \quad R^2 = 0,7556.$$

Yonca tarlası:

$$Q_{\text{ümumi}} = -0,0604x^2 + 0,564x - 0,1282; \quad R^2 = 0,8694$$

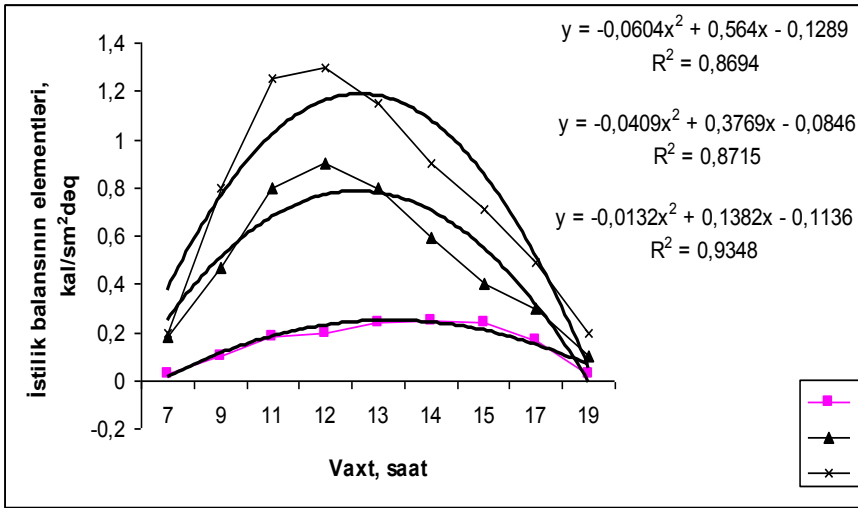
$$Q_{\text{udulan}} = -0,0409x^2 + 0,3769x - 0,0846; \quad R^2 = 0,8715$$

$$Q_{\text{əksolan}} = -0,0132x^2 + 0,1382x - 0,1136; \quad R^2 = 0,9348.$$

Burada da $Q_{\text{ümumi}}$, Q_{udulan} və $Q_{\text{əksolan}}$ gün ərzində meyvə bağı və yonca altında istifadə olunan boz-çəmən torpaqlarda müvafiq ümumi, udulan və əksolunan şüalarının göstəricisidir.

Şəkilə “Excel” proqramı vasitəsilə aparılan riyazi analiz göstərir ki, alınan eksperimental nöqtələr yüksək dəqiqliklə nəzəri əyrilərin ətrafında yerləşirlər. Burada da $Q_{\text{ümumi}}$, Q_{udulan} və $Q_{\text{əksolan}}$ gün ərzində meyvə bağı və yonca altında istifadə edilən çəmən-boz torpaqlarda müvafiq ümumi, udulan və əksolunan şüalarının göstəricisidir. 3.1 – 3.6 şəkillərdən görünür ki,

radiasiya balansının elementləri az da olsa bitki örtüyünə münasib bir birindən fərqlənirlər. Orta hesabla hər üç halda günəşdən gələn ümumi radiasiya təxmini bir-birinə yaxındır. Burada torpaq örtüyündən asılı olaraq fərqlənən əks edilən və udulan enerjilərdir. Torpaqlar öz istilik xassələrinə müvafiq profillərində bitkilərə münasib olan enerji mənbəyini təşkil edən temperatur rejimləri yaradırlar. Bu səbəbdən təcrübə obyektində torpağa axan istiliyin miqdarı və torpaqda formalaşan istilik rejimi bitki örtüyü və profildən asılı öyrənilmişdir. Problemin həllini həyata keçirmək üçün öz tədqiqatlarımızla, yanaşı eləcədə ədəbiyyat və meteoroloji qurumlardan aldığımız materiallardan istifadə etmişik.



Şəkil 3.6. İstilik balansının elementlərinin gündəlik dinamikası. Yuxarıdan aşağı: ümumi radiasiya, radiasiya balans, əksəlan radiasiya. (boz-çəmən torpaq, yonca tarlası)

Bu istiqamətdə əldə etdiyimiz qanunauyğunluqlar göstərir ki, hər bir torpaq tipi bitki örtüyündən, rütubətliyindən, sıxlığından, rəngindən, fiziki-kimyəvi, fiziki-mexaniki, mineraloji tərkibindən asılı olaraq özünə məxsus istilik xassələrinə malikdir. Torpaqlarda istilik ehtiyatları fəsilələr boyu dəyişir, yaz-yay dövrü qızır, payız-qışda isə əksinə soyuyur. Bu qanunauyğunluqlarda keyfiyyətcə bir-birinə oxşar olaraq torpağın tərkibindən və xassələrindən asılı olaraq kəmiyyətcə bir-birindən fərqlənirlər. Alınan nəticələr göstərir ki, Şirvan düzündə dağ-şabalıdı, boz-çəmən və çəmən-boz torpaqlarda profil boyu temperaturun və rütubətin dəyişməsi nəinki müxtəlif, hətta eyni növ bitkilər altında kəmiyyətcə bir-birindən

fərqlənirlər. Məlum olduğu kimi, torpaq-bitki sistemində istilik və rütubət axınları turbolent (torpaq səthi ilə atmosferin aşağı qatı arasında olan istilik mübadiləsi), buxarlanma (buxarlanmaya sərf edilən enerji), torpağa axan enerji (torpağın səthi və aşağı qatları arasında baş verən istilik mübadiləsi) əsasında istilik balansını təşkil edirlər.

Torpaqda istilik rejimlərinin yaradılmasında əsas şərt onun istilik tutumu, istilikkeçirmə və temperatur keçirmə xassələrindən asılıdır. Bu xassələr öz növbəsində torpağın rütubətliyindən, sıxlığından, qranulometrik və mineral tərkibindən, məsaməliyindən, üzvü maddələrin miqdarından, temperaturdan və s. kimi göstəricilərindən mürəkkəb asılılıqlarla bağlıdır. Bu faktlar torpaqların istilik xassələrinə görə fərqli olmalarına gətirir. Elə bu səbəbdən torpaq qatlarının hidrotermik rejimlərini antropogen təsirlərə məruz qalmalarını proqnozlaşdırdıqda torpaqların istilik-fiziki xassələri torpaqların genetik xassələri ilə birlikdə analiz edilməlidir. Bunları nəzərə almaqla qeyd etmək olar ki, problem öz aktuallığını saxlamaqdadır.

Torpaqların istilik-fiziki xassələri laboratoriya şəraitində strukturu pozulmuş torpaq nümunələri ilə beş təkrarlama ilə, çöl şəraitində isə kürə zondlarla iki-üç təkrarlama ilə (kürə zondların miqdarının məhdud olduğundan) strukturu pozulmamış halda aparılmışdır. Eksperimentlərin nəticələri kompüterdə Excel proqramı vasitəsilə aparılmışdır. Temperaturun dinamikası Aqrofizika İnstitutunda hazırlanmış elektron termometrləri vasitəsilə aparılmışdır. Torpağın üst 20 sm qatından axan istinin miqdarı MDB ölkələrində qəbul edilmiş üsulla aparılmışdır (Rukovodstvo, 1964)

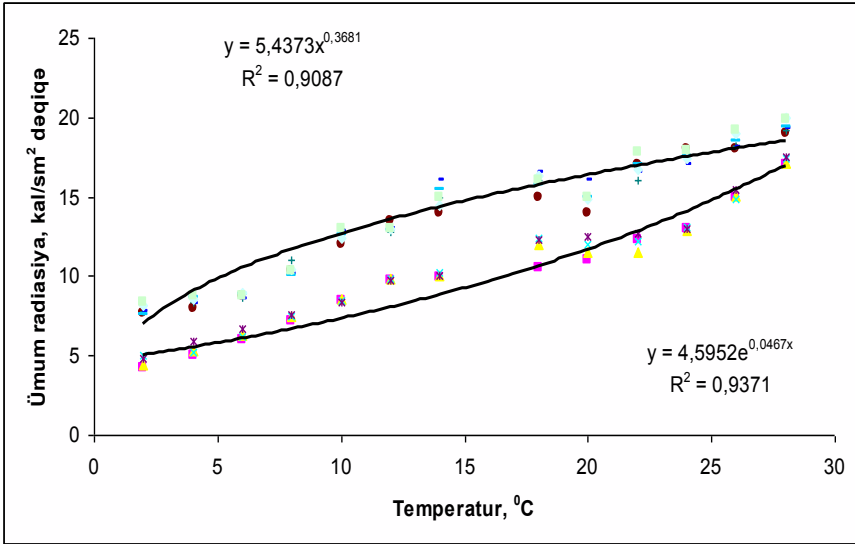
Şəkil 3.7-də Günəşdən gələn ümumi enerjinin və havanın temperaturu arasında olan əlaqə araşdırılır. Üstündəki xətt ümumi radiasiya ilə temperaturun ilin birinci yarısında olan əlaqəsini göstərir, aşağıdakı xətt isə ilin ikinci yarısında olan əlaqədən xəbər verir. Şəkildən görüldüyü kimi əgər Y oxuna paralel xətlər çəksək görərik ki, temperaturun eyni qiymətlərində ümumi radiasiyanın qiymətləri fərqlidir. Bu onunla izah edilir ki, ilin birinci yarısında ətraf mühitin (o cümlədə havanın, torpağın, hövzələrdə və çaylarda suyun temperaturu) temperaturu yüksəlir və ilin ikinci yarısında, baxmayaraq ki, ümumi radiasiyanın yer səthinə düşən miqdarı azalır, havanın temperaturu isə münasib sürətlə düşür, belə ki, burada özünü, təbiətdə mövcud olan, əks təsir göstərir. Antoloji qanunauyğunluq eləcə də radiasiya balansı və temperatur arasında da mövcuddur. Torpaq səthində temperaturun sinusoidal şəkildə dəyişməsi aşağı qatlarda da həmin tezliklə

temperaturun dəyişməsinə təmin edir. Bunu əyani aşağıdakı şəkildə Kürdəmir rayonunda qoyulmuş kəsində görmək olar (şəkil 3.7)

Torpaqda temperatur rəqslərinin amplitud qiymətləri dərinliyə getdikcə azalır. Temperatur rəqslərinin amplitudasının dərinliyə getdikcə azalması Furiyenin birinci qanununa uyğun dəyişir [3, 4, 5, 6]:

$$A_z = A_o \exp\left(-z\sqrt{\frac{\pi}{a\tau}}\right), \quad (1)$$

burada A_o - torpaq səthində temperatur rəqslərinin amplitud qiyməti; A_z – torpağın z - dərinliyində temperatur rəqslərinin amplitud qiymətləri; τ – rəqslərin dövrü; a - torpağın temperatur keçirmə əmsalı.



Şəkil 3.7. Ümumi radiasiya ilə havanın temperaturu arasında asılılıq (üstəki xətt ilin birinci yarısını, aşağıdakı xətt isə ikinci yarısını əks etdirir). Şəkilüstü düsturlarda Y- ümumi radiasiyanın, X isə temperaturun göstəricisidir.

Yuxarıda verilən (1) sayılı düsturu aşağıda ki, şəkildə də vermək mümkündür.

$$A_z = A_0 \exp\left(-\frac{z}{he}\right), \quad (2)$$

burada $he = \sqrt{\frac{a\tau}{\pi}}$ - temperatur amplitudunun sönmə dərinliyi göstərir, və ya temperatur amplitudunun $e \approx 2,7$ dəfə azalması dərinliyi (torpağın fəal qatına nisbətdə).

Torpaq profilində temperatur rəqslərinin fazaları dərinlikdən asılı sürüşürlər, yəni əgər 40 sm dərinlikdə temperatur rəqsinin amplitud qiyməti iyulda alınırsa; 1,2 m dərinlikdə temperatur rəqsinin amplitud qiyməti avqusta alınır və s. Torpaq profilində temperaturun maksimum və minimum fazalarının z dərinlikdə üst qata nisbətdə Furyenin ikinci qanununa əsasən gecikir:

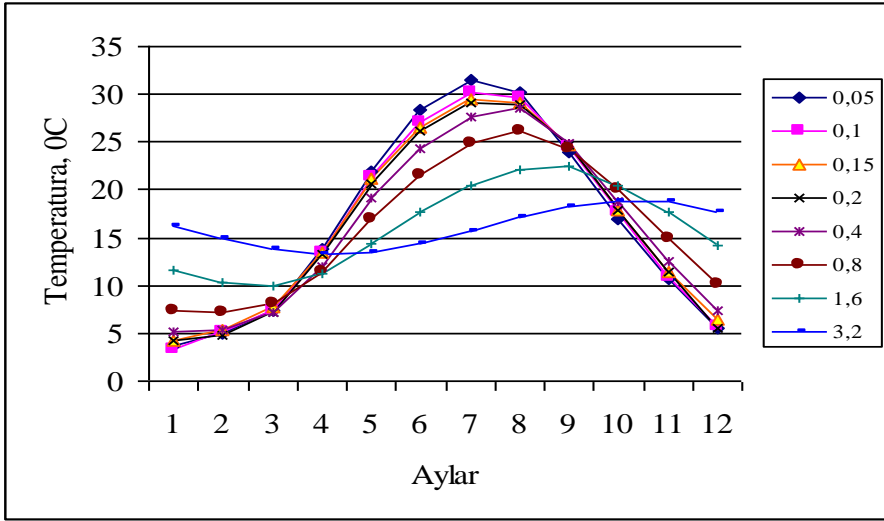
$$t_z = \frac{z}{2} \sqrt{\frac{\tau}{a\pi}} \quad (3)$$

Torpağın istilik xassələri vasitəsilə torpağın üst qatında dəyişmə nəticəsində torpağın fəal qatında temperaturun müəyyən etmək mümkün olur. Əgər torpaq səthinə eyni bərabər Günəş enerjisi düşərsə onun aşağı qatlara keçməsinin miqdarı torpağın istilik tutumu, istilik keçirmə xassəsindən asılı olur. Torpağın qızmasının və ya soyumasının sürəti torpağın istilik tutumundan asılı olur. İstilik tutumu yüksək olarsa torpaqlarda temperatur keçirmənin sürəti aşağı olar. Bu səbəbdən torpağın temperatur keçirməsi torpaqda temperaturun paylanmasında əsas rol oynayır. Buna baxmayaraq, torpaqda gedən proseslərin mexanizmini açmaq üçün istilik keçirmə və istilik tutumunu da nəzərə almaq vacibdir.

Şəkil 3.8 temperaturun torpaq profilində sönməsini göstərir. Şəkildən görüldüyü kimi, temperaturun maksimal qiymətləri (amplitud qiymətləri) dərinlikdən asılı olaraq kəmiyyətcə azalır və zamandan asılı gecikirlər. Məsələn, əgər 0,05 metr dərinlikdə temperaturun amplitud qiymətinin gündəlik dinamikası aydın görünürsə, şəkildəki qrafikalardan 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. Bu səbəbdən aşağı

qatların maksimal temperaturu növbəti ilə də keçə bilər. Belə ki, torpaqda müxtəlif qüvvələrin təsiri nəticəsində istilik, rütubət, duz və başqa elementlərin hərəkəti, qaz mübadiləsi kənd təsərrüfatında, parkların salınması, yaşayış məntəqələrinin yaşıllaşdırılması ilə bağlı bir çox problemlərin həllində istifadə edilə bilər.



Şəkil 3.8. Temperaturun torpaq profili boyunca dəyişməsi. Qrafiklər meteostansiyalardan götürülmüş məlumatlar əsasında Kürdəmir rayonu üçün tərtib edilmişdir. Legendada dərinliklər metrə göstərilir.

Adları çəkilən proseslərdə maddə, qaz və enerjinin hərəkətini təşkil edən qüvvələr öz təbiəti və təsir dərəcəsinə görə müxtəlifdir. Onları iki əsas qrupda birləşdirmək mümkündür. Birinci qrupda xarici qüvvələr tərəfindən məsələlərin daxilində yerləşən maddələrin, məsələn, tərkibi müxtəlif növ duzlarla zəngin olan maye və hava selinin hərəkətini təmin edən, ya rütubətin hərəkətinə səbəb olan temperatur fərqlərini, ya təzyiq fərqlərinə görə tərkibində torpaqda əmələ gələn karbon qazı ilə qatışıq havanın hərəkətini təmin edən qüvvələr. Bu qüvvələrin təsiri, eləcə də onlar tərəfindən əmələ gələn maddə axınlarının gücü, istiqaməti və təsir vaxtı müxtəlif ola bilər. İkinci qrupa torpaq sistemlərinin müxtəlif nöqtələrində xaotik istilik hərəkətinə və diffuziya selinə səbəb olan maddələrin qatılığında fərqlər aid edilir. Diffuziya prosesinin sürəti torpağın vəziyyəti və tərkibindən asılıdır. Torpağın maye fazasında eyni temperaturda diffuziya prosesinin sürəti 10^{10} - 10^{15} dəfə bərk fazaya nisbətən çox olur, qaz fazasında isə maye fazasına nisbətən 10^4 - 10^5 dəfə

çox olur. Ümumiyyətlə, başqa axın proseslərinə nisbətə diffuziya proseslərinin sürəti aşağı olur, lakin diffuziya prosesləri başqa proseslərə nisbətən daimi və uzun müddətli olur və onların rolu güclü və qısa təsirli proseslərin rolundan çox olur.

Bu səbəbdən, deyilənləri nəzərə alaraq axınlar baş verən torpaq mühitini hər tərəfli öyrənilməsi tələb olunur. Məlumdur ki, torpaqda, yəni məsaməli maddələrdə, maddə və enerji axınlarına əsasən su-fiziki xassələr, qranulometrik tərkib, üzvü maddələr, karbonatlıq, düz tərkibi, udma həcmi və sairə təsir edir.

Temperatur rəqslərinin aşağı qatlarda getdikcə sönməsi eləcə də rəqslərin torpaq mikroikliminə və yerüstü atmosfərə təsir edən əsas faktorlardan olan temperatur və rütubət rejimlərinə eləcə də torpaqların becərilməsinin təsiri böyük rol oynayır. Torpağın becərilməsi onun üst qatını yumşaldır, təbii ki, onun fiziki xassələri, quruluşu pozulmamış torpaqların fiziki xassələrindən fərqlənir. Torpağın temperatur rejiminə ilk növbədə onun fiziki xassələrinin dəyişməsi təsir göstərir. Nəzərə alsaq ki, torpaqda istilik axını əsasən konduktiv istilikkeçirmə vasitəsilə həyata keçirilir, bu prosesə istilik keçirmə nəzəriyyəsini şamil etmək olar. Bu nəzəriyyəni temperatur rəqslərinin periodik olmasını nəzərə almaqla həyata keçirmək lazımdır, məsələn temperaturun sutka və ya illik dövrlərini nəzərə almaqla.

Mühitdə istiliyin paylanması əsas parametrlərindən temperaturkeçirmə, istilikkeçirmə, həcmi istilik tutumunu qeyd etmək lazımdır. Bu səbəbdən ilk növbədə torpağın becərilməsi bu faktorlara necə təsir etdiyini araşdırmaq vacibdir. Bunlardan əlavə torpağın qatlar üzrə temperaturu üst qata düşən və qatdan qayıdan enerjiden asılıdır. Qeyd etdiyimiz kimi, torpağın üst qatına düşən enerjinin əsasını Günəş enerjisi təşkil edir. Onun bir hissəsi torpağın səthindən əks olunaraq geri qayıdır, bir hissəsi isə üst qatın nazik bir hissəsi ilə udulur və torpağın və havanın qızmasına, eləcə də suyun buxarlanmasına səbəb olur. Qızdırılmış torpaq səthi uzundalğalı şüaları əks etdirir. Torpaq səthinin enerji balansını adətən aşağıda göstərilən şəkildə də yazmaq olar:

$$H_{sh}(1 - \rho_{sh}) = H^{net} + H_{co} + H_{ai} + H_{ev} ,$$

Burada, H_{sh} - yer səthinə düşən qısa dalğalı radiasiya; ρ_{sh} – albedo; H^{net} – uzun dalğalardan ibarət radiasiya; H_{co} – torpağa keçən istilik seli; H_{ai} - turbulent istilik mübadiləsi; H_{ev} - buxarlamaya sərf edilən istilik. Albedodan başqa bu parametrlər enerji vahidləri ilə ölçülür (kal/sm²min ya vat/sm²).

Torpaqların istilik-fiziki xassələrini müqayisə etmək üçün onların başlanğıc vəziyyətləri eyni olmalıdır. Bu səbəbdən müxtəlif buxarlanma rejimlərində becərmə nəticəsində müxtəlif temperatur rejiminə rast gəlmək mümkündür. Becərmənin temperatur rejiminə təsirini müəyyən etmək üçün bərabər meteoroloji və bitki örtüyü şəraitində öyrənmək əsas şərtlərdən biridir. Məsələn, yazın başlanğıcında, temperaturun rolu olduqca vacib bir vaxtda, çox güman ki, müqayisə edilən şumlanmış və şumlanmamış torpaq səthlərindən buxarlanma eyni və ya cüzi fərqlə ola bilər. Hər iki səthə düşən günəş enerjisi Günəşin hündürlüyündən və atmosferin vəziyyətindən asılı olur.

Şumlama torpağın üst qatının istilik müqavimətini çoxaldır və bu səbəbdən, baxmayaraq ki, torpağın üst qatının temperaturunu çoxaldır, torpağa axan istiliyin miqdarını azaldır. Bu hal eləcədə torpaqdan havaya axan istiliyin (H_{ai}) və effektiv uzundalğalı radiasiyanın (H^{net}) miqdarına da təsir göstərir. Belə ki, becərmə ilə əlaqədar istilik effekti olduqca mürəkkəbdir, elə bu səbəbdən də ədəbiyyatda rast gəlinən nəticələr bir-birinə zidd olur.

Əgər torpağın üst qatında istilik axını (H_{so}) və istilik xassələri məlum olarsa, onda istilik nəzəriyyəsinin köməyi ilə torpağın müxtəlif qatlarında temperaturu hesablamaq mümkündür. Torpağın üst qatında temperatur rəqsləri tam periodik olarsa, onda dərinliyə getdikcə temperatur rəqslərinin amplitud qiymətləri qanunauyğunluqla torpağın hər iki halında azalır, özü də becərilən torpaqda temperaturun amplitud qiymətinin azalma sürəti bir qədər yuxarı olur. Digər tərəfdən, baxmayaraq ki, becərilən torpağın üst qatının qızması temperaturun tezliyindən asılıdır, belə ki, qısa dövrlü rəqslər daha tez sönürlər. Məsələn, temperaturun sutkalıq rəqsləri 40-60 sm dərinlikdə demək olar ki, tam sönür. Bu dərinlik torpağın xassələrindən asılıdır, torpağın istilik tutumu, istilikkeçirmə və temperaturkeçirmə əmsallarından və s. İllik dövrdə bu dərinliklər kök altında 365-ə, yəni təxminən 19 dəfə çox olmalıdır.

IV FƏSİL. TORPAQLARIN İSTİLİK-FİZİKİ XASSƏLƏRİ, ONLARIN ÖLÇMƏ ÜSULLARI VƏ DƏYİŞMƏSİ QANUNAUYĞUNLUQLARI

4.1. İstilik-fiziki xassələrin torpağa axan istilik selinin təyininə rolu

Təcrübədə əksər hallarda cismin istilik keçirməsini müəyyən etmək üçün onun molekulyar strukturunun açılmasına ehtiyac olmur. Ölçüləri molekulların ölçülərindən və onların arasındakı məsafələrdən dəfələrlə böyük olan məsaməli sistemlərdə istilik mübadiləsi proseslərini bütöv arası kəsilməyən cisimlərdə olduğu kimi yanaşmaq olar [40, 48, 50, 58, 79, 81, 87, 90 və başqaları]. Belə hallarda bərk cisimlərin daxilində istilik mübadiləsini müəyyən etmək üçün temperatur sahəsini tapmaq kifayət edir. Temperatur sahəsi cismin bütün nöqtələrində temperaturun qiymətlərini və ya cismin daxilində temperaturun zamandan asılı paylanması nəzərdə tutulur. Yəni cismin daxilində temperaturun (T) istənilən nöqtədə $M(x, y, z)$ və istənilən anda (t) müəyyən edilməsi nəzərdə tutulur, yəni aşağıda göstərilən funksiyanın həlli nəzərdə tutulur

$$T = f(x, y, z, t). \quad (4.1)$$

Bərk cisimlərin daxilində çoxlu miqdarda səthlər seçmək olar ki, onlar müəyyən zaman daxilində izotermik olsunlar. Torpağa gəldikdə belə səthləri torpağın genetik qatları daxilində seçmək olar. Belə izotermik qatları torpaq profilində sonsuz miqdarda seçmək olar, hətta hər bir genetik qatda onların sayı çox ola bilər. Bu asılıdır temperaturu ölçmək üçün istifadə edilən zondların ölçülərindən, yəni torpaq profilində qatlar üzrə neçə zond yerləşdirməsinin mümkün olmasından.

Beləliklə, torpaq profilində çoxlu miqdarda izotermik səthlər ayırmaq mümkündür. İstilik seli izotermik səthə perpendikulyar olmaqla bir izotermik səthdən digərinə axır.

Torpaqda istilik mübadiləsi dedikdə torpağın bir hissəsindən digərinə istiliyin keçməsi nəzərdə tutulur. Bu proses müxtəlif yollarla həyata keçirilir. İstilikkeçirmə vasitəsi ilə: torpağın bir hissəciyindən digərinə kontakt vasitəsilə; konveksiya yolu ilə: torpaq hissəciklərinin və

boşluqlardakı hava vasitəsilə; şüalanma vasitəsi ilə. Torpaq fizikasına aid mənbələrdə göstərilir ki, torpaqda istilik axını istilikkeçirmənin bütün vasitələri ilə birlikdə həyata keçir [118, 120, 121, 122, 123 və başqaları]. Belə ki, torpaqların istilik keçirməsi torpaq zərrəciklərinin istiliyi birindən digərinə keçirməsi, istilik tutumu, istiliyi özündə saxlaması nəzərdə tutulur. Torpaqda istilikkeçirmə, temperatur keçirmə və istilik tutumu bir-birilə aşağıdakı düstur vasitəsilə bağlıdırlar:

$$\lambda = a \cdot C, \quad (4.2)$$

burada, λ - istilikkeçirmə əmsalı, $\text{kal sm}^{-1} \text{san}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; a - temperaturkeçirmə əmsalı, $\text{sm}^2 \text{san}^{-1}$; C - torpağın istilik tutumu, $\text{kal sm}^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Məlum olduğu kimi, torpaq yekcins cisim deyil və ən sadə halda bərk, maye və qaz fazalarından ibarət olan üç fazalı sistem kimi qəbul edilir. Bu üç faza arasında nisbət təbii (Günəş enerjisi, yağış, külək və s.) və antropogen (müxtəlif aqrotexniki üsullar) təsirlər nəticəsində daim dəyişir. Göründüyü kimi, torpağın istilik-fiziki xassələri müxtəlif təsiredici qüvvələrin vasitəsi ilə dəyişirlər. Elə bu səbəbdən də onları torpağın və ətraf mühitin müxtəlif göstəricilərinə uyğun hesablamaq lazım olur. Bunlardan torpağın rütubətliyindən, sıxlığından, mineraloji və qranulometrik tərkibindən, temperaturundan və s. parametrlərindən asılı öyrənilməsi vacibdir. Bunların hər hansı birinin dəyişməsi torpağın istilik-fiziki xassələrinin dəyişməsinin səbəbi ola bilər.

A.F.Çudnovski tərəfindən klassik istilik tənliyini torpağa şamil etmək üçün Furye tənliyini aşağıdakı şəkildə yazmağı təklif etmişdir:

$$\partial T / \partial t = d/dx (a \cdot (\partial T / \partial x)), \quad (4.3)$$

burada T - temperatur, $^\circ\text{C}$; t - zaman, san (saat); x - dərinlik, sm (m); a - torpağın profil boyu tərkibindən və vəziyyətindən asılı olan effektiv temperaturkeçirmə əmsalıdır, sm^2/san . Temperaturkeçirmə əmsalının $a(x,t)$ profil boyu zamandan asılı dəyişməsi müxtəlif aqrotexniki problemlərin həllində istifadə edilə bilər.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, torpağın istilik rejimi torpağa axan istiliyin miqdarından asılıdır. Torpağa daxil olan istilik selinin balans

tənliyindən asılı olmayaraq bərk cisimlərə aid olan düstur vasitəsi ilə istiliyin miqdarını sərbəst şəkildə təyin etmək mümkündür.

$$Q_{torp} = -\lambda (dT/dx)_0, \quad (4.4)$$

Burada $(dT/dx)_0$ - torpaq səthində olan temperatur qradienti, λ - torpaq səthində istilikkeçirmə əmsəlidir.

Bu tənlikdən istifadə edərək fərz edilir ki, temperatur yalnız vertikal istiqamətdə dəyişir, horizontal istiqamətdə isə sabit qalır. Qeyd edilən şərtləri nəzərə almaqla yuxarıdakı tənliyi aşağıdakı tənlik şəklində yazmaq olar:

$$Q_{torp} = -\frac{d(\lambda T)}{dx}, \quad (4.4a)$$

Burada yazılan hər iki düsturdan görmək olar ki, torpağa axan istilik selini müəyyən etmək üçün hər iki halda profil boyu istilikkeçirmə əmsəlini və temperaturunun qradientini bilmək lazım gəlir.

4.2. Torpaq istilik-fiziki xassələrin hesablamaya yolu ilə təyini

Torpaqla bağlı bir çox problemlərinin həllində istilikkeçirmə əmsəli ilə rastlaşmaq mümkündür [20, 21]. Odur ki, torpaqların istilikkeçirmə əmsəlinin təyininə çoxlu miqdarda işlər həsr edilmişdir [24, 25, 29, 33, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 44, 48]. Burada biz daha çox əhəmiyyəti olanları araşdıracağıq. Bu işlərin hamısında temperaturkeçirmə əmsəlinin təyində $a=\lambda/c$ nisbəti ilə birgə Furiyenin istilikkeçirmə tənliyinin (4.2) müxtəlif həlləri ilə rastlaşırıq. İstilikkeçirmə tənliyinin həllində başlanğıc və sərhəd şərtləri seçmək lazım gəlir. Adətən bu tənliyin həlli üçün sərhəd şərti kimi torpaq səthində və ya hansısa bir qatında temperaturun sutka və ya illik dəyişməsi qanunauyğunluqlarını nəzərə almaq lazım gəlir. Sərhəd şərtini belə qəbul etdikdə torpağın müəyyən dərinliyində temperaturu təyin etmək üçün istilikkeçirmə tənliyinin həllini aşağıda göstərilən kimi yazmaq olar:

$$T(x) = \sum T_n(x) \sin_n(n\omega t - \varphi_n) + T^u(x), \quad (4.5)$$

burada $\omega = 2\pi/\tau$ - dairəvi tezlik; τ - dövr, sutka və ya il; φ - hesabatin başlanğıcından asılı olan fazalar arasında yaranan fərq; x - dərinlik, sm (m).

Əgər sutka ərzində temperaturunun dalğası bir harmoniyadan ibarət olarsa onda temperaturkeçirmə əmsalını temperaturun amplitud qiymətinin torpaq profilində sutka ərzində (il ərzində) azalmasından istifadə edərək və ya profilin iki dərinliyində temperatur dalğası fazalarının gecikməsini nəzərə almaqla hesablamaq olar [47, 48, 49, 50, 51, 54, 55]. 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 hesablamaq mümkündür.

$$a = \pi (x_2 - x_1) / \tau [\ln ((T_1 - T) / (T_2 - T^1))]^2 . \quad (4.6)$$

Torpaqda temperaturun dəyişməsinə hər zaman sinusoidal olmadığından bu yolla temperatur keçirmənin hesablanması bəzi səhvlərə yol verilir. Əgər temperatur keçirmə əmsalının təyində sinusoidalın ikinci harmoniyasından da istifadə etsək onda dəqiqlik xeyli artar [61, 73, 74, 75]. Bunun üçün temperaturun iki dərinlikdə paylanması hər altı saatdan bir bilmək lazımdır və istilikkeçirmə tənliyini aşağıda göstərilən şəkildə yazmaq lazım gəlir:

$$\text{əgər } \omega t = 0, \text{ onda } T_1 = \sum T_n \sin \varphi_n + T^*;$$

$$\text{əgər } \omega t = \pi/2, \text{ onda } T_2 = \sum T_n \sin (n \cdot (\pi/2) - \varphi_n) + T^*$$

$$\text{əgər } \omega t = \pi, \text{ onda } T_3 = \sum T_n \sin (\varphi_n) (-1)^{n+1} + T^*$$

$$\text{əgər } \omega t = 3\pi/2, \text{ onda } T_4 = \sum T_n \sin (3n \cdot \pi/2 - \varphi_n) + T^*$$

T_3 -ü T_1 -dən və T_4 -ü T_2 -dən çıxaraq aşağıdakı tənlikləri alırıq.

$$T_1 - T_3 = 2 \sum T_{2n-1} \sin \varphi_{2n-1}; \quad (4.7)$$

$$T_2 - T_4 = 2 \sum T_{2n-1} \cos \varphi_{2n-1}. \quad (4.8)$$

Nəzərə alaraq ki, yuxarı dərəcəli harmoniyaların amplitud qiymətləri birinci harmoniyanın amplitud qiymətindən olduqca kiçikdir, yuxarıda yazılan ifadələri aşağıda göstərilən şəkildə yazmaq olar:

$$T_1 - T_3 \approx -2 T_1 \sin \varphi_1; \quad (4.9)$$

$$T_2 - T_4 \approx 2 T_1 \cos \varphi_1. \quad (4.10)$$

Əgər $\sin \varphi_1$ və $\cos \varphi_1$ çox kiçik deyillərsə, yəni φ bucağının qiyməti $\pi/4 \cdot (2n+1)$ -ə yaxındırsa (n - tam ədəddir), onda sıranın digər üzvlərini nəzərə almamaq olar. Yuxarıda yazdığımız (4.9) ifadəsini (4.10) ifadəsinə bölsək onda aşağıda yazdığımız (4.11) düsturunu alırıq. Belə əməliyyatları digər dərinliklər üçün apararaq aşağıdakı düsturu alırıq:

$$(T_1 - T_3)/(T_2 - T_4) \approx -\operatorname{tg} \varphi_1, \quad (4.11)$$

Eyni əməliyyatı torpağın x_2 dərinliyi üçün apararaq aşağıdakı ifadəni alırıq

$$(T_{1,2} - T_{3,2})/(T_{2,2} - T_{4,2}) \approx -\operatorname{tg} (\varphi_1 + (x_2 - x_1) \sqrt{\pi/a\tau}), \quad (4.12)$$

buradan temperaturkeçirmə əmsalı (a) üçün aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$a = [\pi - (x_2 - x_1)] / \tau \left[\operatorname{arctg} \frac{(T_1 - T_2)(T_{2,2} - T_{4,2}) - (T_1 - T_4)(T_{1,2} - T_{3,2})}{(T_1 - T_3)(T_{1,1} - T_{3,1}) - (T_2 - T_4)(T_{2,2} - T_{4,2})} \right] \quad (4.13)$$

Belə ki, torpağın iki dərinliyində x_1 və x_2 sutka ərzində hər altı saatdan bir temperaturu ölçməklə temperaturkeçirmə əmsalını xüsusi cihazlardan istifadə etməyərək hesablamaq mümkündür. Zamanın başlanğıcını meteoroloji qurumlarda aparılan dörd saatdan bir ölçülərdən

birini götürmək olar. Ölçüsü aparılan torpaq dərinliklərini $tg \varphi_1$ və $tg (\varphi_1 + (x_2 + x_1) + \sqrt{\pi/k\tau})$ vahidə yaxın olması şərti ilə seçilir.

Ölçü aparılan dərinliklərin arasında məsafə fərqi aşağıda göstərilən düsturların vasitəsilə hesablama olur.

$$\varphi_1 \approx \pi/4(2n_1+1), \quad (4.14)$$

$$\varphi_1 + (x_2-x_1) \sqrt{\pi/a\tau} \approx \pi/4(2n_2-1).$$

burada n_1 və n_2 tam ədədlərdir. Burada göstərilən üsulla tapılan $x_1 = 5 \text{ sm}$, $x_2 = 15 \text{ sm}$.

Ədəbiyyatda başqa hesablama üsulları da məlumdur []. Onlar əsasən temperaturun torpaq səthində zamandan asılı sinusoidal xarakterli olmasına əsaslanırlar. Lakin onlar temperaturkeçirmə əmsalının orta qiymətini müəyyən etməyə imkan verir. Bu düsturların analizi göstərir ki, onların vasitəsilə torpağın istilik-fiziki xassələrinin təxmini hesablanmalarına imkan yaradırlar və özü də tarla və laboratoriya şəraitində istilik-fiziki xassələrin təyində nəzəri mülahizələrin nəticəsi ola bilər.

4.3. Torpaq istilik-fiziki xassələrinin tarla üsulu ilə təyin edilməsi

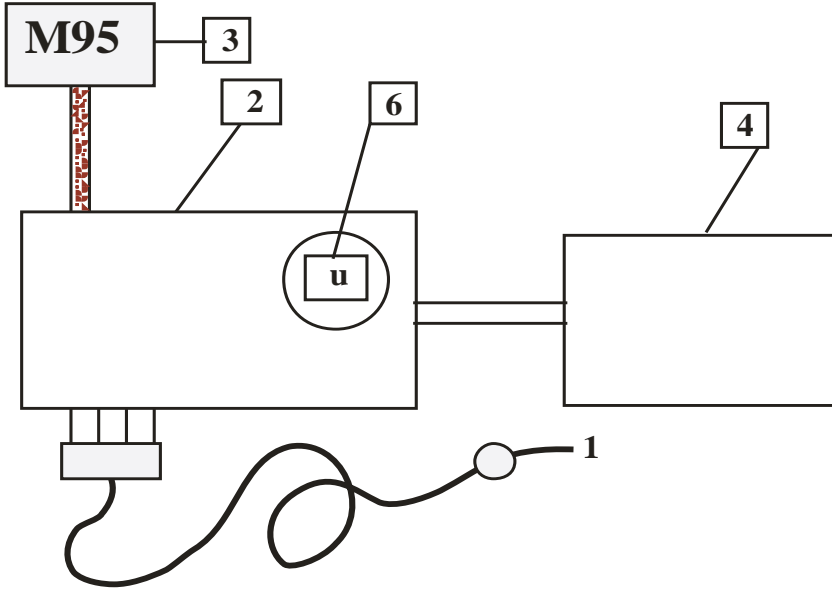
Yuxarıda göstəriləni kimi, hesablama üsullarının əksəriyyəti torpaqda temperatur dalğasının zamandan asılı dəyişməsi ilə aparılır. Özü də bu hesablamaların hər biri yalnız temperatur keçirmə əmsalının hesablanması üçün yararlıdır. Bu səbəbdən ölçmələrin tarla şəraitində aparılmasına başlanmışdır. Bunun üçün xüsusi formalarda datçiklərdən istifadə edilməsi təklif edilir. Hazırda kürə, plastinka və silindrik formada zondlar daha geniş istifadə olunurlar. Bizim tərəfdən kürə və nazik silindrik formada zondlardan istifadə edilmişdir.

Bu üsulların istifadəsi haqqında informasiya aşağıda göstərilən ədəbiyyatda rast gəlmək olar [77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85]. Üsulun əsasında torpağın istənilən qatında yerləşdirilmiş zondların vasitəsilə temperaturun dəyişməsinə ölçmək mümkündür. Qızdırıcıya ötürülən elektrik cərəyanının gücünü bilərək və temperaturun dəyişməsinə ölçərək torpağın istilik-fiziki əmsallarını tapmaq olur. Əgər qızdırıcı torpağa

yerləş-dirilməzdən əvvəl torpaq qatının temperaturu T_0 °C idisə və T_1 °C temperaturu olan zond torpağa yerləşdirildikdən sonra torpaqda aşağıda göstərilən formada temperatur paylanması əmələ gəlir:

$$T_z - T_1 = 2/\pi (T_0 - T_1) \int_0^\beta e^{-\beta} d\beta , \quad (4.15)$$

burada T_z -zondun z sm məsafədə olan nöqtənin t saniyədən sonrakı temperaturu, °C; T_1 zondun temperaturu, °C; $\beta = z^2/4at$ -Krapf funksiyasının arqumentidir, ölçüsüz kəmiyyətdir; a –temperaturkeçirmə əmsalı, sm²/san.



Şəkil 4.1. Tarla şəraitində torpağın istilik-fiziki xassələrini ölçmək üçün qurğunun prinsipial sxemi: 1 - kürə zond; 2- ölçü bloku; 3 – mikro ampermetr; 4 - elektrik cərəyanı ilə təciz edən blok; 6- voltmetr.

Zond tərəfindən perpendikulyar istiqamətdə torpağa ötürülən istiliyin miqdarını (Q) aşağıdakı qaydada hesablamaq olar:

$$dQ = \lambda S(dT/dz)_{z=0} dt, \quad (4.16)$$

Bu düstura daxil olan $(dT/dz)_{z=0}$ ifadəsini (4.15) düsturun vasitəsi ilə tapmaq olar:

$$(dT/dz)_{z=0} = 2(T_0 - T_1)/(at \sqrt{\pi}). \quad (4.17)$$

Sonuncu iki tənlikdən istilik selinin hesablaması üçün aşağıdakı düsturu alırıq:

$$dQ = -2S(T_0 - T_1)/at \sqrt{\pi}. \quad (4.18)$$

Nəzərə alaraq ki, müəyyən zaman çərçivəsində (t_1 -dən t_2 -yə kimi) ölçmələr zondan bir istiqamətdə axan istilik cərəyanını nəzərə alır, (4.18) düsturunu aşağıdakı qaydada yazmaq olar:

$$Q = S(T_1 - T_0)/\sqrt{\pi} (\sqrt{t_1} - \sqrt{t_2}) \sqrt{\lambda C_y \rho} \quad (4.18 a)$$

burada $\sqrt{\lambda C_y \rho}$ ifadəsini təyin etməklə bütün istilik fiziki xassələri hesablamaq mümkündür.

Bu üsulla torpaqların istilik-fiziki xassələrinin öyrənil-məsinə [39-41] ədəbiyyatda rast gəlmək olar. Bu üsulun mahiyyəti ondadır ki, torpağa kürə formasında zond yerləşdirirlər və bütün təcrübə boyu gücü eyni miqdarda olan elektrik cərəyanı verilir, yəni zondun qızdırıcısına sabit cərəyan verilir. Təcrübənin başlanğıcında kürənin temperaturu torpağın temperaturuna bərabər olur və başlanğıc temperatur kimi qəbul edilir. Qızdırıcını işə saldıqdan sonra kürəni əhatə edən torpağın temperaturunun ölçməsi diferensial istilik-keçirmə tənliyinin həlli vasitəsi ilə aparılır. Sərhəd şərti kimi zondun qızmasında istifadə edilən elektrik cərəyanının zondan ətrafa axan cərəyanın cəminə bərabər olması götürülür. Bu şərtlərlə istilikkeçirmə tənliyinin kürənin səthi üçün həlli aşağıdakı ifadəni verir:

$$T_r = P_z [1/z F(z_1, \sqrt{t}) - 1/2 F(z_2, \sqrt{t})] / (2C_z \sqrt{m^2 - n}) \quad (4.19)$$

burada P_z -zond tərəfindən istifadə edilən sabit cəryan; C_z - zondun istilik tutumu; $m = (2 \pi \lambda r^2)/(C_z \sqrt{a})$; $n = (4 \pi \lambda r)/C_z$; $Z_{1,2} = -m \pm \sqrt{m^2 - n}$; $F(\varepsilon) = e^{-\varepsilon^2} [1 + \Phi(\varepsilon)]$; $\Phi(\varepsilon)$ - ehtimal inteqralı; λ - torpağın

istilikkeçirmə əmsalı; k – torpağın temperaturkeçirmə əmsalı; t – zaman; r – zondun radiusu.

Zaman həddən çox olduqda ($at > r^2$) düstur (3.19)-u ehtimal inteqralının asimptotik ifadəsindən istifadə edərək kürənin səthi üçün temperaturun paylanması üçün ilk hədlərindən istifadə edərək aşağıda göstərilən ifadə kimi yazmaq olar:

$$T_z = (P_z/4r\lambda)\{1-r/\sqrt{\pi at} [1-1/2t(r^2/a - C_z/2\pi r t)]\}. \quad (4.20)$$

Təcrübi cəhətdən bu o deməkdir ki, başlanğıcdan zaman çox keçdikdə temperaturkeçirmənin zamanla hasil küre radiusunun kvadratından çox olur ($at > r^2$) və kürə-zondun temperaturunun yəni T_z -in $1/\sqrt{t}$ -dən asılılığı yüksək dəqiqliklə (3.20) düsturun vasitəsi ilə ifadə edilə bilər. Təcrübə vaxtı bir neçə dəfə kürənin səthində temperaturu T_z ölçərək T_z -in $1/\sqrt{t}$ -dən asılılığının əyrisi qurulur. İkinci həddən sonrakı hədləri nəzərə almasaq düz xətti asılılıq alırıq. Alınan düz xətti koordinat oxları istiqamətinə uzadaraq ordinat oxu üzrə alınan kəsik kəmiyyətə $P_z/4\pi r \lambda$ -ya bərabər nəticə verir. Düz xəttin absis oxu ilə kəsişdikdə alınan kəsik $\sqrt{a\pi/r}$ -ə bərabər olur. Təcrübi alınan nöqtələr ordinat oxuna yaxın yerləşdiklərinə görə istilikkeçirmə əmsalı λ -ın qiyməti temperaturkeçirmə əmsalı a -ya nisbətən daha dəqiq alınır.

Yuxarıda aparılan analizin nəticələri göstərir ki, kürə-zondun vasitəsilə eyni təcrübədən istilikkeçirmə və temperaturkeçirmə əmsallarını müəyyən etmək mümkündür, özü də kürədən kənarında temperaturu ölçmək lazım olmur. Bu isə eksperimentin dəqiqliyini xeyli artırır. Torpağa yerləşdirilən zondlarla torpağın arasında kontaktı optimallaşdırmaq üçün zondları torpağa yerləşdirdikdən sonra ölçmələr 15-20 gündən sonra aparılmalıdır. Cədvəl 4.1 və 4.2-ə tarla şəraitində aparılmış ölçmələr nəticəsində dağ-şabalıdı və boz-çəmən torpaqlar üçün alınmış istilikkeçirmə əmsallarının qiymətləri verilmişdir. Cədvəllərdən görüldüyü kimi gün ərzində istilikkeçirmə əmsalı təxminən 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 dərəcədə dəyişmir.

Cədvəl 4.1.

**Ağsu rayonu dağ-şabalıdı torpaqların təbii şəraitdə istilikkeçirmə əmsallarının sıxlıqdan və rütubətdən asılı olaraq dəyişməsi,
 $\lambda \cdot 10^4 \text{ kal sm}^{-1} \text{ san}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$**

Tarix	Dərinlik, sm	Sıxlıq, q/sm ³	Rütubətlik, %	İstilikkeçirmə əmsalı, $\lambda \cdot 10^4 \text{ kal sm}^{-1} \text{ san}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
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

Cədvəl 4.2

Kürdəmir rayonu boz-çəmən torpaqların təbii şəraitdə istilikkeçirmə əmsallarının sıxlıqdan və rütubətdən asılı olaraq dəyişməsi, $\lambda \cdot 10^4 \text{ kal sm}^{-1} \text{ san}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Tarix	Dərinlik, sm	Sıxlıq, q/sm ³	Rütubətlik, %	İstilikkeçirmə əmsalı, $\lambda \cdot 10^4 \text{ kal sm}^{-1} \text{ san}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
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

Cədvəllərə diqqətlə nəzər salsaq hər iki torpaq tipinin istilikkeçirmə əmsallarının kəmiyyətlərində fərqləri görmək olar. Bu fərqləri torpağın sıxlığı və nəmliyi ilə müqayisə etməklə birinci yanaşmada izah etmək olar. Baxmayaraq ki, tarla şəraitində istifadə edilən cihazlar yüksək mükəmməl texnoloji ilə hazırlanıb, alınan təcrübi nəticələrinin dəqiqliyi yüksəkdir, tarla şəraitində biz istilik-fiziki xassələrin rütubət-dən, sıxlıqdan, qranulometrik və üzvi-mineral tərkibdən asılı öyrənə bilmirik. Bu qeyd edilən asılılıqları yalnız strukturu pozulmuş torpaqlarda laboratoriya şəraitində öyrənmək mümkündür.

4.4. İstilik-fiziki xassələrin laboratoriya şəraitində öyrənilməsi

Hazırda torpağın istilik-fiziki xassələrini öyrənmək üçün çoxlu miqdarda laboratoriya üsulları mövcuddur. Baxmayaraq ki, laboratoriya şəraitində torpağın təbii strukturu pozulur, onun üstün cəhəti istilik-fiziki xassələrin yüksək dəqiqliklə ölçməsində, temperatur və istilikkeçirmə əmsallarının torpağın rütubətliyindən, sıxlığından, qranulometrik tərkibindən asılı öyrənməyə imkan verməyindədir. Nəzəri əsaslarına görə laboratoriya üsulları iki əsas qrupa bölünürlər: stasionar və qeyri stasionar. İstilik-fiziki xassələri öyrənən birinci qrup üsullar təcrübə zamanı torpaq nümunəsinin T temperaturunun paylanması sabit qalmasını tələb edir, yəni $\partial T / \partial x = 0$. Qeyri stasionar üsullarla istilik-fiziki xassələrin öyrənilməsində torpaq nümunələrində temperaturun zamandan asılı dəyişmə-sini tələb edir, yəni $\partial T / \partial x \neq 0$. Bu üsullara ədəbiyyatda geniş yer verilir [84, 85, 87].

Bu iki qrup üsullar arasında torpağın istilik-fiziki xassələrinin öyrənilməsi üçün müntəzəm (requlyar) istilik rejimi üsulu durur [53]. Müntəzəm istilik rejiminin əsasında qeyri müntəzəm (qeyri requlyar) rejiminə məxsus ən sadə hallar durur: qızma və soyuma prosesləri. İstilik müntəzəm (requlyar) rejiminin nəzəriyyəsinə əsasən tədqiq edilən nümunə istənilən formada və tərkibdə ola bilər.

Qısa şəkildə müntəzəm istilik rejimi üsulunun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, istənilən forma, tərkib və ölçüdə olan cism sabit temperaturu T_c olan mühitə yerləşdirilir. Cismin temperaturu onun mərkəzində yerləşdirilən datçikin köməyi ilə ölçülür, ölçülər göstərir ki, təcrübənin başlanğıcında cismin daxilində müəyyən temperatur paylanması

mövcüddür. Cismın istənilən yerində onun temperaturu koordinat və zamandan asılı olan funksiya kimi dəyişir $T=f(x,y,z,t)$. Temperaturun qiymətini aşağıdakı diferensial tənliyin vasitəsi ilə tapmaq olar:

$$\partial T/\partial t = \partial^2 T/\partial^2 x + \partial^2 T/\partial^2 y + \partial^2 T/\partial^2 z \quad (4.21)$$

Bu tənlik $\lambda(\partial T/\partial n)_s + \alpha(T - T_s) = 0$ sərhəd və $(T)_{t=0} = f(x,y,z)$ başlanğıc şərtləri ilə həll edilir. Burada n - cismın səthinə çəkilən normaldır; α - cismın səthindən ətraf mühitə istilik vermə əmsalı.

Temperatura T əvəzinə daha sadə temperaturların fərqi $v = (T - T_s)$ götürərək, bu fərq zaman getdikcə sıfıra istiqamətlənir, yəni cismın temperaturu mühitin temperaturuna yaxınlaşır. Yuxarıdakı (4.21) tənliyinin həlli, hədlərin zaman-dan asılı eksponensial şəkildə tez azalan sonsuz sıra kimi verilir:

$$v = A_0 M_0 e^{-m_0 t} + A_1 M_1 e^{-m_1 t} + A_2 M_2 e^{-m_2 t} + \dots, \quad (4.22)$$

burada - $m_0, m_1, m_2 \dots$ ($m_0 < m_1 < m_2 \dots$) cismın həndəsi ölçülərindən və istilik-fiziki xüsusiyyətlərindən asılı olan ardıcıl çoxalan ədədlərdir; müvafiq $M_0, M_1, M_2 \dots$ - koordinatlardan asılı olan funksiyalardır; $A_0, A_1, A_2 \dots$ -sabit ədədlərdir, cismın formasından və daxilində ilkin temperaturun paylanmasıdan asılıdır. Əgər başlanğıcdan xeyli zaman keçdikdə (4.22) sıranın hədlərini analiz etsək görürük ki, ikinci həddən başlayaraq hədlər birinciyə nisbətən xeyli kiçikdirlər, onları nəzərə almamaq olar. Belə olan halda temperatur fərqi v -ni sadə eksponensial qanunla tapmaq olar:

$$v = A_0 M_0 e^{-m_0 t}, \quad (4.23)$$

bu düstur müntəzəm qızma (soyuma) rejimini xarakterizə edir. (4.23) ifadəsini loqarifmələyək aşağıdakı düsturu alarıq:

$$\ln v = - m_0 t + \ln A_0 M_0 \quad (4.23 a)$$

və ya “0” işarələri düsturdan silərək onu aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$\ln v = - mt + \ln A M, \quad (4.24)$$

Burada “ m ” kəmiyyətinin fiziki mənasını açmaq üçün (4.24) ifadəsini diferensiallayaraq $m = \partial(\ln v)/\partial t$ alırıq. Buradan belə nəticəyə gəlmək olur ki, m müsbət ədəd olaraq cismin requlyar rejimdə qızmasının (soyumasının) sürətini göstərir. Ona qızma (soyuma) tempi də deyilir, “ m ” yüksək olduqda qızma (soyuma) prosesi də tez başa çatır. Müntəzəm istilik rejimi (4.24) düsturdan görüldüyü kimi, temperatur fərqlinin natural loqarifmasının zamandan asılılığının xətti olması ilə xarakterizə edilir. Bu düsturu iki ixtiyarı götürülmüş zaman t_1 və t_2 ($t_2 > t_1$) üçün istifadə etsək və birini digərindən çıxsaq “ m ” üçün aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$M = (\ln v_1 - \ln v_2)/(t_2 - t_1). \quad (4.25)$$

Praktiki olaraq $\ln v$ -nin zamandan asılılıq əyrisi qurulur. Bu əyri requlyar rejim başladıqda düz xəttə çevrilir.

Kondratyevin birinci teoremdə [53] qeyd edilir ki, istilik vermə əmsalı sonsuzluğa çatdıqca soyuma (qızma) tempi sonsuzluğa deyil hansısa bir həddə yaxınlaşar. Bu teoremi torpaq nümunələrinə aid etdikdə görmək olar ki, m_∞ torpağın xassələrindən asılı olaraq bür başa torpağın temperatur keçirməsindən proporsional (mütənasib) asılıdır. Burada proporsionallıq (mütənasiblik) əmsalı həndəsi kəmiyyət olaraq nümunənin forması və ölçülərindən asılıdır, başqa cür desək temperatur keçirmə əmsalı “ α ” qızma (soyuma) əmsalı m_∞ -ə proporsionaldır. Belə ki, Kondratyevin birinci teoremi aşağıdakı şəkildə yazılır:

$$a = B m_\infty. \quad (4.26)$$

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 (akalorimetrlərdə) yerləşdirilmişdir. Silindrik forma üçün B əmsalı aşağıda göstərilən ifadə ilə təyin edilir:

$$B = 1/[2,4048/R)^2 + (\pi/H)^2] \quad (4.26 a)$$

burada R - silindrin radiusudur, sm; H -silindrin hündürlüyüdür, sm; 2,4048 - Bessel funksiyanının ən kiçik köküdür, silindrik funksiyanların həlli zamanı ortaya çıxır, ölçüsüz kəmiyyətdir.

Beləliklə, B və m_∞ təyin edərək nümunələrin temperaturkeçirmə əmsallarını (4.26) düsturunun vasitəsi ilə müəyyən edilir.

4.5. Torpağın istilik-fiziki xassələrinin torpağın müxtəlif xassələrindən asılı dəyişməsi

Deyilənləri əyani izləmək üçün aşağıda təqdim edilən şəkillərdə və cədvəllərdə torpaqların istilik tutumu, temperaturkeçirmə və istilikkeçirmə əmsallarının dəyişməsi müqayisəli şəkildə izləmək imkanı verilir. İlk növbədə bütün tədqiq etdiyimiz torpaqlar üçün eyni olan torpaqların istilik tutumundan başlayaq. Maddələrin daxili enerjisi ilə onun temperaturu arasında əlaqəni müəyyən etmək üçün istilik tutumundan istifadə edilir.

Torpaqların istilik tutumu. Cismin istilik tutumu onun istiliyinin cüzi miqdarda dəyişməsinin, həmin dəyişməni yaradan temperaturun miqdarına olan nisbətində deyilir: $C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$. Buradan görüldüyü kimi

istilik tutumunun fiziki açıqlanması aşağıdakı kimi verilir: cismin temperaturunun 1°C yüksəlməsinə sərf edilən istiliyə cismin istilik tutumu deyilir. Vahid kütlənin istilik tutumuna xüsusi istilik tutumu deyilir. Onu müxtəlif müəlliflər müxtəlif cür işarələyirlər, burada biz torpağın xüsusi istilik tutumunu $C_{\text{xüsusi}}$ kimi işarə edirik, ölçü vahidi [kal/q $^\circ\text{C}$]-dir. Cismin həcmi istilik tutumu $C_{\text{həcmi}}$ kimi işarələnir, onun ölçü vahidi [kal/sm³ $^\circ\text{C}$]-dir. Kütləsi m və həcmi V olan cismin istilik tutumu C aşağıda verilən düsturun köməyi ilə hesablanır: $C = C_m \cdot m = C_v \cdot V$. Cismin həcmi və xüsusi istilik tutumu arasında əlaqə $C_v = C_m \cdot p$, burada p - cismin sıxlığının göstəricisidir. Cismin həcmi istilik tutumu 1 sm³ maddənin 1°C yüksəlməsinə sərf edilən istiliyə deyilir; xüsusi istilik tutumu isə 1 q maddənin temperaturunu 1°C yüksəltmək üçün sərf edilən istilik miqdarına deyilir.

Torpaq çoxparametrlı cisim olaraq müxtəlif maddələr cəmindən ibarətdir. Torpağın tərkibinə daxil olan minerallar təxminən eyni xüsusi istilik tutumuna malikdirlər, və ya bir-birindən az fərqlənirlər, bu

səbəbdən torpağı dörd əsas fazalardan ibarət sistem kimi qəbul etmək mümkündür: üzvü maddələr, mineral maddələr, torpaq məhlulu və torpaq havası.

Torpaq havasının istilik tutumu olduqca az olduğundan, onun təsirini nəzərə almamaq olar. Lakin torpağı birgə öyrəndikdə torpağın tərkibinə daxil olan bütün fazaların rolu nəzərə alınır (cəmdə).

Ümumiyyətlə torpağın həcmi istilik tutumu onu təşkil edən fazaların nisbi həcmələrindən asılı olaraq aşağıdakı şəkildə göstərmək olar:

$$C_{\text{həcmi}} = C_{\text{hava}} * \frac{m_{\text{hava}}}{m} + C_{\text{su}} * \frac{m_{\text{su}}}{m} + C_{\text{min}} * \frac{m_{\text{min}}}{m} + C_{\text{üzv}} * \frac{m_{\text{üzv}}}{m}, \quad (4.27)$$

burada C_{hava} , C_{su} , C_{min} , $C_{\text{üzv}}$ müvafiq torpaqda havanın, suyun, mineral hissəsinin və üzvü maddələrin istilik tutumu; m_{hava} , m_{su} , m_{min} və $m_{\text{üzv}}$ müvafiq havanın, suyun, mineral və üzvü maddələrin kütləsidir. Bu düstur göstərir ki, torpağın xüsusi istilik tutumu onun tərkibinə daxil olan komponentlərin xüsusi istilik tutumunun cəminə bərabərdir. Əgər nəzərə alsaq ki, quru torpaqlarda mineral hissəciklər və üzvü maddələr əsasdır, onda torpağın istilik tutumunu, yəni (4.28) düsturu

$$C_m = C_{\text{min}} * \frac{m_{\text{min}}}{m} + C_{\text{üzv}} * \frac{m_{\text{üzv}}}{m}, \quad (4.28)$$

kimi yazmaq olar. Nəzərə alsaq ki, quru torpağın kütləsi m -ə bərabərdir torpaqdakı üzvi və mineral maddələrin kütləsinə yəni $(m_{\text{üzv}} + m_{\text{min}})$. Buradan $m_{\text{min}} = m - m_{\text{üzv}}$ kimi yazmaqla (4.5) düsturu aşağıdakı şəkildə yazıla bilər

$$C_m = C_{\text{üzv}} * \frac{m_{\text{üzv}}}{m} + C_{\text{min}} * \left(1 - \frac{m_{\text{üzv}}}{m} \right), \quad (4.29)$$

Belə ki, torpağın xüsusi istilik tutumunu onun tərkibindəki üzvü maddələrin tutumu ilə hesablamaq mümkündür. Qeyd edək ki, quru torpaqda üzvü maddələrin xüsusi istilik tutumu torpağın mineral hissəsinə olan nisbətdə üç dəfəyə qədər çox ola bilər (cədvəl 4.1). Ümumiyyətlə torpağın istilik tutumu tərkibindəki fazaların həcmi

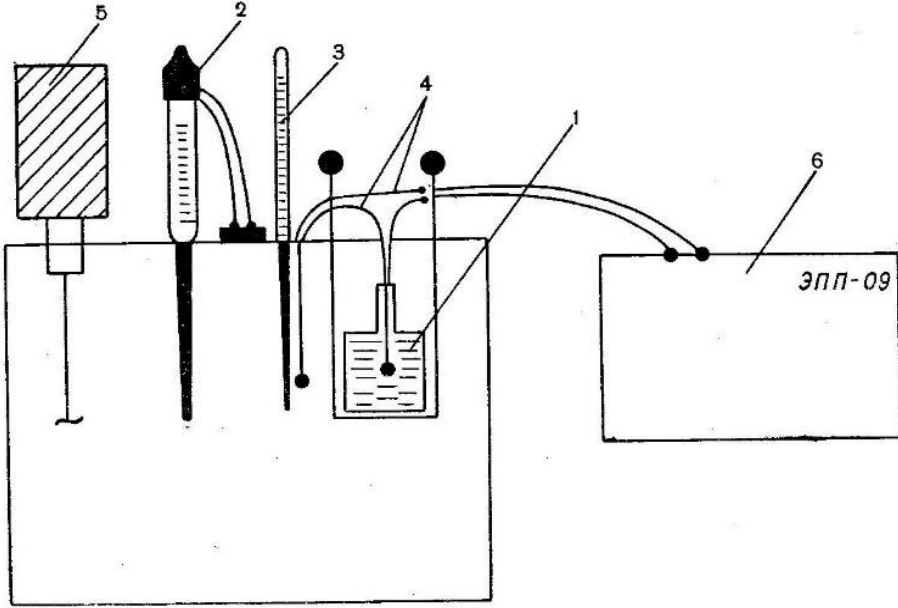
nisbətlərindən asılı dəyişir. Beləliklə torpağın bərk hissəsində üzvü maddələrin miqdarı nə qədər çox olarsa onun xüsusi istilik tutumu bir o qədər çox olar. Lakin üzvü maddələrin sıxlığı az olduğundan onun xüsusi istilik tutumunun çox olması torpağın həcmi istilik tutumuna təsiri bir o qədər də his olunmur. Bunu cədvəl 4.1 və 4.2-dən də izləmək olar. Yəni torpaqda üzvü maddənin və mineral hissənin həcmi istilik tutumu torpaq kütləsində bir o qədər də fərqlənmir: mineral hissənin çəkisi torpaq kütləsində çox olduğundan onun effektiv istilik tutumu da çox olur.

Cədvəl 4.1 çap olunmuş ədəbiyyat materialları əsasında tərtib olunmuşdur. Buraya əsasən torpağa daxil olan maddələrin xüsusi istilik tutumu verilir. Onların əsasında torpağın həcmi istilik tutumunu hesablamaq mümkündür, lakin bu olduqca mürəkkəb və vaxt aparıcı əməliyyat aparılmasını tələb edir. Bu səbəbdən kalorimetrik üsulla tədqiq etdiyimiz torpaq nümunələrinin xüsusi istilik tutumunu laboratoriya şəraitində kalorimetrik üsulla altı təkrirdə ölçmüşük. Cədvəl 4.2-də tədqiq edilən hər üç tip torpaq nümunələrinin xüsusi istilik tutumu verilir. Cədvəldən görüldüyü kimi, alınan nəticələr bir-birinə yaxındır, onların qiymətini tədqiqat obyektinə üçün orta hesabla 0,2 -yə götürmək olar. Torpağın sıxlığı və rütubətliyi artdıqca onun həcmi istilik tutumu da artır. Bunun səbəbi hər iki halda istər sıxlığın, istərsə rütubətin artması havanın torpaqdan sıxılıb çıxarılmasına səbəb olur, onun yerini istilik tutumu dəfələrlə çox olan torpağın bərk hissəcikləri və ya su tutur.

4.6. Tədqiqat obyektinin torpaqlarının temperaturkeçirmə əmsallarının rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı

Aşağıda verilən 4.2-4.6 sayılı şəkillərdə tədqiqat obyektlərindən genetik qatlar üzrə götürülmüş torpaq nümunələrinin temperaturkeçirmə əmsallarının dəyişməsi təqdim edilir. Şəkillərdəki qrafiklərdən görünür ki, bütün hallarda temperaturkeçirmə əmsalları bir qayda olaraq torpağın nəmliyi artdıqca artır. Şəkillərdə verilən ayrılıqları izlədikdə görürük ki, torpağın hər bir tədqiq edilən qatında temperaturkeçirmə əmsalları torpaq nümunələrinin rütubətindən və sıxlığından asılı eyni qanunauyğunluqla dəyişir. Rütubət koordinatının (absis oxunun) başlanğıcından başlayaraq temperaturkeçirmə əmsalları rütubətə və sıxlığa münasib artır və rütubətin müəyyən qiymətində öz maksimum qiymətini alır, sonra müəyyən sürətlə azalır. Aşağıda, 4.2-4.4-dəki şəkillərdə dağ-şabalıdı

torpaqların profili üzrə temperaturkeçirmə əmsallarının rütubətdən və sıxlıqdan asılı dəyişməsi verilir. Bu torpaqlar taxıl altında istifadə edilirlər. Şəkillərdəki qrafiklərdən görüldüyü kimi, alınan asılılıqlar bütün hallarda forma üzrə oxşar olsalar da kəmiyyətcə fərqlənirlər.



Şəkil 4.1. Laboratoriya şəraitində temperaturkeçirmə əmsalını ölçmək üçün qurğu və cihazlar.

Üst qatda (0-24 sm) bütün sıxlıqlarda rütubətin 5-18 faiz qiymətlərində temperaturkeçirmə əmsalları artır, öz maksimum qiymətini ($26 \cdot 10^{-4}$) aldıqdan sonra, azalırlar. Temperaturkeçirmə əmsalının bu qanunauyğunluqla dəyişməsi özünü əkin (24-41 sm) altı qatda da göstərir.

Şəkil 4.2-də bunu əyani görmək mümkündür. Üst qatda olduğu kimi, əkin altı qatda da görmək olur ki, temperturkeçirmə əmsalı 5-18% arasında nəmlikdə artır və öz maksimum qiymətini alır ($27 \cdot 10^{-4} \text{ sm}^2/\text{san}$). Üst qatlarda olduğu kimi, 41-64 sm-lik qatda da temperaturkeçirmə əmsalı torpağın rütubəti və sıxlığından asılı eyni qanunauyğunluqla dəyişir. Şəkil 4.1-4.4 -də verilən qrafiklərin kompüter texnologiyası ilə aparılan analizlərinin nəticələri şəkillərin üzərində verilir. Görüldüyü kimi, hər üç qat üçün riyazi ifadələr ikinci dərəcəli çoxhədlilyə aiddir.

Cədvəl 4.1.

Müxtəlif növ torpaqların və torpağa daxil olan əsas mineralların xüsusi istilik tutumu (cədvəl çap olunmuş ədəbiyyat materialları və məlumat kitabçaları əsasında tərtib edilmişdir), kal/q °C

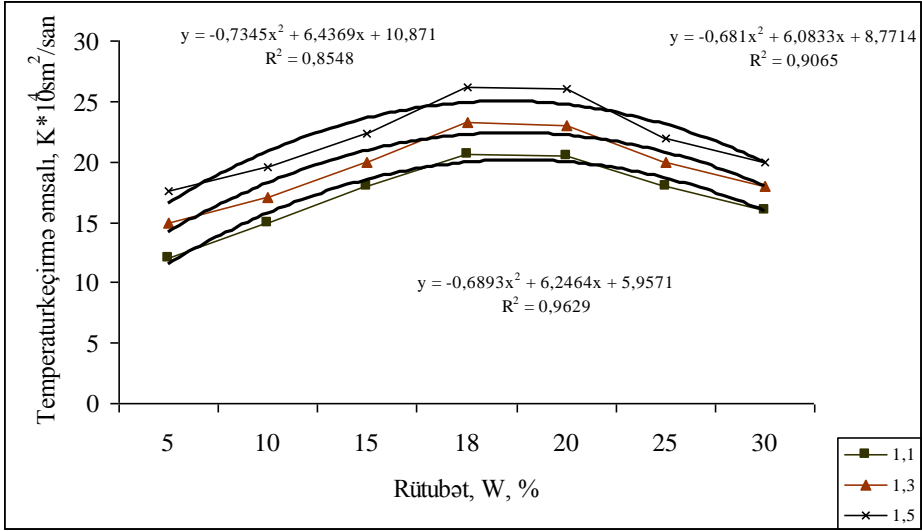
Nö	Maddələrin adı	Xüsusi isti-lik tutumu, kal/q °C	Nö	Maddələrin adı	Xüsusi istilik tutumu, kal/q °C
1	Norveçiya narin qumu	0,197	23	Torpaq havası	0,240
2	Norveçiya qumu	0,185	24	Torpaqda su	1,00
3	Norveçiya tozlu gilli torpaq	0,176	25	Fe ₂ O ₃	0,165
4	Ferbenks tozlu gilli torpaq	0,183	26	Al ₂ O ₃	0,217
5	Ottava sortlaşdırılmış torpaq	0,164	27	Fe(OH) ₃	0,226
6	Louel qumu	0,188	28	Kalium slyuda	0,208
7	Xırdalanmış qranit	0,174	29	Maqnezium slyuda	0,206
8	Xırdalanmış kvars	0,191	30	Roqovaya obmanka	0,145
9	Xırdalanmış polevoy şpat	0,190	31	Apatit	0,183
10	kvars	0,191	32	Dolomit	0,222
11	Kaolin	0,224	33	Talk	0,209
12	CaCO ₃	0,208	34	Qranit	0,192
13	MgCO ₃	0,246	35	Bazalt	0,213
14	CaSO ₄	0,195	36	Gil	0,224
15	Qum	0,190	37	Humus	0,443
16	Qumlu kül torpaq torpaq	0,180	38	Korkoviy solones	0,180
17	Ağır gilli torpaq	0,209	39	Qlubokostolboviy solones	0,130
1	2	3	4	5	6
18	Yüngül gilli torpaq	0,200	40	Çəmən boz torpaq	0,195
19	Torf	0,480	41	Boz-çəmən torpaq	0,190
20	Kvars	0,18	42	Su	1,00
21	Gil mineralları	0,18	43	Buz	0,49
22	Üzvü maddələr	0,46	44	Hava	0,24

Cədvəl 4.2

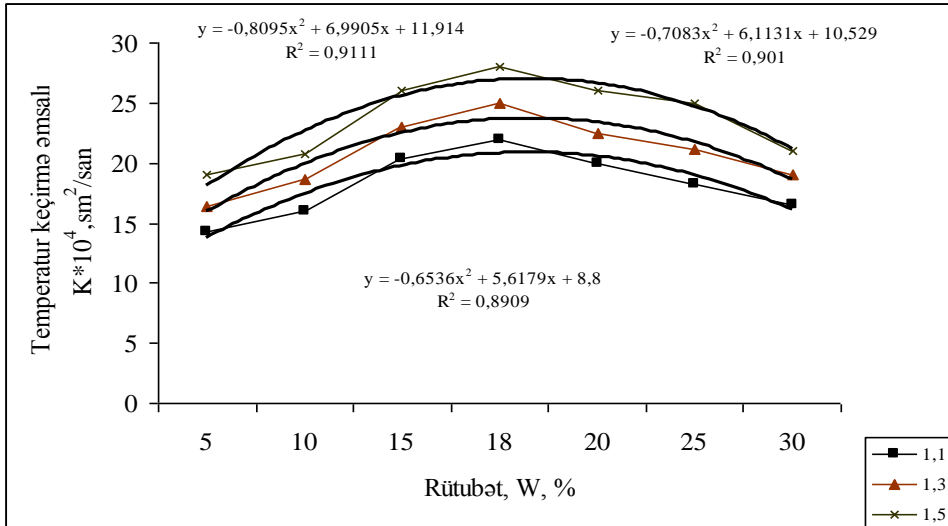
Tədqiqat obyektli torpaqların xüsusi istilik tutumu, $\text{kal q}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Təkrar	I	II	III	IV	V	VI
Qatlar, sm			Dağ-şabalıdı			
0-36	0,195	0,197	0,195	0,198	0,197	0,198
36-63	0,194	0,195	0,199	0,200	0,199	0,200
63-100	0,201	0,199	0,200	0,205	0,200	0,204
100-129	0,202	0,200	0,204	0,205	0,200	0,205
129-165	0,200	0,199	0,200	0,201	0,203	0,204
Çəmən-boz						
0-27	0,206	0,201	0,200	0,203	0,205	0,204
27-55	0,200	0,202	0,201	0,204	0,204	0,203
55-88	0,206	0,204	0,202	0,205	0,203	0,201
88-105	0,200	0,199	0,201	0,198	0,201	0,200
105-150	0,199	0,200	0,200	0,201	0,199	0,200
Boz- Çəmən						
0-18	0,200	0,199	0,201	0,202	0,199	0,201
18-37	0,201	0,200	0,199	0,198	0,200	0,199
37-72	0,202	0,200	0,198	0,200	0,201	0,200
72-91	0,198	0,198	0,200	0,201	0,201	0,199
91-165	0,200	0,200	0,199	0,203	0,201	0,200

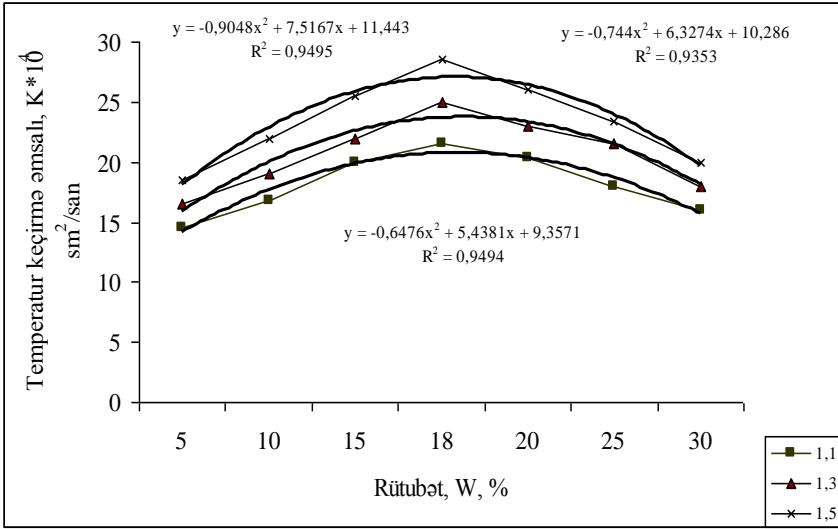
Təcrübi alınan nöqtələr nəzəri əyriyə ətrafında yüksək dəqiqliklə yerləşirlər. Yaxınlaşma dərəcəsi müvafiq $R^2 = 0,8548-0,9629$; $R^2 = 0,8909-0,9111$; $R^2 = 0,9353-0,9495$.



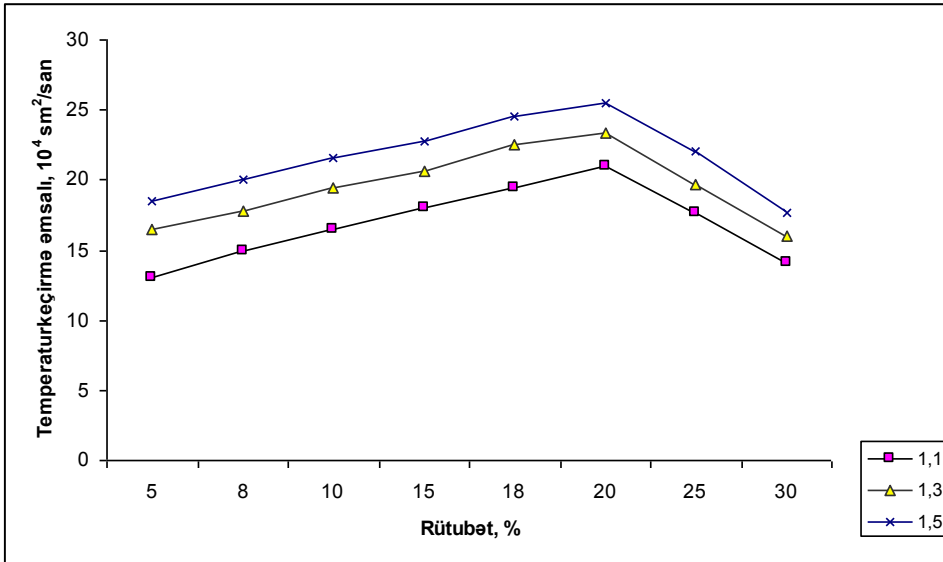
Şəkil 4.1. Temperaturkeçirmə əmsalının torpağın sıxlığından və rütubətliyindən asılılığı. (Şirvan düzü, dağ şabalıdı torpaq, taxılaltı sahə, 0-24 sm). Legendada torpağın sıxlıqları verilir.



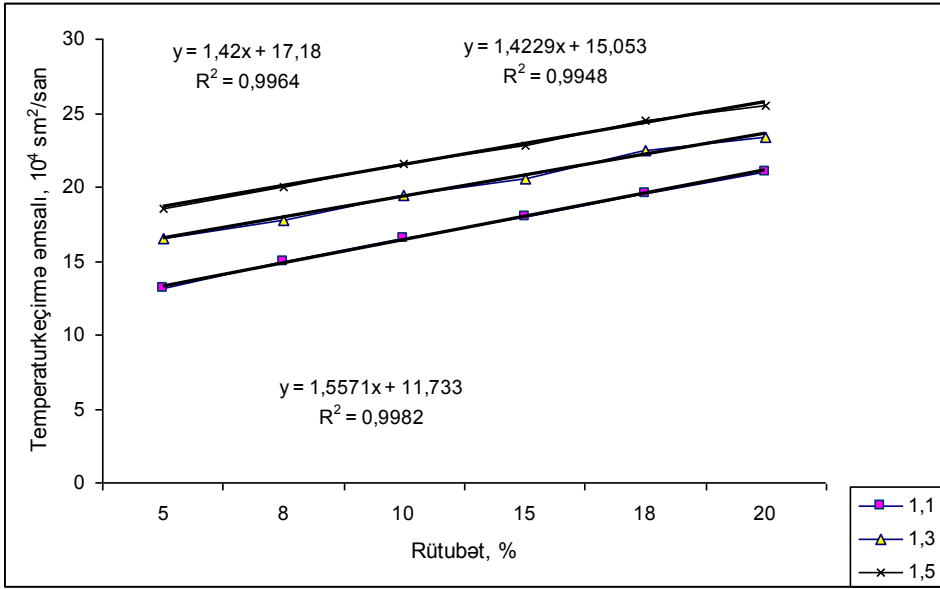
Şəkil 4.2. Temperaturkeçirmə əmsalının torpağın sıxlığından və rütubətliyindən asılılığı. (Şirvan düzü, dağ şabalıdı torpaq, taxılaltı sahə, 24-41 sm). Legendada torpağın sıxlığı göstərilir.



Şəkil 4.3. Temperaturkeçirmə əmsalının torpağın sıxlığından və rütubətliyindən asılılığı. (Şirvan düzü, dağ şabalıdı torpaq, taxılaltı sahə, 41-64 sm). Legendada torpağın sıxlığı göstərilir.



Şəkil 4.4. Temperaturkeçirmə əmsalının torpağın sıxlığından və rütubətliyindən asılılığı. (Şirvan düzü, dağ şabalıdı torpaq, taxılaltı sahə, 85-104 sm). Legendada torpağın sıxlığı göstərilir.

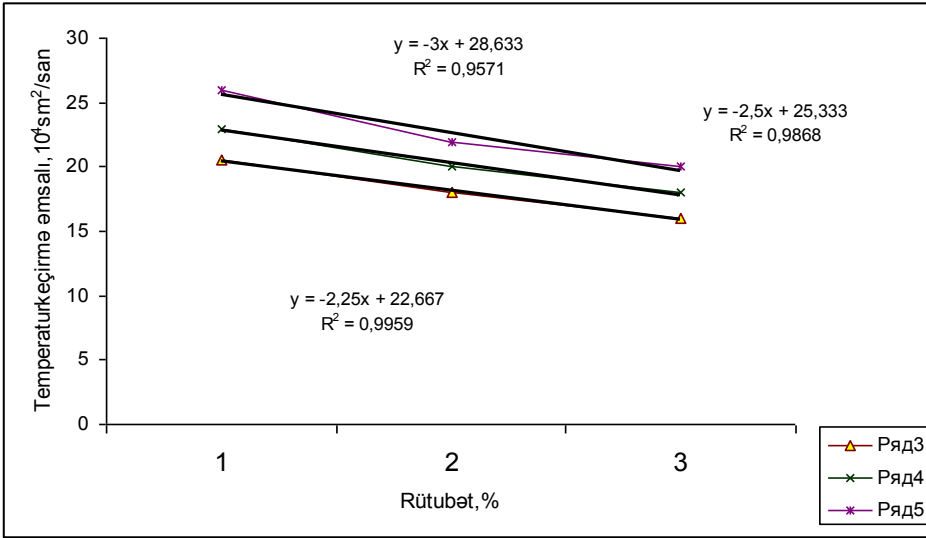


Şəkil 4.4a. Temperaturkeçirmə əmsalinin torpağın sıxlığından və rütubətliyindən asılılığı. (Şirvan düzü, dağ şabalıdı torpaq, taxılaltı sahə, 85-104 sm). Legendada torpağın sıxlığı göstərilir.

Şəkil 4.4-də həmin kəsimdən götürülmüş ana süxura yaxın qatın (85-104 sm –lik qat) temperaturkeçirmə əmsalı verilir. Yuxarı qatlardan fərqli olaraq burada təcrübi alınan əyri iki hissədən ibarətdir. Birinci hissə (sağ hissə) 5-20% rütubət intervalını əhatə edir; ikinci hissə (sol hissə) 20-30% rütubət intervalını əhatə edir. Bu qatda temperaturkeçirmə əmsalının maksimumu 23 % rütubətdə alınır ($\sim 25 \cdot 10^{-4}$ sm/san).

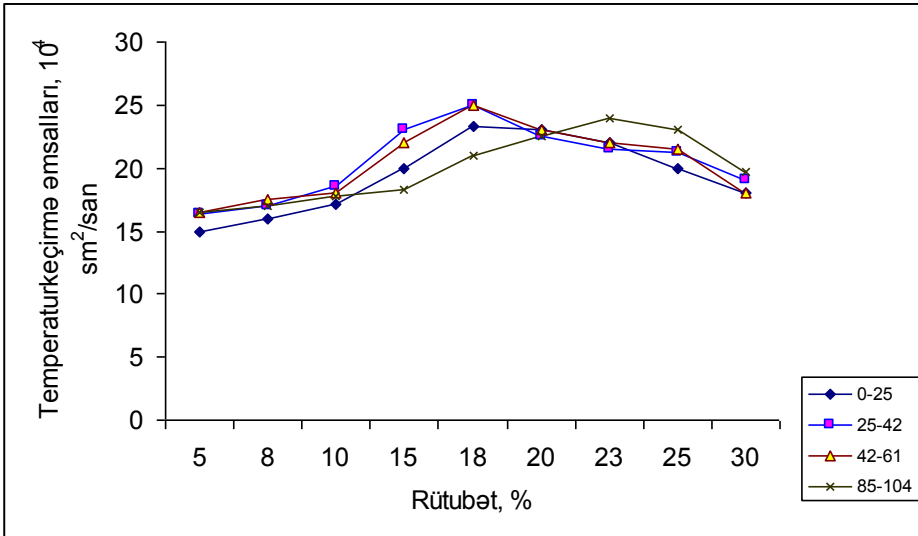
Hər iki hissədə (şəkil 4.4a və 4.4b), çoxalan və azalan hissələrdə, təcrübi nöqtələr yüksək dəqiqliklə nəzəri əyrilətin yaxınlığında yerləşir, $R^2=0,9964-0,9982$. Alınan asılılıqlar düz xətt üzərində yerləşirlər.

Əgər yuxarı qatlar üçün kompüter texnologiyası vasitəsilə verilən düstürlərdən birbaşa istifadə etmək mümkündürsə, aşağı qat üçün aşağıda göstəriləyi kimi, iki düsturdan, sağ və sol tərəflər üçün ayrılıqda, istifadə etmək təklif edilir:



Şəkil 4.4b. Temperaturkeçirmə əmsalının torpağın sıxlığından və rütubətliyindən asılılığı. (Şirvan düzü, dağ şabalıdı torpaq, taxılaltı sahə, 85-104 sm). Legendada torpağın sıxlığı göstərilir.

Əgər $W = 5-20\%$, onda, əgər $p = 1,1$ onda $a = 1,42 W + 17,18$ yoxsa əgər $p = 1,3$ onda $a = 1,4229 W + 15,053$ yoxsa əgər $p = 1,5$ onda $a = 1,42 W + 17,18$ yoxsa əgər $W = 20-30\%$ onda əgər $p = 1,1$ onda $a = 3 W + 28,633$ yoxsa əgər $p = 1,3$ onda $a = 2,25 W + 25,333$ yoxsa əgər $p = 1,5$ onda $a = 2,25 W + 22,667$



Şəkil 4.5. Temperaturkeçirmə əmsalının torpağın sıxlığı 1,3 q/sm³ olduqda rütubətdən asılılığı. (Şirvan düzü, dağ şabalıdı torpaq, taxılaltı sahə). Legendada torpaq qatları göstərilir.

Şəkil 4.5-də torpaq nümunələrinin $1,3 \text{ q/sm}^3$ sıxlıqda temperaturkeçirmə əmsallarının müqayisə üçün, onların dəyişmə qanunauyğunluqları bir yerdə verilir və onların rütubətdən dəyişmə qanunauyğunluqları göstərilir. Eksperiment nəticəsində alınmış verilənlərin təhlili əsasında alınmış qanunauyğunluqlar imkan vermişdir ki, temperaturkeçirmə əmsallarının empirik düsturlarını təqdim edək. Belə ki, kompüter vasitəsi ilə eksperimental nəticələrin riyazi analizi şəkillərin üzərində təqdim edilən düsturların alınmasına imkan vermişdir.

Bu torpağın üst qatında humusun miqdarı 4% ətrafında, udma tutumu 100 q quru torpaqda 42-44 mq-ekv arasında dəyişir.

Fiziki gilın miqdarı 56% ($<0,01 \text{ mm}$). Aşağı qatlara keçdikcə humusun və fiziki gilın miqdarı müvafiq azalır (humus – 112 sm –də 1%, fiziki gil - 36-40% -ə kimi azalır). Torpaq xassələrinin bu intervalda dəyişməsi, rütubətin və sıxlığın dəyişməsi ilə birlikdə istilikkeçirmə əmsalının bu kəsimdə dəyişməsinin qanunauyğunluqlarını təmin edirlər. Belə ki, şəkildəki əyrilərdən görüldüyü kimi birinci 3 qata aid olan əyrilər təxminən eyni rütubətdə öz maksimum qiymətlərinə çatırlar, dördüncü qat ana süxura yaxın olduğundan öz maksimum qiymətlərini almaqda bir qədər gecikir. Əgər yuxarı qatlarda temperatur keçmənin maksimum qiymətləri torpağın rütubətinin qiyməti 18% olduqda, ana süxura yaxın qatda bu kəmiyyət təxmini 23% rütubətdə alınır. Bu fakt onu göstərir ki, torpaqəmələgəlmə prosesində torpaq inkişaf etdikcə o, üzərində əmələ gəlmiş süxurdan xeyli fərqlənir, bu isə torpağın bütün xassələrində özünü göstərir. Şəkillərdən görüldüyü kimi, dağ-şabalıdı torpaqların profili boyunca temperaturkeçirmə əmsalı maksimum qiymətini 18-23% rütubətdə alır. Bu torpaqların maksimal molekulyar rütubəti təxminən 18,5-20,5% arasında dəyişir. Yuxarıdakı şəkilləri təhlil edərək görmək olar ki, temperaturkeçirmə əmsalları üst qatda müəyyən qanuna uyğunluqlarla dəyişir: sıxlıqdan düz xətti asılılıqla, rütubətdən isə ikinci dərəcəli əyri, yəni ikinci dərəcəli çoxhədli, şəkildə (parabola) dəyişir. Dağ-şabalıdı torpaqların profil boyu qatlar üzrə temperaturkeçirmə əmsallarını müqayisə etmək üçün 4.5 sayılı şəkildə torpağın bütün qatlarından $p=1,3 \text{ q/sm}^3$ sıxlığında alınan əyriləri bir şəkildə veririk. Şəkildən görüldüyü kimi üst qatlarda temperaturkeçirmə əmsalının maksimal qiymətləri təxminən rütubətin eyni qiymətlərində alınır, ana süxura yaxın qatda isə temperaturkeçirmə əmsalının maksimum qiyməti təxmini 23-25% nəmlikdə

alınır. Bu torpaqəmələgəlmə prosesi zamanı torpaq-qrunt sistemi xassələrinin dəyişməsindən xəbər verir. Şəkildəki əyrilər torpaq qatlarının tərkibcə bir-birindən fərqli olduğunu göstərir. Aşağı qatlara getdikcə humusun miqdarı azalır, qranulometrik tərkib yüngülləşir, karbonatların miqdarı çoxalır və s. Bütün burada sadalanan əmillər torpağın temperaturkeçmə əmsallarının qiymətinə və maksimuma çatdığı rütubətin kəmiyyətinə təsir göstərir ki, bunu da qrafikalarda izləmək mümkündür.

4.7. Torpaqlarının istilikkeçirmə əmsallarının rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı

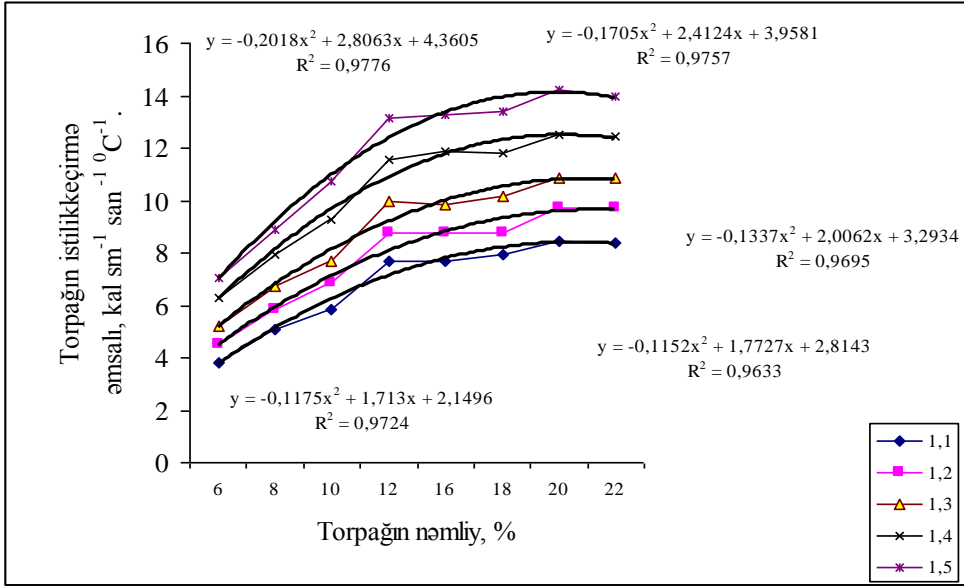
Torpağın istilik keçirmə əmsalı λ istiliyin temperatur qradiyentinə əks istiqamətdə hərəkətinin göstəricisidir, yəni torpağın isti hissəsindən soyuq hissəsinə doğru olan axının göstəricisidir. Stasionar şəraitdə istilik seli cismin xassələrinə uyğun istilikkeçirmə əmsalı λ ilə temperatur qradiyentinə mütənasib dəyişir. Kəmiyyətcə istilik keçirmə əmsalı λ vahid ölçüləri, selə perpendikulyar olan istiqamətdə vahid temperatur qradiyenti olan qatdan keçən istilik selinə bərabər götürülür. İstilikkeçirmə əmsalının ölçü vahidi $kal\ sm^{-1}\ san^{-1}dərəcə^{-1}$ kimi qəbul edilmişdir. Qeyd etdiyimiz kimi, torpağın tempera-turkeçirmə, istilik keçirmə əmsalı və torpağın həcmi istilik tutumu arasında sadə əlaqə durur:

$$a = \frac{\lambda}{C_v}. \quad (4.30)$$

Torpağın temperaturu qalxdıqca istər istilik keçirmə, istərsə temperatur keçirmə əmsalı artır. Aşağıdakı şəkillərdə torpaqların istilikkeçirmə əmsalları göstərilir. Şəkillərdəki qrafiklərdən görüldüyü kimi istilikkeçirmə əmsalları temperaturkeçirmə əmsallarından fərqli olaraq maksimum qiymətini aldıqdan sonra təxmini eyni qiymətlə absis oxuna paralel dəyişir.

Ağsu rayonu Qaraqoyunlu kəndi ətrafında taxıl altında istifadə edilən 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.

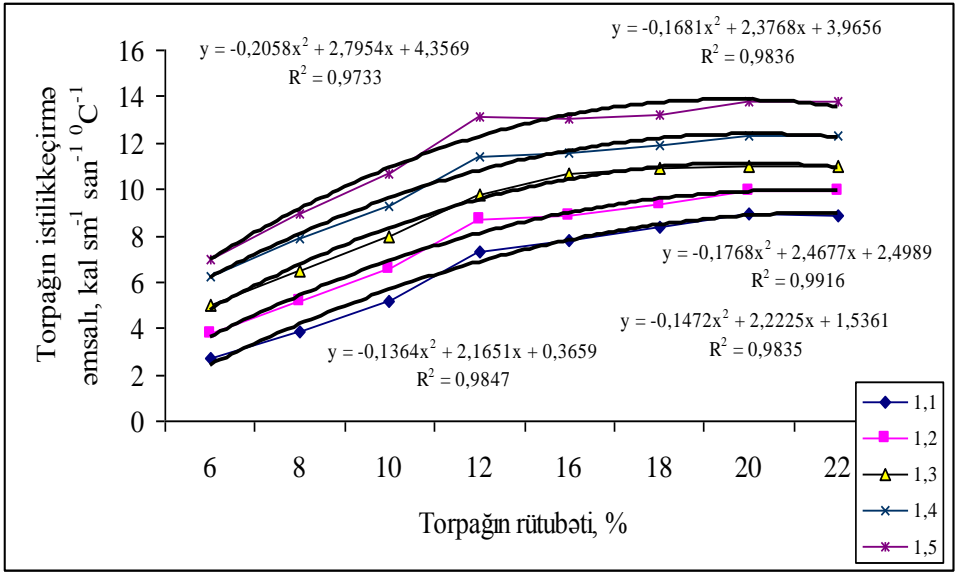
Alınan nəticələrdən görüldüyü kimi, hər üç istilik xassəsi bir başa torpağın rütubətindən və sıxlığından asılıdır. Bu xassələrin hər birinin torpağın əsas xassələrindən olan bərk, maye və qaz fazaları arasındakı nisbətlərlə əlaqəli rütubətdən asılılıqları fərqlidir. Şəkil 4.1-də hər üç əmsalın rütubətdən asılılığı göstərilir. Şəkildən görüldüyü kimi torpağın istilik tutumu rütubətdən asılı xətti olaraq artır.



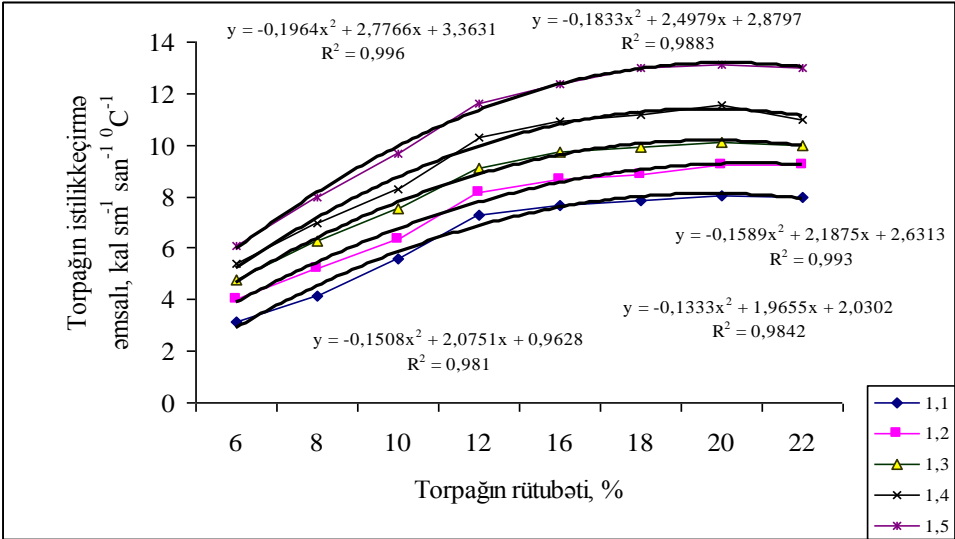
Şəkil 4.7. Ağsu rayonu Qaraqoyunlu kəndi taxıl altında istifadə edilən çəmən-boz torpağın profil boyu istilikkeçirmə əmsalının rütubətdən və sıxlıqdan asılı dəyişməsi (0-25 sm-lik qat). Legendada torpaq nümunələrinin sıxlığı göstərilir

İstilik keçirmə əmsalı aşağı rütubətlərdən artmağa başlayaraq, doymuş vəziyyətə çatır, temperatur keçirmə əmsalının dəyişməsi isə üç hissəyə ayrılır.

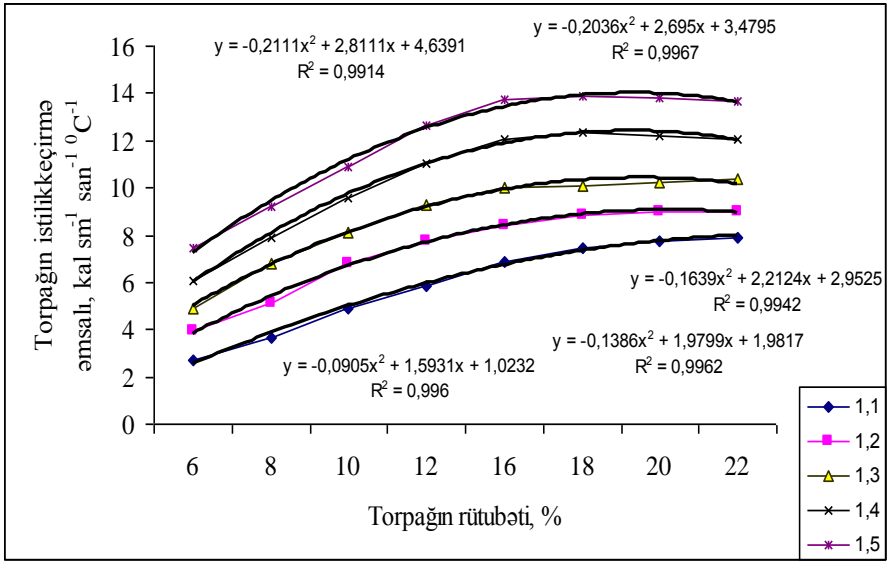
Aşağı nəmliklərdə su molekulları torpağın bərk hissəcikləri ilə sıx bağlı olduğundan istilik keçirmədə iştirak etmir, bu səbəbdən istilik keçirmədə konduktiv istilik keçirmə mexanizmi əsas rol oynayır.



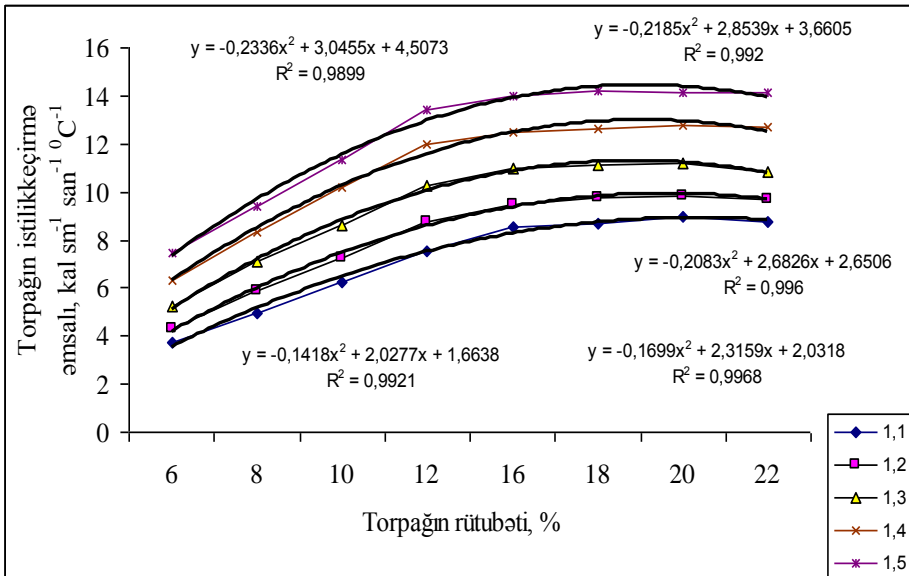
Şəkil 4.8. Ağsu rayonu Qaraqoyunlu kəndi taxıl altında istifadə edilən çəmən-boz torpağın profil boyu istilikkeçirmə əmsalının rütubətdən və sıxlıqdan asılı dəyişməsi (25-50 sm-lik qat). Legendada torpaq nümunələrinin sıxlığı göstərilir



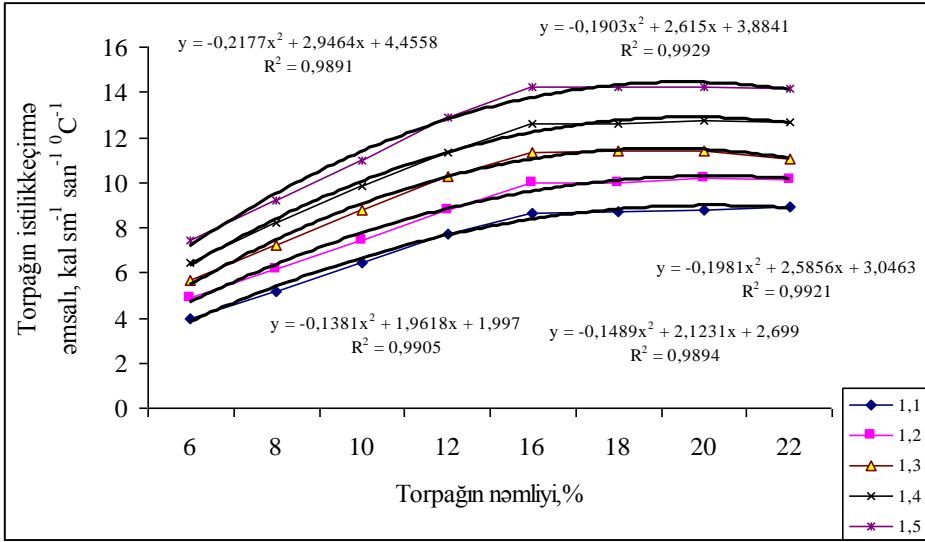
Şəkil 4.9. Ağsu rayonu Qaraqoyunlu kəndi taxıl altında istifadə edilən çəmən-boz torpağın profil boyu istilikkeçirmə əmsalının rütubətdən və sıxlıqdan asılı dəyişməsi (110-150 sm-lik qat). Legendada torpaq nümunələrinin sıxlığı göstərilir



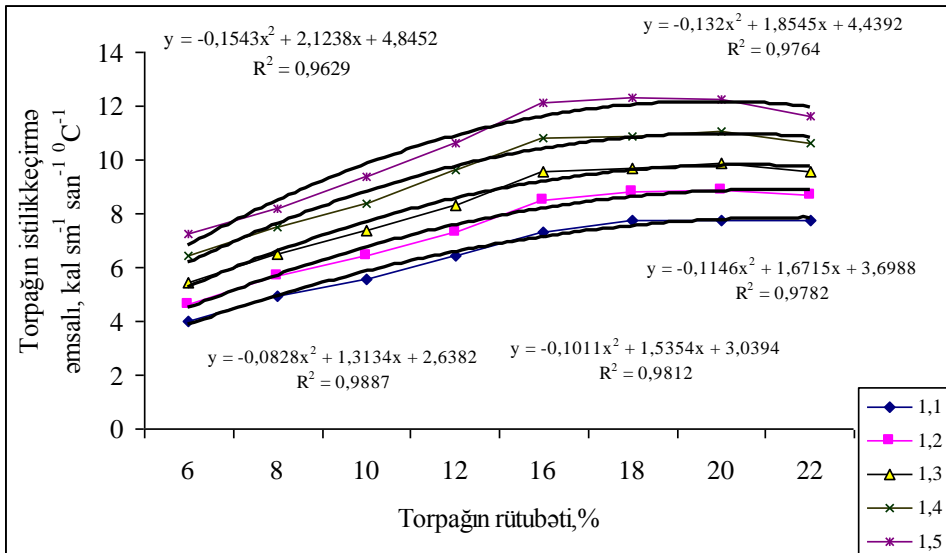
Şəkil 4.10. Ağsu rayonu Qaraqoyunlu kəndi meyvə bağı ltında istifadə edilən çəmən boz torpağın istilikkeçirmə əmsalinin rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı (0-30 sm qat). Legendda torpaq nümunələrinin sıxlığı verilir.



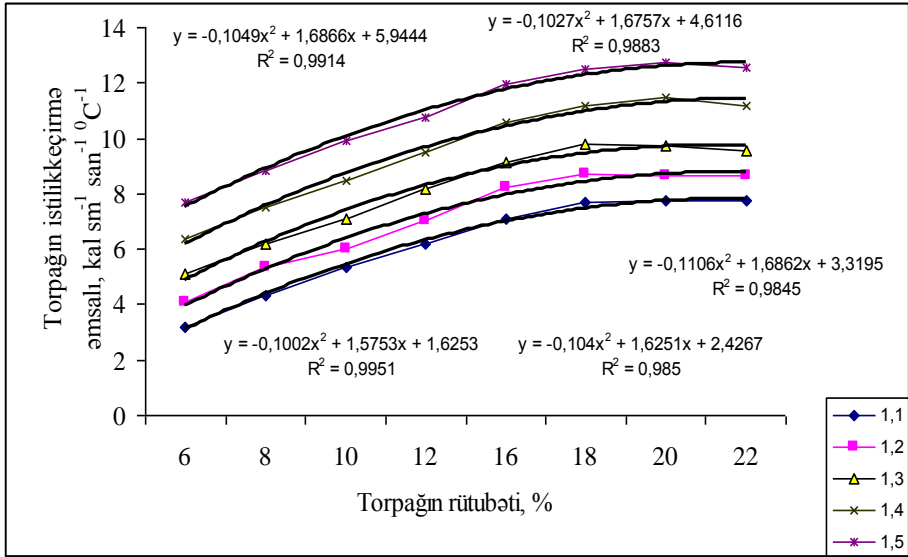
Şəkil 4.11. Ağsu rayonu, Qaraqoyunlu kəndi Meyvə bağı, çəmən-boz torpağın İstilikkeçirmə əmsalinin rütubətdən və sıxlıqdan asılı dəyişməsi (30-60 sm qat). Legendda torpaq nümunələrinin sıxlığı göstərilir.



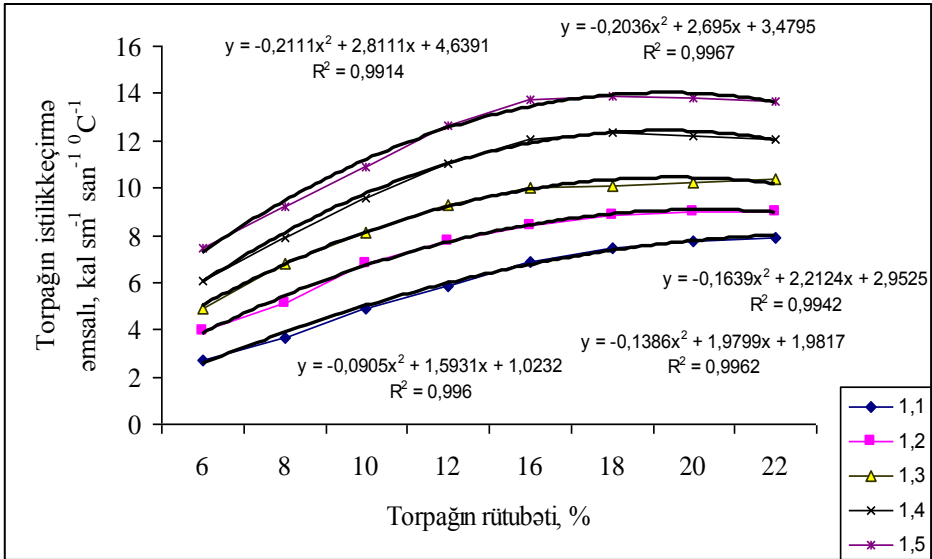
Şəkil 4.12. Ağsu rayonu, Qaraqoyunlu kəndi Meyvə bağı, çəmən-boz torpağın istilikkeçirmə əmsalının rütubətdən və sıxlıqdan asılı dəyişməsi (83-117 sm qat). Legendada torpaq nümunələrinin sıxlığı göstərilir.



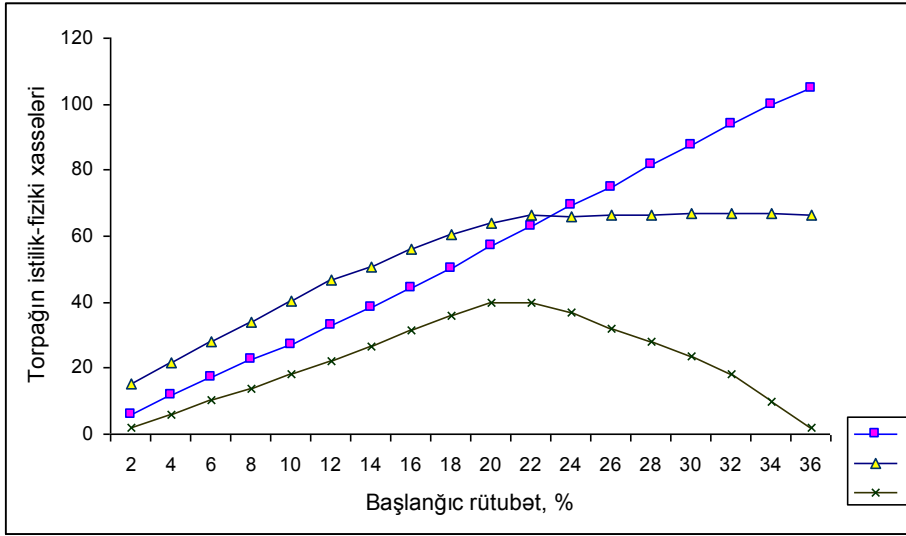
Şəkil 4.13. Kürdəmir rayonu Topalhəsənli kəndi yonca altında istifadə edilən boz-çəmən torpağın profil boyu istilikkeçirmə əmsalının rütubətdən və sıxlıqdan asılı dəyişməsi (0-29 sm-lik qat). Legendada torpaq nümunələrinin sıxlığı göstərilir



Şəkil 4.14. Kürdəmir rayonu yonca altında istifadə edilən boz-çəmən torpaq nümunələrinin istilikkeçirmə əmsalının rütubətdən və sıxlıqdan asılı dəyişməsi (29-48 sm-lik qat). Legendada torpaq nümunələrinin sıxlığı verilir.



Şəkil 4.15. Kürdəmir rayonu yonca altında istifadə edilən boz-çəmən torpaq nümunələrinin istilikkeçirmə əmsalının rütubətdən və sıxlıqdan asılı dəyişməsi (112-155 sm-lik qat). Legendada torpaq nümunələrinin sıxlığı verilir.



Şəkil 4.16. Eyni sıxlıqda sxematik olaraq həcmi istilik tutumunun (ortada C_h , $kal\ sm^{-3}\ 0C$); istilik keçirmə əmsali ($\lambda \cdot 10^{-3}$ $kal\ sm^{-1}\ san^{-1}\ 0C$) yuxarıda; temperaturkeçirmə əmsali aşağıda ($a \cdot 10^4$ $sm^2\ san^{-1}$).

Qeyd etmək lazımdır ki, bütün hallarda başlanğıc rütubət artdıqca torpaq nümunələrinin istilikkeçirmə əmsalları sıxlığa münasib artır. Torpağın xassələrindən asılı rütubətin müəyyən bir hissəsində artma yavaşdır və sonra dayanır. Rütubətin bu həddinə temperaturkeçirmə əmsalında olduğu kimi kritik rütubət deyilir. Bir sıra ədəbiyyatda bu rütubəti torpağın aşağı nəmliyi kimi qəbul edilir, bizim tədqiqatlarda bu hal həmişə təsdiqlənmiş, bu səbəbdən biz onu kritik rütubət adlandırırıq.

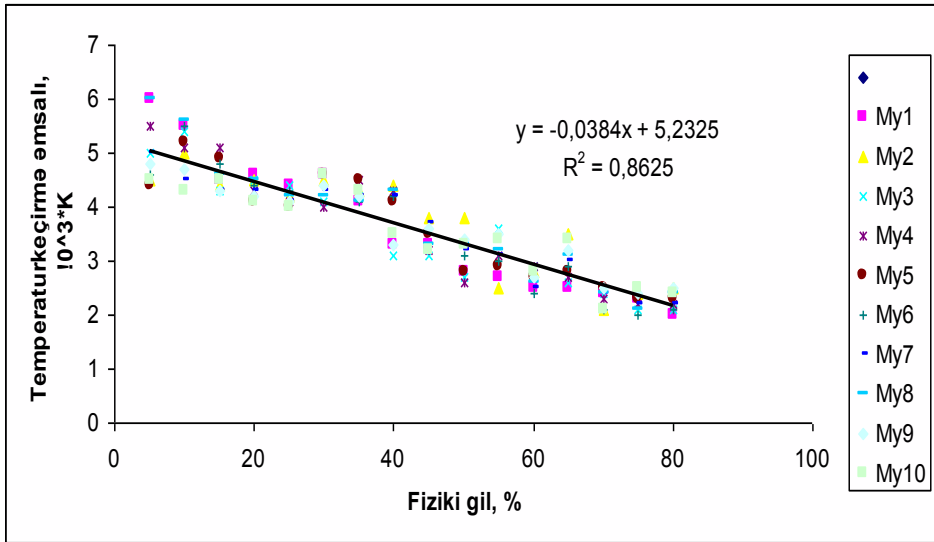
Şəkillərdəki (şəkil 4.15-4.18) qrafiklərdən görüldüyü kimi Ağsu rayonu Qaraqoyunlu kəndi ətrafından götürülmüş çəmən-boz torpaq nümunələrinin istilikkeçirmə əmsalları əkin və əkinaltı qatda bir-birinə yaxındır. Bunun səbəbi bu qatlardan götürülən torpaq nümunələrinin tərkibi bir-birinə yaxın olması ilə izah edilir.

Ağsu rayonunda buğda altında istifadə edilən çəmən-boz torpaq nümunələrinin (şəkil 4.1 və 4.2) və Kürdəmir rayonunda yonca altında istifadə edilən boz-çəmən torpaq nümunələrinin (şəkil 4.3 və 4.4) əkin və əkinaltı qatlarının istilikkeçirmə əmsalları müqayisə etsək görərik ki, çəmən-boz torpaqların əkin qatından götürülmüş torpaq nümunələrinin istilikkeçirmə əmsalları daha yüksəkdir nəinki yonca altında istifadə olunan boz-çəmən torpaqlarda. Burada alınan qanuna uyğunluq əkinaltı qata da şamil edilir. Şəkillərdə göstərilən qanuna uyğunluqlar torpaqların

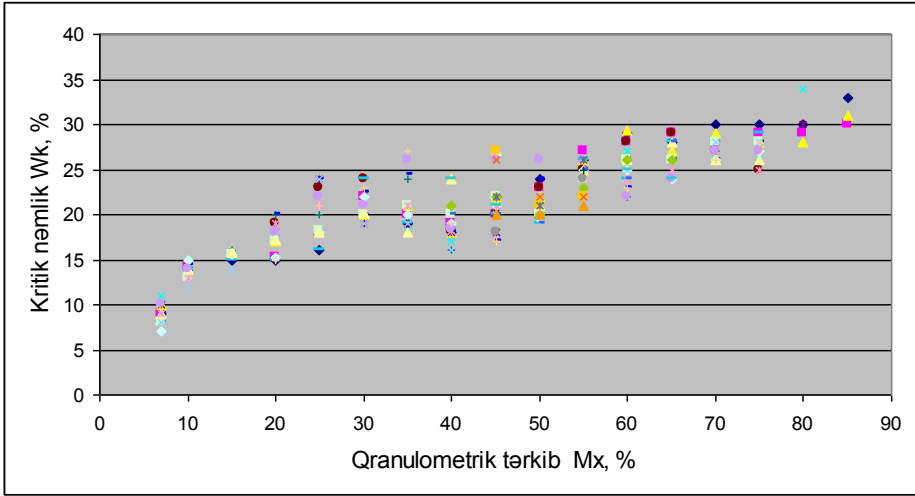
müxtəlif su rejiminə mənsub olmaları istifadə edilən aqrotexnikadan asılı olaraq formalaşmışlar.

Ağsu rayonunda götürülmüş çəmən-boz torpaq nümunələrinin və Kürdəmir rayonunda götürülmüş boz-çəmən torpaqların əkin qatında istilikkeçirmə xassələrini müqayisə etsək onların arasındakı fərqləri görə bilərik. Şəkillərdəki qrafiklərdən görüldüyü kimi, əgər çəmən-boz torpağın (Ağsu rayonu) istilikkeçirmə əmsalının maksimum qiyməti torpaq sıxlığının $1,5 \text{ q/sm}^3$ olduğu variantda $14 \text{ kal sm}^{-1} \text{ san}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ətrafında rast gəlicə, boz-çəmən torpaq nümunələrində (Kürdəmir rayonu) istilikkeçirmə əmsalının maksimum qiyməti torpaq sıxlığının $1,5 \text{ q/sm}^3$ olduğu variantda $13 \text{ kal sm}^{-1} \text{ san}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ətrafında rast gəlir. Eyni hal onların əkinaltı qatlarında da təkrar olur.

Şəkil 4.15-4.18-də Ağsu rayonunda meyvə bağında qoyulmuş kəsimə aiddir. Birinci iki qatdan götürülmüş torpaq nümunələrinin istilikkeçirmə nümunələrin istilikkeçirmə əmsalları bir-birinə yaxındılar. Bunun izahı, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, bu iki qatın tərkibinin bir-birinə yaxın olmasıdır. Üst (0-30 sm) qatda istilikkeçirmə əmsalı $12 \text{ kal sm}^{-1} \text{ san}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ətrafında dəyişir. İkinci (30-60 sm onun qiyməti $13 \text{ kal sm}^{-1} \text{ san}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ətrafında dəyişir. Ana süxura yaxınlaşdıqca istilikkeçirmə əmsalının qiyməti bir qədər artır və $14 \text{ kal sm}^{-1} \text{ san}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ bir qədər çox olur. Bu hal onunla izah olur ki, ana süxura çatdıqca üzvi maddələrin miqdarı azalır, qranulometrik tərkib yüngülləşir və s.



Şəkil 4.17. Torpağın temperaturkeçirmə əmsalının fiziki gildən asılılığı



Şəkil 4.18. Torpaqların "kritik" rütubətinin qranulometrik tərkibdən asılılığı

Belə ki, aşağı nəmliklərdə temperaturkeçirmə əmsalı konduktiv mexanizmi ilə səciyyələnir. Rütubət artdıqca hissəciklərin arasını istiliyi nisbətən yaxşı keçirən su molekulları tutur və temperatur keçirmə əmsalı artır, sonra, torpağın xüsusiyyətindən asılı olaraq, müəyyən nəmlikdə temperatur keçirmə əmsalı öz maksimum qiymətini alır və azalmağa başlayır.

Tədqiqat obyektini torpaqlarının istilik-fiziki xassələrini öyrənərkən aşağıdakı qanunauyğunluqları müəyyən etmişik. 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 dəyişmə-sini aşağıdakı kimi izah etmək olar. Torpağın istilik keçirmə əmsalı, istilik tutumu və temperatur keçirmə əmsalı arasında əvvəldə qeyd etdiyimiz kimi, burada göstərdiyimiz düsturla bağlıdır: $\lambda = ac$. Torpaqda, qeyd etdiyimiz rütubətlik diapazonunda, istilik keçirmə əmsalının artma sürəti istilik tutumunun artması sürətinə çox olduğundan temperaturkeçirmə əmsalı artır, sonrakı rütubət diapazonunda istilik keçirmə əmsalının sürəti azalır, istilik tutumu isə artmaqda davam edir. Bu hal temperaturkeçirmə əmsalının sürətinin əvvəl zəifləməsinin, sonra isə azalmasının səbəbi olur. Bunu şəkillərdən də izləmək mümkündür. Temperaturkeçirmə əmsalının maksimum qiymət aldığı rütubət (kritik

rütubət) torpağın müxtəlif xassələrindən asılı olaraq dəyişir. Şəkil 4.1-4.5-də taxıl altında istifadə edilən torpaqların temperaturkeçirmə əmsalının torpaq profilindən asılı olaraq dəyişməsi verilir. Şəkillərdən görüldüyü kimi, hər torpaq qatının özünə məxsus əyrisi mövcuddur ki, buda onların tərkibindəki fərqlərdən əmələ gəlir. Şəkildən görüldüyü kimi torpağın qranulometrik tərkibi ağırlaşdıqda “kritik” nəmlik artır.

V FƏSİL. TORPAQDA TEMPERATUR QRADİYENTİ VASİTƏSİLƏ SU AXINI

Məlumdur ki, torpaqda maye axınının başlanması bir neçə şərtin olması ilə bağlıdır. Bunlardan, torpaqda məhlulun konsentrasiyasında fərqlərin olması, temperatur qradientinin mövcudluğu, müxtəlif qatların istilik tutumunda fərqlərin olması, qravitasiya qüvvələrini və s. qeyd etmək olar. Burada onlardan yalnız ikisi araşdırılır: temperaturkeçirmə və istilik vasitəsi ilə sukeçirmə əmsalları.

Məlumdur ki, torpaqda maye axınının başlanması bir neçə şərtin olması ilə bağlıdır. Bunlardan, torpaqda məhlulun konsentrasiyasında fərqlərin olması, temperatur qradientinin mövcudluğu, müxtəlif qatların istilik tutumunda fərqlərin olması, qravitasiya qüvvələrini və s. qeyd etmək olar. Burada onlardan yalnız ikisi araşdırılır: temperaturkeçirmə və istilik vasitəsi ilə sukeçirmə əmsalları.

Qeyd edək ki, temperatur qradienti vasitəsi ilə əmələ gələn istilik axını torpaqda rütubət daşmasının səbəbi olur və ona görə probleminin birgə həlli praktiki cəhətdən diqqəti cəlb edir. Torpaqda temperatur rejiminin qanunauyğunluqlarını bildikdə torpaqda sutka boyu, eləcə də il boyu suyun və su buxarının hərəkətinin istiqamətini tutmaq mümkündür. Sutkanın və ya ilin isti dövründə su buxarı torpağın buxarlandırıcı olan üst səthinə axması ilə yanaşı eləcə də soyuq aşağı qatlara axır və orada suyun toplanmasını təmin edirlər. Torpaq səthi soyuqda əks hadisə baş verir. Bu hadisənin sutka boyu qanunauyğunluqları torpaq səthinin temperaturunun dəyişməsinə uyğun olaraq sinusoidal xarakter daşıyır. Problemin nəzəriyyəsinə və təcrübi əhəmiyyətinə həsr edilmiş ədəbiyyatda [38, 39, 43, 44] buna aid materiallara təsadüfi hallarda rast gəlinir. Məsələnin bu cür qoyuluşu yalnız eyni torpaq tipinin eyni torpaq xassələrdən hər iki əmsalın (istilikkeçirmə və istilik vasitəsilə rütubətkeçirmə) asılılığını birgə eksperimental yolla təyin edildikdən sonra mümkün ola bilər [9].

Aparığımız təcrübələr göstərmişdir ki, istər istilik, istərsə rütubət axını ilk növbədə torpaqda temperatur və rütubət qradientlərindən, torpağın sıxlığından, qranulometrik tərkibindən və s. asılı dəyişir. Odur ki, məsələnin qoyuluşu və həlli hər iki hal üçün alınan əmsalların müqayisəsi ilə tapılır. Yəni hər iki əmsal üçün alınan asılılıqları bir-biri ilə müqayisə etmək lazım gəlir. Məsələn, temperaturkeçirmə və istilik vasitəsi ilə rütubət keçirmə

əmsalları arasında asılılığının olduğunu müəyyən etmək üçün onların torpağın rütubətliyi, sıxlığı, tərkibi və başqa xassələrindən asılılıqlarını araşdıraraq görürük ki, onlar rütubətlə eyni münasibətlərdə olan əlaqə ilə bağlıdır. Hər iki əmsal rütubətin başlanğıc qiymətlərində artır, öz maksimum qiymətlərinə çatdıqdan sonra azalmağa başlayırlar. Bu əmsalların sıxlıqdan asılılıqları tərs mütənasibdir; istilikkeçirmə əmsalı xətti asılılıqla artır, istilik vasitəsi ilə sukeçirmə əmsalı isə xətti asılılıqla azalır.

5.1. Torpaqda istilik vasitəsi ilə rütubət axınının əsasları və modelləşdirilməsi

Termodinamika kursundan məlum olduğu kimi məsaməli kolloidal sistemlərdə, o cümlədən torpaqlarda istilik vasitəsi ilə rütubət axınının klassik modeli içində su sütunu olan horizontal vəziyyətdə silindrik kapillyarlar üzərində qurulmuşdur. Xarici qüvvələrin cəmi sıfıra bərabər olduqda belə kapillyarlarda suyun hərəkəti yalnız menisk vasitəsilə kapillyarın uclarında əmələgələn təzyiqlik fərqi ilə olur. Silindrik kapillyarlarda tam islanmış vəziyyətdə menisklər vasitəsi ilə əmələ gələn təzyiqlik aşağıdakı məlum düsturun vasitəsilə hesablamaq olar.

$$P = 2\sigma/R \quad (5.1)$$

burada σ - səthi gərilmə əmsalı; R - meniskin əyrilik radiusu, burada silindrik kapillyarların radiusunun kapillyar boyu dəyişmədiyindən meniskin əyrilik radiusu kapillyarın radiusuna $R=R_1=R_2$ bərabərdir. Buradan $\sigma_1=\sigma_2$ və kapillyarın əks tərəflərində əmələgələn təzyiqliklər bir-birinə bərabər olur, yəni $P_1 = P_2$.

Temperatur fərqləri əmələ gəldikdə kapillyarın soyuq tərəfində səthi gərilmə çoxalır ($\sigma_1>\sigma_2$) və bu səbəbdən $2\sigma_1/R_1 < 2\sigma_2/R_2$. Başqa şərtlər bərabər olduqda su sütunu isti hissədən soyuq hissə istiqamətində hərəkət edir. Kapillyarın soyuq tərəfində meniskin əyrilik radiusu isti tərəfinə nisbətən kiçik olduqda ($R_1<R_2$) və temperatur fərqi əmələ gəldikdə maye yenə də kapillyarın soyuq hissəsi istiqamətində hərəkət edir. Məsamələrin radiusunun və onunla bağlı əyrilik radiusunun artması, müəyyən həddə, temperatur dəyişməsi nəticəsində kapillyar təzyiqlik azalmasını səthi gərilmə vasitəsilə kompensasiya edir. Bu isə öz

növbəsində mayenin hərəkətini dayandırır. Bu cür model istilik vasitəsilə mayenin hərəkətinin bir hissəsini izah edə bilər. Başqa bir model tarazlıq vəziyyətində olan torpaqda istilik vasitəsilə mayenin hərəkətini torpaq hissəciklərinin arasında maye damcılarının yerləşməsi ilə izah edir. Başlangıç vəziyyətdə maye damcılarını səthi gəyirmə qüvvələri ilə tarazlaşmış vəziyyətdə olurlar. Torpaqda istilik qradiyentinin əmələgəlməsi səthi gərilmə qüvvələrdən asılı və temperatura mütənasib olan menisklərin əyrilik radiusunun dəyişməsinə gətirir.

Məlumdur ki, temperatur qradiyenti olduqda səthi gərilmə qüvvələri kapillyarın soyuq hissəsində daha çox olur. Bu səbəbdən mayenin hərəkəti kapillyarın soyuq hissəsi istiqamətində olur. Bu nəzəriyyənin əsasında torpaqda suyun diskret formada paylanması durur, yəni torpaqdan su axdıqdan sonra diskret olaraq damcılarının olması nəzərdə tutulur. Torpaqda suyun hərəkəti kapillyarların qırılma həddinə qədər olur.

Maye hərəkətinin torpaqda istilik-kapillyar mexanizmi məsamələrin su ilə tam dolmamış vəziyyətində baş verir. Proses bir başa su pilyonkası ilə hava arasında temperatur qradiyentinin səthi gərilmə qüvvələrinə təsirindən asılıdır. Temperaturun azalan hissəsinə istiqamətlənən qüvvə pilyonkanın xaricinə tətbiq edilir və suyun daxilinə keçərək tədricən əmələgələn əks qüvvələr tərəfindən kompensasiya edilir.

Kapillyar-məsaməli kolloidal maddələrdə maye hərəkətinin başqa nəzəri əsasını A.V.Lıkovun işlərində tapmaq olar. Burada mayenin hərəkətinə istilik axınına bənzər baxılır. Maye axınının kinetikasi termodinamika qanunlarına əsaslanaraq istilik axını kinetikasına uyğun potensiallar fərqi əsaslanır. İstilik potensialına (temperatura) uyğun istilik və rütubətdən asılı maye axını potensialı qəbul edilir. Əgər istilik potensialı, yəni temperatur, birbaşa ölçülürsə, maye axını potensialına gəldikdə, birbaşa termostat vasitəsilə torpağın nəmliyi ölçülür. Torpaqda istilikkeçirmə ilə maye axını arasında oxşarlıq tapmaq üçün yenə də kalorimetrik üsula müraciət etməliyik. Məlum olduğu kimi, cismin istilik tutumunu ölçmək üçün onu müəyyən temperatura qədər qızdırıb su ilə dolu termostata yerləşdirirlər və termostaddakı suyun soyumasını izləyirlər, yəni cismin temperaturunun suyun temperaturuna bərabər olmasını. Alınan temperatur fərqi əsasında xüsusi istilik tutumu hesablanır, suyun istilik tutumu vahidə bərabər götürülür. Termostaddakı

suyun istilik tutumunu suyun temperaturuna bərabər götürülür və tədqiq edilən torpağın istilik tutumunun suyun istilik tutumuna olan nisbəti vasitəsilə alınır. Beləliklə, buna bənzər torpağın maye axını potensialını ölçək üçün sadə şkala yaradılır. Bunun üçün tədqiq edilən cisim (torpaq), ona toxunan və onunla tarazlıqda olan etalondan ibarət sistemin maye tutumu ölçülür. Etalon cisim kimi yüksək hiqroskopikliyə və islanmaya malik filtr kağızı götürülür. Belə etalon cismin su tutumu yüksək dəqiqliklə ölçülür. Etalon kalorimetrik maddədən fərqli olaraq, etalon cismin xüsusi izotermik su tutumu $(C_{me})_T$ birə yox suyun filtr kağızı tərəfindən maksimal udulmasının 1/100 götürülür

$$(C_{me})_T = 1/100 U_{cm}, \quad (5.2)$$

yəni etalon cismin su tutumuna (U_{cm}) münasib olaraq 100 kütlə mübadiləsindən ibarət U_{cm} vahidə bərabər axın potensialından θ ibarətdir. Bu, o deməkdir ki, müxtəlif növ filtr kağızlarından istifadə etmək mümkündür. Belə ki, su axını potensialını θ xüsusi su tutumu sabit olan və $0,01 U_{cm}$ bərabər olan etalon cismin su tutumu U_e vasitəsilə müəyyən edilir.

$$\theta = (U_e / C_{me})_T = (U_e / U_{cm}) * 100 \quad (5.3)$$

Temperatur 25°C olduqda $U_{cm} = 0,277$. İzotermik xüsusi su tutumu xüsusi istilik tutumuna bənzər $C_{ud} = (\partial U / \partial \theta)_T$. U - tədqiq edilən cismin xüsusi su tutumudur.

Təbii obyektlərin öyrənilməsində adətən onların müəyyən xassələrinin dəyişkənliyi nəzərə alınır. Onların ümumilikdə müəyyən edilmiş qanunauyğunluqları öyrənilir, torpağa gəldikdə isə onun profilini, fiziki-kimyəvi xassələrini, genezisini, coğrafi yayılmasını və s. öyrənilməsini qeyd etməklə yanaşı onların, eləcə də ətraf mühitin (istər təbii, istərsə antropogen) təsirinə cavab reaksiyasını öyrənmək də vacibdir.

Müxtəlif tip torpaqlarda müxtəlif təsir nəticəsində müxtəlif bitkilərdən eyni məhsuldarlıq əldə etmək mümkündür. Burada rast gələn normadan artıq kənarlaşmanın təsadüfi kənarlaşma olduğunu göstərmək

və qanunauyğunluqları hesablamaq, torpaq xassələri haqqında obyektiv məlumatlar almaq mümkündür. Nəzərə alaraq ki, bioloji obyektlər, o cümlədə torpaqlar, özünü bərpa etmək qabiliyyətinə maliklər, tək riyazi statistika üsulları ilə kifayətlənmək qənaət bəxş deyil.

Bu səbəbdən informasiya nəzəriyyəsindən, kibernetika üsullarından, ehtimal nəzəriyyəsi ilə sıx əlaqədə olan riyazi məntiq, diferensial və inteqral hesablama, ədədlər nəzəriyyəsi, cəbri matrisa və s. istifadə etmək lazım gəlir. Son vaxtlar bioloji hadisələrin modelləşdirilməsi geniş fəsad almışdır [3, 9, 31, 33, 36, 44, 50]. Baxmayaraq ki, müxtəlif torpaqlarda eyni proseslər müxtəlif dərəcədə mürəkkəblilik ilə gedir, torpaqda gedən bir çox proseslərin eyni olduğu imkan vermişdir ki, onların modelləşdirilməsi mümkün olsun.

Modelləşdirmənin əsas şərtlərindən biri alınan modulun torpağın strukturu və funksiyalarından asılı olaraq müəyyən real nəticələrə əsaslanaraq təcrübi yoxlanılmasının mümkün olmasıdır. Orijinal şəraitə nisbətən model sadələşdirilir lakin əsas xassələrinin orijinala uyğunluğu gözlənilir. Eksperimental nəticələrin statistik işlənməsi professional, yarımprofessional (populyar) və ixtisaslaşdırılmış qaydada aparılır. Adi halda statistik verilənlər iki tipdə təqdim edirlər: ədədi və qeyri ədədi. Odur ki, tətbiqi statistika iki hissəyə bölünür - ədədi statistika və qeyri ədədi statistika.

Ədədi statistik verilənlər ədədlərdən, vektorlardan və funksiyalardan ibarət olur. Onları müxtəlif əmsallara vurmaq, cəmləmək olur. Ədədi statistikada əsas yeri müxtəlif cəmlər tutur. Qeyri ədədi statistika müxtəlif xassəli vektorlardan, binar nisbətlərdən, qeyri səlissə çoxluqlardan və s. ibarətdir. Onları əmsallara vurmaq və cəmləmək qeyri mümkündür. Təqdim edilən işdə birinci variantdan istifadə edilir. Təbii obyektlərin öyrənilməsində adətən onların müəyyən xassələrini cəmləmək qeyri mümkündür. Təbii obyektlərin öyrənilməsində adətən onların müəyyən xassələrinin dəyişkənliyi nəzərə alınır. Onların ümumilikdə müəyyən edilmiş qanunauyğunluqları öyrənilir, torpağa gəldikdə isə onun profilini, fiziki-kimyəvi xassələrini, genezisini, coğrafi yayılmasını və s. öyrənilməsini qeyd etməklə yanaşı onların, eləcədə ətraf mühitin (istər təbii, istərsə antropogen) təsirinə olan cavab reaksiyasını öyrənmək də vacibdir. Lakin müxtəlif tip torpaqlarda müxtəlif qüvvələrin təsiri nəticəsində eyni tipli xassələrin dəyişməsi təsadüf xarakterli olurlar.

Belə ki, yalnız riyazi üsullardan istifadə etməklə təsadüfi variantlar vasitəsi ilə toplanmış nəticələrin dəqiqliyini (normadan kənarlaşmanın dəqiqliyini, təsadüfi kənarlaşma olduğunu və ya qanunauyğunluqları) hesablamaq və torpaq xassələri haqqında obyektiv məlumatlar almaq mümkündür. Nəzərə alaraq ki, bioloji obyektlər, o cümlədə torpaqlar, özünü bərpa etmək qabiliyyətinə maliklər, tək riyazi statistika üsulları ilə kifayətlənmək qənaət bəxş deyil.

Bu səbəbdən informasiya nəzəriyyəsindən, kibernetika üsullarından, ehtimal nəzəriyyəsi ilə sıx əlaqədə olan riyazi məntiq, diferensial və inteqral hesablama, ədədlər nəzəriyyəsi, cəbri matrisa və s. istifadə etmək lazım gəlir. Son vaxtlar bioloji hadisələrin modelləşdirilməsi geniş fəsad almışdır. Baxmayaraq ki, müxtəlif torpaqlarda eyni proseslər müxtəlif dərəcədə mürəkkəblik ilə gedir, torpaqda gedən bir çox proseslərin eyni olduğu imkan vermişdir ki, onların modelləşdirilməsi mümkün olsun.

Modelləşdirmənin əsas şərtlərindən biri alınan modulun torpağın strukturu və funksiyalarından asılı olaraq müəyyən real nəticələrə əsaslanaraq təcrübi yoxlanılmasının mümkün olmasıdır. Orişinal şəraitə nisbətən model sadələşdirilir lakin əsas xassələrinin orijinala uyğunluğu gözlənilir. Eksperimental nəticələrin statistik işlənməsi professional, yarımprofessional (populyar) və ixtisaslaşdırılmış qayda da aparılır. Adı halda statistik verilənlər iki tiptə təqdim edilirlər: ədədi və qeyri ədədi. Odur ki, təbiiqi statistika iki hissəyə bölünür - ədədi statistika və qeyri ədədi statistika. Ədədi statistik verilənlər ədədlərdən, vektorlardan və funksiyalardan ibarət olur. Onları müxtəlif əmsallara vurmaq, cəmləmək olur. Ədədi statistikada əsas yeri müxtəlif cəmlər tutur. Qeyri ədədi statistika müxtəlif xassəli vektorlardan, binar nisbətlərdən, qeyri səliss çoxluqlardan və s. ibarətdir. Onları əmsallara vurmaq və cəmləmək qeyri mümkündür.

5.2. Torpaqda temperatur qradiyenti vasitəsi ilə su axınının hesablanması üçün qurğunun prinsiplial sxemi və nümunələrin təcrübəyə hazırlanması və qaydaları

Torpaq nümunələrində temperatur qradiyenti vasitəsi ilə su axınının qanunauyğunluqlarını öyrənmək üçün müvafiq kəsimplərdən genetik qatlar üzrə təxmini 8-10 kq torpaq götürülmüş, torpaq nümunələri farfor

həvəng dəstə vasitəsi ilə döyülərək, 1 mm dəlikləri olan ələkdən keçirilir, bir sutka eksikatora saxlanandan sonra, yenidən mükəmməl qarışdırılırlar, ələkdən keçirilir və ilkin təcrübələr üçün sütunlara doldurulur. Təcrübənin davamı aşağıda göstərilən qaydada aparılır. Torpaq kəsimlərindən genetik qatlar üzrə götürülmüş torpağın rütubəti termostat üsulu ilə 6 saat 105⁰C-də qurudulandan sonra hesablanır və növbəti seanslara hazırlıq aparılır, torpaq sütunlarına doldurulur və eksperiment davam edir. Yerdə qalan torpaq böyük minalanmış qabda xüsusi pulverizator vasitəsilə mükəmməl qarışdırılaraq nəmləndirilir. Proses torpaq nəmliyi tarla su tutumuna qədər davam edir. Təcrübələr, ikinci seriyadan başlayaraq, torpaq nümunələrinin nəmliyi azalan istiqamətində aparılır. Nümunələrin başlanğıc rütubətini müəyyən etmək üçün qəbul olunmuş qaydada torpaq nümunələri çəkisi bəlli olan xüsusi bükslərə doldurulub termostat vasitəsi ilə qurudulur, boş, rütubətli torpaqla yüklənmiş və quru torpaqla dolu büksün çəkisini bilərək, aşağıda göstərilən məlum düsturun köməyi ilə hesablanır:

$$W = ((P_{rütubətli} - P_{quru}) / (P_{quru} - P_{boş})) * 100 \quad (5.4)$$

burada $P_{rütubətli}$ - rütubətli torpaqla dolu büksün çəkisi; P_{quru} - qurudulmuş torpaqla dolu büksün çəkisi; $P_{boş}$ – boş büksün çəkisi. Nəticəni faizlə keçirmək üçün hasili 100-ə vururuq.

Torpaqda rütubətin miqdarca hərəkətini müəyyən etmək üçün xüsusi istiliyi tənzimləyən iki paslanmayan polad-dan hazırlanmış baklardan ibarət qurğudan istifadə edilmişdir. Baklardan biri fiksə edilir, ikincisi isə ona uyğun hərəkət edir. bakların üz bəüz səthləri yüksək dərəcədə şliflənir və tam paralel vəziyyətdə olurlar. Temperatur fərqi nəticəsində rütubət axını müəyyən etmək üçün torpaq nümunələri bir neçə seksiyadan ibarət xüsusi kolonkalara yerləşdirilir. Kolonkalara daxil olan seksiyalar termocütlərin yerləşdirilməsi üçün xüsusi dəliklərlə təchiz edilmişlər. Torpaqda müəyyən sıxlıq və nəmlik almaq üçün nümunələr kolonkalara tədricən eyni miqdarda doldurulur. İstiliyin termostatdan torpağa keçməsi üçün kolonkalar hər iki tərəfdən istilik ötürücüləri ilə təmin edilirlər. Sabit cərəyanda işləyən potensiometr və mikro-ampermetr vasitəsi ilə başlanğıc vəziyyəti bilmək üçün bütün termocütlərdə nəzarət ölçüləri aparılır. Bütün hallarda kolonkalarda

temperaturun başlanğıc paylanması eyni olmuşdur. Başlanğıc ölçülər aparıldıqdan sonra kolonkalar istiliyi tənzimləyən qurğunun bakları arasında yerləşdirilir və izolə edilirlər. Eksperimentlər müxtəlif temperatur qradientlərində, əsasən torpaqda təbii vəziyyətdə rast gələn temperatur fərqlərində aparılmışdır (T_1 və T_2 , $T_2 > T_1$). Torpaqların tipindən, sıxlığından, nəmliyindən, tərkibindən və s. asılı olaraq müəyyən vaxt keçdikdən sonra bakların arasında yerləşən kolonkalarda xətti temperatur fərqi yaranır. Torpaq nümunələri təcrübə aparılmağa hazır olduqda ilk növbədə torpağın təbii rütubətində ölçü aparılır. Bunun üçün müəyyən sıxlıqda və miqdarda torpaq nümunələri sütunlara doldurulur və “isti”–“soyuq” seksiyaların arasında yerləşdirilir və təcrübə davam edir. Bundan sonra yerdə qalan torpaq ələkdən keçirilir, torpaq xüsusi hazırlanmış pulverizator vasitəsilə bir neçə dəfədən rütubətlənir və səliqə ilə qarışdırılır, bir sutka eksikatora saxlandıqdan sonra, yenidən mükəmməl qarışdırılırlar.

İstənilən başlanğıc rütubətdə istənilən sıxlığı almaq üçün torpaq xüsusi silindrlərə (sütunlara) eyni miqdarda, xüsusi sıxlaşdırıcıların köməyi ilə sıxlaşdırılaraq doldurulur və izolyasiya prosesinə başlanır. Torpaq sütunları bir-bir ehtiyatla istiliyi tənzimləyən qurğuda bakların arasında yerləşdirilirlər, yenidən izolyasiya davam olunur və izolyasiya prosesini bitirdikdən sonra eksperimentə başlayırıq. Hər seansda 12 torpaq sütunu bakların arasına yerləşdirilir və təcrübə aparılır. Nəticədə hər bir başlanğıc nəmlikdə sıxlıqda təcrübəni 2-3 təkrarda aparmaq mümkün olmuşdur.

Torpaq sütunları qarşıya qoyulmuş məqsəddən asılı olaraq, 1 saat, 3 saat, 5 saat, 24 saat, 48 saat, 76 saat, 96 saat və 120 saat keçdikdən sonra sökülürlər və hər bir seksiyada torpağın rütubəti ölçülür, yəni temperatur qradienti vasitəsi ilə suyun torpaq sütununda paylanmasının əyrisini təşkil etmək üçün verilənlər bazası yaradılır. Təcrübə seansları qurtardıqda torpaq nümunələri təkrarən qarışdırılır, eyni qayda ilə torpağın rütubətliyi hesablanır. Qeyd edək ki, hər seansdan sonra başlanğıc rütubət təxmini 2-3 faiz azalır.

Bu da öz növbəsində şərait yaradır ki, kəsimlərdən qatlar üzrə götürdüyümüz torpaq kütləsini bir dəfə mükəmməl rütubətləndirməklə və səliqə ilə qarışdırmaqla bütün təcrübə seriyasında sütunlara yerləşdirməklə müvafiq torpaq nümunələrini başlanğıc rütubətlə təmin

edək. Silindrik sütunlara torpaq nümunələri yeni başlanğıc rütubətlərdə eyni bərabər miqdarda istənilən sıxlığı təmin etmək üçün bir neçə dəfəyə doldurulur. Eksperimentə hazır sütunlar istilik tənzimləyici qurğuda “isti” və “soyuq” seksiyaların arasına yerləşdirilirlər. Belə ki, müxtəlif torpaq tiplərinə, onların genetik qatlarına aid nümunələrdə temperatur qradienti vasitəsi ilə su axımının qanunauyğunluqlarını öyrənmək üçün xüsusi qurğudan istifadə olunmuşdur.

Qurğunun əsas tərkibi aşağıdakılardan ibarətdir: istiliyi tənzimləyən hissədən; sabit cərəyana hesablanan potensiometrdən; mikroampermetrdən; saniyəölçən və termocütlərdən. İstiliyi tənzimləyən qurğu iki seksiyadan ibarətdir. Hər seksiyanın (bakın) temperaturunu bir termostat T-15 tənzimləyir. Termostatların vasitəsilə seksiyaların temperaturu $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ dəqiqliklə saxlanılır. Şəkil 5.1-də temperatur qradienti vasitəsilə su axımını hesablamaq üçün lazım olan istilik rejimini tənzimləyən qurğunun sxemi verilir. Şəkil 5.1-də istiliyi tənzimləyən qurğunun və torpaq sütununun sxemi verilir.

Temperatur qradienti təsiri ilə torpaq nümunələrində su axımının tədqiqi üçün torpaq nümunələri yuxarıda qeyd etdiyimiz xüsusi hazırlıqdan keçdikdən sonra, başlanğıc rütubətdə eyni bərabər miqdarla istənilən sıxlığı təmin etmək üçün bir neçə dəfəyə işçi silindrlərə (sütunlara) doldurulurlar və istiliyi tənzimləyən qurğuda “isti” və “soyuq” bakların arasında yerləşdirilirlər, mükəmməl izolyasiya əməliyyatı aparıldıqdan sonra, qurğu vasitəsi ilə eksperiment işə başlayır.

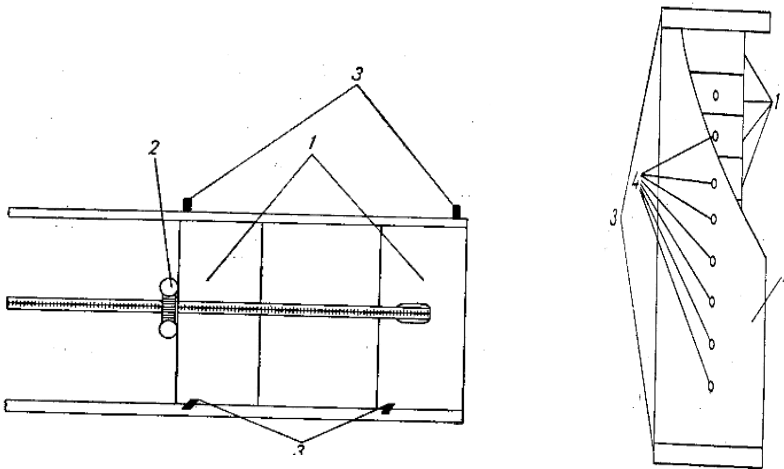
Təxminən torpaq sütununda bir saat müddətində xətti temperatur paylanması müşahidə edilir, $1^{\circ}\text{C}/\text{sm}$, bu fərq seansın axırına qədər gözlənilir. Məqsədə uyğun, tələb olunan vaxtdan sonra sütunlardan bir neçəsi sökülür və torpaq nümunələrində suyun paylanması öyrənilir. Bunun üçün torpaq sütunlarına daxil olan seksiyalar bir-birindən ayrılır və hər birinin içindəki torpaq nümunəsinin rütubətini yuxarıda qeyd etdiyimiz üsulla, termostatda 105 dərəcə Selsidə 6 saat saxlamaqla. Nəticələr cədvəl və qrafik şəkildə təqdim edilir.

Şəkil 5.1-də göstərilən işarələrin açığlanması: solda, 1 - temperatur tənzimləyən xüsusi hazırlanmış baklar; 2 - bakları bir-birinə yaxınlaşdırıb uzaqlaşdırmaq üçün xüsusi bolt; 3 - bakları termostatlara birləşdirmək üçün ştuserlər. Sağda - təcrübəyə hazır torpaq nümunələrini

yerləşdirmək üçün sütunun prinsipial sxemi: 1 - seksiyalar; 2 - seksiyaları birləşdirən və eyni zamanda izolyasiya kimi istifadə edilən parafin örtük. 3 - yüksək dərəcədə şliflənmiş istilik ötürücüləri; 4 - termocütlərin yerləşdirilməsi üçün dəliklər.

Silindrik sütunlara torpaq nümunələri başlanğıc rütubətlərdə eyni bərabər miqdarda istənilən sıxlığı təmin etmək üçün bir neçə dəfəyə doldurulur. Eksperimentə hazır olan sütunlar istilik tənzimləyici qurğuda “isti” və “soyuq” seksiyaların arasına yerləşdirilirlər. Təcrübələrin əksəriyyəti 24 və 48 saat ərzində aparılmışdır. Bu üsulla aparılan təcrübələr eyni zaman əks istiqamətdə axan su axımının sürətini də hesablamağa imkan verir.

Temperatur qradienti vasitəsilə torpaq nümunələrində su axımını öyrənmək üçün torpaq nümunələri əvvəlcə yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, xüsusi hazırlıqdan keçdikdən sonra, müəyyən başlanğıc rütubətdə eyni bərabər miqdarda istənilən sıxlığı təmin etmək üçün bir neçə dəfəyə işçi silindrlərə (sütunlara) yerləşdirilirlər və istiliyi tənzimləyən qurğuda “isti” və “soyuq” bakların arasında yerləşdirilirlər, mükəmməl izolyasiya əməliyyatı aparıldıqdan sonra, qurğu işə salınır (Şəkil 5.1).



Şəkil 5.1. Torpaqda su axımını hesablamaq üçün qurğunun prinsipial sxemi (solda); sağda - təcrübəyə hazır torpaq nümunələrinin yerləşdirilməsi üçün xüsusi kolonkanın (sütunun) kəsimi.

Tələb olan vaxtdan sonra sütunlar sökülür və torpaq nümunələrində suyun paylanması öyrənilir.

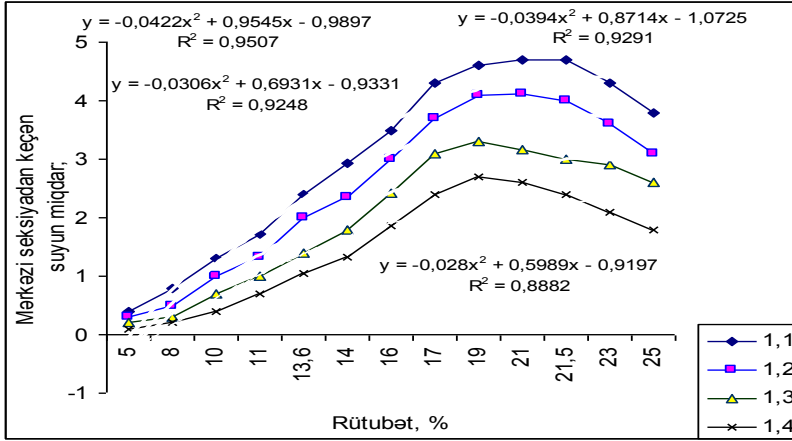
5.3. Torpaq sütunlarında su axımının müqayisəli təhlili

Torpaqda gedən bütün proseslər bu və digər dərəcədə torpaqda yaranan istilik və su rejimlərindən asılı olur. Ətraf mühitdə istilik və rütubət rejimlərinin qanunauyğunluqlarını bilmədən istifadə edilən aqrotexniki əməliyyatın aparılması az effektivdir. Şübhəsiz ki, yer səthinə düşən günəş enerjisi və onunla bağlı bütün təbii proseslər torpaq-bitki-atmosfer sistemində gedən proseslərə də təsir edir. Elə bu faktorlar da Yerdə istilik və su rejimlərini təmin edirlər. Yer səthinin qeyri-bərabər qızması özündə müxtəlif maddələr daşıyan axınların səbəbi olur və bütün bu bir biri ilə bağlı prosesləri tənzimləyən torpaqdır. Torpaq təkcə enerjinin və maddələrin tənzimləyicisi deyil, o eləcə də Yer kürəsinin informasiya, o cümlədə genetik informasiya bazasıdır. Ümumiyyətlə, məlumdur ki, torpaq sadəcə halda üç fazadan (bərk hissəciklər, maye və qaz) ibarət açıq termodinamik sistemdir. Fazalar arasında təbii (Günəş enerjisi, yağış və başqa atmosfer hadisələri) və antropogen (aqrotexniki tədbirlər və s.) faktorların təsiri ilə nisbətən miqdarca daimi dəyişirlər. Bu səbəbdən torpağın istilik və rütubət xassələrini müxtəlif şəraitlərdə öyrənmək gərəkdir, məsələn müəyyən temperaturlarda, rütubətlərdə, sıxlıqlarda, mineral və qranulometrik tərkiblərdə və s. Bu göstəricilərin hər birinin dəyişməsi torpağın istilik və rütubət xassələrinin dəyişməsinə səbəb olur və torpaqda gedən hər bir prosesin istiqamətinin dəyişməsinə təsir edə bilər. Təbiidir ki, torpağa istədiyimiz istiqamətdə təsir göstərmək üçün onu bacardıqca hərtərəfli öyrənmək lazımdır. Son onilliklərin ədəbiyyatını izlədikdə [16-18, 33, 37,39] görürük ki, torpağa sərbəst fiziki cisim kimi maraqlı təkcə torpaqşünaslar tərəfindən deyil, eləcə də müxtəlif elm sahələrinin nümayəndələri tərəfindən də artmaqdadır, məsələn, fiziklər, riyaziyyatçılar, geoloqlar, kibernetiklər bə bir çox başqa sahələrin nümayəndələri.

Şübhəsiz ki, yer səthinə düşən günəş enerjisi, eləcə də onunla bağlı atmosfer hadisələri, xüsusilə yağışın gücü və küləyin sürəti və s. torpaq-bitki-atmosfer sistemində gedən bütün proseslərdə vacib rol oynayırlar,

elə bu faktorlarda yerin torpaq örtüyünün istilik və su rejimlərini təmin edirlər. Torpaqda daimi günəş enerjisi və atmosfer yağıntıları təsirindən temperatur və rütubət qradientləri yaranır.

Yerdə gedən prosesləri hər tərəfli izləmək üçün torpaqda və yer üstü havada istilik və rütubət axınlarına təsir göstərə bilən bütün xassələr haqqında məlumatın olması lazımdır. Aşağıda 5.2-5.7 şəkillərdə tədqiqat obyektı torpaqlarının temperatur qradienti vasitəsi ilə su axınının torpağın rütubətindən və sıxlığından asılılığı verilir. Şəkildəki qrafiklərdən görürük ki, asılılıq torpağın temperaturkeçirmə əmsallarının rütubətdən asılılığını formaca təkrar edir, bu əmsalların sıxlıqdan asılılığı tərs mütənasibdir. Əgər temperaturkeçirmə əmsallarının əyriləri sıxlığa görə aşağıdan yuxarıya yerləşirlərsə (Şəkil 4.2-4.7), yəni sıxlıq artdıqca temperatur keçirmə əmsalı artır, temperatur vasitəsi su axınına gəldikdə, əksinə olaraq sıxlıqdan asılı əyrilər yuxarıdan aşağıya yerləşirlər, yəni sıxlıq artdıqca torpaqda suyun axını azalır. Şəkil 5.2. Ağsu rayonu boz-qəhvəyi (dağ-şabalıdı) torpaqda Selsi termometri ilə bir dərəcə temperatur qradienti olduğu halda mərkəzi seksiyadan keçən suyun torpağın başlanğıc rütubətliyindən və sıxlığından asılılığı verilir. 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 görürük ki, birinci üst sıxlıqda nəticələr yüksək yaxınlaşma dərəcəsi ilə fərqlənirlər sıxlıq $p=1,1 \text{ q/sm}^3$ olduğu halda $R^2=0,9507$; $p=1,2 \text{ q/sm}^3$ olduqda $R^2 = 0,9248$; sıxlıq $1,3 \text{ q/sm}^3$ olduqda $R^2=0,9291$. Aşağıda yerləşən yüksək sıxlığa malik torpaq nümunəsinin əyrisi ($p=1,4 \text{ q/sm}^3$) nəzəri əyriyə yaxınlaşma dərəcəsi $R^2=0,8882$ bərabərdir. Nümunələrin sıxlığı azaldıqca əyrilər şəklın yuxarı hissəsində yerləşirlər. Belə ki, şəklın yuxarı hissəsində sıxlığı $1,1 \text{ q/sm}^3$ olan torpaq nümunəsinin əyrisi durur. Baxmayaraq ki, şəklın üzərində verilən təcrübi nöqtələrin nəzəri əyrilərə yaxınlaşma dərəcəsi qənaətbəxşdir, nəzəri xəttə yaxınlaşma dərəcəsi $R^2= 0,8882 \div 0,9507$ arasında dəyişir, qrafiklərə diqqəti artıqlıqda görmək olur ki, alınan nəticələrin təcrübədə istifadəsini artırmaq üçün, onların təhlilini bir qədər dərinləşdirmək mümkündür.



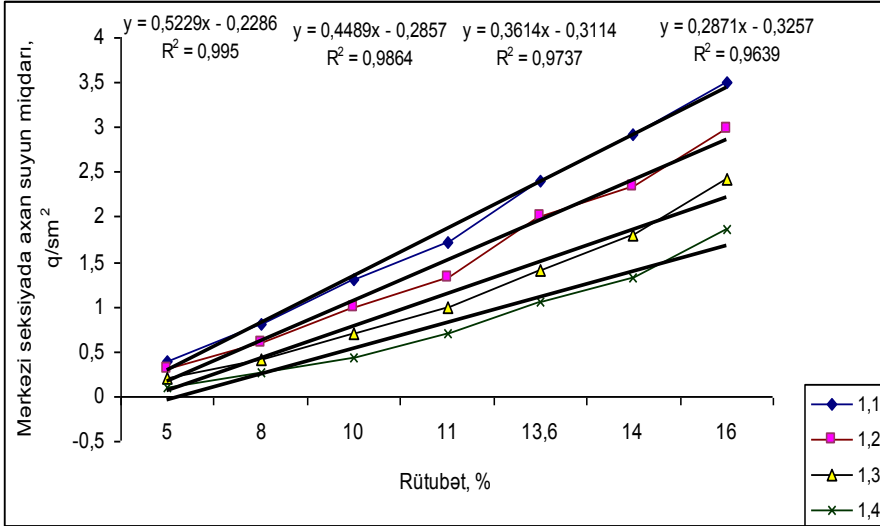
Şəkil 5.2. Mərkəzi seksiyadan axan suyun torpağın başlanğıc rütubətindən və sıxlığından asılılığı göstərilir, qramla. Ağsu rayonu, boz-qəfəyi (dağ-şabalıdı) torpaq. Sağda aşağıda Legendada torpağın sıxlığı göstərilir.

Şəkiləki qrafiklərdən görünür ki, şəkilin sol tərəfində qrafiklər təxmini düz xətt təşkil edirlər, sağ hissəsində isə yüksək dəqiqliklə çoxhədliyə aid olan şəklində dəyişirlər. Belə ki, qrafikləri iki hissəyə ayırırdıqdan sonra araşdırsaq nəticələri daha dəqiqləşdirə bilərik. Bu cür əməliyyatların vasitəsilə alınan nəticələrin kənd təsərrüfatında və münasib təşkilatlarda istifadəsinin sürətləndirilməsinə nail olmaq olar. Burada hər iki hissənin ayrılıqda analizi verilir. Bunu aşağıda göstərilən şəkillərdə təqdim olunmuş düsturlara baxsaq görürük ki, şəkilin sol tərəfinə aid düsturlar düz xətti tənliklərdən ibarətdir və tədqiqat nəticəsində alınan nöqtələr nəzəri əyrilərin ətrafında səliqə ilə yerləşirlər. Şəkillərin üzərində verilən düsturlar və tədqiqat nəticələrinin nəzəri əyrilərə olan yaxınlaşma dərəcələri bunu təsdiq edir.

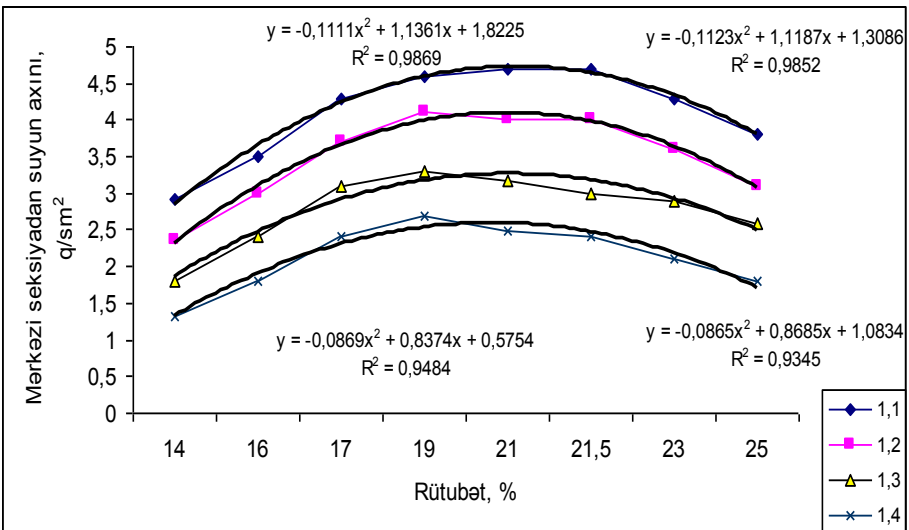
Şəkillərin üzərində yazılan rəqəmlər göstərir ki, hər iki halda təcrübədən alınan rəqəmlərin nəzəri əyrilərə yanaşma dərəcəsi olduqca yüksəkdir. Birinci halda: $R^2=0,9638 \div 0,9950$, ikinci halda isə: $aR^2=0,9345 \div 0,9869$. Ağsu rayonu boz-qəhvəyi torpağın əkin qatı üçün alınan eksperi-mental nəticələri analiz edərək görürük ki, VİZUAL BASİK kompüter proqramlaşma dilinin IF...THEN...ELSE operatorlarından istifadə edərək aşağıda göstəriləni proqramı yazmaq olar:

Əgər $W < 16\%$, onda ((((əgər $p = 1.1$, onda $k = 0,5229x - 0,2286$) yoxsa əgər $p = 1.2$ onda $k = 0,4489x - 0,2857$) yoxsa əgər $p = 1.3$ onda $k = 0,3614x - 0,3114$) yoxsa əgər $p = 1.4$ onda $k = 0,2871x - 0,3257$) yoxsa

əgər $W > 16$ onda (əgər $p=1.1$ onda $k=-0,1111x^2+1,1361x+1,8225$)
yoxsa əgər $p=1.2$ onda $k=-0,1123x^2+0,1187x+1,3086$) yoxsa əgər $p=1.3$
onda $k=-0,0865x^2+0,8685x+1,4834$) yoxsa əgər $p=1.4$ onda $k=-0,869x^2$
 $+0,8374x+0,5754$), burada W -cari rütubətin koordinatları; x -başlangıç
rütubət,%; k -mərkəzi seksiyadan keçən suyun miqdarı q/sm^2 ; p - sıxlıq,
 q/sm^3 .

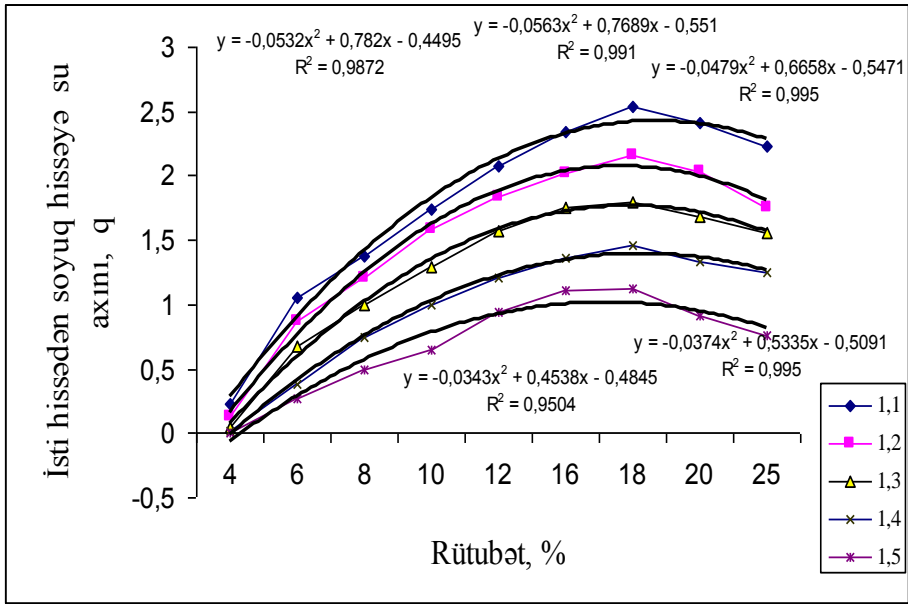


Şəkil 5.3. Torpaq sütununda temperatur fərqi (qradiyenti) $1^{\circ}C$ olduğu halda torpaqda başlangıç rütubətdən və sıxlıqdan asılı suyun hərəkəti. Legendada torpağın sıxlığı verilir.



Şəkil 5.4. Torpaq sütununda temperatur qradiyenti $1^{\circ}C$ olduğunda başlangıç rütubətdən və sıxlıqdan asılı suyun hərəkəti. Legendada torpağın sıxlığı verilir.

Şəkil 5.5 - də Kürdəmir rayonu çəmən-boz torpaqlarında temperaturun vahid qradiyenti (1°C) vasitəsi ilə suyun axınının başlanğıc rütubətindən asılılığı verilir. Şəkildən görüldüyü kimi bütün sıxlıqlarda rütubət artdıqca mərkəzi seksiyanın vahid sahəsindən axan suyun miqdarı artır. Burada da alınan qanunauyğunluq temperaturkeçirmə əmsalının rütubətdən asılılığına bənzər qanunauyğunluqla dəyişir. Hər iki asılılıq üçün alınan tənliklər forma etibarı ilə eynidirlər. Lakin, burada da, əgər temperaturkeçirmə əmsallarının qiyməti torpağın sıxlığı artdıqca artırsa, su axınının qiyməti torpağın sıxlığı artdıqca əksinə azalır. Bunu müvafiq əyrilərə aid düsturlara diqqət etsək də görürük ki torpağın sıxlığı aşağıdan yuxarıya qalxdıqca, (sıxlığın $1,4 \text{ q/sm}^3$ - dan $1,1 \text{ q/sm}^3$ -a doğru azaldıqda) su axını kəskin artır (Şəkil 5.6) .



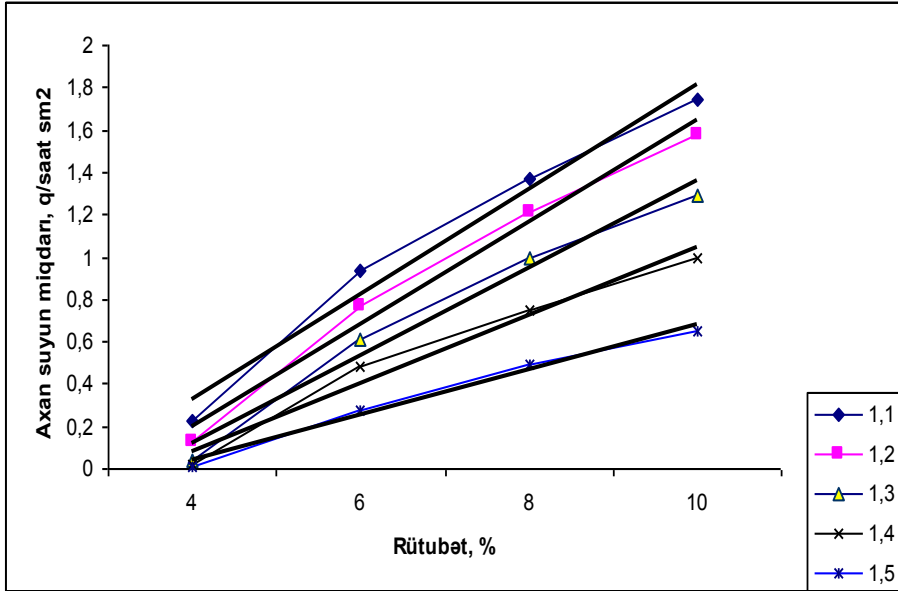
Şəkil 5.5. Mərkəzi seksiyadan axan suyun torpağın başlanğıc rütubətindən asılılığı. Kürdəmir rayonu, çəmən-boz torpaq

Kürdəmir rayonunda seçilmiş çəmən-boz torpaqlara aid şəkildən görüldüyü kimi, su axınının 1°C temperatur qradiyentində alınan düsturlar eləcədə göstərir ki, eksperiment nəticəsi ilə alınan nöqtələrin nəzəri əyrilərə yaxınlaşma dərəcəsi yüksəkdir ($R^2=0,9504-0,995$). Belə ki, onların dəqiqliyini qaldırmaq üçün başlanğıc rütubət intervalını iki və ya bir neçə hissəyə bölmək üçün ehtiyac yoxdur. Bəzi hallarda təcrübə nöqtələrin nəzəri əyrilərə yaxınlaşma dərəcələri aşağı olduqda başlanğıc rütubətləri bir neçə

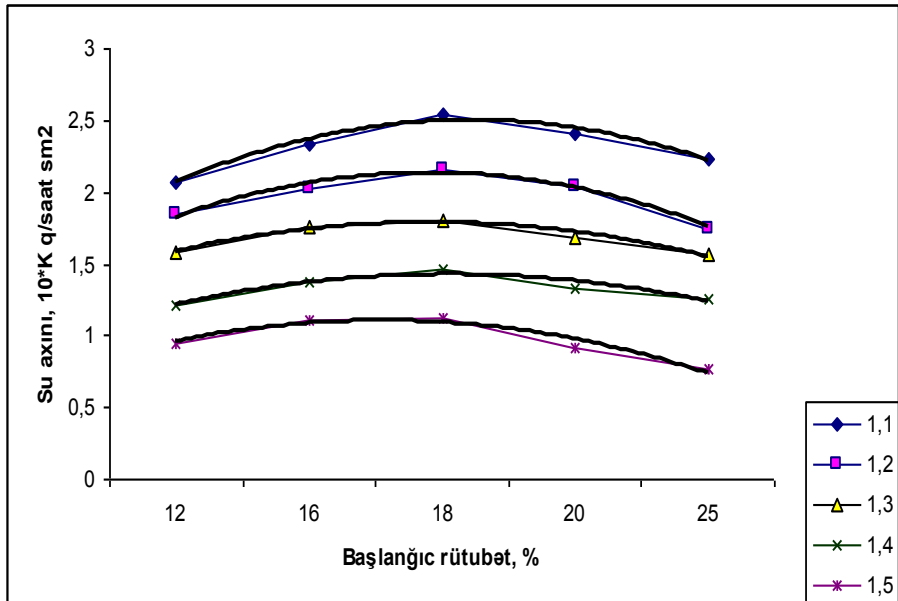
hissəyə bölmək lazım gəlir. Boz-qəhvəyi (dağ-şabalıdı) torpaqlarda bu effekt yaxşı nəticə verdiyi halda çəmən-boz torpaqlarda özünü doğrultmur. Əgər boz-qəhvəyi (dağ-şabalıdı) torpaqlarda yaxınlaşma dərəcəsi ümumi götürəndə 0,89-0,95 arasında dəyişirdisə, başlanğıc rütubəti iki hissəyə böldükdə təcrübi nöqtələrin nəzəri nöqtələrə yaxınlaşma dərəcəsi xeyli artır (0,9504-0,995). Çəmən-boz torpaqlarda isə təcrübi nöqtələrin nəzəri əyriyə yaxınlaşma dərəcəsinə artırmağa ehtiyac olunmur. Aşağıdakı qrafiklərdə bunu görmək olar. Başlanğıc rütubətin birinci hissəsində düz xətlər alınır, onların nəzəri əyrilərə yaxınlaşma dərəcəsi $R^2=0,9767-0,9886$. Başlanğıc rütubətin ikinci yarısı üçün alınan çoxhədli tənliklər və təcrübi nöqtələrinin nəzəri tənliklərə yaxınlaşma dərəcəsi $R^2 = 0,9007-0,9718$ arasında dəyişir. Göründüyü kimi, bütün qrafiklər üçün alınan orta nəticələrin nəzəri əyrilərə yaxınlaşma dərəcəsi daha yüksəkdir. Aşağıdakı yazılan proqram çəmən-boz torpaq üst əkin qatı üçün başlanğıc rütubəti iki hissəyə böldükdən sonra edilən analiz nəticəsidir.

Şəkil 5.5 -in sol və sağ (Şəkil 5.7) hissələrini əhatə edən proqram aşağıdakı kimi yazmaq olar: Əgər $W < 10\%$, onda (((((əgər $p=1.1$, onda $k = -0,4985x - 0,177$) yoxsa əgər $p=1.2$ onda $k = -0,48x - 0,279$) yoxsa əgər $p=1.3$ onda $k = 0,4134x - 298$) yoxsa əgər $p=1.4$ onda $k = 0,3204x - 0,238$) yoxsa əgər $p=1.4$ onda $k = 0,2141x - 0,1775$ yoxsa əgər $W > 10$ onda (((((əgər $p=1.1$ onda $k = -0,0884x^2 + 0,5696x + 1,5828$) yoxsa əgər $p=1.2$ onda $k = -0,0856x^2 + 0,4976x + 1,4106$) yoxsa əgər $p=1.3$ onda $k = -0,0551x^2 + 0,3217x + 1,3188$) yoxsa əgər $p=1.4$ onda $k = -0,0504x^2 + 0,3076x + 0,9576$) yoxsa əgər $p = 1,5$ onda $k = 0,0614x^2 + 0,3129x + 0,706$). Burada W -cari rütubətin koordinat-ları; x - başlanğıc rütubət, %; k -mərkəzi seksiyadan keçən suyun miqdarı q/sm^2 ; p -sıxlıq, q/sm^3 . Yuxarıda yazılan proqram ümumi xarakter daşıyır, tədqiq edilən torpaq nümunələri üçün səciyyəvidir.

Ağsu rayonu boz-qəhvəyi (dağ-şabalıdı) və Kürdəmir rayonu boz çəmən torpaqların başlanğıc rütubətdən və torpaqların sıxlığından asılı su axınına aid proqramlar tərtib edilməsidir ki, buda alınan nəticələri kompüter vasitəsi ilə analiz etməyə imkan yaradır.



Şəkil 5.6. Mərkəzi seksiyadan axan suyun torpağın başlanğıc rütubətindən asılılığı. Kürdəmir rayonu, çəmən-boz torpaq



Şəkil 5.7. Mərkəzi seksiyadan axan suyun torpağın başlanğıc rütubətindən asılılığı. Kürdəmir rayonu, çəmən-boz torpaq

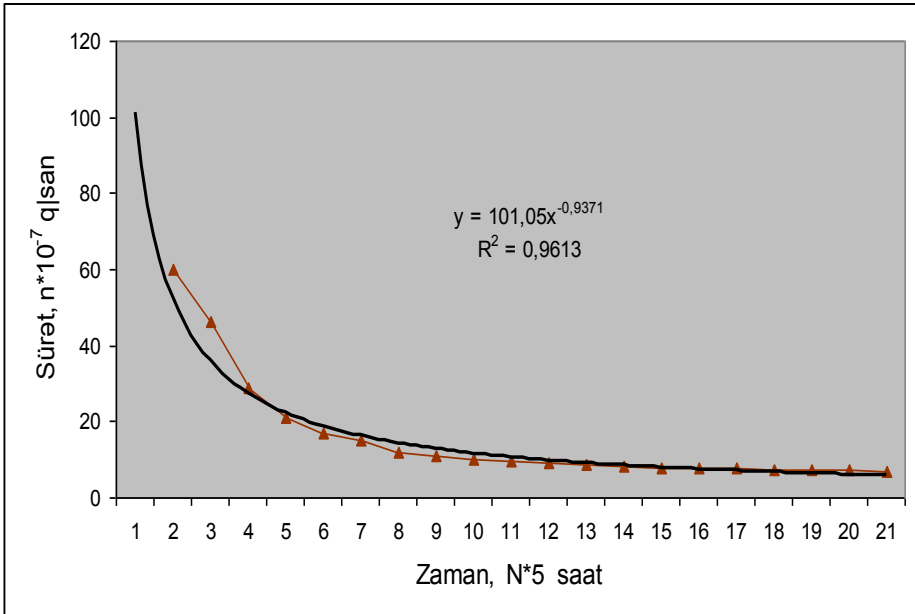
Proqramda istifadə edilən nəticələrin sayını artırmaqla yazılan proqramların dəqiqliyi dəfələrlə artırmaq mümkündür.

5.4. Torpaq sütunlarında zamandan asılı suyun paylanması və su axınının sürəti

Açıq torpaq sistemlərində, yəni torpağın təbii vəziyyətində torpaqda suyun axmasına müxtəlif qüvvələr təsir göstərir. Bunlardan ən əsası torpağın müxtəlif hissələrində suyun miqdarının fərqli olması, temperatur qradientinin mövcud olması, torpağın sıxlığında, qranulometrik, mineral və üzvi tərkibində fərqlər, torpaq məhlulunda həll olunmuş müxtəlif ionların konsentrasiyasında fərqlərin olması və s. Bu faktorların hamısını nəzərə almaq olduqca çətin olduğundan tədqiqatçılar effektiv nəticələrdən istifadə edirlər.

Bu səbəbdən bağlı sistemlərdən istifadə etdikdə məsələ xeyli sadələşir, torpaq nümunələri eyni cins vəziyyətə gətirilir.

Torpaq kolonkalarında su axınının sürətini hesablamaq üçün təcrübələr elə qoyulmuşdur ki, “isti” - “soyuq” bakların arasına 14 kolonka birgə yerləşsin və 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 əməliyyatlar aparılır.



Şəkil 5.8. Qapalı torpaq sistemində temperatur qradientindən asılı su axınının sürətinin dəyişməsi (başlanğıc rütubət 15 % və sıxlıq $p= 1,2 \text{ q/sm}^2$ olmuşdur).

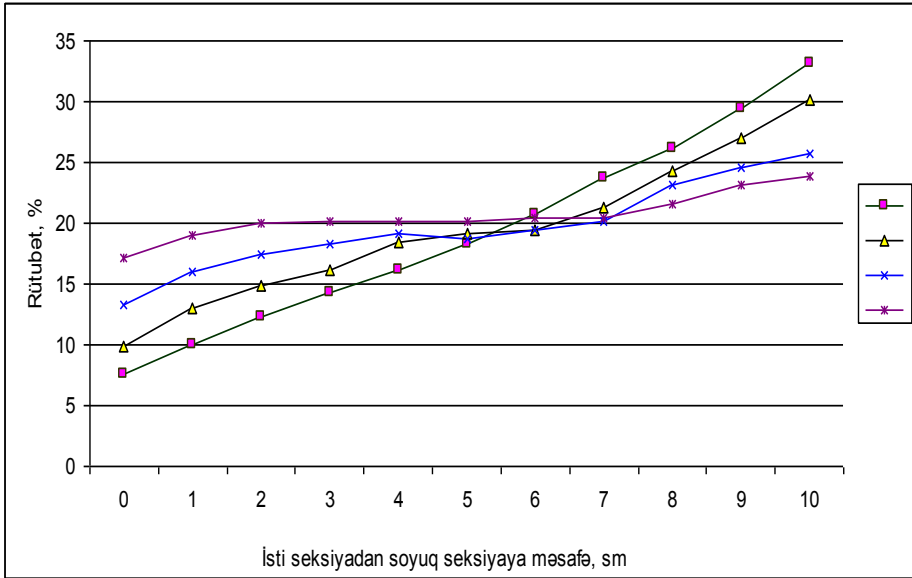
Şəkil 5.8-də torpaq sütunlarında zamandan asılı suyun mərkəzi seksiyadan keçməsinin sürətini göstərir. Torpaqda su axınının həqiqi

sürəti kolonkada temperatur qradienti $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduqda, yəni ilk saatda $v=60*10^{-7}\text{ q/sm}^2*\text{san}$ olmuşdur, sonradan isə eksponentə şəkildə azalaraq minimal qiymətini alır $v=7*10^{-7}\text{ q/sm}^2*\text{san}$. Şəkil 5.8-dən görüldüyü kimi, su axınının yüksək sürəti 1-3 saat müddət keçdikdən sonra alınır, zaman keçdikcə sürət eksponentə şəkildə azalır və 100-120 saat müddətində ən aşağı qiymətini alır. Torpaqda su axınının zamandan asılı bu formada funksional dəyişməsi onunla bağlıdır ki, temperatur qradientinin təsiri zamanın başladığında torpaqda su isti hissədən soyuq tərəfə hərəkətə başlayır.

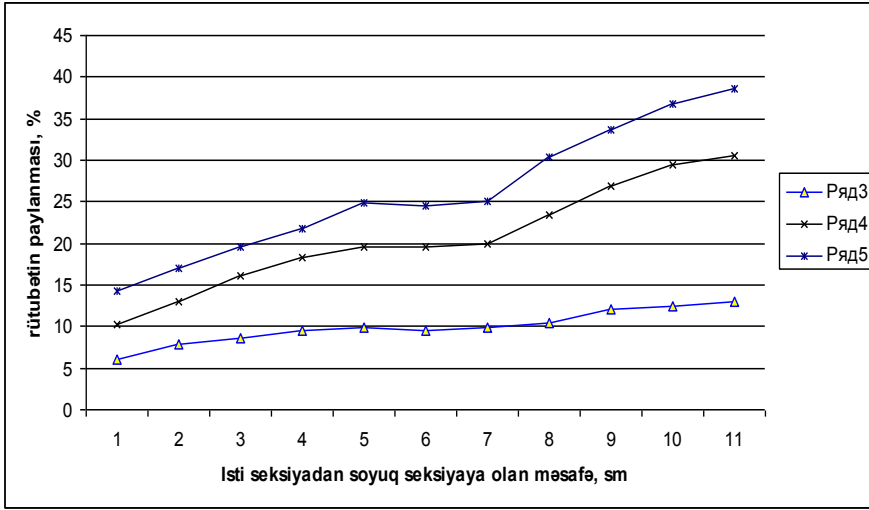
Zaman keçdikcə torpaq sütununun soyuq tərəfində su çoxluğu yaranır və bu da sütunda əks istiqamətdə su axını üçün şərait yaranmasına səbəb olur. Torpaq sütunlarında zamandan asılı rütubətin xətti paylanmasına nail olmaq üçün eyni başlanğıc rütubətdə (20%) eyni sıxlıqda ($p=1,2\text{ q/sm}^3$) hazırlanmış torpaq sütunları temperatur tənzimləyən qurğuya yerləşdirilir. Məqsədə uyğun olaraq, müəyyən zaman keçdikdən bir (24, 48, 72, 96 saat) 2-3 sütun sökülür və rütubətin paylanması hesablanır.

Nəticə aşağıda şəkil 5.9-da göstərilir. Görüldüyü kimi rütubətin torpaq sütununda xətti paylanması 96 saatdan sonra əldə edilir. Belə ki, isti seksiyadan soyuq seksiyaya doğru zamandan asılı suyun xətti paylanması göstərir ki, boz-qəhvəyi (dağ-şabalıdı) torpaqda başlanğıc rütubət 20%, sıxlıq $1,2\text{ q/sm}^3$ olduqda 96 saatdan sonra mərkəzi seksiyadan hər iki tərəfə suyun axını bərabər olur, belə ki, əks istiqamətdə yaranan rütubət fərqi əks istiqamətdə yaranan su selinin səbəbi 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 üçün alınan nəticədir. Alınan nəticələr göstərir ki, istilik qradienti vasitəsi ilə yaranan rütubət selinin özü də zaman keçdikcə əks istiqamətdə rütubət qradientinin yaranmasına səbəb olur. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, temperatur qradientinin eyni qiymətində torpaqda su selini müəyyən etmək mümkündür. Şəkil 5.10-da eyni torpaq tipində (boz-çəmən torpaq, Kürdəmir), eyni sıxlıqda ($p=1,2\text{ q/sm}^3$), müxtəlif başlanğıc rütubətlərdə (10%, 20% və 25%), 24 saat ərzində mərkəzi seksiyadan keçən suyun paylanması və miqdarı göstərilir. Şəkil 5.10-dan görüldüyü kimi, torpaq sütunlarının başlanğıc rütubəti artdıqca mərkəzi seksiyadan keçən suyun miqdarı bir neçə dəfə artır. Bunu, şəkllə diqqəti artırırdıqda, görmək olar. Başlanğıc rütubətin

miqdarı 10% olduqda sütunların sol qurtaracağından keçən və sağ qurtaracağında toplanan suyun miqdarı ilə izah etmək olar. Şəkildən görüldüyü kimi başlanğıc rütubət 10% olduqda sol seksiyadan keçən suyun miqdarı sağ seksiyalarda toplanır. Bunu şəkildə aydın görmək mümkündür. Görüldüyü kimi kolonkanın solunda və mərkəzdən sağ tərəfdə, təxmini eyni ölçüdə fiqurlar əmələ gəlir. Buda onu göstərir ki, su hansı miqdarda kolonkanın sol hissəsində azalırsa, həmin miqdarda sağ seksiyalarda toplanır. Eləcə də başlanğıc rütubətin 20% və 25% qiymətləri haqqında da demək mümkündür. Şəkildən görüldüyü kimi başlanğıc rütubət 20% olduğu halda mərkəzi seksiyadan keçən suyun miqdarı bir neçə dəfə başlanğıc rütubət 10% olduğundan çoxdur və eləcə də başlanğıc rütubət 25% olduqda onun qiyməti başlanğıc rütubətin 20% olduğundan da çoxdur bu onunla izah edilir ki, başlanğıc rütubətin artma zolağı başlanğıc rütubətin 25%-dən aşağı deyil.



Şəkil 5.9. Rütubətin torpaq sütununda isti seksiyadan soyuq seksiyaya doğru zamandan asılı paylanması. 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.



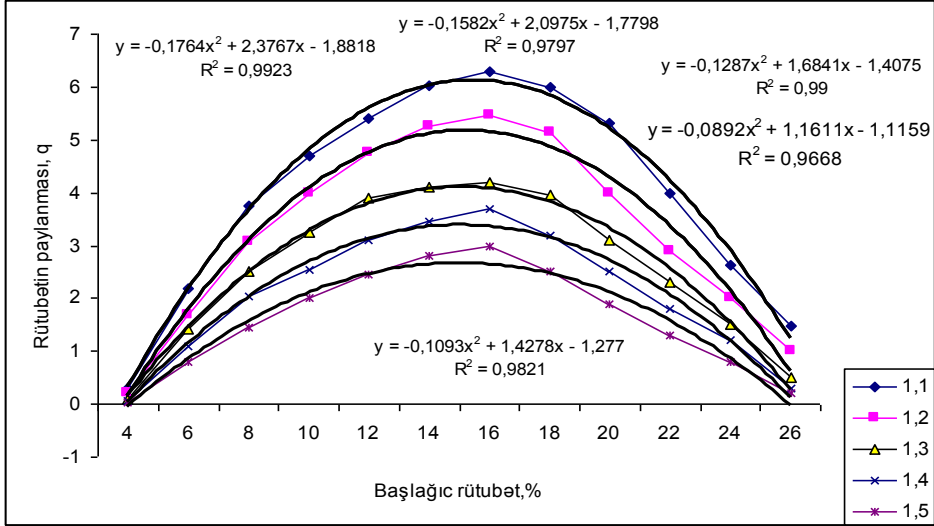
Şəkil 5.10. Rütubətin torpaq sütunlarında isti seksiyadan soyuq seksiyaya doğru üç bucaq – başlanğıc rütubət 8 %; xaç – başlanğıc rütubət 20%; ulduz – başlanğıc rütubət 25%. 48 saatdan sonra yuxarıya:.. Başlanğıc nəmliyindən asılı paylanması. Sıxlıq $\rho=1,2 \text{ sm}^3$. təzyiqinə qaldığından sonra sistemdən çıxardılır və rütubət paylanması müəyyən edilir.

Torpaq sütunlarında əks istiqamətdə əmələgələn su selini hesablamaq üçün xüsusi düstur hazırlanmışdır. Düsturun əsas hissələrini əldə etmək üçün eyni torpaq tipi ilə doldurulmuş torpaq sütunlarını 24 və 48 saat temperatur qradiyentinin nümunə kimi 5.11-5.12 sayılı şəkillərdə Kürdəmir rayonunda seçilmiş tədqiqat obyektlərindən götürülmüş boz-çəmən torpaq nümunələrinin temperatur qradiyentinə 24 və 48 saat ərzində məruz qalan torpaq sütunlarında başlanğıc rütubətdən və sıxlıqdan asılı suyun paylanması göstərilir.

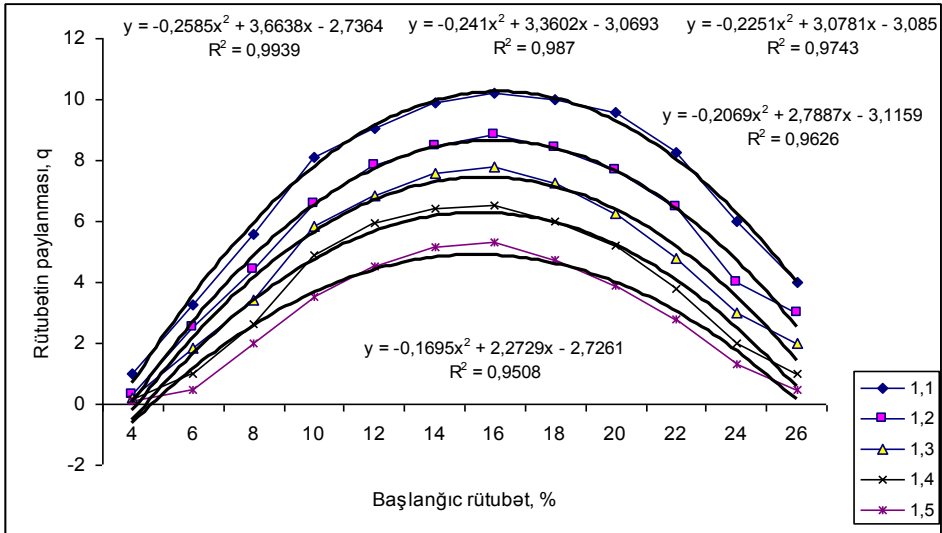
Şəkillərdə verilən rəqəmlərə diqqət yetirsək görürük ki, əvvəl mərkəzi seksiyalardan keçən suyun miqdarı başlanğıc rütubət artdıqca artır və torpağın tipindən, tərkibindən asılı olaraq başlanğıc rütubətin hansısa bir intervalında öz maksimum qiymətinə çatır, sonra, temperaturkeçirmə əmsalına bənzər, azalmağa başlayır. Qeyd edək ki, əksər hallarda torpaq sütunlarında başlanğıc rütubətinin maksimum qiymətlərini torpağın tərkibindən, quruluşundan asılı, rütubətin maksimal molekulyar nəmlik və tarla su tutumu arasında rast gəlir. Bu hal kapillyar məsaməli cisimlərə aid olan xassədir.

Şəkillərdən görüldüyü kimi, mərkəzi seksiyadan keçən suyun miqdarı başlanğıc rütubət artdıqca artır və hər iki halda, yəni 24 və 48 saat istilik tənzimləyən qurğuda qaldıqda, maksimum qiymətini

başlangıç rütubətin qiyməti 16-17 % olduqda alırlar. Hər iki şəkildən görüldüyü kimi mərkəzi seksiyadan keçən suyun maksimum qiyməti torpağın 24 saat istilik tənzimləyən qurğuda qaldıqda 10 qram olmuşdur. Belə disproporsional fərq bütün torpaq nümunələrində, torpağın tipindən, tərkibindən, qaldıqda təxmini 6 qrama bərabərdir, 48 saat həmin qurğuda sıxlığından, istifadə şəraitindən asılı olaraq rast gəlinir.



Şəkil 5.11. Torpaq sütunlarında temperatur gradienti təsirindən rütubət axınının sıxlıqdan, nəmlikdən asılı paylanması (Kürdəmir rayonu boz-çəmən torpaq 24 saatdan sonra)



Şəkil 5.12. Torpaq sütunlarında temperature gradiyenti təsirindən rütubət axınının sıxlıqdan nəmlikdən asılı paylanması (Kürdəmir rayonu boz-çəmən torpaq, 48 saatdan sonra)

Düz və əks istiqamətdə axan suyun sürəti bir-biri ilə sıx bağlı olaraq əks istiqamətdə gedən su axınının sürətini aşağıda yazılan düsturu vasitəsilə hesablamaq mümkündür:

$$V = ((W_{24}/24) - (W_{48}/48))/24,$$

burada V - əks istiqamətdə axan suyun sürətidir, q/saat; W_{24} - mərkəzi seksiyadan 24 saat ərzində keçən suyun miqdarı, q; W_{48} - mərkəzi seksiyadan 48 saat ərzində keçən suyun miqdarı, q.

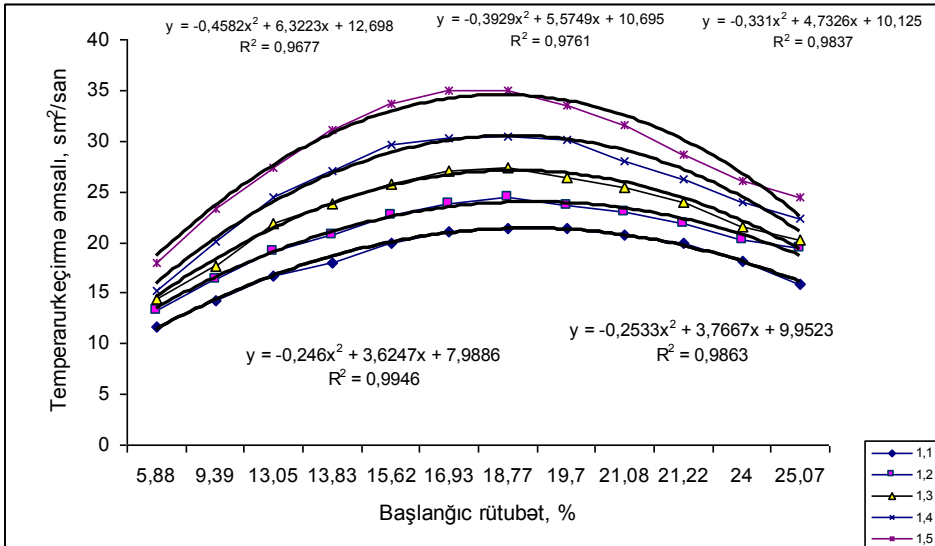
Bu düsturu aşağıda göstərilən şəkildə də yazmaq olar:

$$V = 0,00173611111 * (W_{24} - \frac{1}{2} W_{48}).$$

Bu düstura daxil olan işarələr yuxarıda yazılan düsturla daxil olan işarələrlə eynidirlər.

5.5. Torpaqda temperaturkeçirmə və su axınının birgə təhlili

Torpaqda istilik və su axınlarının bir birinə oxşarlığını və fərqlərini göstərmək üçün burada bəzi qrafiklərin təhlili təklif edilir. Bunun üçün şəkil 5.11 və 5.13-çü müqayisə edək.



Şəkil 5.13. Torpaqların temperaturkeçirmə əmsallarının rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı.

Burada temperaturkeçirmə əmsalının və temperatur qradienti vasitəsi ilə su axınının rütubətdən və sıxlıqdan asılılığı verilir. Şəkillərdən görüldüyü kimi, hər iki asılılıqda oxşarlıq var. Hər iki halda rütubət artdıqca temperaturkeçirmə əmsalı və rütubət axınları çoxalır və öz maksimum qiymətləri tərəfə hərəkət edirlər. Maksimum qiymətlərinə çatdıqdan sonra azalır. Sıxlığa gəldikdə, sıxlıq artdıqca temperaturkeçirmə əmsalı artır, su axını isə əksinə azalır. Temperaturkeçirmə əmsalının artması torpaq hissələrinin bir birinə yaxınlaşması ilə, elə o səbəbdən su axını azalır, məsələlər sıxılır suyun sərbəst axmasına mane olur. Temperaturkeçirmə əmsalının və su axma sürətinin maksimum qiymətləri başlangıç rütubətin təxmini 18-19% arasında baş verir. Bu rütubət həmin torpağın maksimal molekulyar nəmliyinə yaxın diapazondur.

Torpaqda istilik və rütubət axınları bir qayda olaraq özünə məxsus yer tuturlar. Bu iki ekoloji faktorlar bir-biri ilə sıx bağlı olaraq, bitkilərin, eləcə də bütün canlıların inkişafında mühüm rol oynayırlar. Onların torpaqda, ümumiyyətlə təbiətdə hərəkət qanunlarını birgə öyrənmək vacib problemlərdən biri olaraq qalır. Temperatur fərqi 1°C olması torpaqda rütubət axınının yaranmasına təkan verir. Təbiidir ki, torpaq profilində periodik olaraq temperatur fərqlərinin əmələ gəlməsi torpağın su rejiminin yaranmasına gətirib çıxarır, bu isə öz növbəsində torpağın istilik rejiminə təsirini göstərir, yəni temperatur rejiminin yaranmasında fəal rol oynayır. Həm istilik həm də rütubət axınları torpaqda temperatur və rütubət qradient-lərindən düz mütənasib asılı olaraq dəyişirlər. Torpağın başqa göstəriciləri isə istilik və rütubət axınlarına müxtəlif formada təsir göstərir. Məsələn, sıxlıq istilik axınına müsbət təsir göstərir, rütubət axınına isə mənfi; fiziki gil çöxəlməsi isə hər iki göstəricinin sürətini azaldır və sairə. Üzvü maddə suyun axınına yaxşı şəraət yaradır, istilik tutumunu çoxaltmaqla istilikkeçirmə əmsalının sürəti azaldır. Torpaqda mineral gübrələrin səthində müxtəlif qüvvələrin vasitəsilə, əksinə, su axınının sürəti azalır, istilikkeçirmə əmsalının sürətini çoxaldır.

Burada aparılan təhlilin nəticəsində belə qənaətə gəlmək olar ki, torpaq təbii cisim olaraq özünə xass quruluşa mütəlif xassələrə malikdir. Bu xassələr arasında optimal fizikixassələr kimi su, hava və istilik rejimlərini ayırmaq olar. Elə bu xassələr də bitkilərin məhsuldarlığının

optimal qiymətlərinin alınmasında münasib kübrələrdən istifadə etməklə əsas yer tuturlar.

Torpaqların fiziki xassələrini əlaqəli öyrənmək torpaqşünaslıqda əsas problemlərdən biridir. Fiziki xassələrin bu cür tədqiqi imkan verir ki, qarşıya qoyulan, torpaqla bağlı, problemlərin həllində nisbətən az sayda arqumentlərdən istifadə edilsin, yəni vəsaitdən qənaətlə istifadə edilsin.

NƏTİCƏLƏR

1. Müxtəlif bitki altında istifadə edilən eyni tip torpaqlarda istilik-balansı elementlərinin gündəlik dinamikası öyrənilmiş və onların arasında fərqlər müəyyən edilmişdir 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. İstilikkeçirmə 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 araşdırılır.
4. Torpaqların istilik-fiziki xassələrinin genetik qatlarından asılılığı müəyyən edilmişdir. Göstərilmişdir ki, əgər əkin və əkin altı qatlarının istilik-fiziki xassələri bir-birinə yaxındılarsa, aşağı qatlara getdikcə istilik-fiziki xassələrdə fərqlər əmələ gəlir ki, buda torpaqların ana süxura çatdıqca tərkibində müxtəlif dəyişiklərin əmələgəlməsi ilə izah edilir (üzvü və mineral maddələr, qranulometrik tərkib, sıxlıq, rütubətlik və s.).
5. Bağlı 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 fərqinin eyni vaxt təsir etməsində müxtəlif başlanğıc rütubətlikdə torpaq nümunələrində mərkəzi seksiyadan su axınının miqdarı verilmişdir

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 təsirini nəticəsində 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 azalmışdır. Bunun səbəbi 0,0542 q/saat sürətlə əks istiqamətdə əmələgələn 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 olur. Bunun səbəbi torpaq sütununda əks axının əmələgəlməsindədir. Üç-beş saat keçdikdən sonra torpaq sütunun soyuq hissəsində əks axın yarada bilən rütubət yaranır, bu isə torpaqda əks istiqamətdə su axınının yaranmasına səbəb olur və axının həqiqi sürətini azaldır. Yaranan su fərqi 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 çisimdilər. Ən sadə halda torpağa üç komponentdən ibarət cisim kimi yanaşılır (bərk, maye və hava). Hər bir komponentin özünə məxsus xassələri olduğundan onlar öz xassələrinə uyğun öyrənilməsi təklif edilir.

İSTIFADƏ EDİLƏN ƏDƏBİYYAT

Azərbaycan dilində

1. Aslanov H.Q., Səfərli S.A. Azərbaycanın neftlə çirklənmiş torpaqları, onların rekultivasiyası və mənimsənilməsi. Bakı. 2008. 191 s.
2. Azərbaycan torpaqlarının morfoqenetik profili. Bakı "Elm". 2004, 203 s.
3. Babayev A.H. Azərbaycan torpaqlarının münbitliyinin modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması. Bakı. 2005. 299 s.
4. Babayev M.P., Həsənov V.H., Cəfərova Ç. M., Hüseynova S.M. Azərbaycan Torpaqlarının morfoqenetik diaqnostikası, nomenklaturası və təsnifatı. Bakı. Elm. 2011. 448
5. Babayev M.P., İsayeva F.H., Cəfərova S.F. Suvarılan torpaqların münbitliyinin bərpa və qorunub saxlanması. Bakı. Elm. 2010. 220 s.
6. Babayev M.P., Qurbanov E.A., Həsənov V. H. Azərbaycanda torpaq degradasiyası və mühafizəsi. Bakı. Elm. 2010. 216 s.
7. Əliyev H.Ə. Həyəcan təbili. Bakı. 2002. 174 s.
8. Əzizov Q.Z. Kür-Araz ovalığının meliorasiya olunan torpaq-qruntlarının su-duz balansını nəticələrinin elmi təhlili. Bakı. Elm. 2010. 260 c.
9. Gərayzadə A.P., Güləliyev Ç.G. Torpaqların istilik-fiziki xassələri. Bakı. 2006. 204 s.
10. Həsənov V.H. Azərbaycanın quru və yarımrütubətli subtropik zonalarında allüvial-hidromorf torpaqların təkamülü. Torpaqşünaslıq və aqrokimya. Cild 20, N 1. 2011. s 33-43
11. Həsənov Y.C. Kür-Araz ovalığında meliorasiya olunmuş torpaqların aqrofiziki xassələri və onların məhsuldarlıq qabiliyyəti. Bakı. Elm. 2005. 236 s.
12. İsmayılov A.İ. Torpaqların konseptual diaqnostik modelləri. Bakı. Elm. 2000. 264 s.

13. İsmayılov A.İ. Azərbaycan torpaqlarının informasiya sistemi. Bakı. Elm. 2004. 308 s.
14. Məmmədova S.Z., Cəfərov A.B. Torpağın münbitlik xassəsi. Bakı. 2005. 194 s.
15. Məmmədov Q.Ş., Məmmədova S.Z., Şabanov C.Ə. Torpağın eroziyası və mühafizəsi. Bakı. Elm. 2009. 340 s.
16. Məmmədov Q.Ş., Xəlilov M.Y. Ekologiya və ətraf mühitin mühafizəsi. Bakı. Elm. 2005. 880 s.
17. Məmmədov Q.Ş. Azərbaycan torpaq ehtiyatları. Bakı. Elm. 2002. 132 s.
18. Məmmədov Q.Ş. Azərbaycanın dövlət torpaq kadastı: hüquqi, elmi və praktiki məsələləri. Bakı. 2003. 448 s.

Rus dilində

19. Агаев Н.А. Биогеохимия и агрохимия микроэлементов в почвах Малого Кавказа Азербайджана. Баку. Элм. 1994. 312 с.
20. Адаменко В. П., Инт Л. Э. Теплопроводность почв разного механического состава по данным экспериментальных определений в Эстонской ССР. - Тр. ГГО. - Л., вып. 248, 1969, с. 20-29.
21. Акулинин И. Устройство для измерения теплофизических характеристик твердых и жидких сред. Промышленная теплотехника. 1981. № 1, с. 38-43.
22. Алиев Б.Г., Алиев З.Г. Техника орошения для фермерских и индивидуальных хозяйств. Баку. 1998. 112 с.
23. Алимов А.К., Магомедов А.М., Майылов Г.Ю. Гидрогеологические основы регулирования водно-солевого режима орошаемых земель Аридной зоны. Баку. Элм. 1996. 383 с.
24. Алумя Э. М. К вопросу о влиянии влагообмена на теплообмен при определении тепловых коэффициентов. — ИФЛ, № 12, 1969, с. 189-193

25. Архангельская Т. А. Методы исследования температурного режима и теплофизических свойств почвы. // Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методическое руководство. Под ред. Е. В. Шеина. М.: Изд-во МГУ, 2001. 200 с.
26. Асадов К.С., Асадов А.К. Дикорастущие плодовые растения Азербайджана. Изд. Азерб. Милли Энциклопедии. Баку. 2001, 253 с.
27. Бабаев М.П., Джафарова Ч.М., Гасанов М.Г. Современная классификация почв Азербайджана. Почвоведение. 2006, № 11. с.1307-1314.
28. Бехбудов А.К., Джафаров Х.Ф. Мелиорация засоленных земель. Москва. Колос. 1980. 240 с.
29. Болотов А. Г. Теплофизическое состояние почв и совершенствование инструментальной базы для его исследований. Автореф. канд. дис. 2003. 22 с.
30. Болотов А.Г., Беховых Ю.В., Макарычев СВ., Сизов Е.Г. Электронный измеритель температуры почвы. Сб. "Проблемы природопользования на Алтае", Барнаул, 2001 г.
31. Болотов А.Г., Макарычев СВ., Левин А.А. Автоматизированная система для исследования теплофизических характеристик почв. Вестник АГАУ, № 3. Барнаул, 2002 г.
32. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
33. Власов В.В., Шаталов Ю.С. Методы и устройства неразрушающегося контроля теплофизических свойств массивных тел // Измерительная техника. – 1980, № 6, с. 42-45.
34. Веретельников В.П., Рядовой В.А. Промерзание и оттаивание черноземов типичных. Почвоведение. 1997. № 2. с. 203-205.
35. Волобуев В. Р. Введение в энергетику почвообразования. М.: Наука, 1974. 128 с.
36. Воронин А.Д. Структурно-функциональная гидрофизика почв. М., МГУ. 1984, 203 с.

37. Воронина Л.В. Зонально-провинциальные особенности теплового режима почв солонцовых комплексов Западной Сибири. Тез. докл. 2-ого Съезда общ. почвоведов. С.Петербург. 1996. ч.2, с. 30-31.
38. Гамаюнов Н.И., Стотланд Д.М. Тепломассоперенос в промерзающих и мерзлых торфяных почвах. Почвоведение.- 1998. №1 с. 29-36.
39. Герайзаде А. П. Термо- и влагоперенос в почвенных системах. Баку: Элм, 1982,- 157 с..
40. Герайзаде А.П. Преобразования энергии в системе почва-растение-атмосфера. Баку. Элм. 1989. 160 с.
41. Герайзаде А.П., Мамедов Н.А., Манафова А.М. Энергетические методы определения поверхности почв. Azərbaycan torpaqşünaslar cəmiyyətinin əsərlər toplusu. XI cild, 2-ci hissə. 2012 s. 5-13.
42. Глобус А.М., Арефьев А.В. О некоторых зависимостях между гидрофизическими и теплофизическими характеристиками почв. Сб. тр. по агрофизике. С.Петербург. 1971. Выпуск 32, с.127-136.
43. Глобус А.М. Физика почв в агрофизическом институте и в мире: итоги и взгляд в будущее. Труды международной научно-практической конференции. С-Петербург, 2002.
44. Гулько Т.В. Моделирование нестационарной теплопроводности почвы при помощи омической сетки-электро-модели. Вестник Челябинского агроинженерного университета. 1997. № 19, с. 125-129.
45. Дерягин Б. В., Чураев Н. В., Муллер В. М. Поверхностные силы. М.: Наука. 1987. 399 с.
46. Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР. - М., Колос, 1972, 359 с.
47. Дугаров В. И. Теплопроводность лугово-черноземной почвы Еравнинской котловины (Бурятская АССР). - Почвоведение, 1976, №3, с. 115-119.

48. Забловская А.Г. Тепловые характеристики некоторых почв Латвийской ССР. Тр. Латвийской с-х академии. 1967. Выпуск 18.
49. Зиновьев В. Е. Прибор для автоматизированных измерений теплофизических характеристик горных пород в условиях, близких к естественным. Измерительная техника. 1985, №11, с. 62-63.
50. Зуев В.С., Балашов Е.В. Влияние температуры на зависимость потенциала почвенной влаги от влажности в дерново-подзолистых почвах. // Моделирование процессов энерго- и массообмена на мелируемых землях. С.Петербург. АФИ. 1985. с. 136-144.
51. Исмаилов А.А., Мамедов Г.М. Водно-воздушный и тепловой режимы горно-каштановых почв юго-восточной части Большого Кавказа. Почвоведение. 1974. № 10, с 80-90.
52. Китсе Я.С., Рейтгам Л. Ю., Роосталу А.Р., Агрофизическая характеристика почв Эстонской ССР. // Агрофизическая характеристика почв нечерноземной зоны Европейской зоны СССР. Москва. 1976.с. 128-169.
53. Кондратьев Г.Н. Регулярный тепловой режим. Москва. 1954. 408 с. DS
54. Куликов А. И. Физические свойства и водно-тепловой режим лугово-черноземных мерзлотных почв Бурятской АССР. Автореф. дисс...канд. биол. наук. Новосибирск, 1983. 20 с.
55. Куликов А.И., Дугаров В.И. Теплоэнергетика почв: основные понятия, достигнутые результаты и перспективы развития. Тезисы докладов 8-го Съезда почвоведов СССР. Новосибирск. 1989. с 121.
56. Мазиров М. А. Распределение теплофизических свойств в профиле горных коричневых почв. - Сб. трудов ИПА АН УзССР, вып. 35, Ташкент, 1989, с. 111-115.
57. Мазиров М.А. Теплофизические свойства и водный режим горных коричневых почв под плодовыми насаждениями. Авт. дисс.канд.с-х наук. Ташкент. 1988, 24 с.

58. Мазиров М. А. Теплофизические характеристики почв Западного Тянь-Шаня. Тез. докл. 2-го Съезда общества почвоведов РФ. С.Петербург. 1996. ч.1, с.90-91.
59. Мазиров М. А., Макарычев С. В. Тепло физическая характеристика почвенного покрова Алтая и Западного Тянь-Шаня. Владимир. ВГУ. 2002. 448 с.
60. Макарычев С.В. Теплофизические свойства выщелоченных черноземов Алтайского Приобья. Авт. дисс. кандидата биол. наук. Новосибирск. 1980. 24 с.
61. Макарычев С.В. Метод определения коэффициентов теплопаропереноса во влажных почвах // Сб. тр. Алтайского СХИ "Современные методы исследований в агрономии". Барнаул, 1990. с. 81-85.
62. Макарычев С. В. Теплофизические свойства почв Юго-Западной Сибири. Автореферат докт. диссертации. М. МГУ. 1993.
63. Макарычев С.В. Природно-климатическое районирование и теплофизические особенности почвенного покрова Алтайского края. Материалы II Межд. Конф. «Антропогенное воздействие на лесные экосистемы, Барнаул, 2002, с. 157-159.
64. Макарычев С. В., Лунин А.И. Объемный вес и теплофизические свойства почвы. Изв.СО АН СССР. Серия биол. наук. 1978. вып.3. с.10-12.
65. Макарычев С. В., Трофимов И. Т., Сизов Е. Г. Влияние сплошных рубок на гидротермический режим и тепловые свойства серых лесных почв. Теплофизические свойства и режимы в антропогенно-нарушенных почвах / Под ред. С.В.Макарычева, М.А. Мазирова-редакция журнала «Химия в сельском хозяйстве» Москва, 2003. 153 с.
66. Макарычев С.В. Взаимосвязь природно-климатического районирования и теплофизического состояния почв Алтайского края. Сб. научных трудов "Почвенно-агрономические проблемы Западной Сибири", АГАУ, Барнаул, 2000, с. 41-42.

67. Макарычев С.В., Трофимов И.Т., Сизов Е.Г. Влияние сплошных рубок на гидротермический режим и тепловые свойства серых лесных почв. // Теплофизические свойства и режимы в антропогенно-нарушенных почвах. Журнал «Химия в сельском хозяйстве». М. 2003. 153 с.
68. Мамедов Г.Ш. Земельная реформа в Азербайджане: правовые основы и научно-экологические вопросы. Баку. Элм. 2000. 372 с.
69. Мамедов Г.Ш., Исмаилов Н.М. Научные основы и принципы районирования почв Азербайджана по устойчивости к загрязнению органическими веществами. Баку. ЭЛМ. 2006. 204 с.
70. Мамедов Р.Г. Агрофизические свойства почв Азербайджанской ССР. Баку. 1989. 243 с.
71. Милане Г. Измерение эффективной теплопроводности неоднородных образцов. Приборы и техника эксперимента. 1985. № 6, с. 195-197.
72. Мусеибов М.А. Ландшафты Азербайджана (особенности дифференциации ландшафтов). Баку. Изд. БГУ. 1991, с.
73. Нерпин С. В., Трубачева Г. А. О механизмах теплопереноса почвенной влаги при ее движении к фронту испарения. - Моделирование процесса энерго- и массообмена. Л., 1985, с. 101 - 111.
74. Нерпин С. В., Чудновский А. Ф. Энерго- и массообмен в системе растение-почва-воздух. - М.: Гидрометеиздат, 1975. - 358 с.
75. Омелянов В.П. Исследование зональных и местных особенностей режима тепла и влажности почв Северной лесостепи и подтайги Алтайского края. Автореферат канд.дисс. Новосибирск. 1976. 33.
76. Омелянов В.П. Теплофизические свойства автоморфных почв северной лесостепи и подтайги Алтайского края. Агроклиматология Сибири. Новосибирск. 1977. «Наука» Сибирское Отделение . с.84-90

77. Остроумов Н.В., Макеев О. В. Температурное поле почв: закономерности развития и почвообразующая порода. - М.: Наука, 1985, 192 с.
78. Павлов А. В. Энергообмен в ландшафтной сфере Земли. - Наука: Новосибирск, 1984, 256 с.
79. Панфилов В. П., Макарычев С. В., Лунин А. И., Чашина Н. И. Некоторые закономерности влагопереноса в почвах разного механического состава // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1982. с. 13-17.
80. Панфилов В.П., Макарычев С.В., Лунин А.И. и др. Теплофизические свойства и режимы черноземов Приобья. Новосибирск.. «Наука» 1981. 119 с.
81. Руководство по градиентным наблюдениям и определению составляющих теплового баланса. - Л.: Гидрометеоздат, 1964. 120 с.
82. Рычева Т.А. Моделирование температурного режима дерново-подзолистой почвы: определяющая роль условий на поверхности. Почвоведение, №6, 1999, с.697-703.
83. Рычева Т.А. Моделирование температурного режима почвы на основе данных метеонаблюдений. Тез.докл.2 Съезда О-ва почвоведов, Санкт-Петербург, 27-30 июня, 1996. КН.І.-М., 1996.-С.108-109.
84. Савинов Д. Д., Слепцов В. И. Теплофизические свойства мерзлотной пойменной окультуренной почвы. - Бюл. Якутского филиала СО АН СССР, 1981.-с. 3-6.
85. Серов Н.В. О картировании теплофизических характеристик почв. В кн. Климат почвы. С.Петербург. Гидрометеоздат. , 1971. с. 80-86.
86. Судницын И.И. Движение почвенной влаги и водопотребление растений. М. Изд. МГУ. 1979.
87. Теории и методы физики почв. Коллективная монография под редакцией Е.Г.Шейна и Л.О. Карпачевского. Москва. 2007. 616 с.

88. Тихонравова П.И. Особенности температурного режима и теплофизических свойств орошаемых почв солонцового комплекса Заволжья. Автореф. дис... канд. с.-х. н. М., 1988. 23 с.
89. Тихонравова П.И. Оценка теплофизических свойств почв солонцового комплекса Заволжья // Почвоведение. 1991. № 5. С. 50-61.
90. Турапов И. Тепловой режим почв вертикальной зональности Западного Тяньшаня и пути его регулирования. Автореф. докт. дисс..., Ташкент, 1994, - 47 с.
91. Турапов И. Тепловой режим темных сероземов Ангреновского бассейна. Тр. НИИП МСХ Уз.ССР, вып. 12. Изд.ФАН. Ташкент. 1976.
92. Турапов И. Тепловые характеристики типичного серозема давнего орошения. Тр. НИИП МСХ Уз.ССР, вып. 6. Изд.ФАН. Ташкент. 1970.
93. Федорова Н. М. Водный и тепловой режимы почвенного покрова и их роль в почвообразовании. - Автореф. канд. дисс... - М., 1985, - 25 с.
94. Фукс Л.Г., Шмандина В.Н. Метод комплексного определения теплофизических свойств. Изв. Вузов .1970.№ 2, с.124-127.
95. Харламов И.С. Теплофизические свойства серых лесных почв подтаёжной зоны Западной Сибири. Автореферат дисс. канд.биол.наук . Новосибирск. 1985. 24 с.
96. Цейтин Г.Х. О расчетных методах определения потока тепла в почву. В кн. Процессы тепло- и влагопереноса в почвогрунтах юга Дальнего Востока. Владивосток. 1982. с. 3-24.
97. Чичуа Г. С. Зависимость теплофизических характеристик пахотного слоя черноземной почвы Кахетии от влажности и плотности. - Научн. тр. Грузин, с.-х. ин-та, 1981, т. 121, с. 19-25.

98. Чичулин А. В. Теплофизические свойства черноземов // Черноземы: свойства и особенности орошения. - Новосибирск: Наука. Сиб. от-ие, 1988.-с. 143-159.
99. Чудновский А.Ф. Теплофизика почв. // М.: 1976. 352с.
100. Шеин Е.В. Курс физики почв. МГУ. 2005. 432 с.
101. Ширинов Н.Ш. Геоморфологическое строение Кура-Араксинской депрессии. Баку. Элм. 216 с.

İngilis dilində

102. Bouma, J., J. Stoorvogel, B.A. van Alphen, and H.W.G. Booking. Pedology, Precision Agriculture, and Changing Paradigm of Agriculture Research. Soil Sci. Soc. Am. J. 63, 1763-1768, 1999.
103. Bristow Keith L., Bilskie Jim R., Kluitenberg Gerard J., Horton Robert. Comparison of techniques for extracting soil thermal properties from dualprobe heat-pulse data. Soil Sci.-1995.-160, №1- p.1-7.
104. Desertification: Implementing the Convention. A World Bank View. Second Edition. June 1996. Land Water and Natural Habitats Division. Environment Department. The World Bank. Washington D.C.
105. Eitzinger Josef, Parton W.J., Hartman M. Improvement and validation of a daily soil temperature submodel for freezing/thawing periods/ // Soil Sci.- 2000.-165, № 7.-P.525-534.
106. Larscheid, G., Blackmore, B.S., Moore, M. Management Decisions Based on Yield Maps. Presented at 1 European Conference on Precision Agriculture, 8-10 September 1997, Warwick University Conference Centre, Warwick, UK.
107. Moench A. P., Evans D. D. Thermal conductivity of soil using a cylindrical heat source. // Soil Sci. Soc. Am. Proc, -1970. - v. 34, p. 377-381.

108. Nassar I.N., Horton Robert, Flerchinger G.N. Simultaneous heat and mass transfer in soil columns exposed to freezing/ thawing conditions. Soil Sci.- 2000.-165, №3.-p.208-216.
109. Nassar I.N., Horton Robert, Flerchinger G.N. Simultaneous heat and mass transfer in soil columns exposed to freezing/ thawing conditions. Soil Sci. 2000. 165, №3. p. 208-216.
110. Noborio K., McInnes K.J., Heilman J.L. Measurements of soil water content, heat capacity, and thermal conductivity with a single TDR probe. Soil Sci. 1996. 161, №1, p.22-28.

QEYD ÜÇÜN

QEYD ÜÇÜN

QEYD ÜÇÜN

Çapa imzalanmışdır: 27.12.2019

Format : 70 x 100 1/16.

Şerti çap vərəqi: 8,50.

Sifariş № 201.

Tiraj: 100 .

“MSV NƏŞR” mətbəəsində ofset üsulu ilə çap olunmuşdur.

Ünvan: Bakı ş, Yasamal r, Mətbuat pr, 18/7.

Tel.: +99412 539 54 69.

Mob.: +99455 623 67 65.

E-mail: mb.valeh@gmail.com.