

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**AZƏRBAYCAN DÖVLƏT İQTİSAD UNİVERSİTETİ**

**MAGİSTRATURA MƏRKƏZİ**

*Əlyazması hüququnda*

**Şəhrabanı Mahmudova Qardaşəli qızı**

(MAGİSTRANTIN A.S.A)

**“KİÇİK QAFQAZIN ŞİMAL-ŞƏRQ YAMACINDA**  
**TORPAQLARIN AĞIR METALLARLA ÇİRKLƏNMƏSİNİN**  
**EKOLOJİ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ”**

mövzusunda

**MAGİSTR DİSSERTASIYASI**

İxtisasın şifri və adı:

**060510 “Ekologiya”**

İxtisaslaşma:

**“Ətraf mühitin mühafizə  
metodları və bərpası”**

Elmi rəhbər:

dos. Məmmədov A.S

Magistr proqramının rəhbəri:

dos. Novruzova F.M

Kafedra müdiri: dos. V.Z. Mehdiyeva

**BAKİ – 2016**

# MÜNDƏRİCAT

<b>GİRİŞ.....</b>	<b>3</b>
-------------------	----------

## **I FƏSİL. KİÇİK QAFQAZIN ŞİMAL-ŞƏRQ YAMACININ TƏBİİ COĞRAFİ ŞƏRAİTİNİN TƏHLİLİ.....**

<b>1.1</b> Coğrafi mövqeyi və relyefi.....	<b>7</b>
<b>1.2</b> İqlim şəraiti.....	<b>9</b>
<b>1.3</b> Hidroloji xüsusiyyətləri.....	<b>13</b>
<b>1.4</b> Fitosenotik örtüyü.....	<b>14</b>
<b>1.5</b> Torpaq ehtiyatları.....	<b>19</b>

## **II FƏSİL. KİÇİK QAFQAZINŞİMAL-ŞƏRQ YAMACINDA TORPAQLARIN AĞIR METALLARLA ÇİRKLƏNMƏSİNİN EKOLOJİ ASPEKTLƏRİ.....**

<b>2.1</b> Ərazidə yayılan ağır metalların xarakterik xüsusiyyətləri.....	<b>29</b>
<b>2.2</b> Ərazidə torpaqların ağır metallarla çirklənməsinə təsir göstərən başlıca proseslər.....	<b>45</b>
<b>2.3</b> Ərazinin torpaqlarının ağır metallarla çirklənməsinin ekoloji qiymətləndirilməsi.....	<b>54</b>

## **III FƏSİL.KİÇİK QAFQAZIN ŞİMAL-ŞƏRQ YAMACINDA TORPAQLARIN AĞIR METALLARLA ÇİRKLƏNMƏSİNİN NƏTİCƏLƏRİ VƏ HƏLLİ İSTİQAMƏTLƏRİ.....**

<b>3.1</b> Ağır metallarla çirklənmənin yaratdığı problemlər.....	<b>63</b>
<b>3.2</b> Ağır metalların yaratdığı çirklənməyə qarşı mübarizə tədbirləri.....	<b>73</b>

## **NƏTİCƏ VƏ TƏKLİFLƏR.....**

<b>ƏDƏBİYYAT.....</b>	<b>92</b>
-----------------------	-----------

# GİRİŞ

**Mövzunun aktuallığı.** İnkişaf etmiş ölkələrdə torpaq ehtiyatlarının mühafizəsi, münbitliyinin qorunub saxlanması, torpaqların rekultivasiyası və təkrar istifadəsi olduqca aktual məsələdir. Dünya əhalisinin fasiləsiz olaraq artması və məhsuldar torpaq ehtiyatlarının məhdudluğu, onlardan səmərəli istifadə olunmasını daha da aktual edir. Torpaq ehtiyatlarının mühafizəsi bugünün kəskin global problemi olub, planetimizin artan əhalisinin ərzaqla təmin olunması ilə bilavasitə əlaqədardır. Bir sıra beynəlxalq proqram və sənədlərdə torpaqların əvəzolunmaz və cəmiyyətin ümumi sərvəti kimi mühüm rolunu qeyd olunur, indiki və gələcək nəsillərin rifahı naminə onların qorunub saxlanmasının əhəmiyyəti göstərilir. Bu baxımdan torpaq ehtiyatlarından düzgün istifadə, onun ekoloji tamlığının qorunması və torpağa daxil olan çirkləndiricilər üzərində nəzarətin düzgün təşkili nəinki torpaq ehtiyatlarının mühafizəsi, eyni zamanda canlı orqanizmlər o cümlədən insan sağlamlığının qorunması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Məlum olduğu kimi, respublikamız məhsuldarlıq baxımından məhdud torpaq ehtiyatlarına malikdir. Torpağa müxtəlif antropogen təsirlər nəticəsində daxil olan tullantılar, üzvi və qeyri-üzvi çirkləndiricilər onun ekoloji tamlığını ciddi təhlükə altında qoyur. Torpağa daxil olan çirkləndiricilərin növündən və qatılığından asılı olaraq torpağın özünütəmizləmə qabiliyyəti qısa və uzun müddətli olaraq müşahidə edilir. Müxtəlif antropogen fəaliyyətlər nəticəsində torpağa daxil olan sənaye, istehsalat tullantıları, kənd təsərrüfatında istifadə olunan kimyəvi maddələr torpaqda yığılaraq bir sıra problemlərin yaranmasına gətirib çıxarır və nəticədə torpağın özünütəmizləmə qabiliyyəti kəskin azalır. Torpaqda kimyəvi maddələrin yüksək miqdarda konsentrasiyası ilk növbədə bitki orqanizminə, daha sonra bu bitkilərlə qidalanan heyvan və insan orqanizmində bir sıra problemlərin yaranmasına gətirib çıxarır. Bununla əlaqədar, torpaqlara daxil olan tullantıların tərkibinə düzgün nəzarət olunmalı və yüksək miqdarda çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda rekultivasiya işləri həyata keçirilməlidir.

Tədqiq etdiyimiz Kiçik Qafqazın şimal-şərq hissəsində müxtəlif antropogen fəaliyyətlər nəticəsində ekoloji gərgin ocaqlar yaranmışdır. Belə ki, ərazinin torpaqları dağ-mədən sənayesinin müxtəlif tullantıları, ağır metallarla daha çox çirklənməyə məruz qalmışdır. Bu da öz növbəsində ətraf mühit komponentlərinin pozulması ilə nəticələnmişdir.

Bu baxımından məsələnin aktuallığını nəzərə alaraq tərəfimizdən yerinə yetirilən “Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacında torpaqların ağır metallarla çirklənməsinin ekoloji qiymətləndirilməsi” elmi-tədqiqat işi müasir dövrün tələblərinə cavab verən bir sıra mühüm məsələləri və onların həlli istiqamətlərini özündə cəmləşdirir.

**Tədqiqatın məqsədi.** Aparılan elmi-tədqiqat işi özündə aşağıdakı mühüm məsələləri özündə birləşdirir:

- Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacı torpaqlarında yayılan ağır metalların təhlükəlilik dərəcəsindən asılı olaraq təsnifləşdirilməsi, xarakterik xüsusiyyətlərinin araşdırılması;

- Müxtəlif antropogen təsirlər nəticəsində torpağa daxil olan ağır metalların ekoloji qiymətləndirilməsi;

- Ağır metalların yayılmasını intensivləşdirən mənbələrin araşdırılması, təbii və texnogen proseslərin torpaqda ağır metalların yayılmasındakı rolunun qiymətləndirilməsi;

- Torpaqda ağır metalların yüksək konsentrasiyasının yol açdığı problemlər, canlı orqanizmlərdə bu problemlərin yaratdığı nəticələrin dəyərləndirilməsi;

- Dünya təcrübəsində torpaqların ağır metallardan təmizlənməsində istifadə olunan metod və texnologiyaların araşdırılması, tədqiq olunan ərazinin torpaqlarına tətbiq olunması baxımından müsbət və mənfi cəhətlərinin müəyyənləşdirilməsi;

**Tədqiqatın informasiya bazası və işlənmə metodları** Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsində zəngin ədəbiyyat materiallarından, statistik göstəricilərdən, MDB dövlətlərində və xaricdə nəşr olunmuş bir çox mövcud ədəbiyyatlardan, həmçinin şəxsi tədqiqat işlərindən istifadə edilmişdir.

Tədqiqat işinin yerinə yetirilməsi zamanı aşağıdakı metodlardan istifadə edilmişdir:

- Fiziki-kimyəvi metod - tədqiq olunan ərazinin strukturu, torpaqların kimyəvi tərkibi, mikroelementlərin miqdarı, ağır metalların torpağın fiziki-kimyəvi və bioloji şəraitinə təsir xüsusiyyətləri müəyyənləşmişdir.

- Rizayi-statistik metod - iqlim dəyişmələri, ətraf mühitdə temperatur, rütubət parametrləri, ağır metalların konsentrasiyasının buraxıla bilən hədd miqdarı müqayisəli şəkildə müəyyənləşdirilmişdir.

- Müqayisəli-coğrafi metod - torpaq ehtiyatlarının, bitki örtüyünün yayılma arealı müəyyənləşdirilir.

**Tədqiqatın elmi yeniliyi.**Tədqiqat apardığımız ərazidə yayılan ağır metallar təhlükəlilik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq sistemləşdirilmişdir.

Ağır metallarla çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda ekoloji qiymətləndirmə aparılmış, yol verilən qatılıq miqdarından kənar çıxıntılar müəyyən edilmişdir.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq hissəsində ağır metalların yaratdığı çirklənməyə qarşı kompleks mübarizə üsulları təklif edilmiş, bu üsulların iqtisadi səmərəliliyi araşdırılmışdır.

Torpağın ağır metallardan təmizlənməsində tətbiq olunan metod və texnologiyaların müsbət və mənfi cəhətləri sistemləşdirilmişdir.

Torpağın ağır metallardan təmizlənməsində tətbiq olunan fitoremediasiya üsulu geniş araşdırılmış və iqtisadi səmərəliliyi qiymətləndirilmişdir.

**Tədqiqatın təcrübi əhəmiyyəti.**Elmi tədqiqat işində ərazinin torpaqlarını ağır metallarla çirkləndirən proseslər müəyyənləşdirilmiş, çirklənməyə qarşı kompleks mübarizə tədbirləri təklif edilmişdir.

Dünya təcrübəsində uğurla sınaqdan keçmiş üsul və texnologiyalar, onların iqtisadi səmərəliliyi, müsbət və mənfi cəhətləri ətraflı tədqiq edildiyindən, elmi-tədqiqat işindən torpaqların ekoloji mühitinin yaxşılaşdırılması işlərində, tullantıların idarə edilməsi sahəsində, kənd təsərrüfatının, sənayenin iqtisadiyyatının bərpası və inkişafı məqsədilə istifadə edilə bilər.

**Tədqiqatın strukturu.** Tədqiqat işi giriş, üç fəsil, nəticə və təkliflər xülasə və ədəbiyyat siyahısı hissələrindən ibarətdir.

Giriş hissəsində mövzunun aktuallığı və tədqiqat obyektinin seçilməsi əsaslandırılır, tədqiqatın məqsəd və vəzifələri, obyekt və predmeti müəyyən edilir, işin elmi yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti göstərilir.

Birinci fəsildə Kiçik Qafqazın şimal-şərq hissəsində torpaqəmələgətirən amillər təhlil edilmiş, ərazinin relyefi, iqlimi, hidroqrafiyası, bitki örtüyü, torpaq ehtiyatları ətraflı tədqiq edilmişdir. Eyni zamanda, tədqiq etdiyimiz ərazinin torpaq ehtiyatları, xarakterik xüsusiyyətləri qeyd olunmuşdur.

İkinci fəsildə Kiçik Qafqazın şimal-şərq hissəsində yayılan ağır metalların təhlükəlilik dərəcəsindən asılı olaraq xarakterik xüsusiyyətləri, ərazidə ağır metalların yayılmasını intensivləşdirən mənbə və proseslər və onların ekoloji qiymətləndirilməsi aparılmışdır.

Üçüncü fəsildə Torpaqların ağır metallarla çirklənməsinin yaratdığı problemlər, canlı orqanizmlərə təsirlərinin nəticələri müəyyənləşdirilmiş, eyni zamanda torpaqların ağır metallarla çirklənməsinə qarşı dünya praktikasında geniş yer tutan metod və texnologiyalar göstərilmişdir.

Dissertasiya işi 80 səhifədən, şəkil və cədvəllərdən ibarətdir.

# FƏSİL I. KİÇİK QAFQAZIN ŞİMAL-ŞƏRQ YAMACININ TƏBİİ COĞRAFİ ŞƏRAİTİNİN TƏHLİLİ

## 1.1 Coğrafi mövqeyi və relyefi

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacı Respublikamızın qərb hissəsində Kiçik Qafqazın böyük bir ərazisini əhatə edir. Bu əraziyə 5 inzibati rayonun (Gədəbəy, Daşkəsən (bütövlükdə); Göygöl, Şəmkir və Tovuz rayonlarının şimal-şərq yamacı üzrə daxil olan dağlıq ərazilər) müəyyən əraziləri daxildir.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacı ərazisi müxtəlif oroqrafik quruluşa malikdir. Ərazinin cənub hissəsindən Şahdağ və Murovdağ silsilələri keçir. Tədqiqat obyektimiz şimaldan Şəmkir, Tovuz, Göygöl rayonlarının düzən əraziləri ilə, cənubdan Kəlbəcər rayonu və qismən Ermənistan Respublikası, şərqdən Goranboy rayonunun torpaqları, qərbdən isə Ermənistan Respublikası ilə həmsərhəddir.

Ərazinin relyefi torpaq əmələgəlmə prosesində bilavasitə iştirak edən amillərdən biridir. Relyef bitki örtüyünün tərkibinə və sıxlığına təsir göstərməklə torpaq əmələgəlmə prosesinə dolayı yolla təsir göstərir. Relyefin dağlıq və düzən olmasından asılı olaraq torpaqların qalınlığı, məhsuldarlığı dəyişir.[2]

Ərazidə şiş zirvələrə, dərin dərələrə, şiddətli parçalanmış dağ yamaqları və suayırıcılarına daha çox rast gəlinir. Müşahidə edilən belə bir relyef endogen və ekzogen proseslərin uzun müddət birlikdə təsir göstərməsi nəticəsində əmələ gəlib.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacı qurşaqlıqlarla xarakterizə olunur. Burada 4 qurşaq ayırd edilir:

1. Dağətəyi və alçaq dağlıq qurşaq (500-1200 m)
2. Orta dağlıq qurşaq (1200-1800 m)
3. Yüksək dağlıq qurşaq (2800m -dən yuxarı)

Dağətəyi və alçaq dağlıq qurşağın əsas relyef formalarının dərinliyi 500-1200 m

olan çay dərələrindən, suayırıcılardan ibarətdir.

Orta dağlıq qurşaq bir sıra düzəlmə səthlərinin olması ilə səciyyələnir. Digər qurşaqlarda olduğu kimi, orta dağlıq qurşaqda da çay dərələri əsas relyef formasıdır.

Yüksək dağlıq qurşaq (2800m -dən yuxarı) Şahdağ və Murovdağ silsilələrinin suayırıcı hissəsini əhatə edir. Dağ yamacları dik və uçurumludur. Buradakı relyefin əmələ gəlməsində qədim buzlaşma böyük rol oynamışdır.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacı öz başlanğıcını Şahdağ və Murovdağ silsiləsindən götürür. Bu silsilələrlə Gəncə-Qazax maili düzənliyi arasında geniş (30-40 km, həmin silsilələrin suayırıcından isə 40-50 km), orta və alçaqdağlıq zona yerləşir. Şahdağ və Murovdağ silsilələrinin orta və alçaqdağlıq şimal yamacları oroqrafiyasının ən başlıca əlamətlərini geniş düzəlmə səthləri və dərin çay dərələri təşkil edir. Burada qədim buzlaq relyefi formalarına da rast gəlinir. Əsas suayırıcı silsilələrdən 8-10 km şimalda Hinaldağ və Göygöl fonunda Kəpəz dağı (3066 m) ucalır. Şahdağ və Murovdağ silsiləsinin şimal yamacı çox böyük sahəyə malik olmaqla şimaldan Kürün sağ sahili maili düzənliyi, cənubdan isə Şahdağ və Murovdağ silsiləsi ilə əhatə olunur.

Axıncaçayın mənbəyindən şərqə 50 km məsafədə Şahdağ silsiləsi uzanır. Silsilənin cənub yamacları Göyçə gölü çökəkliyinə düşür. Azərbaycan tərəfdə qalan silsilənin şimal-şərq yamacı, yəni tədqiq etdiyimiz ərazi isə mailidir. Şahdağ silsiləsi cənub-qərbə tərəf yüksəlir. Silsilənin orta yüksəkliyi 2750 m olub, bəzi zirvələrin yüksəkliyi 3000 m-ə yaxındır (Alagöllər, Qaraarxac və s.). Silsilənin ən yüksək nöqtəsi Hinaldağ zirvəsidir (3373 m). Şahdağ silsiləsindən şimala böyük və köndələn sıra Qoşqar dağı uzanır. Qoşqardağ Hinaldağ yaxınlığından başlayıb şimal-şərq istiqamətində uzanır. Qoşqar zirvəsindən (3368 m) 3 km məsafədə Qoşqar silsiləsinin suayırıcı üzərində Bala Qoşqar (2607 m) adlanan yüksək zirvə vardır.

Oroqrafik cəhətdən Şahdağ silsiləsinin şərqə davamı Murovdağ silsiləsidir (uzunluğu 55 km). Murovdağ silsiləsinə Gamişdağ (3722 m) və Murovdağ (3419 m) zirvələri daxildir. Silsilənin orta yüksəkliyi 3000 m-ə yaxındır. Murovdağ zirvəsindən



şərqə tərəf silsilə sürətlə alçalır və qurtaracağında bir sıra təpəliklərə çevrilir. Kiçik Qafqazın şimal yamacı istiqamətində axan Gəncəçay öz başlanğıcını Şahdağ və Murovdağ silsiləsindən götürür.

Tədqiq etdiyimiz ərazinin şimal yamacında yerləşən sıra dağlar daha alçaq olub, bəzi nöqtələri 700-1000 m-ə çatır. Orta və mərkəzi hissədə yerləşən dağların ayrı-ayrı nöqtələri isə 500 m-ə çatır.

## **1.2 İqlim şəraiti**

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının iqlimi ümumi coğrafi şəraitdən asılı olaraq müxtəlifdir və şaquli qurşaqlarla əlaqədar olaraq dəyişir. Ərazinin iqlim şəraiti müxtəlif amillərin təsiri altında formalaşır.

Bu amillər sırasında ilkin olaraq ərazinin coğrafi mövqeyi mühüm yer tutur. Coğrafi mövqe eyni zamanda ərazinin atmosferin planetar və regional sirkulyasiyası sistemində yerini müəyyən edir. Tədqiq olunan ərazidə iqlimin əmələ gəlməsində iştirak edən digər amil relyefdir. Relyef öz-özlüyündə iqlim yaradıcı amil kimi passiv olsa da iqlimin bütün elementlərinin ərazi diferensiasiyası ilk növbədə oroqrafik quruluşdan asılıdır.

Ekoloji baxımdan vacib olan iqlim ehtiyatları adı altında, ərazinin malik olduğu və insan fəaliyyətinin müxtəlif sahələrində istifadə edilən günəş enerjisi, havanın hərəkəti və nəmliyi nəzərdə tutulur. Ərazinin aqroiqlim ehtiyatları dedikdə isə, iqlimin o elementləri nəzərdə tutulur ki, bitki tərəfindən biokütlə hazırlanarkən bu göstəricilərdən istifadə olunsun. Bunlara bilavasitə təsir göstərən günəş enerjisi, nəmlik, onların nisbəti daxildir. [2]

Kiçik Qafqazın iqlim şəraitinə həsr olunmuş bir çox elm-tədqiqatlar Ə.Ə.Mədətzadə, E.M.Şıxlinski, Ə.D.Əyyubov və başqaları tərəfindən aparılmışdır.

Tədqiqat obyektimizin mürəkkəb geomorfoloji quruluşa malik olması ilə əlaqədar burada müxtəlif iqlim tipləri mövcuddur.

E.M.Şıxlinski Kiçik Qafqazın şimal və şimal-şərq hissəsində iqlimi rayonlaşdırarkən 4 iqlim tipi ayırmışdır ki, bunlar şaquli zonallıq qanununa uyğunluq təşkil edir.

1. Yüksək dağlıq tundra iqlimi
2. Soyuq və quru qış iqlimi
3. Mülayim isti və quru qış iqlimi
4. İsti yarımsəhra və quru çöllərin quru qış iqlimi

Mütləq yüksəkliklərdən, relyefin formalarından, ərazinin geomorfoloji quruluşundan, təbii qurşaqlardan asılı olaraq iqlim parametrləri dəyişir. Tədqiqat obyektini olan Kiçik Qafqazın şimal-şərq hissəsində orta illik yağıntıların paylanması ərazinin relyefindən və dəniz səviyyəsinin hündürlüyündən əsaslı surətdə asılıdır. E.M.Şıxlinski ərazidə 4 iqlim yarım rayonu ayırır;

1. Yüksək dağlıq - İqlim çox rütubətli və soyuqdur; burada havanın orta illik temperaturu 20-3,70 arasında tərəddüd edir. Maksimum hərarət iyul və avqust aylarında müşahidə olunur (12,70), minimum temperatur (-6,40 - -10) yanvar ayında olur. Burada orta illik yağıntıların miqdarı 815 mm-dir.
2. Orta dağlıq - Havanın orta illik temperaturu -5,7- 6,30, iyul ayında orta aylıq temperatur -16,3, yanvar ayında isə - 40 təşkil edir. Burada orta illik yağıntıların miqdarı 663 mm təşkil edir.
3. Alçaq dağlıq - Qışı mülayim-isti və qurudur. Havanın orta illik temperaturu 8,9-10,50. Maksimum temperatur iyul ayında 19,3-21,6, minimum isə yanvar ayında [1,4-(0,7)] müşahidə edilir. Burada orta illik yağıntılar 400-500 mmtəşkil edir.
4. Dağətəyi - Dağ ətəyi zonada quru çöllər iqlim şəraiti hakimdir. Belə ki,

havanın orta illik temperaturu +12,60, mütləq maksimum hərarət +24,40, mütləq minimum isə -0,40-dir. Atmosfer çöküntülərinin miqdarı 250-400 mm təşkil edir.

Ərazinin dağətəyi düzən hissəsində yağıntıların azlığı və orta temperaturun nisbətən yüksək olması səciyyəvidir. Ərazinin dağlıq və orta dağlıqzonalarıqışı quraq keçən mülayim isti iqlimlə xarakterizə olunub, illik yağıntıların miqdarının tədricən artması və orta illik temperaturun yüksəkliyə qalxdıqca aşağı düşməsinəzərə çarpır. Yüksək dağlıq qurşaqlarda yağıntıların miqdarı artır, temperaturunmiqdarı isə xeyli azalır. Orta dağlıq və yüksək dağlıq ərazilərdəki qışı quraq keçən soyuq iqlim tipi günəş radiasiyasının çoxluğu, sərin yayı və soyuq qışı ilə fərqlənir. Ayrı-ayrı yüksək zirvələr və silsilələrdə dağ-tundra iqlimihakimdir.

Tədqiq etdiyimiz Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacı Ə.D.Əyyubovun tədqiqatlarına əsasən aşağıdakı aqroiqlim rayonlarına bölünmüşdür ;

1. Qazax-Göygöl,
2. Hacıkənd-Çınqıldağ,
3. Gədəbəy-Daşkəsən,
4. Şahdağ-Kəpəz.

Qeyd olunanlara əsasən, 1-ci cədvəldə tədqiq olunan ərazidə aqroiqlim rayonlarının iqlim göstəricilərinin xarakteristikası verilmişdir.

Ərazidə havanın orta illik temperaturu 0°-10°C-dir. Yanvarın orta aylıq temperaturu -2°-14°C, iyulun orta aylıq temperaturu 5°-20°C arasında tərəddüd edir. Yay aylarında bəzən havanın minimum temperaturu 20°-30°C-dək aşağı düşür. İl ərzində havanın minimum temperaturu 8°C, yanvar ayının orta temperaturu -5°C, iyulun orta aylıq temperaturu isə 21°C-dir.

5°C-dən yuxarı olan temperaturun illik miqdarı 300°-2800°C, 10°C-dən yuxarı temperaturun illik miqdarı isə 200°-2200°C arasında tərəddüd edir.

## Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının əsas iqlim göstəriciləri

**Cədvəl 1**

Aqroiqlim rayonları	Aprel-sentyabr dövründə yağıntıların miqdarı (mm)	İyun-avqust dövründə quraqlıq günlərin sayı	$\Sigma T > 10^{\circ}C$	İl ərzində günəş radiasiyası cəmi (kkal/san)	Havanın orta mütləq minimum temperaturu	Qar örtüyünün qalınlığı, Sm
Qazax-Göygöl	150-300	40-26	3000-4000	120-125	-5-12	7-15
Hacıkənd-Çınqıldağ	300-350	26-12	2200-3000	125-130	-4-10	15-26
Gədəbəy-Daşkəsən	350-400	26	1600-3000	130-135	-6-12	25-35
Şahdağ-Kəpəz	>400	<-2	800-1600	135-145	<-12	35-70

Havanın orta illik nisbi rütubəti 75% olub, il ərzində 67-82% arasında dəyişir. Ərazidə yağıntının illik miqdarı 600-900 mm-dir. Yağıntılara əsasən yaz fəslində təsadüf edilir.

Ərazidə əsasən şimal-şərq və qərb küləkləri əsir. Küləyin orta illik sürəti 2,2 m/san-dir. Qarla örtülü günlərin sayı 40-160 gün, dolu düşən günlərin sayı 5-12-dir.

Qeyd olunan parametrlərə əsasən, Kiçik Qafqazın şimal-şərq hissəsinin əksər aqroiqlim rayonları termik ehtiyatlar və rütubətlə təmin olunmasına görə oxşar şəraitə malikdirlər, lakin işıq ehtiyatlarına, bitkilərin qışlama şəraitinə və yay aylarının quraqlığına görə oxşarlıq təşkil etmirlər.[2]

### 1.3 Hidroloji xüsusiyyətləri

Kiçik Qafqazın çay şəbəkəsi ərazinin iqlimindən, relyefindən, bitki örtüyündən və başqa ekoloji amillərdən asılı olaraq müxtəlif dərəcədə inkişaf etmişdir. Ərazi üzrə çay şəbəkəsi qeyri-bərabər paylanmışdır. Əsasən dağlıq zonada (1000-2500 m) çay şəbəkəsi daha çox inkişaf etmişdir. Bu zonanın yuxarıda və aşağıda hidroqrafik şəbəkə olduqca zəifdir. [3]

Şahdağ silsiləsindən axan çayların şəbəkə sıxlığı daha çoxdur. Bu sahədə çay şəbəkə sıxlığı çox, çaylarda isə nisbətən az olub, 0,39-0,78 km/km<sup>2</sup> arasında dəyişir. Lakin axımın əmələ gətirdiyi sahədə çay şəbəkə sıxlığı daha çoxdur. (1,00-1,70 km/km<sup>2</sup>).

Yüksəkliyinə görə çay şəbəkə sıxlığı 1000-2500 m-ə kimi hündürlüyü olan sahələrdə daha çox inkişaf etmişdir (1,20-1,50km/km<sup>2</sup>). Ərazidə axım modulu Kür çayı sahillərindən dağlıq sahəyə kimi 1,00-18,0 san/km<sup>2</sup> arasında dəyişir.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacı yüksəkdağlıq silsilələrindən başlanğıcını götürməklə Gəncəçay (98 km), Şəmkiçay (95 km), Qoşqarçay (76 km) regionun böyük çayları hesab olunur. Öz mənbəyini ortadağlıq qurşaqdan götürən qalan çaylara nisbətən bu çaylarda ortaillik axımın həcmi 1,5-3 dəfə artıqdır.

Ərazidə axan ən böyük çaylardan Gəncəçay (98 km) başlanğıcını 2800-2850 m yüksəklikdən götürərək, Kiçik Qafqazın Murovdağ silsiləsinin şimal yamacından axır. Çay 5-i sağ, 4-ü sol qol olmaqla 9 qoldan ibarətdir. Murovdağ silsiləsi boyu Tərtərçayla, qərbdən Qoşqarçayın hövzəsi, şərqdən isə Kürəkçayın hövzəsi ilə həmsərhəddir. Çayın orta meyilliyi 27,7%, çay şəbəkəsinin sıxlığı 0,64 km/km<sup>2</sup>-dir. Gəncəçay yaz gursulu rejimli çay qrupuna aiddir. Gursululuq adətən mart ayından iyul ayınadək davam edir. Gəncəçayın qidalanmasında qar suları 32%, yeraltı sular isə 44% təşkil edir. Avqust, oktyabr, bəzən noyabr aylarında qısa müddətli daşqınlar yaranır.

Ərazinin ən böyük çaylarından biri olan Şəmkiçay (95 km) öz mənbəyini 2920 m yüksəklikdən götürüb, Kür çayına tökülür. Əsas 14 qola malikdir. Şəmkiçay yaz gursulu rejiminə malikdir. Qar suyu ilə qidalanma illik axım həcmnin 38%- ni, yağış suları isə 17% -ni təşkil edir.

Gəncəçay və Şəmkiçayın arasından Qoşqarçay (76 km) axır. Qoşqarçay Kiçik Qafqazın Murovdağ silsiləsinin Qoşqar dağının (3368 m) şimal yamacından axan Hamamçay və Xoşbulağın qovuşmasından əmələ gəlir. Çay hövzəsinin sahəsi 798 km<sup>2</sup>- dir. Qoşqarçayın 10 qolu vardır, onlardan 4-ü sağ, 6-sı sol qoludur. Qoşqarçayın suyu sənaye və kənd təsərrüfatında geniş istifadə olunur. Bərk axım çay hövzəsində səth suları hesabına əmələ gələn aşınma prosesi nəticəsində baş verir.

Tədqiqat apardığımız ərazidə axan çayların böyük kənd təsərrüfatı əhəmiyyəti vardır. Belə ki, bu çayların sularından böyük əkinçilik potensialına malik olan düzən zonanın torpaqları suvarılır.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq ərazilərinin düzən sahələrində qrunut sahələri geniş yayılmışdır. Onlara hər yerdə rast gəlmək mümkündür. Bu sular çayların gətirmə konuslarında, konuslararası süxurlarda və çayların allüvial çöküntülərində daha geniş yayılmışdır.

Ərazidə yerləşən gölləri mənşəyinə görə 2 qrupa ayırırlar:

1. Uçqun gölləri (Göygöl qrupu gölləri- Göygöl, Maralgöl, Murov Qaragözü, biçənək aşırımı gölləri)
2. Buzlaq gölləri (Murovdağ, Şahdağ silsiləsinin gölləri)

Əksər hallarda sahəsi 1 km<sup>2</sup>- dən kiçik olan bu göllər respublikanın ən dərin gölləridir. Bu qrupa aid göllərdən Murovdağ silsiləsinin şimal yamacında Kəpəz dağının ətəyində yerləşən Göygöl və onun ətrafındakı meşəli dağlar sahəsində birqrup zəlzələ- uçqun gölləri qeyd etmək olar. Bu göllərdən ən dərinləri Göygöl (sahəsi 0,79 km<sup>2</sup>, maksimal dərinliyi 93m), Şəmkir Göygözü (sahəsi 0,34 km<sup>2</sup>, dərinliyi 66m) və Maralgöldür (sahəsi 0,23 km<sup>2</sup>, dərinliyi 61 m).

## **1.4 Fitosenotik örtük**

Torpaqəmələgəlmə prosesində bioloji amillər, xüsusən bitki örtüyü başlıca rol oynayır. Bitki torpağa daxil olan və torpaqda humusa çevrilən üzvi maddələrin əsas mənbələrindən biridir. Eyni zamanda bitki örtüyü torpağı yuyulmaqdan qoruyan və münbitliyinin saxlanılmasında iştirak edən başlıca amillərdəndir.

Tədqiq etdiyimiz ərazinin torpaq ehtiyatları yüksək dərəcədə mənimşəndiyindən təbii bitki örtüyü məhdud şəkildə qorunub saxlanılmışdır. Buna baxmayaraq, ərazinin iqlimi, relyefi, torpaq örtüyü və torpaq əmələgətirən süxurların müxtəlifliyi orada bitən meşə bitkilərinin rəngarəng olmasına səbəb olmuşdur.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacında bitki örtüyü şaquli zonallıq qanununa

əsasən formalaşmışdır. Ərazinin dağlıq zonasından aşağı endikcə bitki formasiyalarında dəyişiklik müşahidə edilir. Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacında bitki örtüyünün müxtəlifliyi qurşaqlarla əlaqədar olub, floristik cəhətdən Cənubi Avropanın dağ meşələri əyalətinə daxildir. (A.A.Qrossheym,1948)

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacında 400-500 m yüksəkliyə qədər yarımşəhra və quru-çöl bitkiləri geniş yayılmışdır. Bu zonada torpaqda rütubətin çatışmaması, yay aylarında temperaturun yüksək olması, rütubətin buxarlanması və torpağın şoranlaşması bitki örtüyünün dəyişməsinə təsir edən əsas amillərdəndir. Ərazidə yarımşəhra bitkilərindən yarımqöl şəkilli Meyer yovşanı (*Artemisia Meyeriana* L.), soğanaqlı qırtıclı efemerlər, dənli bitkilər, xaççiçəklilər, paxlalılar və qaymaççiçəklilər fəsiləsindən ibarət birillik efemerlər yayılmışdır. Yağıntuların qeyri-bərabər paylanması yarımşəhra formasiyasının inkişafına şərait yaratmışdır. Belə ki, yazın əvvəlində yağışların intensivliyi ilə əlaqədar olaraq efemer bitkilərsürətlə böyüyüb yaşllaşırlar. Aprelin sonu və mayın əvvəllərində isə vegetasiya dövrlərini başa vurub tələf olurlar, payızda yenidən canlanırlar.

Tədqiq etdiyimiz ərazidə 500-700 m hündürlüklərə qədər çöl formasiyası fonunda qarışıq tərkibli bitkilər zonasına rast gəlinir. Bu qurşaq alçaq dağlıq ilə dağətəyi sahələrdə yarımşəhra qurşağı ilə birləşib qarışıq bitkilər qrupu əmələ gətirir. Ərazidə dağ kserofit bitkiləri geniş yayılmışdır. Dağ kserofitlərinin qarışıq qruplar əmələ gətirməsi ərazinin torpaq örtüyü, yamacların quruluşu, relyefi və s. sıx surətdə əlaqədardır. Burada dağ kserofitləri yarımşəhra bitkilərinə nisbətən çox zəngindir. Bu bitkilərdən gəvən, südlübiyan, kəklikotu, ağ ot, murdarça və s. geniş yayılmışdır. Dağlıq sahələrə yaxınlaşdıqca şiyav, şırımlı topa (*Festuca Sulcata* E.), daşdayan (*Antropogon* L.) və başqa dənli bitki növləri artır .

Dəniz səviyyəsindən 600-700 m yüksəklikdən meşələr başlanır. Bu qurşaq şərqdən Göygöl rayonundan başlamış, qərbdən Gürcüstanla olan sərhədə qədər dar bir zolağı əhatə edir. Kiçik Qafqazın ayrı-ayrı hissələrində əsas meşə əmələgətirən ağaclardan fıstıq, ağcaqayın, palıd, vələs və bəzi ağac növləri üstünlük təşkil edir. Bunlardan başqa meşələrdə göyrüş, Kox şamı (Göygöl ətrafında) ağacları, kol bitkilərindən zoğal, göyəm, itburnu, alça, findıq, yemişan, əzgil və başqaları geniş

yayılmışdır. Meşənin aşağı qurşağında olan ağacların boyu qısa və sıxlığı zəif olur. Dağ yamacı ilə yüksəkliyə qalxdıqca bu ağaclar sıxlaşmaqla yanaşı hündür boylu və çox növlü meşələrə çevrilir. Eyni zamanda, quraqlığa davamlı olan meşə ağacları yüksəkliyə qalxdıqca rütubətsevən ağac növləri ilə əvəz olunur.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq hissəsində meşə-bitki formasiyaları şaquli istiqamətdə aşağıdakı qayda ilə bir-birini əvəz edir. Alçaq dağlıq qurşaqda gürcü palıdı, orta dağlıq qurşaqda şərq fıstığı, vələs və yuxarı dağ qurşağında isə şərq palıdını göstərmək olar. Burada olan palıd meşələri tək-tək hallarda başqa ağac cinsləri ilə qarışır. Bəzən bu ağacların arasında başqa ağac cinsləri, ağcaqayın və vələs ağaclarına da rast gəlinir.

Müəyyən edilmişdir ki, meşə bitki formasiyasının şaquli zonallıq üzrə dəyişməsi torpaq tiplərinin dəyişməsinə də böyük təsir göstərir. Belə ki, alçaq dağlıq zonada inkişaf etmiş palıd meşəsi altında qəhvəyi dağ-meşə torpaqları, orta dağlıq qurşaqda fıstıq meşəsi altında tünd qonur dağ-meşə torpaqları, yüksək dağlıq qurşaqda isə açıq qonur dağ-meşə torpaqları inkişaf etmişdir. Dağ meşələri xüsusilə meyilli yamaclarda torpağı yuyulmadan mühafizə edib, dağ çaylarında su rejimini nizama salır, qarın tədricən əriməsinə səbəb olmaqla suyun torpağa hopmasını təmin edir və buxarlanmanın qarşısını alır.

Alçaqdağ meşələri 600-700 m yüksəkliklərdən başlanır. Əksər ərazilərdə (Qazax, Ağstafa, Tovuz, Şəmkir, Xanlar, Goranboy rayonları ərazisində) 800-1000 m yüksəkliklərə qədər meşələr tamamilə qırılmış, onların yerində törəmə bitki formasiyaları inkişaf etmişdir. Bunlara alçaqdağ və dağətəyi zona çölləri, çöl-kol formasiyası və kolluqlar daxildir. Tovuz və Xanlar rayonları alçaqdağlığında meşədən sonrakı çöl və çöl-kol formasiyası, Şəmkir rayonu alçaqdağlığında isə kol formasiyası üstünlük təşkil edir. 900-1000 m yüksəkliyə qədər olan yamaclarda meşələr seyrək və qarışıqdır.

Aşağı qurşaqda meşələr əsasən, iberiya palıdından (*Quercus İberica*) ibarətdirsə, yuxarı hissələrdə ona vələs, 800-900 m-dən yuxarı isə fıstıq ağacları qarışır. Dağ meşə qurşağının fıstıq meşələri zonasında təmiz və qarışıq fıstıq meşələri



əsasən dağların daha rütubətli və kölgəli şimal yamaclarında yayılmışdır. Aşağı qurşaqdakı meşəaltı bitkilər əsasən, yemişan, zoğal, murdarça kolları, palıd, vələs pöhrələrindən ibarətdir.

Orta dağlıq qurşaqda (1000 m-dən 1700 m-ə qədər) başlıca olaraq fıstıq meşələri yayılmışdır. 1400 m-lə 1600 m yüksəkliklər arasında şərq fıstığı (*Fagus orientalis*) üstünlük təşkil edir. Dağlara qalxdıqca aşağı qurşağın quraqlıq sevən ağac növləri rütubətsevən növlərlə əvəz olunur. Bu qurşağın şimal yamacları fıstıq, şərq və qərb yamacları isə fıstıq-vələs, palıd-vələs meşələri ilə örtülüdür. Burada 3-5 sm qalınlığında meşə döşənəyi əmələ gəlir, ot bitkisi isə inkişaf edə bilmir.

Yüksək dağlıq qurşaqda (1700 m-dən 2100 m-ə qədər) şərq palıdı (*Quercus marienthera*) üstünlük təşkil edir. Meşə ağacları bir qədər xırda boylu və seyrək olduğu üçün ot örtüyünün inkişafına şərait yaranır. Bu qurşaqda ən çox işıqsevən şərq palıdına, şimal yamaclarda isə palıd ilə qarışıq şərq fıstığına rast gəlinir. Daha yüksəkliyə qalxdıqca palıdın sayı çoxalır. Fıstığa yalnız şimal səmtli yamaclarda rast gəlinir. Yüksəklik artdıqca fıstıq tamamilə sıradan çıxır, bəzi sahələrdə bu tozağacı ilə əvəz olunur.

Tədqiq etdiyimiz ərazinin bütün yüksəklik qurşaqlarında ardıc ağacına rast gəlmək mümkündür. Lakin burada da ardıc meşələri geniş sahələri tutmayıb kiçik ləkələr, dar zolaqlar şəklində yayılmışdır.

Antropogen təsirlərin intensivliyi nəticəsində kiçik sahələrdə əsaslı şəkildə qorunmuş fıstıq və palıd ağac cinslərindən ibarət meşə örtüyü qalmışdır. Bölgədə əkinçilik və maldarlığın inkişafı nəticəsində meşə örtüyü demək olar ki, heç bir yerdə öz təbii sərhədində qalmamış, bir çox yerlərdə meşə örtüyü tamamilə sıradan çıxmış və ərazini şiddətli eroziyaya uğramış çılpaq sahələr əvəz etmişdir. Bununla əlaqədar bölgədə meşə ilə örtülü sahələrin faizi xüsusilə son 10-15 ildə əsaslı şəkildə aşağı düşmüşdür. Əkinçilik məqsədilə istismar olunan meşələrin təbii yolla bərpası artıq mümkün deyil. Bu sahələrdən əsasən kartof və taxıl bitkiləri yetişdirmək məqsədilə istifadə edilir. Kol formasiyaları yayılmış sahələrdən isə örüş kimi istifadə edilməsi

palıd, vələs pöhrələrinin böyüməsinə ciddi maneə törədir.

Şahdağ və Murovdağ silsilələrinin yüksək dağlıq hissəsi subalp çəmənləri ilə örtülüdür. Subalp çəmənləri 1800-2300 m yüksəkliklər arasında geniş zona əmələ gətirir. Meşələrin qırılması ilə əlaqədar olaraq, bəzi yerlərdə bu çəmənlər 1800-1900 m-ə qədər enir. Nəticədə meşə-bitki örtüyü əvəzinə çəmən bitki qrupları əmələ gəlmişdir. Subalp bitkilərinin boyları hündür və növ sayı çox olduğu üçün biçənək kimi istifadə olunur. Təbii bitki örtüyü pozulmamış sahələrdə subalp çəmənliyinin böyük torpaq qoruyucu əhəmiyyəti vardır. Burada bitən müxtəlif dənli və paxlalı bitkilər torpağı atmosfer çöküntülərinin dağıdıcı qüvvəsindən mühafizə edir. Subalp bitkiləri zəngin tərkibə malikdir. Buradakı çoxillik otlardan ibarət çəmən bozqırlarında ağ ot üstünlük təşkil edir. Subalp çəmənlərində ala topal (*Festuca varia* H.), şırımlı topal (*Festuca sulcata* E.) və alp qırtıcı, mərcanotundan ibarət fitosenozlar geniş yayılmışdır.

2300 m yüksəklikdən qayalı və çınqıllı sahələrdə alp çəmənləri başlanır. Alp çəmənlikləri ərazinin geomorfoloji xüsusiyyətlərindən, relyefin formalarından asılı olaraq müxtəlif tipli və müxtəlif tərkibliyə malikdir. Eyni zamanda subalp çəmənlikləri ilə müqayisədə daha geniş sahə tutmaqla yay otlaqlarının əsasını təşkil edir. Alp forması alçaqboylu müxtəlif otlarla xarakterizə olunub, bütöv örtük əmələ gətirməklə çim qatı yaradır.

Alp çəmənlərində pişikquyruğu, tarlaotu, qırtıcı, yonca, zəngçiçəyi, qaymaqçiçəyi və bir çox başqa ot bitkiləri geniş yayılmışdır. Daşlı-kəsəkli sahələrdə dağ-bozqır bitkilərindən topal, dovşantopalı və s. seyrək bitki qatı əmələ gətirir. Bu bitkilər nəmlənmə dərəcəsi və substratın səciyyəsinə asılı olaraq, qapalı yaxud açıq areallar təşkil edir. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində bu zonada yayılan bitkilərin növ sayının az olması və bitki örtüyünün seyrək inkişaf etməsi müəyyən olmuşdur. Belə sahələrdə mal-qaranın systemsiz və intensiv otarılması bitki örtüyünün daha da seyrəkləşməsinə və bəzi sahələrin bitki örtüyündən məhrum olmasına səbəb olur ki, nəticədə eroziya prosesi geniş inkişaf edərək torpaqların deqradasiyasına şərait

yaradır.

Tədqiqat apardığımız ərazinin çay vadilərində də müxtəlif bitki qrupları inkişaf etmişdir. Bu bitkilər iki qrupa bölünür.

1. Su basar və çay sahili meşələr;
2. Çay vadisi çəmən bitkiləri;

Subasar və çay sahili meşələr əsasən ərazi daxilində axan Kürəkçay, Gəncəçay, Qoşqarçayın axını boyunca yayılmışdır. Bundan başqa buradan axan kiçik çayların da vadilərində bəzi ağac növləri yayılmışdır. Subasarda və çay sahillərində yayılmış ağaclardan: söyüd, iydə, qoz, armud, alma, tut və bəzi meyvə ağaclarını göstərmək olar. Çay vadilərində isə çəmən bitkilərindən çim, vəhşi yonca, alma çiçəyi, cil və s. bu kimi bitkilər yayılmışdır.

## **1.5 Torpaq ehtiyatları**

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacı torpaqlarının müxtəlifliyi, təbii şəraitinə görə bir-birindən fərqlənməsi ərazinin ekoloji səciyyələndirilməsi zamanı daha da aydın müşahidə olunur. Kiçik Qafqazın torpaq örtüyü çox zəngin olub, şaquli zonallıq qanunauyğunluğunda inkişaf etmişdir.

Torpaqşünaslıq elminin banisi V.V.Dokuçayev 1899-cu ildə Qafqaza səfər çərçivəsində regionun torpaqları haqqında ümumi fikir söyləmişdir. V.V.Dokuçayevdən sonra Qafqaz torpaqlarının yayılma xüsusiyyətləri və dağlıq zonada torpaqların şaquli zonallıq qanunu əsasında formalaşması haqqında S.A.Zaxarov məlumat vermişdir. S.A.Zaxarov hər bir torpaq zonasında, torpaqların morfoloji quruluşu və torpaqəmələgəlmə şəraitini nəzərə almaqla, torpaq müxtəliflikəri ayırmışdır.

Kiçik qafqazın şimal-şərq hissəsində (əsasən Murovdağvə Şahdağ zonasında) 1939-cu ildən başlayaraq M.E.Salayev, Ə.K.Zeynalov, Ş.Q.Həsənov, M.E.Salayev,

B.Q.Şəkuri əsaslı tədqiqat işləri aparmışdır.1970-1980-cı illərdə B.Q.Şəkurinin rəhbərliyi altında Kiçik Qafqazın şimal və şimal-şərq hissəsində beynəlxalq proqram əsasında torpaqların bioloji məhsuldarlığı tədqiq edilmiş, nəticələrin əsasında bir neçə monoqrafiya dərc edilmişdir.

Kiçik Qafqazın torpaq örtüyü, torpaqların təsnifatı, morfogenetik xüsusiyyətləri köklü şəkildə M.E.Salayev, B.Q.Şəkuri tərəfindən araşdırılmışdır. Kiçik Qafqazın torpaq örtüyünün son və dəqiqləşdirilmiş təsnifatını isə M.E.Salayev vermişdir. Müəllif qeyd edir ki, Kiçik Qafqaz vilayətinin torpaq örtüyünün tərkibinə respublikamızda daha çox yayılmış torpaq tipləri daxildir.

Aparılan çoxsaylı və miqyaslı tədqiqatlara əsasən göstərmək mümkündür ki, ərazidə torpaq örtüyünün əmələgəlmə prosesinin özünəməxsusluğu müxtəlif bioiqlim və geomorfoloji şəraitdə formalaşmasıdır.

Torpaq ehtiyatları təbii landşaftın mühüm komponentlərindən biridir. Tədqiq etdiyimiz ərazinin torpaqlarının diferensiasiyasında yüksəklik zonallığı qanunauyğunluğu xüsusi yer tutur. Dağlıq sahələrdə nəinki torpaq örtüyü, eləcə də landşaftın bütün komponentləri (substratdan başqa) və bütövlüklə təbii komplekslərin yayılması bu qanunauyğunluğun təsirindən kənar qala bilmir.

M.E.Salayev Kiçik Qafqazda apardığı geniş miqyaslı tədqiqatın nəticəsi kimi aşağıdakı landşaft tipləri və torpaq zonaları ayırmışdır.

1. Alp və subalp çəmənlərin və çəmən bozqırların qurşağı (torpaqları)
2. Mezofil meşə qurşağı (torpaqları)
3. Kserofil meşə, kolluqlar və bozqırlar qurşağı (torpaqları)
4. Quru subtropik bozqır və yarımsəhra qurşağı (torpaqları)

M.E.Salayev tərəfindən 1991-ci ildə Azərbaycanın torpaqlarının yeni təsnifat sxemi təklif edilmişdir. O, Kiçik Qafqaz torpaqlarının təsnifat sxemində aşağıdakı taksonomik vahidləri tətbiq etmişdir :tip, yarımтип, cins, növ.

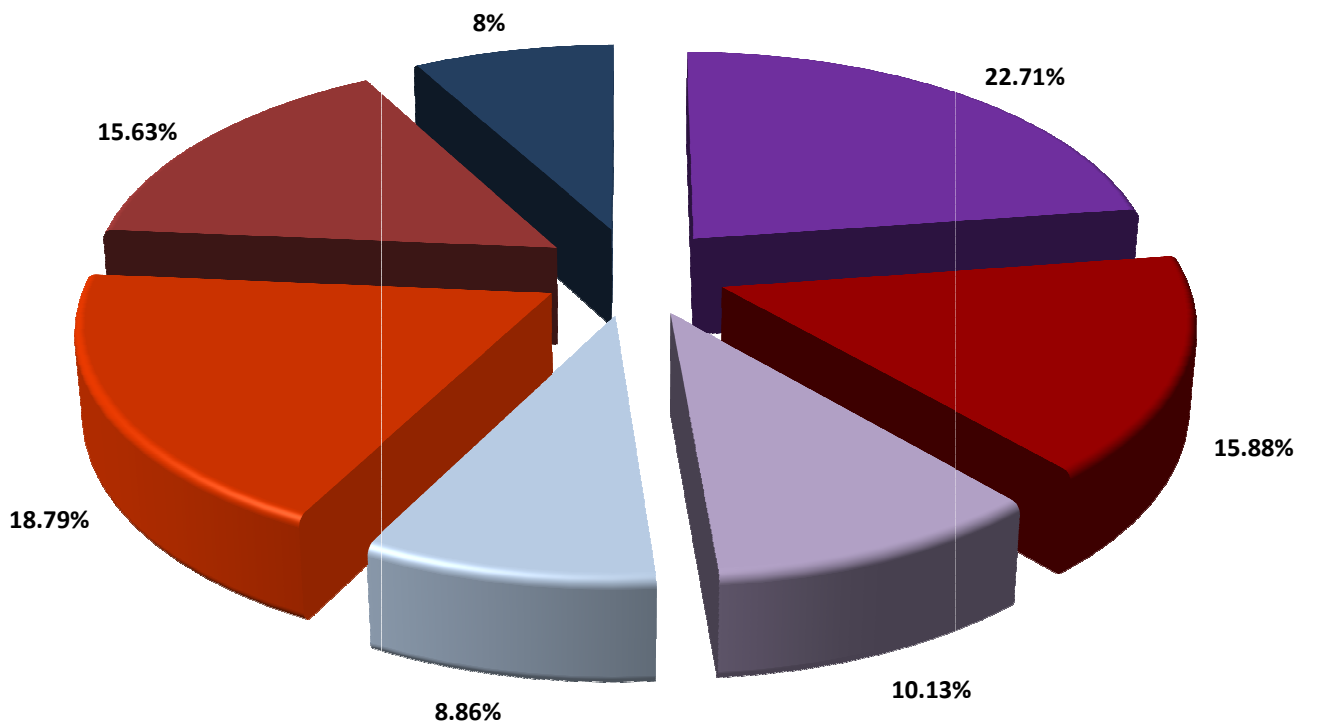
Torpaq tipi anlayışı elmə ilk dəfə V.V.Dokuçayev tərəfindən daxil edilsə də, sonralar bir sıra tədqiqatçılar tərəfindən dəqiqləşdirilmişdir. Həmin təsnifatı tərtib edərkən torpaq xassələri və torpaqəmələgəlmə amilləri də nəzərə alınmaqla başlıca amil kimi götürülmüşdür (torpaq xassələri - torpaq əmələgəlmə prosesi - torpaq əmələgətirən amillər). Müəllifin fikrincə, bu cür ekoloji-genetik yanaşma torpaqların istehsal xüsusiyyətlərini daha ətraflı müəyyənləşdirməyə və həmin təsnifatdan praktikada iri miqyaslı torpaq tədqiqatlarında istifadə etməyə imkan verir.

Kiçik Qafqazın torpaq örtüyü bir sıra təbii və antropogen amillərin (relyef, iqlim, torpaq əmələgətirən süxur, bitki örtüyü və insanın təsərrüfat fəaliyyəti) uzun müddət qarşılıqlı təsiri altında formalaşmışdır.

Tədqiq etdiyimiz Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacı ərazisinin dağlıq olması torpaq əmələgəlmə şəraitinin və torpaq örtüyünün müxtəlifliyini şərtləndirən əsas amil hesab olunur.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının torpaq örtüyünün elmi tədqiqi aşağıdakı **I** -dağ-çəmən, **II** - qonur dağ-meşə, **III** - dağ-qara, **IV** - qəhvəyi dağ-meşə, **V** - dağ-boz-qəhvəyi torpaq tiplərində aparılmalıdır.

Aşağıdakı şəkildə tədqiq edilən ərazidə yayılmış torpaq ehtiyatlarının faizlə göstəriciləri verilmişdir.



*Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacı torpaqlarının faizlə göstəriciləri*

1- dağ-çəmən ; 2- qonur dağ-meşə ; 3- dağ-qara ; 4- qəhvəyi dağ-meşə ; 5- bozqırlaşmış dağ-qəhvəyi ; 6- dağ-boz qəhvəyi ; 7- digər torpaqlar

**Dağ-çəmən torpaqları.** Dağ-çəmən torpaqları Kiçik Qafqazın yüksək dağlıq zonasında dəniz səviyyəsindən 1800-3000 m və daha çox hündürlükdə yerləşir. Bu torpaqlar alp və subalp çəmənlərinin və çəmən-bozqırlarının torpaqlarına aiddir.

Dağ-çəmən torpaqları humusun yüksək miqdarı ( 10 %-dən çox) və dərinliyə getdikcə kəskin şəkildə azalması, mübadilə həcmnin 45-60 m.ekv və turş reaksiyasının yüksək olması ilə səciyyələnir.

Tədqiq olunan ərazi üzrə ümumi sahəsi 98459, 43 ha, yaxud ümumi sahənin 22,71%-i qədərdir. Bu torpaqların dənli-müxtəlifotlu bitkiliyi qısa vegetasiya dövrü ərzində güclü kök sistemi inkişaf etdirir və dağ-çəmən torpaqlarının üst qatlarının səthi yuyulmaya qarşı davamlılığını təmin edən tünd rəngli sıx çim qatının yaranmasına səbəb olur.

Dağ-çəmən torpaqları bütövlükdə örtük qatı əmələ gətirmir, çox vaxt skeletlik və profilin primitivliyi ilə seçilir ki, bu da onların bərk ana süxurlar üzərində formalaşması ilə izah edilir. Bu torpaqların üst qatları daha az skeletlidir, halbuki dərinə getdikcə skeletlik əhəmiyyətli dərəcədə artır, çınqıl və süxur qırıntılarına rast gəlinir. Dağ-çəmən torpaqları yuxarı qatlarında kalsiumun və maqneziumun biogen toplanması ilə də səciyyələnir. [1]

Qeyd olunan torpaq tipində nisbətən aşağı temperaturlar (orta illik temperatur 5°C- yə yaxındır) və bolluca atmosfer yağıntıları nəticəsində bitki örtüyünün kök sisteminin bol kütləsi çox yavaş çürüyür və yarıçürümüş vəziyyətdə toplanır. Orta

illik temperatur 4,2-5,1°C arasında tərəddüd edir. Orta temperaturu mənfi (-5,1-8,9°C) olan aylar dekabr-yanvar və fevral aylarıdır. Ən isti ayın (iyul) orta temperaturu (10,9-11,2°C). 10°C-dən yuxarı illik aktiv temperaturların cəmi 1280-1780°C. Yağıntılardan orta illik miqdarı 1200-1600 mm təşkil edir. Buxarlanma isə çoxzəifdir.

Alp qurşağında bitkilər başdan-başa örtük təşkil etmir, fraqmentlər şəklində tez-tez daşlı sahələrlə növbələşir. Alp və subalp çəmənlikləri zonasının daşlı-qayalı hissələrində əsas bitkilər mamır və şibyələrdir. Çim əmələgətirən bitkilərdən cır yulaf, qumotu, şəhduran, şirpəncəsi və s. qeyd etmək olar.

Dağ-çəmən torpaqları yüksək məhsuldarlıqlı yay otlaqları, biçənəklər, qismən isə köküyumru bitkilər altında istifadə olunur.

**Qonur dağ-meşə torpaqları.** Qonur dağ-meşə torpaqları Kiçik Qafqazın 800-2200 m hündürlükdə olan rütubətli hissələrini tutur. Azərbaycanda qonur dağ-meşə torpaqları S.A. Zaxarov, M.E. Salayev, H.Ə. Əliyev, E.F. Şərifov, Ş.İ. Mirzəyev və başqaları tərəfindən öyrənilmişdir.

Qonur dağ-meşə torpaqları bütövlükdə dağlıq şəraitdə, dağ yamaclarında inkişaf etmişdir. Bu torpaqların torpaq əmələgəlmə prosesinə və torpaqların yayılmasına, onun müxtəlifliyinə ciddi təsir göstərən əsas səbəblər olaraq yamacların yüksəkliyi, meyilliyi, aşınma qabığına qalınlığı və s. göstərmək olar.

Qonur dağ-meşə torpaqları yekcins profilə malikdir; onlar üçün humusun yüksək ( 5- %) miqdarı yuxarıdan aşağıya doğru azalır, udulmuş əsasların cəmi yüksək ( 28-40 m.ekv / 100 qr torpaqda), torpaq reaksiyası turşdur ( pH 6,0-6,7). Bu torpaqlar bəzən səthdən başlayaraq skeletli olur. Qonur dağ-meşə torpaqlarına yuyulmuş dağ-meşə və meşə altından çıxmış qonur torpaqlar da aid edilir.

Ərazinin relyefi eroziya təhlükəsi olan şiddətli parçalanmış orta dağlıq xarakteri daşımaqla dağ çayları ilə güclü parçalanmışdır.

Əsasən bir çox hallarda qalın və orta qalınlıqlı torpaqlar şimala baxarlı yamaclarda inkişaf etmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu torpaqlarda meyillilik artdıqca torpaqların qalınlığı da artır. Orta qalınlıqlı torpaqlar ən çox cənuba baxarlı

yamaclarda üstünlük təşkil edir. İstər şimala, istərsə də cənuba baxarlı yamaclarda qalın profilli torpaqlara daha çox rast gəlinir.

Qonur dağ-meşə torpaqlarının yayıldığı ərazilərin iqlim göstəricilərində fərqlər müşahidə edilir. Kiçik Qafqazın qonur meşə torpaqları zonası mülayim-soyuq və mülayim-isti iqlimlə səciyyələnir. Orta illik temperatur 6-80°C, illik yağıntıların miqdarı 600-710 mm-dir. Burada yağıntıların rejimində kəskin mövsümi dəyişikliklər müşahidə edilmir, il boyu torpaqda kifayət qədər faydalı rütubət mövcud olur. Yağıntıların miqdarının nisbətən yüksək, buxarlanmanın isə az olması, ərazinin təbii parçalanması, torpaq və qrunzun yüksək çınqıllı olması və s. bu torpaqların yuyucu su rejimi şəraitində inkişafına səbəb olmuşdur.

Qeyd olunduğu kimi, qonur dağ-meşə torpaqları meşələrin üst rütubətli qurşağında formalaşır. Bu qurşaqda əsasən şər q fıstığı yayılmışdır. Ona görə bu qurşağa fıstıq meşə qurşağı da deyilir. G.A.Hacıyeva Kiçik Qafqazda apardığı tədqiqatı zamanı qeyd etmişdir ki, qonur dağ-meşə torpaqları fıstıq, vələs, palıd və başqa qarışıq meşələr altında əmələ gəlmişdir. Bu meşələr çox sıx və hündür ağaclı olur. 1400-1600 m yüksəklikdə fıstıq meşələri daha da sıxlaşır. Burada ot bitkilərinə təsadüf edilmir.

Yüksəlik artdıqca meşələrin tərkibində vələs ağaclarının sayı artır, ancaq getdikcə bu tərkibə fıstıq ağacları da qarışır. Meşəaltı örtük yemişan, əzgil, zoğal, alça kolluqlarından ibarətdir.

M.E. Salayev qonur dağ-meşə torpaqları üçün podzollaşma əlamətlərinin səciyyəvi olmadığını göstərir. Qonur dağ-meşə torpaqlarının genezisində bitki qalıqlarının tərkibində kül elementlərinin yüksək olması ilə yanaşı, torpaq əmələgətirən süxurların xeyli çınqıllı olması da əhəmiyyətli rol oynayır. Bu amillərin təsiri altında torpağa qələvi və qələvi-torpaq elementləri daxil olur. Bu torpaqların yayıldığı ərazilərin təbii parçalanması, torpaqların yaxşı aqreqatlaşması aerobioz şəraitin yaranmasını qeyri-mümkün edir.

**Dağ-qara torpaqları.** Respublikamızda dağ-qara torpaqları çox münbit olub, kənd təsərrüfatının inkişafındakı torpaq fondunun əsas tiplərindən biri kimi böyük



əhəmiyyətə malikdir. Bu torpaqlar Kiçik Qafqazın Murovdağ

və

Qarabağmsilsiləsinin şimal yamaclarında, Gədəbəy rayonunda inkişaf etmişdir.

Respublikamızda dağ- qara torpaqlarının tədqiqi ilə bağlı M.E. Salayev, G.A. Salamov, H.Ə. Əliyev, Q.Ş. Məmmədov və başqaları məşğul olmuşlar.

Dağ-qara torpaqları meşənin aşağı sərhədlərində meşə torpaqlarının ətrafında ayrı-ayrı massivlər, ləkələr şəklində yayılır və yayılmasında müstəqil zona əmələ gətirmir. Bu torpaqlara bəzən ot örtüyü yaxşı inkişaf etmiş seyrəkləşmiş quru meşələrdə və meşəsizləşmiş dərinlən bozqırlaşmış meşə-bozqır ərazilərində rast gəlmək mümkündür.

Respublikamızda qara torpaqların yayıldığı ərazilər dağlıq olduğu üçün iqlim göstəriciləri qara torpaqların mərkəzi fraksiyasından fərqlənir. Bu torpaqların yayıldığı dağ və çəmən bozqırlarının iqlimi mülayim isti və quru qış fəslilə səciyyələnir. Qış fəslilə quru keçir və uzun müddətli olmur. Bu torpaqlarda vegetasiya uzun müddətli davam edir. Yağıntılardan əksəriyyəti yaz və yayın əvvəllərində düşür.

Dağ-qaratorpaqların ekoloji-coğrafi şəraiti bütövlükdə torpaq əmələgəlmənin xarakterinə, üzvi maddələrin toplanmasına, karbonatlı profilin əmələ gəlməsinə böyük təsir göstərir. Əsasən uzun müddətli davam edən əlverişli geotermik şəraitin mövcud olması ilə əlaqədar olaraq ot bitkiləri sıx inkişaf edir, hər il böyük miqdarda bitki töküntüləri, bozqır və çəmən bozqır senozlarının otkütlələri toplanır. Bu torpaqlarda çürüntü maddələrinin çox olması da bununla əlaqədardır. Dağ-qara torpaqları üçün mövsümi yuyucu su rejimi səciyyəvidir. Su rejiminin bu cür tip şəklində quruma və rütubətlənmə dövrlərinin təsiri altında profil boyu yuxarı qalxan , yaxud aşağı düşən torpaq rütubəti axınları maddələrin profil boyu miqrasiyasına, qalın humus horizontunun və kif, yaxud yalançı göbələk telləri şəklində karbonatların yaranmasına səbəbolur.

Bu torpaqlar Kiçik Qafqazın orta və alçaq dağlıq ərazilərində mülayim bozqırların ağotlu-topallı müxtəlif otlu senozları altında formalaşmışdır. Dağ-qara torpaqların inkişafında ot bitkilərindən ağot, şırımlı-topal, daşdayan, ala tonqalotu, incə nazıkbaldır və s. kimi bitkilər üstünlük təşkil etmişlər. Əsasən çim yarıdan bitkilərdən biri topallı otlar olub bozqırlar əmələ gətirirlər. Daşdayan ən çox meşə

altından çıxmış sahələrdə yayılaraq, bərk və kələ-kötür çim qatı yaradır, dənəvər və dənəvər-topavari struktur əmələ gətirir.

Çöl bitkiləri altında inkişaf edən dağ qaratorpaqlar humusun yüksək miqdarı (6-7 %) ilə seçilir. Humus qatının qalınlığı 60-120 sm-dir. Udulmuş əsasların tərkibində kalsium (60-90%), maqnezium (5-40%) və natrium üstünlük təşkil edir. Humusun yüksək miqdarı ilə əlaqədar torpaqda azotun miqdarı da yüksəkdir.

Hazırda dağ qaratorpaqları taxılçılıq, dəmyə üzümçülükdə və tərəvəzçilikdə geniş istifadə olunur.

Azərbaycanda dağ-qara torpaqlarının formalaşması, heç də bozqır landşaftla əlaqədar olmayaraq, ümumiyyətlə meşə landşaftının tədricən quraqlaşması nəticəsində dəyişməsi ilə bağlıdır. Bu onunla əlaqədardır ki, respublikamızın iqlim şəraitində, dağ-qara torpaqlarının əmələ gəlməsi mümkün deyildir. Bu proses çoxəsrlik dövrün nəticəsində əmələ gəlmişdir.

**Qəhvəyi dağ-meşə torpaqları.** Qəhvəyi dağ-meşə torpaqları landşaft etibarilə əsasən kserofil meşə qurşaqlarına aiddir. Bu torpaqlar Kiçik Qafqazın orta və alçaq dağlıq qurşaqlarında xeyli ərazini əhatə edir.

Respublikamızda qəhvəyi dağ-meşə torpaqları E.M.Salayev, B.P.Valabuyev, Ş.G.Həsənov, H.Ə.Əliyev, Ş.G.Həsənov, E.F.Şərifov və başqaları tərəfindən ətraflı öyrənilmişdir.

İ.P. Gerasimov qəhvəyi dağ-meşə torpaqlarının xüsusi genetik torpaq tipi olduğunu, seyrək və quraq meşələr altında əmələ gəldiyini izah etmişdir.

Qəhvəyi dağ-meşə torpaqlarının inkişaf etdiyi kserofil meşə və kolluqların iqlimi Arazlıq dənizi iqliminə xeyli yaxındır. Bu ərazilər üçün isti quraq yay, uzun müddət davam edən isti payız və mülayim qış səciyyəvidir. Yağıntılara əsasən yaz və payız mövsümlərində təsadüf edilir. [1]

Müəyyən edilmişdir ki, bu torpaqlar meşəaltının və kserofil ot örtüyünün yaxşı inkişaf etdiyi, daha quru variantları püstə-ardıc formasılarından ibarət arid seyrək meşələr, həmçinin kol qrupları altında formalaşırlar. Meşə örtüyünün seyrəkləşməsi

və ot bitkilərinin yaxşı inkişafı torpaqda böyük miqdarda kök kütləsinin və humusun ( 6 % və daha çox) toplanmasına səbəb olmuşdur.

Təsvir edilən torpaqların yayıldığı ərazilərdə əhəngdaşları, əhəngdaşlı qumlucalar, karbonatlı gilli şistlər, yaxud həmin süxurların karbonatlı gillicələrdən ibarət olan aşınma məhsulları əsas torpaq əmələgətirən süxurlar rolunu oynayır.

**Dağ-boz-qəhvəyi torpaqlar.** Dağ-boz-qəhvəyi torpaqlar Azərbaycanda quru subtropik bozqırlar zonasının alçaq dağlıq və dağətəyi qurşağında 500-800 m-dək hündürlüklərdə daha çox yayılmışdır. Kiçik Qafqazın dağlıq vilayətlərində quru bozqırlar zonası, kifayət qədər geniş ərazilərdə təmsil olunmuşdur və ən çox şərq hissəsində geniş yayılmışdır. Relyef şəraitindən, iqlimdən, müxtəlif təbii və antropogen amillərin təsirindən bu torpaqlar bəzi hallarda meşə torpaqlarının alt hissəsi ilə də sərhədlənir.

Tədqiq etdiyimiz ərazidə dağ-boz-qəhvəyi torpaqlar Tovuz, Göygöl və Şəmkir rayonları ərazisində yayılmışdır. Bu torpaqların yayıldığı quru bozqırlar zonasının iqlimi nisbətən mülayim qışı və isti yayı ilə səciyyələnir.

Dağ-boz-qəhvəyi torpaqlarının öyrənilməsi ilə bağlı bir çox tədqiqatçılar müəyyən işlər aparmışlar. Respublikamızda quru subtropik bozqır zonasında yayılmış torpaqlar S.A.Zaxarov, V.V.Akimtsev, İ.Z.İmşenetski, V.R.Volobuyev, H.Ə.Əliyev, Q.Ş.Məmmədov və başqaları tərəfindən “şabalıdı” və “qonur” torpaqlar adı altında öyrənilib təsvir edilmişdir.

Boz-qəhvəyi (şabalıdı) torpaqların yayıldığı zonada əhəngdaşları, qumlucalar və onların yumşaq aşınma məhsulları əsas torpaq əmələgətirən süxurlar rolunu oynayır. Gəncə-Qazax massivində və Arazboyu zonada “gəcli” süxurlar da torpaq əmələgətirən süxurlar kimi əhəmiyyətli rol oynayır.

## **II FƏSİL. KİÇİK QAFQAZIN ŞİMAL-ŞƏRQ YAMACINDA TORPAQLARIN AĞIR METALLARLA ÇİRLƏNMƏSİNİN EKOLOJİ ASPEKTLƏRİ**

### **2.1 Ərazidə yayılan ağır metalların xarakterik xüsusiyyətləri**

Tədqiq etdiyimiz ərazidə bioloji obyektlərə təsirinə və çirklənmə miqyasına görə çirkləndirici maddələr arasında ağır metallar xüsusi yer tutur. Bununla əlaqədar, hal-hazırda torpaqların ağır metallarla çirklənməsi toksikoloji-təhlükəli hallardan hesab olunur.

Ağır metallar xüsusi çəkisi  $4,5 \text{ q/sm}^3$ - dan artıq olub, 40- dan artıq kimyəvi elementi özündə birləşdirir. Bu elementlərə təbiətdə karbonatlar, silikatlar, sulfatlar kimi stabil birləşmələr olaraq təsadüf edilir. Ətraf mühitdə müşahidə edilən əsas ağır metallar aşağıdakılardır:

Pb, Hg, Cd, As, Ni, Cu, Zn, Mn, Cr, Sb, Bi, Ba

Ağır metallardan bəziləri aşağı qatılıqda normal həyat fəaliyyəti üçün lazımlı elementlərdir. Odur ki, bəzi maddələrin əhəmiyyətli və zərərli xassələrini müəyyən edən edən dəqiq sərhəd yoxdur.

Ağır metalların tərkibində insan həyatı üçün vacib olan metallarla (sink, dəmir, molibden, mis, selen, manqan və s.) yanaşı, orqanizm üçün toksiki

təsirli maddələr (kadmium, civə, qurğuşun, nikel, xrom, arsen və s.) var. Bu metallar yüksək konsentrasiyada bitkilərə və canlı orqanizmlərə ciddi təsir göstərərək , bir sıra problemlərin yaranmasına gətirib çıxarır.

Qeyd etmək lazımdır ki, dəmir, mis, sink, molibden manqan və s. elementlə yalnız mikrodozalarda orqanizm üçün zəruridir, izafi dozalarda olduqca təhlükəli xarakter daşıyır. Qurğuşun, civə, kadmium, arsen istənilən konsentrasiyada canlı orqanizmlər üçün zərərli təsirə malikdir.

Belə ki, bu elementlər hətta birləşmələr halında orqanizmə daxil olduqda güclü zəhərlənmələr baş verir. Onlar qanda olan aminturşularla, fermentlərlə və vitaminlərlə kompleks birləşmə əmələ gətirərək, orqanizmin həyat fəaliyyətinə ciddi təsir göstərir.

Ağır metallarla çirklənmə zamanı torpaqda toplanan yüksək konsentrasiya bitkilər vasitəsilə qida zəncirinə keçir və nəticədə heyvan və insan orqanizmində müxtəlif patoloji halların yaranmasına səbəb olur. Bu baxımdan ağır metalların yaratdığı çirklənməni qiymətləndirməli olsaq heç bir iqtisadi göstərici ilə bu ziyanı ifadə etmək olmaz və son nəticədə vəziyyətin belə davam etməsi torpağın üzvi aləminin məhv olmasına gətirib çıxara bilər.

Bəzi sistemlərdə ağır metalların təsir mexanizmi konsentrasiyaya bağlı olaraq da dəyişir. Bu cür orqanizmlərdə metalların konsentrasiyası nəzərə alınmalıdır. Ağır metalların yol verilən həddən artıq konsentrasiyası toksiki təsir göstərir. Bu ümumi prosesin əksinə ağır metallar yalnız konsentrasiyadan asılı olaraq təsir göstərmirlər, təsir eyni zamanda canlılığın növünə və metal ionunun quruluşuna da bağlıdır (kimyəvi quruluşu, redoks və kompleks yaratması qabiliyyəti, bədənə alınış şəkli, ətraf mühitdə çoxluq ehtimalı, lokal pH dəyəri və s.). Bununla əlaqədar, içməli sulara və qida məhsullarında ağır metalların konsentrasiya həddi müəyyən olunmuşdur və bu normalara lazımi qurumlar tərəfindən nəzarətin təşkili zəruridir.

Ağır metallar qlobal çirklilik faktoru olaraq insanın və bütün canlıların həyatında təhlükə və risk meydana gətirir. Məruz qalınan doza, genetik quruluş, insanın immunitet sistemi, sağlamlığı, yaş, qidalanma səviyyəsi kimi faktorlara bağlı

olaraq insanlarda ən başda xərcəng olmaq üzrə müxtəlif xəstəliklərə səbəb olur. Ağır metalların insan orqanizminə daxil olması qida zəncirindən başqa, tənəffüs və dəri yolu ilə də baş verir.

Ölkəmizdə, xüsusilə tədqiq etdiyimiz ərazinin torpaqlarında təhlükə meydana gətirən ağır metalların səbəb olduğu torpaq çirkliliyini minimuma endirmək üçün təcili tədbirlər görülməlidir. Bunun üçün maddən və digər sənaye istehsalı, digər torpaq çirkləndirici fəaliyyətlər və istehsal üsulları torpağın ekoloji strukturuna ən az zərər verəcək, hətta heç zərər verməyəcək şərtlərdə edilməlidir.

Ağır metallar bioloji proseslərdə iştirak dərəcələrinə görə həyati və qeyri-həyati olaraq təsnif olunur. Həyati olaraq qeyd olunan ağır metalların orqanizmdə müəyyən bir konsentrasiyada olması tələb olunur və bu metallar bioloji reaksiyalarda iştirak etdiklərinə görə nizamlı olaraq qida vasitəsilə qəbulu məcburidir. Məsələn, mis heyvanlarda və insanlarda qırmızı qan hüceyrələrinin və bir çox oksidləşmə və reduksiya prosesinin ayrılmaz parçasıdır. Bununla müqayisədə qeyri-həyati ağır metallar çox aşağı konsentrasiyada belə, orqanizmə ciddi təhlükə törədərək sağlamlıq problemlərinə gətirib çıxarır.

Ağır metalları əsasən bir sıra göstəricilərinə xüsusilə, təhlükəlilik miqyasına görə təsnifləşdirirlər.

Təhlükəlilik dərəcəsinə görə ağır metallar 3 sinifə bölünür:

1. Yüksək təhlükəli
2. Mülayim təhlükəli
3. Zəif təhlükəli

*Cədvəl 2*

Sıra №	Sinif	Ağır metallar
1.	Yüksək təhlükəli	Civə, qurğuşun, arsen, kadmium, sink, selen

2.	Mülayim təhlükəli	Mis, kobalt, nikel, bor, antimon, xrom, molibden
3.	Az təhlükəli	Barium, vanadium, volfram, manqan, stronsium

**Qurğuşun (Pb)** Ən toksik metallardan biri olub bir sıra beynəlxalq təşkilatların, o cümlədən Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının (ÜST), BMT-nin toksik maddələr və xəstəliklər üzrə Amerika agentliyi və digər ölkələrin analojidövlət təşkilatlarının prioritet çirkləndirici maddələri siyahısına daxil edilmişdir. Qurğuşun ətraf mühitə etiləşdirilmiş benzinlə işləyən avtomobillərin tullantıları ilə, metallurgiya müəssisələri, poliqrafiya müəssisələri, maşınqayırma istehsalı, akkumulyator istehsalı və digər qurğuşun tərkibli məhsullar istehsal edən müəssisələrin tullantıları ilə daxil olur. Etilləşdirilmiş benzindən bir çox ölkələrdə istifadə edilməsinin qadağan olunması ilə əlaqədar son illər atmosfer havasında qurğuşunun konsentrasiyası xeyli azalmışdır. Qurğuşunun yol verilən konsentrasiyası (YVK) atmosferhavasında  $0,3 \text{ mq/m}^3$ , su mənbələri suyunda  $30 \text{ mq/m}^3$  (ÜST-nin tövsiyəsinə əsasən –  $10 \text{ mq/l}$ ) müəyyən edilmişdir. Torpaqda qurğuşunun təxmini YVK-sı qumlu və qumluca torpaqlarda –  $32 \text{ mq/kq}$ , turş (gillicə və gilli) torpaqlarda –  $65 \text{ mq/kq}$  və neytral turşuluğa yaxın torpaqlarda –  $130 \text{ mq/kq}$  təşkil edir. [8]

Hazırda praktiki olaraq ətraf mühitin bütün komponentləri qurğuşunla çirklənməyə məruz qalmışdır. Atmosfer havasından başqa qurğuşuna içməli sularda, torpaqda və qida məhsullarında da rast gəlinir.

Qurğuşun içməli suya polivinilxlorid məmulatlarından istifadə etməklə əlaqədar daxil ola bilər, bura tərkibində iki və üç əsaslı qurğuşun-sulfat, iki əsaslı qurğuşun-stearat və bir əsaslı qurğuşun-karbonat olan stabilizatorlar aiddir. İzfai miqdarda qurğuşun içməli suya metallurgiya və digər istehsalat müəssisələrinə yaxın yerləşən yaşayış məntəqələrindən də daxil ola bilər.

Əlvan metallar istehsal edən şəhərlərdə torpağın tərkibində qurğuşunun miqdarı  $1000-2000 \text{ mq/kq}$ -a çata bilər. Torpağın qurğuşunla yüksək səviyyədə çirklənməsi,

xüsusilə, qurğuşun əridilməsi və qurğuşun tərkibli akkumulyatorlar istehsal edən müəssisələr yerləşən şəhərlərdə müşahidə olunur. Torpağı yüksək səviyyədə qurğuşunla çirklənən şəhərlərdə sahə kənd təsərrüfatı məhsulları üçün istifadə olunduqda təbii ki, qurğuşun qida məhsuluna keçir. Belə torpaqda becərilən tərəvəzin tərkibində qurğuşunun miqdarı 1,5-2,5 mq/kq təşkil edir (YVK isə 0,5 mq/kq-dır).

Qurğuşun zəhərlənmələri içməli sudan (su qurğuşun borudan keçirsə), tütündən, ərzaq məhsullarının qurğuşun lövhəyə bükülməsi zamanı və qurğuşun gübrələrindən istifadə zamanı baş verə bilər.

Qurğuşun protoplazmatik zəhər olub, əsasən sinir sisteminə, qana və sümüklərə təsir edir. Qurğuşun və birləşmələri mədə şirəsində həll olduğuna görə çox təhlükəlidir. Uşaqlarda zəhərlənmə hadisəsi tez baş verir. Hətta qurğuşun istehsalı ilə məşğul olmayan insanlar orta hesabla 0,5 mq qurğuşun qəbul edirlər.

Qurğuşunun yüksək konsentrasiyası reproduktiv, əsəb (sinir), ürək-damar, immunitet və endokrin sistemlərinin dəyişməsinə səbəb olur. Onun toksiki təsiri böyrəklərin funksional vəziyyətinin dəyişməsində, hemoqlobinin sintezində, oksidləşmə metabolizmi proseslərində və mübadilə enerjisində təzahür edir.

**Civə (Hg)** Ən toksik metallardan biri olub, ətraf mühitdə geniş yayılmışdır, trofik zəncirdə bioakkumulyasiya və hərəkət etmə qabiliyyətinə malikdir. Civənin qida zənciri üzrə hərəkətini sadə şəkildə aşağıdakı kimi göstərmək olar: su – dib çöküntüləri – biota (bentos, fito - zooplankton), balıqla qidalanan balıqlar və quşlar.

Civə sərbəst metal halında və birləşmələr şəklində xalq təsərrüfatında geniş tətbiq edilir. Ətraf mühitə civə tərkibli filizlərin çıxarılması və əridilməsi, sulfid filizlərindən əridib əlvan metalların alınması, filizdən qızıl əldə edildiyi, sellülozun ağardılması, xlor, kaustik, vinilxlorid, elektrik avadanlıqlarının (lampa, müxtəlif cərəyan mənbələri), ölçü və nəzarət cihazlarının (termometr, monometr), civə tərkibli tibb preparatlarının, sementin istehsalı, civətərkibli pestisidlərin istifadəsi, daş kömür və mazutun yandırılması zamanı daxil olur. Tullantıların yandırılması zamanı da ətraf



mühitə xeyli miqdarda civə daxil olur. [6]

Civə atmosfer havasındaəksərən qazşəkilli formada olur. Civənin torpaqda toplanması üzvi karbon və kükürdün miqdar səviyyəsinə görə təyin edilir. Civənin torpaqla ana süxurdan irsən keçmiş təbii halda miqdarı 0,02-dən 03 mq/kq arasında tərəddüd edir, orta hesabla 0,06 mq/kq təşkil edib torpaq tipindən asılıdır. Şəhərlərdə torpaqda civənin miqdarı çoxlu miqdarda müxtəlif tullantıların olması ilə əlaqədar bir qədər çox olur.

Civə suda üzvi və qeyri-üzvi vəziyyətdə ola bilər. İçməli suda civənin əsas mənbəyi çirkab suları ilə çirklənmiş su mənbələri (məsələn, xlor-qələvi istehsalı), atmosfer və su hazırlığında istifadə edilən reagentlər hesab olunur. Quyu suları bilavasitə quyu nasosları vasitəsilə də çirklənə bilər. Su mənbələrinin sularında civənin YVK səhiyyə-toksikoloji göstəricilərinə görə 0,5 mkq/l təşkil edir. Ətraf mühitdə qeyri-üzvi civə metal üzvi birləşmələrə, o cümlədən yüksək zəhərli metillənmiş civəyə çevrilir. O, su mühitində bioloji proseslər nəticəsində əmələ gəlir və trofik zəncirə daxil olaraq yırtıcı balıqların (akula, tuns, durnabalığı) və dəniz məməlilərinin (süti, balina) orqanizmində toplanır. İnsan orqanizminə metal civənin daxil olması əsasən bu məhsullardan istifadə edildikdə baş verir.

Civənin birləşmələrindən civə nitrat, civə sulfid, civə amidoxlor, sulema, civə yodid və civənin üzvi birləşmələri tibbdə və başqa sahələrdə geniş tətbiq edilir.

Odur ki, insanların civə və civə birləşmələri ilə təması qaçılmaz olub, onunla zəhərlənmə hadisələri tez-tez baş verir. Metal civə adi şəraitdə tez buxarlandığından civə termometrləri sınırkən onun buxarları tənəffüs yolu ilə orqanizmə daxil ola bilər. Bu zaman sinir sistemini, ilk növbədə beyin yarımkürələrini zədələyir.

Civə 2-xlorid sulema ilə zəhərlənmə zamanı aminturşularda gedən reaksiyalar zamanı həll olmayan birləşmələr əmələ gəlir. Sulemanın ölüm dozası 0,2-0,3 qram olub, müalicəsi mümkün olmayan hadisələr törədir.

Orqanizmdən civə birləşmələri çətin ixrac olunur və əsas böyrəkdə, qaraciyərdə və dalaqda toplanır. Onun təbii yolla orqanizmə daxil olması da mümkün

olub, 0,0001 mq təşkil edir.

**Kadmium (Cd)** Kadmiumun ətraf mühitdə yayılması lokal xarakter daşıyır. O, ətraf mühitə metallurgiya istehsalının tullantıları ilə, qalvanik istehsalının çirkab suları ilə (kadmiumlamadan sonra), kadmium tərkibli stabilizatorlar, piqmentlər, boyalar istifadə olunan istehsal sahələrindən və fosfat gübrələrindən istifadə edilməsi nəticəsində daxil olur. İnsan fəaliyyəti nəticəsində torpağa daxil olan kadmiumun 54-58%-i fosforlu gübrələr, 39-41%-i atmosfer, 2-5%-i isə kənd təsərrüfatı fəaliyyəti təşkil edir. Fosforlu gübrə istehsalında istifadə olunan xam fosfat qayalarındakı kadmiumun 70-80%-i gübrə istehsalı zamanı sərf olunan məhsullara keçir. Bu məhsulların istifadəsi zamanı kadmium birbaşa fosfor tərkibli gübrələrlə torpağa daxil olur. Bundan başqa, kadmium iri şəhərlərin havasında, təkərlərin sürtülməsi, bəzi plastik məmulatların, boyaların və yapışdırıcı materialların eroziyası nəticəsində mövcudur.

İçməli suya kadmium istehsalat tullantıları ilə çirklənmiş su mənbələrindən, suhazırlığı mərhələsində reagentlərdən, həmçinin su kəməri konstruksiyalarının miqrasiyası nəticəsində daxil olur. Su ilə orqanizmə daxil olan kadmiumun payı ümumi sutkalıq dozanın 5-10%-i təşkil edir.

Atmosfer havasında kadmiumun normativi  $0,3 \text{ mkq/m}^3$ , su mənbələri suyunda  $0,001 \text{ mq/l}$ , torpaqda –qumlu və qumluca, turş və neytral torpaqlarda uyğun olaraq  $0,5$ ,  $1,0$  və  $2 \text{ mq/kq}$  təşkil edir. Torpaqda  $3 \text{ mq/kq}$ -dan çox miqdarı toksiki təsirə malikdir. [4]

Kadmium ətraf mühitin toksiki çirkləndiricilərindən biri olub, aşağı konsentrasiyası su canlıları üçün olduqca zərərli təsirə malikdir. Əsasən ekoloji cəhətdən problemlili olan dənizlərdə qida zəncirinin mühüm hissəsi olan balıqlar tərəfindən toplanması və müxtəlif səviyyələrdə zərərli toksiki təsirlər meydana gətirdiyi müəyyən olunub. Kadmiumun hədəf orqanları qaraciyər, böyrəklər, ilik, sperma, boruvari sümüklər və qismən dalaq hesab olunur. Kadmium əsasən qaraciyərdə toplanır, onun orqanizmdə olan ümumi miqdarının 30%-ni təşkil

edir. Kadmiumun kanserogen effekti bu metalın istehsalı ilə məşğul olan fəhlələrdə xərcəng xəstəliyinin əmələ gəlməsində təzahür olunur.

**Arsen (As)** Bu metal şərti olaraq esensial mikroelementi sayılır. Təbii halda onun bioloji transformasiyasının nəticəsi metilləşmiş birləşmələri halında mövcuddur. Arsen ətraf mühitə atıntılar, çirkab suları və metallurjiya istehsalı tullantıları (xüsusilə mis və qızıl ərintilərindən), dəri və azot gübrələri zavodlarından, həmçinin arsentərkibli kömürün yandırılmasından, pestisidlərin, insektofunqisidlərin istehsalı və istifadəsi zamanı atılır. Müəyyən şəraitlərdə o, dib çöküntülərindən maye fazaya miqrasiya edərək, səthi su mənbələrini çirkləndirir.

Atmosfer havasında arsenin miqdarı kənd rayonlarında 0,001-0,01 mkq/m<sup>3</sup>, şəhərlərdə 0,003-0,01 mkq/m<sup>3</sup>-ə çatır. Yüksək konsentrasiyalı arsen tərkibli kömürün yandırılması zamanı atmosferdə onun miqdarı xeyli yüksəkdir. [4]

Əksər su hövzələrinin suyunda arsenin konsentrasiyası YVK-nin səviyyəsindən çox olmur, lakin bəzi regionların yeraltı sularında o, xeyli artıq ola bilər. Bu, suların arsen ilə zəngin təbii xam mədənlərdən keçməsi ilə əlaqədardır. Orqanizmə əsasən çirkli sudan istifadə zamanı daxil olur.

Arsen birləşmələrinin toksikliyi, onun orqanizmdən ayrılması sürəti və orqan və toxumalarda toplanma dərəcəsiindən asılıdır. İşçilərdə xroniki arsen intoksasiyası aşağıdakı simptomların kombinasiyası ilə səciyyələnir: əsəb, mədə-bağırsaq, kardiovaskulyar və respirator pozuntuları, hemolit kənarlaşma, dəri zədələnməsi, qaraciyər və böyrəklərin funksional pozulması.

Arsen birinci, ən təhlükəli kanserogen maddələr qrupuna aiddir. Arsenin 10-100 mkq/m<sup>3</sup> dərəcəsiində xroniki təsiri (1 ildən artıq) ağciyərdə xərcəng xəstəliyinin baş vermə tezliyini artırır. Bu hala metallurjiya zavodları və arsentərkibli pestisidlər istehsal edən müəssisələrin işçilərində daha çox rast gəlinir. Siqaret çəkmək arsenin kanserogen effektini dərinləşdirir.

**Nikel(Ni)** Atmosfer havasında metallurjiya zavodlarının, mədənçıxarma müəssisələrinin, daş kömür və mazutla işləyən energetik qurğuları tullantıları ilə daxil

olur. Onun YVK-sı 1 mkq/m<sup>3</sup> təşkil edir.

Nikel kanserogen maddə (I qrup) sayılır. ÜST-nin Avropa Bürosunun tövsiyəsinə uyğun olaraq nikelin ömürlük kanserogen riski  $3,8 \cdot 10^{-4}$  bərabərdir. Nikelin və onun birləşmələrinin suda YVK-ı 100 mkq/l; torpaqda təxmini yol verilən konsentrasiyası (TYK) torpağın tipindən asılı olaraq 20-60 mq/kg arasında dəyişir.

Orqanizmdə nikel zəruri elementlərdən biridir. Heyvanların qaraciyəri, dərisi və endokrin vəzilərinə olur. Müəyyən edilmişdir ki, o, fermentləri aktivləşdirir və oksidləşdirmə proseslərinə müsbət təsir göstərir. Lakin normadan artıq olduqda insanda müxtəlif xəstəliklərə səbəb olur.

Nikelə xroniki intoksikasiya burun-udlaq və ağciyər peşə xəstəliklərinin baş verməsinə səbəb olur, bədxassəli yeni törəmələrin əmələ gəlməsinə risk yaranır, dərinin allergiya zədələnməsi (dermatit və ekzema) müşahidə edilir. [6]

**Mis (Cu)** Misin birləşmələri sənayedə və kənd təsərrüfatında geniş tətbiq edilir. Parçaların rənglənməsində, inşaat rənglərinin alınmasında mis birləşmələrindən geniş istifadə olunur. Mis 2-sulfat duzundan qalvanoplastikada, yazı rənglərinin hazırlanmasında, ağac materiallarının uzun müddət çürüməsinin qarşısını almaq üçün hopdurucu maddə kimi istifadə edilir.

Bir sıra birləşmələri zəhərli olduğundan kənd təsərrüfatında insektofunksid kimi tətbiq edilir. Mis duzlarının əksəriyyətinin 10 qramı insanlarda ölümlə nəticələnən zəhərlənməyə səbəb ola bilər.

Mis atomları zəhərli olduğundan məişət qablarında xörək bişirilərkən mütəmadi zəhərlənmə hadisələri baş verir. Bunun qarşısını almaq üçün mis qabları qalay örtüklə örtməyə başladılar.

Mis birləşmələri sintez olunan zavodlarda zəhərlənmə hadisələri çox olur. Məs: insektofunksid kimi tətbiq edilən mis duzları çox zəhərli olduğundan (1-1,5 qramı ölümlə nəticələnə bilər) onun istifadəsi və saxlanması zamanı təhlükəsizlik texnikasına əməl olunmadıqda ekoloji çirklənmələr baş verir. Suda asan həll

olunduğundan su hövzələrində toplanaraq təhlükə yaradır. Torpaqda isə uzun müddət qalaraq qida zənciri vasitəsilə insanlara keçə bilir ki, bu da kanserogen xassəyə malik olur. Çirklənməmiş torpaqlarda orta hesabla misin konsentrasiyası 30 mq/kg təşkil edir.

Misin bitki fiziologiyasındakı rolu ilə bağlı bir sıra tədqiqatlar aparılmışdır. Bunlar aşağıdakılardır:

1. Mis əsasən, molekul çəkisi aşağı olan orqanik maddələrlə və vitaminlərlə birləşmə əmələ gətirir.
2. Misə funksiyası tam olaraq müəyyən edilməmiş bir sıra birləşmələrdə və həyati əhəmiyyət daşıyan fermentlərin tərkibində rast gəlinmişdir.
3. Mis fotosintez, tənəffüs, maddələr mübadiləsi kimi fizioloji proseslərdə mühüm rol oynayır.
4. Mis xəstəliklərə qarşı dözümlülük yaradır.

Misin az miqdarda konsentrasiyası ilə yanaşı yüksək miqdarda konsentrasiyası da bitkilərdə ciddi təhlükə doğurur. Bir sıra fizioloji proseslərdə müəyyən rolu olduğunu nəzərə alaraq bitkilər üçün lazımı olan miqdarının dəqiqləşdirilməsində çətinliklər törədir.

Orqanizmdə mis çatışmazlığı heyvan və insanlarda böyümənin ləngiməsinə, tənəffüs sistemində infeksiyalara, sümük əriməsinə səbəb olur.

**Sink (Zn)** Sinkin bir sıra birləşmələri sənayedə, kənd təsərrüfatında, məişətdə və tibbdə geniş istifadə olunur.

Onun suda həll olan duzları olduqca zəhərliyədir. Sink xloriddən dəmiryol şpallarının çürüməsinin qarşısını almaq üçün hopdurucu maddə kimi istifadə edilir. Lehimləmə prosesində də sink xloriddən istifadə edilir. Sink fosfiddən gəmiriciləri məhv etmək üçün, sink sulfatdan isə parçaların rənglənməsi zamanı istifadə olunur.

Odur ki, sink birləşmələri ekoloji çirklənmə yarada bilər. Dəmir əşyaları

korroziyadan qorumaq üçün üzəri sink təbəqəsi ilə örtülür. Sinklənmiş məişət qablarında yemək bişirilərkən sink birləşmələri ilə zəhərlənmə hadisələri baş verir.

Sinkin az miqdarı mikroelement kimi orqanizm üçün vacib elementlərdən olub, onun çatışmaması zamanı xərçəng xəstəliyi əmələ gəlir. Yüksək konsentrasiyası isə güclü zəhər olub, mədəaltı vəzdə toplanaraq onun fəaliyyətini məhdudlaşdıraraq hormonların sintezini dayandırır.

Sink duzları ilə zəhərlənmə zamanı güclü qusma hadisəsi baş verir ki, bu da müdafiə refleksi olaraq sinkin orqanizmən xaric olmasını təmin edir.

Sink filizlərinin çıxarılması zamanı fəhlələrdə tez-tez zəhərlənmə hallarına rast gəlinir. Bu zaman bədən temperaturu kəskin qalxır.

Sink birləşmələri sintez edilən zavod tullantıları təbiətə yayıldıqda ekoloji çirklənmə yaradır.

**Manqan (Mn)** Son illərdə manqanın birləşmələri xalq təsərrüfatında geniş tətbiq edilir. Manqan elementinin orqanizmdə mikroelement kimi əhəmiyyəti ilə yanaşı, onun çox miqdarı güclü zəhər olub, hüceyrənin protoplazmasının dağıdaraq, ağır fəsadlar əmələ gətirir. [6]

Manqan birləşmələri mərkəzi sinir sisteminin, böyrəklərin, ağciyər və qan-damar sisteminin fəaliyyətinə güclü təsir göstərir.

Manqan birləşmələri şüşə istehsalında (rəngli şüşələrin alınması), metallurgiyada (ərintilərin alınması), tekstil sənayesində (parçalar üzərində rəngli şəkillər və naxışların alınması), məişət qablarına emal örtüklərin çəkilməsində istifadə olunur.

Kalium permanqanat duzundan isə tibbdə istifadə olunur. Onun istifadəsi zamanı tətbiq dozasına əməl olunmadıqda güclü zəhərlənmələr baş verir. Ölüm dozası 15-20 qram olaraq müəyyənləşdirilmişdir.

Kalium permanqanat güclü oksidləşdirici olduğundan mədə-bağırsaq qişasını dağıdaraq qanaxmaya səbəb olur.

Orqanizmdə manqan qaraciyərdə və böyrəkdə birləşmələr şəklində toplanır. Orqanizmdə 1,8 mq manqan element şəklində vardır. Bu miqdar çox olduqda mənfi təsir göstərməyə başlayır. Belə ki, qanın hemoqlobinində dəmirin antoqonistinə çevrilərək qan dövranının normal funksiyasını pozur.

Manqan filizlərindən manqan 4-oksit alınarkən texnoloji prosesə düzgün əməl olunmadıqda manqan birləşmələri toz halında atmosferə yayılır. Bu cür hava ilə tənəffüs etdikdə sinir sisteminin pozulması halları müşahidə edilir.

**Xrom (Cr)** Xrom birləşmələri xalq təsərrüfatında geniş istifadə olunur. Dəmiri korroziyadan qorumaq üçün üzərinə xrom təbəqəsi çökdürülür. Dəri-gön məmulatlarının aşılınması və rənglənməsi zamanı xrom birləşmələrindən istifadə olunur.

Orqanizmdə insulin hərəkətini təmin edərək, karbohidrat, su və zülal mübadiləsini tənzimləyən xrom təbiətdə geniş yayılmışdır. Atmosferdə  $> 0,1 \text{ mq/m}^3$  və çirklənməmiş suda təqribən  $1 \text{ mq/l}$ -dir. Bir çox torpaqlarda xromun miqdarı 2-60 mq/kq, çirklənməmiş bəzi torpaqlarda 4 q/kq olur. [4]

Gündə orta hesabla xrom qəbulu 30-200 mq-dır ki, bu miqdarda alınan xromun toksiki təsiri yoxdur. Gün ərzində 250 mq-a qədər alınan xromun sağlamlığa ziyanı yoxdur. Günlük qəbul edilən xrom müəyyən miqdarda qida maddələrində mövcuddur. Ət, ədviyyat kimi qidalar əsas xrom mənbəyidir, süd məhsulları, bir sıra meyvə və tərəvəzlərdə xromun miqdarı azdır. Orqanizmdə xrom azlığı şəkər xəstəliyi olaraq özünü biruzə verir.

Xromatlar ən geniş yayılan allergik maddələrdir. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində tənəffüs və dəri təması nəticəsində xroma məruz qalan insanlarda müxtəlif sağlamlıq problemləri aşkar edilmişdir.

Əvvəllər xrom birləşmələrindən (xromat və bixromatlar) kənd təsərrüfatında insektisid kimi istifadə olunurdu. Qüvvətli zəhər hesab edildiyindən onların tətbiqi dayandırılmışdır.

Xrom birləşmələrinin istehsalı, xromlu məişət əşyalarının hazırlanması zamanı tullantıların su hövzələrinə axılması baş verir ki, bu da ətraf mühitə ciddi təsir göstərir.

**Stibium-sürmə (Sb)** Stibiumun birləşmələri xalq təsərrüfatında geniş tətbiq edilir. Stibium kalium tartarat, stibium 5-oksidi, stibium 5-sulfid qabların üzərinə emal təbəqəsi çəkmək üçün, şüşə istehsalında, toxuculuq sənayesində, o da davamlı parçaların, rezinin istehsalında istifadə olunur. [6]

Stibium birləşmələri tibbdə və kosmetikada geniş tətbiq olunur. Surmin, stibenil, neostibazon, solyusurmin kimi dərman preparatlarında stibium birləşmələri əsas tərkib hissəni təşkil edir.

Stibium birləşmələri böyük dozada istifadə edildikdə zəhərlənmə hadisələri baş verir. Belə ki, stibiumun əksər birləşmələri üçün ölüm dozası 150 mq müəyyənləşdirilmişdir.

Stibiumun birləşmələri uzun müddət orqanizmdə qalaraq qaraciyərdə və böyrəkdə toplanır ki, bu da patoloji xəstəliklər törədir.

Odur ki, stibium birləşmələrinin istehsalı və tətbiqi zamanı ətraf mühitə olduqca ciddi ziyan dəyir. Zavod tullantıları atmosfərə və yer qabığına yayılaraq uzun müddət dəyişməz qalır.

**Bismut (Bi)** Bismut metal və birləşmələr halında xalq təsərrüfatında geniş tətbiq olunur. Metal bismut aşağı temperaturda əriyən ərintilərin alınmasında istifadə edilir. Bismut birləşmələrindən fotoqrafiyada, kosmetik preparatların hazırlanmasında, tibbdə istifadə olunur. Bismut oksiddən billur şüşə istehsalında istifadə olunur.

Bismutun suda həll olan duzlarından tibbdə dəri-zöhrəvi xəstəlikləri zamanı istifadə olunur. Onların tətbiqi zamanı orqanizmdən və təbiq dozasından asılı olaraq zəhərlənmə hadisələri baş verə bilər.

Bismut birləşmələri ilə zəhərlənmə zamanı sinir sistemi pozuntuları müşahidə



edilir. Orqanizmə təbii yolla daxil ola bilən bismut birləşmələri mədə şirəsində olan birləşmələrlə, süd turşusu və başqa üzvi maddələrlə asan həll olan kompleks duzlar əmələ gətirərək asanlıqla qana sorula bilir.

Bismut birləşmələri orqanizmdə uzun müddət qala bilir. Tər vəziləri ilə xaric olunan bismut birləşmələri dəridə səpkilər və yara əmələ gətirmək xüsusiyyətinə malikdir.

**Barium (Ba)** Barium və onun birləşmələri orqanizm üçün güclü zəhər hesab olunur. Orqanizmə daxil olan barium aminturşularla birləşərək onların bioloji rolunu aradan qaldırır və funksional pozğunluqlar yaradır.

Bariumun birləşmələri kənd təsərrüfatında sənayedə şüşə və saxsı istehsalında geniş tətbiq edilir. Barium 2-sulfat duzundan mədə-bağırsaq yollarının rentgen analizi zamanı kontrast maddə kimi istifadə olunur. Odur ki, ətraf mühitin barium birləşmələri ilə çirklənməsi qarşısı alınmaz prosesdir. Barium birləşmələrinin filizlərdən alınması zamanı, zavod tullantılarını su hövzələrinə axıtdıqda canlılar üçün təhlükə mənbəyinə çevrilir.

Tədqiqat nəticəsində məlum olmuşdur ki, bariumun əksər birləşmələrinin 0,8-0,9 qramı ürək əzələlərinin paralicinə səbəb olur.

Tibbdə kontrast maddə kimi (adətən rentgen analizində 100 qram duzdan istifadə edilir) barium sulfatın tərkibində barium karbonat ola bilər ki, bu da barium karbonatın mədə şirəsində olan xlorid turşusunun təsirindən asanlıqla reaksiyaya daxil olması ilə əlaqədardır.

Bu duzlar ilə zəhərlənmə qan təzyiqinin dəyişməsi, mədə divarlarının zədələnməsi nəticəsində qanaxma baş verməsi və qaraciyərdə funksional pozuntuların baş verməsi ilə xarakterizə olunur.

**Tallium** Tallium birləşmələri şüşə sənayesində, elektrik lampalarının hazırlanmasında, kənd təsərrüfatı ziyanvericiləri, əsasən gəmiricilərlə mübarizədə, fungisid məqsədilə geniş tətbiq edilir. [6]

Talliumun duzlarından az miqdarda tibbdə tüklərin tökülməsi zamanı istifadə edilir. Talliumun bütün birləşmələri çox zəhərli olub, ilk növbədə tüklərin tökülməsi ilə müşahidə olunur. Zəhərlənmə zamanı həzm sisteminin funksiyası pozulur, böyrəklər və qaraciyər zədələnir və sinir sisteminin iflici baş verir.

Tallium sulfatın ölüm dozası 0,1-0,2 qram miqdarında müəyyən edilmişdir. Talliumun mikroelement kimi orqanizmdə rolu müəyyən edilməmişdir. Odur ki, təbii şəkildə onun birləşmələrinə orqanizmdə rast gəlinmir.

Tallium birləşmələrinin istehsalı və tətbiqi zamanı texnoloji proseslər düzgün aparılmadıqda ekoloji çirklənmələr müşahidə edilir.

Canlı orqanizmlərdə ağır metallar əsasən iki rol oynayır. Az miqdarda onlar bioloji aktiv maddələrin tərkibinə daxil olub onun həyat fəaliyyəti proseslərini normal gedişini nizama salır. Texnogen çirklənmə nəticəsində bu müvazinət pozularaq canlı orqanizmlər üçün mənfi, bəzən fəlakətli nəticələrə səbəb olur. İnsan orqanizminə daxil olan ağır metallar əksər halda qaraciyərdə, böyrəklərdə toplanır.

Bitkiyə daxil olduqda ağır metallar onun orqan və toxumalarında olduqca qeyri bərabər yayılır. Məsələn, bitkinin kök sistemində sink yəüstü hissəsinə nisbətən çox yığılır, yəüstü orqanlarda sink əksər halda köhnə yarpaqlarda toplanır. Buğda bitkisinin kökləri yarpağına nisbətən yüksək miqdarda qurğuşun və kadmium toplanması ilə fərqlənir.

Ağır metallar bitkilərin reproduktiv orqanlarında vegetativ orqanlarına nisbətən az toplanır. Ağır metalların udulması, nəqli, metabolizmi, orqanlarda və toxumalarda paylanması becərilən bitkilərin növ və sort xüsusiyyətləri ilə sıx bağlıdır, onlara ekoloji və antropogen faktorlar da təsir göstərir. Ağır metalların tərəvəz bitkilərində yayılma xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi vacibdir. Yerkökünün kökmeyvəsinin (dəmirdən başqa) uc hissəsində başcıq hissəsinə doğru ağır metalların miqdarı azalır. Kökmeyvənin başcıq hissəsində dəmirin miqdarı yüksək olur, qalan hissəsində isə bərabər paylanır, orta hissəsində sinkin və qurğuşunun, qabığında isə mis, manqan, kadmium və dəmirin miqdarı yüksək olur.

Bitkilərin inkişafı üçün mütləq lazımlı element olub-olmamasından asılı olmayaraq ağır metalların toxuma və orqanlardakı həddindən artıq konsentrasiyası bitkilərin vegetativ və generativ orqanlarının inkişafına mənfi istiqamətdə təsir edir.

Ağır metallar toksiki təsirləri səbəbiylə bitkilərdə transpirasiya, su qəbulu, fotosintez, ferment fəaliyyəti, cücərmə, zülal sintezi, membran stabilizasiyası, hormonal tarazlıq kimi bir çox fizioloji proseslərin pozulmasına səbəb olur. Toksiklik, metaldan metala dəyişə bildiyi kimi, orqanizmdən orqanizmə də dəyişə bilir. Müsbət və ya mənfi (Toksik) təsir yalnız elementin tipi və konsentrasiyasından asılı olmayıb, müxtəlif növlərin genetik əsaslı fizioloji davranışları ilə də əlaqədardır. Bitkilərin ekoloji stress faktorlarına qarşı dözümlülükləri bitkinin növünə, stress faktoruna, stressə məruz qalma müddətinə və stressə məruz qalan toxuma və ya orqanının quruluşuna bağlı olaraq dəyişir .

Bu səbəblə, bitkilərin stress şərtlərinə reaksiyalarının və inkişaf etdirdikləri uyğunlaşma mexanizmlərinin bilinməsi zəruridir. Bitkilərin ağır metallara qarşı toksiki dözümlülük sərhədlərinin bilinməsi üçün metalın növü və miqdarı, zəruriliyi, zərərin müddəti və növü eyni zamanda zərərin meydana gəlmə müddəti nəzərə alınmalıdır. Bu xüsusiyyətlərin bilinməsi, bitkilərin inkişafı və məhsuldarlığı baxımından olduqca əhəmiyyətlidir.

Xörək (qida) çuğundurunun kökmeyvəsinin aşağı hissəsinə nisbətən başqa bütün metalların miqdarı yüksək olur, orta hissəsində isə mis və dəmirin miqdarı az olur, silindrin orta hissəsində sink və qurğuşun, qabığında isə mis, manqan, kadmium və dəmirin miqdarı yüksək olur.

Kartof bitkisinin yumrusunun orta yumşaq hissəsində kadmium, sink və qurğuşunun miqdarı az olur, yumrunun kənar hissəsində dəmirin miqdarı yüksək olur. Mis kartof yumrusunun bütün hissələrində bərabər paylanmışdır. Kələm digər tərəvəz bitkilərindən və kartofdan sinkin yüksək, kalsiumun miqdarının az olması ilə fərqlənir. Bütün elementlərin miqdarı kənardan orta hissəyə doğru artır.[8]

## 2.2 Ərazidə torpaqların ağır metallarla çirklənməsinə təsir göstərən başlıca proseslər

Torpağın çirklənməsi prosesi suyun və havanın çirklənməsindən tamamilə fərqlənir. Belə ki, su və hava çirklənən zaman onların tərkibində müəyyən dərəcədə toksiki təsiri olan komponentlər daxil olur ki, həmin maddələri də müxtəlif üsulların köməyi ilə kənarlaşdırdıqdan sonra həm su, həm də hava öz təbii halına qaydır.

Torpağın daha mürəkkəb və kompleks bir sistem olması çirklənmə zamanı onun tərkib hissələri arasında uzun bir vaxt intervalında formalaşan tarazlığın elə bir şəkildə pozulmasına səbəb olur ki, hətta çirklənmənin səbəbləri aradan qaldırıldıqdan sonra uzun müddət ərzində həmin tarazlığı bərpa etmək çətin olur. [24]

Torpaqların ağır metallarla çirklənməsi torpağın içərisinə daxil olan toksiki kimyəvi elementlərin torpağın ekoloji strukturunu pozmasıdır. Bu çirklənmə növü xarakterinə görə kimyəvi çirklənmə qrupuna aid edilir. Torpağın ağır metallarla çirklənməsi zamanı torpağın kimyəvi, fiziki-kimyəvi, bioloji xüsusiyyətlərinin sıradan çıxması nəticəsində ekoloji tarazlıq pozulur.

Torpaqların mədəniləşdirilməsi və əkinçiliyin intensivləşdirilməsi məqsədilə elmi cəhətdən zəif əsaslandırılmış tədbirlər, otlaqların və meşələrin səmərəsiz yollarla istifadəsi, intensiv sənayeləşmə və urbanizasiya torpaqların ağır metallarla çirklənməsinə səbəb olmuşdur.

Tədqiq etdiyimiz ərazidə metallurgiya sənayesinin inkişafı, yanacaq istehsalı və emalı, nəqliyyat, əkinçilik, heyvandarlığın intensivliyi ilə əlaqədar torpaqlar ağır metallarla çirklənməyə məruz qalmış və xüsusilə metallurgiya sənayesinin inkişaf etdiyi Gədəbəy, Daşkəsən rayonlarının ərazisində bu çirklənmə intensiv hal almışdır.

Sənaye sahəsi	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn
Kağız sənayesi	-	+	+	+	+	+	+	-

Neft-kimya sənayesi	+	+	-	+	+	-	+	+
Gübrə Sənayesi	+	+	+	+	+	+	-	+
Dağ-mədən sənayesi	+	+	+	+	+	+	+	+
Energetik sənayesi	+	+	+	+	+	+	+	+

Ağır metallarla çirklənmə zamanı torpaqda toplanan yüksək konsentrasiya bitkilər vasitəsilə qida zəncirinə keçir və nəticədə heyvan və insan orqanizmində müxtəlif patoloji halların yaranmasına səbəb olur. Bu baxımdan ağır metalların yaratdığı çirklənməni qiymətləndirməli olsaq heçbir iqtisadi göstərici ilə bu ziyanı ifadə etmək olmaz və son nəticədə vəziyyətin belə davam etməsi torpağın üzvi aləminin məhv olmasına gətirib çıxara bilər.

Çirklənmiş torpaqların identifikasiyası, səciyyələndirilməsi, təsnifatı və kartoqrafiyasını həyata keçirən zaman əsasən çirklənmənin mənbəyinə, çirklənmə dərəcəsinə və onu əmələ gətirən səbəblərə diqqət yetirilməlidir. Torpaqların ağır metallarla çirklənməsində bir sıra faktorlar mövcuddur:

1. Bərk halda olan faydalı qazıntıların istehsalı və emalı
2. Duru halda olan yanacaqın istehsalı, emalı və istifadəsi
3. Enerji istehsalı
4. Sənaye istehsalı
5. Nəqliyyat
6. Kommunal fəaliyyət
7. Əkinçilik
8. Heyvandarlıq [8]

Qeyd etdiyimiz çirklənmə mənbələri əsasən metallurgiya və kənd təsərrüfatının intensivliyi ilə əlaqədar meydana çıxır.

Texnogenez şəraitdə torpaqların ağır metallarla çirklənməsi müxtəlif səbəblərdən baş verir.

*Torpağı ağır metallarla çirkləndirən mənbələr*

**Cədvəl 3**

Sənaye	Nəqliyyat	Kənd təsərrüfatı	Yaşayış yeri
Radioaktiv Tullantılar	Neft məhsullarının Qalıqları	Mineral gübrələr	Məişət tullantıları
Çirkab Suları	Daşınma nəticəsində maddələrin itkisi	Pestisidlər	Ekzogen kimyəvi maddələr
Bərk sənaye Tullantıları	-	Heyvandarlıqda ifrazat məhsulları	Bərk tullantılar

Xüsusilə sənaye, kommunal-məişət obyektlərində, yaşayış ərazilərində və kənd təsərrüfatı məqsədilə istifadə olunan torpaqlarda ağır metallarla çirklənmə geniş miqyas alır. İstehsalatın müxtəlif sahələri çirkləndirici maddələrin xüsusi və səciyyəvi xüsusiyyətləri baxımından ətraf mühitə olan təsirinin intensivliyinə və xarakterinə görə fərqlənirlər.

Tədqiqat apardığımız ərazidə istehsalat sahəsində toksiki elementlərin yayılması ilk növbədə dağ-mədən və metallurgiya sənayesinin inkişafı ilə əlaqədardır. Metallurgiya sənayesi əlvan və qara metallurjiyanı özündə birləşdirərək, çıxarılan filizlərin təmizlənməsindən metal alınana qədər gedən prosesləri özündə birləşdirir. Qara metallurjiyaya dəmir filizinin çıxarılması və saflaşdırılması, çuqun və poladın əridilməsi, prokat və ferroərintilərin istehsalı daxildir. Azərbaycanın ən iri qara metallurgiya mərkəzlərindən biri olan Daşkəsən ən iri dağ-mədən sənayesi mərkəzidir. Burada fəaliyyət göstərən dağ-mədən sənayesi faydalı qazıntıların çıxarılmasını və emalını həyata keçirən mürəkkəb kompleksdir. Daşkəsəndəki dəmir filizi yatağı yaxınlığında filiz saflaşdırma kombinatı fəaliyyət göstərir. Bu kombinatdakı filiz Gürcüstanın Rustavi şəhərindəki metallurgiya zavoduna göndərilir. Bu onunla əlaqədardır ki, Azərbaycanda dəmir filizinin əridilməsi üçün koklaşan daş kömür yoxdur. Toksiki tullantıların əmələ gəlməsində əlvan metallurgiya birinci yerdə, qara metallurgiya ikinci yerdədir.

Qara metallurgiya zavodlarının tullantıları yüksək temperaturda (300°C-400°C, bəzən də 800°C) olduğuna görə istilik daşıyıcıları kimi də təhlükəlidir. Bu tullantıların olduğu troposferin yuxarı qatlarına qədər qalxa bilir ki, bu da külək vasitəsilə onların miqrasiyasını sürətləndirir.

Metallurgiyada əsas təhlükə mənbəyi zəhərləyici xassəyə malik olan ağır metalların - mis, civə, qurğuşun, kadmium, sink və onların birləşmələrinin tullantı kimi əmələ gəlməsidir. Sənayedə istifadə olunan metalların dahasonradan yararsız hala gələrək torpağa daxil olması böyük təhlükə riski yaradır. Ağır metalların yol verilən həddən artıq konsentrasiyasının artması nəticəsində canlıların sağlamlığı mənfi təsirlərə məruz qalır.

Kompleks filiz yataqlarından çıxarılan bəzi metalların emal edilməsi çox böyük çətinliklər yaratdığından, zənginləşdirmə texnologiyasının aşağı olması səbəbindən tullantıya göndərilən son materialda itkilərin miqdarı yüksək olurdu və sonda ümumi yataq üzrə itkilər yüksək həddə çatırdı. Daşkəsən filiz yatağından çıxarılan yüksək tərkibə malik dəmir filizinin emal olunduqdan sonra atılan tullantısının tərkibi belə, zəngin olaraq qalırdı. Belə ki, tullantı hesab edilən bu məhsulda böyük miqdarda filiz atılırdı ki, inkişaf etmiş ölkələrdə yataqlardan çıxarılan filizin miqdarı bəzən bu tullantıların tərkibindən aşağı olurdu.

Aşağıdakı cədvəldə əlvan metallurgiya sənayesində tullantıların miqdarı kq/t metal nisbətində göstərilmişdir.

*Cədvəl 4*

Element	Mis-Nikel	Sink-Kadmium	Qurğuşun	Civə
Arsen	3	0,591	0,363	0,015
Kadmium	0,2	0,5	0,005	0,002
Mis	2,5	0,14	0,0072	0,04
Civə	-	0,042	0,002	4,8
Nikel	9,0	-	0,085	0,003
Qurğuşun	3,09	2,54	6,36	-
Sink	0,845	15,72	0,11	0,35

Beləliklə, əlvan metalların istehsalı zamanı ətraf mühitə bir çox elementlər-Se, As, Sb, Cu, Ag, Sr, Zn, Cd, Hg, Al, Sn, Pb, Bi, Mo, Mo, Ni toz halında yayılırlar. Bu tullantıları əksər hallarda həmin sahələrdə basdırırlar. Tullantıların miqdarı on min

tonlarla ölçülür.

Tullantıların intensivliyi ətraf mühitdə, xüsusilə torpağın ekoloji mühitinin sabitliyini pozaraq bir sıra problemlərin yaranmasına gətirib çıxarır. Tullantılarda ağır elementlər üzərində aparılan laborator təcrübələri göstərmişdir ki, ağır metalın növündən asılı olaraq torpaqda miqdarının 5-20 dəfə artıq olduğu təyin olunmuşdur.

Dağ-mədən tullantıları və ona yaxın ərazilərdən götürülmüş torpaq nümunələrinin analizi göstərir ki, torpağın tərkibində mikroelementlərin və ağır metalların miqdarı təbii landşaftlara nisbətən xeyli yüksəkdir. Tullantı süxurlarının səth suları ilə yuyulması, habelə filtrasiya nəticəsində aktiv kimyəvi elementlər miqrasiya edərək torpağa çökür və onu çirkləndirir.

Cədvəldə göstəriləyi kimi, kimyəvi elementlərin tullantılarda miqdarı litosferdə olan tullantıların miqdarından 100-1000 dəfə çoxdur.

### *Tullantılarda ağır metalların konsentrasiya əmsali*

*Cədvəl 5*

<b>Elementlər</b>	<b>Qalvanik elementlərin çöküntüləri</b>	<b>Metal tozları</b>
Cu	340	31
Zn	217	5
Mo	9	669
Ag	1000	29
Cd	85700	-
Sn	3200	4
W	-	3322
Pb	374	2
Bi	3300	-



Ağır metalların konsentrasiya əmsalı həmin elementin tədqiq olunan obyektəki miqdarının litosferdəki fon miqdarına olan nisbətində görə müəyyən edilir. Tədqiq etdiyimiz ərazidə ağır metalların konsentrasiya əmsalı həmin ərazidə və litosferdə olan elementlərin miqdarının nisbətindən asılıdır.

Çöküntülərdə konsentrasiya əmsalı aşağıdakı kimidir: Civə 400-5000, gümüş 50-300, kadmium 100-2000, mis 15-300, molibden, vanadium, sürmə, sink, nikel və xrom 10-80-dir. [8]

Metallurjiya istehsalı zamanı yaranan tozlarda elementlərin konsentrasiyası torpaqlara nisbətən civədə  $5 \times 10^3$ , kadmium və sürmədə  $(2-5) \times 10^3$  qurğuşun, sink, bismut və arsendə  $n \times 10^{12}$  dəfə çox ola bilər. Urbanizasiya müşahidə olunan ərazilərdə ikinci böyük çirklənmə mənbəyi kommunal məişət tullantıları sayılır. Böyük şəhərlərdə il ərzində adambaşına 0.3 ton məişət tullantıları və 0.3 ton kanalizasiya çöküntüsü düşür. Kommunal-məişət tullantılarına şəhərtəmizləmə qurğularının çöküntüləri də aiddir. Tullantılar çox vaxt yerində, yaxud şəhər ətrafına daşınaraq yandırılır. Həmin tullantıların tərkibində (yanandan sonra) ağır metalların konsentrasiyası sənaye tullantılarından geri qalmır. Yanmış tullantılarda qurğuşunun, sürmənin, kadmiumun, bismutun, gümüşün konsentrasiyası litosferdə olandan 100 dəfələrlə, toz isə 1000 dəfələrlə çoxdur.

### *Ağır metalların konsentrasiya əmsalları*

**Cədvəl 6**

Elementlər	Məişət tullantılarının yandırılması	Enerji ultrafiltrlərində yığılan toz
Zn	68	350
Sn	720	1200
Pb	100	600
Sb	180	192
Ag	300	1500
Cd	172	1843

Ətraf mühitin ağır metallarla çirklənməsində enerjetikanın payı olduqca çoxdur, çünki enerjinin istehsalı üçün kömür və mazutdan istifadə olunur.

Nəqliyyat - ətraf mühiti qurğuşun, sink, kobalt və benzopirenlə çirkləndirmə mənbəyidir. Nəqliyyatdan çıxan işlənmiş qazlar il ərzində 260 min ton qurğuşun ixrac edir. Qurğuşun torpaq mühitində ən güclü çirkləndirici maddələrdən biri hesab olunur. Bu onunla əlaqədardır ki, canlı orqanizmlər, xüsusilə insan orqanizmi qurğuşunun kiçik dozasına belə güclü reaksiya verir.

Kömür külünün tərkibində litosferlə müqayisədə bor 16 dəfə, molibden, arsen 6 dəfə, qurğuşun, volfram, barium, sink, mis 1.5-2 dəfə çoxdur. Təcrübələrlə müəyyən olunmuşdur ki, mazutu istilik enerji stansiyalarında istifadə etdikdə vanadium və nikellə çirklənmə ehtimalı çoxalır. [6]

Alınan məlumatların analizi göstərir ki, ağır metalların konsentrasiyası enerji tullantılarından azdır, ancaq ətraf mühitə vurduğu ziyana görə birinci yerdədir.

*Kömür külündə ağır metalların konsentrasiya əmsali*

**Cədvəl 7**

<b>Elementlər</b>	<b>Əmsal</b>
Mn	0,9
Ni	0,7
Zn	1,7
As	5,5
Mo	6
Sn	1,6
Sb	10
W	1,5
Pb	2,2

Torpağı çirkləndirən mənbələrdən biri də kənd təsərrüfatında istifadə olunan aqrokimyəvi maddələrdir. Mineral gübrələr, zəhərli maddələr, boy stimulyatorları hər

il planlı və məqsədyönlü şəkildə tətbiq edilir. Bu preparatların istifadəsi ildən-ilə çoxalır. Normadan artıq tətbiq edildikdə bitkilərə, heyvanlara, ətraf mühitə toksiki təsir edir. Məhsulda külli miqdarda toksiki qalıq toplanır ki, bu da insansağlamlığına mənfi təsir göstərir. Bundan başqa yağış suyula yuyularaq sərbəst hala keçir və yeraltı sularla birlikdə ciddi ekoloji problemlərin yaranmasına gətirib çıxarır. [12]

Fosfor gübrəsinin istehsalı zamanı onun tullantıları istehsal olunan gübrədən 3 dəfə çoxdur. Fosfat xammalı-apatit və fosforitlər qarışıq elementlərlə zəngindir. Fosforitlərə nisbətən apatitlərdə nadir elementlər mövcudluğu 3-8 dəfə litosferdə olduğundan çoxdur. Apatitlərdə stronsiumun, fluorun miqdarı 50 dəfə, fosforitlərdə isə florun, qurğuşunun, misin, uranın, stronsiumun miqdarı 30 dəfə litosferdə olduğundan çoxdur.

Bitki mühafizəsində istifadə olunan kimyəvi preparatların tərkibi civə, arsen, qurğuşun, fluor, bor, mis, bismut birləşmələrindən ibarətdir. Bu elementlərin torpağı çirkləndirməsini sadə misalla göstərmək olar. Üzüm bağlarında mis tərkibli preparatlardan istifadə etdikdə mövsüm ərzində torpağa 6-8 min ton mis çökür.

Toksiki tullantıları xarakterinə görə kütləvi və qeyri-kütləvi olmaqla 2 yerə bölürlər. Kütləvi tullantılar ətraf mühitin sanitar-gigiyenik göstəricilərini kəskin dəyişdiyinə görə onları xüsusi nəzarətdə saxlamaq lazımdır. Qəza zamanı qeyri-kütləvi tullantılar kütləviyə çevrilə bilər.

Tullantıları onlara nəzarət imkanı baxımından iki qrupa bölünür:

1. Təşkil olunmuş yaxud razılaşdırılmış toksiki tullantılar - atmosfərə, su hövzələrinə və torpağa xüsusi qurğuların (borular, kompressorlar, təmizləyici vasitələr, yanma peçləri və s) köməkliyi ilə daxil olur. Bu tullantılar müxtəlif dərəcədə zəhərli olduğu üçün adətən ərazi üzrə yol verilən həddi (YVH) müəyyən olunur.

2. Təşkil olunmamış toksiki tullantılar - elə tullantılardır ki, onları zərərsizləşdirmək və yaxud neytrallaşdırmaq qeyri-mümkün olur. Məsələn, aparat və qurğularda nasazlıq ucbatından meydana gələn və yaxud kanalizasiya sistemlərində axan məhlulların səthindən və xüsusi tullantılardan buxarlanan maddə miqdarı bu tullantılara aiddir. Bu tullantıların törənməsi istehsalat səbəbləri ilə əlaqədardır.

Zəhərli tullantıların inventarizasiyası zamanı onların mənbəyi, tullandığı yer, torpaq və tərkibi, həmçinin yerüstü qatlarda yayılmasının maksimum konsentrasiya həddi müəyyən olunmalıdır

Tullantılar vasitəsilə torpağa daxil olan toksiki maddələrin torpaqda hərəkətini təyin etmək üçün əsas göstəricilərdən biri onların torpaq məhlulunda mövcudluğudur. Kimyəvi proseslər əsasən torpağın bərk fazasında, torpaq məhlulunda, torpaq havasında mikroorqanizmlərin və bitki köklərinin iştirakı ilə baş verir.

Torpaq məhlulunda və torpağın bərk fazasında bu elementlər kifayət qədər olduqda bitkilər üçün qidalanma mənbəyinə çevrilir və onların fəaliyyətini tənzimləyir. Torpağın çirklənmə göstəriciləri,eyni zamanda kimyəvi birləşmələrin torpaqda miqrasiyasından asılıdır. Çirklənmə zamanı torpağın buferlilik qabiliyyəti torpaq məhlulunda kimyəvi elementlərin konsentrasiyasını bir səviyyədə saxlayır və konsentrasiyasının dəyişməsinə imkan vermir. Torpağın buferlilik qabiliyyəti çirkləndirici maddələrə təsir göstərməklə torpağın özünü tənzimləməsinə şərait yaradır.

Bəzi çirkləndirici maddələr (B, As, Ni, Se) torpaqda anion formasında olur və üzvi maddələrlə reaksiyalar nəticəsində kompleks birləşmələr əmələ gətirərək torpaqda toplanır. Kompleks birləşmələr qələvi mühitə davamlıdır.

Torpağın üzvi maddələri landsaftda çirkləndirici elementlərin miqrasiyasına böyük təsir göstərir və onların hərəkətini genişləndirir. Kompleks birləşmələr yaradan reaksiyalar nəticəsində torpaqda üzvi maddələr çoxluq təşkil edir. Metallar torpaq məhlulunun tərkibində qalaraq çətin həll olan çöküntülər yaradır. Məsələn, Cu, Zn, Ni, Cr torpaqda hidroksid çöküntüsü yaradır, ancaq kompleks duzlar olduğu üçün qələvi mühitdə çöküntü vermir. [16]

Torpaqda toplanmış ağır metallar mühitin reaksiyasından asılı olaraq hidrolizə məruz qalırlar.

Güclü texnogen çirklənmə olan zonalarda tozlu tullantıların torpağa daxil olan ağır metalların hidrolizi nəticəsində torpağın turşulaşması baş verə bilər.

## **2.3 Ərazinin torpaqlarının ağır metallarla çirklənməsinin ekoloji qiymətləndirilməsi**

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacı torpaqlarında ekoloji mühitin və sabitliyin pozulmasının başlıca səbəblərindən biri dağ-mədən sənayesinin intensiv inkişafı olmuşdur. Dağ-mədən sənayesinin təsiri ilə dağ-çəmən və quru-çöl landşaftı ciddi struktur pozuntularına, bəzən isə kökündən dəyişmiş arzuolunmaz texnogen landşaftlara çevrilmişdir. Texnogen amillərin təsiri ilə dağ-çəmən-çöl landşaftı antropen parçalanmış və təbii estetikliyini itirmişdir.

Daşkəsəndə dağ-mədən və filizsaflaşdırma kombinatı fəaliyyət göstərir. Burada filiz hasilatının açıq üsulla həyata keçirilməsi ətraf dağ-çəmən landşaftında ciddi struktur pozuntuları əmələ gəlmişdir. Təkcə 1975-ci ildə Daşkəsən mədənlərində 2631000 ton dəmir filizi çıxarılmış və ondan saflaşdırma fabrikində 1346000 ton konsentrat alınmışdır. 1285000 ton bərk tullantı təbii landşafta atılmışdır. Çirkləndirilmiş suyu da əlavə etsək təbiətə atılmış tullantıların miqdarı 2-3 dəfə artır. Dağ-mədən filizsaflaşdırma kombinatının tullantıları bilavasitə buradan keçən Qoşqarçay dərəsinə axıdılır. Nəticədə, bu tullantılar Qoşqarçay dərəsinin landşaftında ekoloji gərginliyi artırmış və landşaft reaksiya potensialını itirmişdir.

Daşkəsənin dəmir filizi və mərmər, Zəyliyin alunit, Göygölün bentonit gili, Xoşbulağın əhəngdaşı, Yuxarı Hacıkəndin gips daşı, Daşsalahlının bentonit gili və s. təbii ehtiyatların istismarı ilə inkişaf edən dağ-mədən sənayesi yataqları dağ-çəmən landşaftlarının texnogen pozulmasında əsas rol oynayır. Əmirvar-Qazax kəndlərinin estetik gözəlliyi və rekreasiya potensialı ilə seçilən dağ çəmənləri landşaftları Alunitdağın mədən tullantıları ilə yararsız vəziyyətə düşmüşdür. Tullantılar dağ-çəmən örtüyü üzərində 4 iri təpəmələ gətirmişdir. İstifadəsiz daş süxur tullantıları burada bir neçə metrədən 15m-ə qədər örtük əmələ gətirir. Son illər mədən işlərinin dayanması bu terrikon təpələrin üzərində seyrək otların tək-tək kolların və kolcuqların əmələ gəlməsinə səbəb olub.

Dağ-mədən sənayesi tədqiq olunan ərazidə relyefin, torpağın, bitki örtüyünün köklü dəyişməsində əsas rol oynayır. Daşkəsən dəmir filizimədənləri sahəsində yaranmış konusabənzər relyef formalarının sahəsi 80-100 hektara çatır. Zəylik, Alunitdağ mədənlərinin istismarı nəticəsində hündürlüyü 20-30 m olan tullantılar müxtəlif texnogen relyef formaları əmələ gətirmişdir.

Daşkəsən filizsaflaşdırma kombinatı sahəsində 600 hektardan çox sahə texnogen relyef formaları ilə örtülmüşdür. Daşkəsən dəmir filizi mədənlərinin istismarı ilə əlaqədar olaraq 1,2 min hektar sahədə meşə və çəmən torpaqları yararsız hala düşmüşdür ki, bunun da 0,5 min hektarı süxur tullantıları altındadır. Dağ-mədən tullantıları həmçinin dağ-çəmən landşaftlarının torpaq örtüyünü kimyəvi çirkləndirmişdir. Dağ-mədən tullantıları və ona yaxın ərazilərdən götürülmüş torpaq nümunələrinin analizi göstərir ki, torpağın tərkibində mikroelementlərin və ağır metalların miqdarı təbii landşaftlara nisbətən xeyli yüksəkdir. Tullantı süxurlarının səth suları ilə yuyulması, habelə filtrasiya nəticəsində aktiv kimyəvi elementlər miqrasiya edərək torpağa çökür və onu çirkləndirir. Təbii torpaqlara nisbətən tullantılarla təmasda olan torpaqlarda həmin elementlərin miqdarı 4-9 dəfə artıqdır. Dəmir mədən tullantılarında və onların təmas etdiyi torpaqlarda sink, mis, kobalt, manqan, bor və civənin miqdarı yol verilən konsentraiyaadan 4-9dəfə artıqdır. Qurğuşunun miqdarı isə 40 dəfədən çoxdur.

Metallurgiya sənayesində əsas təhlükə mənbəyi zəhərləyici xassəyə malik olan ağır metalların - mis, civə, qurğuşun, kadmium, sink və onların birləşmələrinin tullantı kimi əmələ gəlməsidir. Sənayedə istifadə olunan metalların daha sonradan yararsız hala gələrək torpağa daxil olması böyük təhlükə riski yaradır. Ağır metalların yol verilən həddən artıq konsentrasiyasının artması nəticəsində canlıların sağlamlığı mənfi təsirlərə məruz qalır.

Metallurgiya istehsalı zamanı yaranan tozlarda elementlərin konsentrasiyası torpaqlara nisbətən civədə  $5 \times 10^3$ , kadmium və sürmədə  $(2-5) \times 10^3$  qurğuşun, sink, bismut və arsendə  $n \times 10^{12}$  dəfə çox ola bilər. Urbanizasiya müşahidə olunan ərazilərdə

ikinci böyük çirklənmə mənbəyi kommunal məişət tullantıları sayılır. Böyük şəhərlərdə il ərzində adambaşına 0.3 ton məişət tullantıları və 0.3 ton kanalizasiya çöküntüsü düşür. Kommunal-məişət tullantılarına şəhərtəmizləmə qurğularının çöküntüləri də aiddir. Tullantılar çox vaxt yerində, yaxud şəhər ətrafına daşınaraq yandırılır. Həmin tullantıların tərkibində (yanandan sonra) ağır metalların konsentrasiyası sənaye tullantılarından geri qalmır. Yanmış tullantılarda qurğuşunun, sürməninin, kadmiumun, bismutun, gümüşün konsentrasiyası litosferdə olandan 100 dəfələrlə, toz isə 1000 dəfələrlə çoxdur.

Dağ-çəmən landşaftı daxilində əmələ gələn texnogen dəyişmələr və pozuntular təbii fon landşaftını kəskin dəyişdirmiş, onun rekreasiya potensialını tam zəiflətməmişdir.

Daşkəsən və Zəylikdə açıq üsulla hasilatın davam etdirilməsi gələcəkdə burada ekoloji gərgin ocaqların artmasına, texnogen sürüşmələrin fəallaşmasına, məhsuldar torpaqların sıradan çıxmasına səbəb olacaqdır. Ərazinin mühüm rekreasiya rayonu olduğunu nəzərə alaraq dəmir filizi və alunit hasilatının şaxta üsulu ilə aparılması və yararsız vəziyyətə salınmış torpaqların rekultivasiyası vacibdir.

Tədqiq etdiyimiz ərazidə, xüsusilə Daşkəsən, Gədəbəy zəngin filiz ehtiyatlarına malik olduğundan, filizlərin hasilatı, işlənməsi zamanı, eyni zamanda torpaqla təmasda olarkən təbii halda da torpaqların ağır metallarla çirklənməsinə səbəb olur. Ağır metallarla çirklənmənin ilkin qaynağı filiz ehtiyatlarının kütləv istismarı olmuşdur ki, bunun da tarixi bir neçə əsr əvvələ təsadüf edir. Belə ki, XIV-XV əsrlərdə yunanlar uzun məsafə qət edərək, Böyük Qafqaz dağlarının cənub yamacında, Kiçik Qafqazın şimal-şərq hissəsində mis, dəmir və s. əritmək məqsədilə sobalar quraşdırmışlar. XVIII əsrin sonunda Rusiyadan gələn məmurlar, təbiətşünaslar: Musin-Puşkin, Eyxvald və başqaları Daşkəsəndə dəmir, Zəylikdə alunit filizlərinin olması barədə məlumatlar verirlər. XIX əsrin ortalarından başlayaraq H. V. Abix, F. Frex, Q. Arthaber və başqaları tərəfindən Respublikanın ayrı-ayrı mahallarının geoloji xəritələri tərtib olunur. XX əsrin əvvəllərindən başlayaraq Azərbaycanın faydalı qazıntı yataqlarının öyrənilməsində canlanma hiss

olunur. Bu dövrdə əsasən Rusiyadan gələn geoloqlar fəaliyyət göstərirlər. Xüsusilə Kiçik Qafqazda aparılan tədqiqatların intensivliyi Belə ki, geoloqlardan Ş. Ə. Əzizbəyov, M. S. Qaşqay, S. M. Süleymanov, A. N. Solovkin, İ. A. Şirvanzadə, N. M. Səlimxanov, M. A. Mustafabəyli, H. İ. Kərimov, İ. N. Sitkovski və başqalarının apardıqları tədqiqatlar nəticəsində Respublikamızda əlvan, qara metal yataqları aşkar olunmuşdur. Bunlardan Daşkəsəndə dəmir, xromit, Gədəbəydə mis, Çovdarda qızıl və başqa yataqları göstərmək olar.

Nəinki tədqiq etdiyimiz ərazidə, eyni zamanda Respublikamızda Azərbaycanda ən iri faydalı qazıntı obyektlərindən biri olan və istismar edilən yeganə alunit yatağı – Zəylik Daşkəsən rayonunda yerləşir. Alunitdən alüminium oksidi almaq üçün Leningradın (hazırkı SanktPeterburqun) keçmiş Ümumittifaq alüminium-maqnezium institutunda alunit filizlərin kompleks emalı üçün texnoloji sxemişlənib-hazırlanmış, Kirovabad (hazırkı Gəncə) və Sumqayıt alüminium zavodları tikilmişdir. [9]

Daşkəsən yatağının dəmir filizi cisimləri 50 ilə yaxındır ki, istismar olunur və qalığı ehtiyatlar təxminən 90 ilə çatır.

Kiçik Qafqazın Azərbaycan hissəsinin metallogenik əyalətlərində əlvan metallardan mis, qurğuşun, sink, kobalt, civə, sürmə filizlərinin yataq və təzahürləri geniş yayılmış və əsasən Gədəbəy, Daşkəsən ərazisində cəmlənmişdir.

Tədqiq etdiyimiz ərazidə müxtəlif filiz faydalı qazıntılar (dəmir, alüminium, xromit, qızıl, gümüş, mis, qurğuşun, sink kobalt, molibden filizləri və s. ) əsasən dağlıq hissələrdə müxtəlif tip yataqlar əmələ gətirirlər.

Azərbaycan Respublikasında yerləşən və ehtiyatları təsdiq olunmuş bütün dəmir filizi yataqları Daşkəsən filiz rayonu hüduhdlarında təmərküzləşmişdir. Bunlar Daşkəsən, Cənubi Daşkəsən və Dəmir (kobaltlı maqnetit) yataqlarıdır. Bu yataqların işlənməsi əsasında yaradılan Daşkəsən Filizsaflaşdırma kombinatının məhsulu (dəmir konsentratı) Gürcüstanın Rustavi metallurgiya kombinatının tələbatını tam ödəyirdi. Daşkəsən Filizsaflaşdırma Açıq Səhmdar Cəmiyyəti Cənub Daşkəsən yatağının şərq sahəsindən dəmir filizi çıxarılır. Çıxarılan dəmir filizləri isə yük avtomobilləri ilə



saflaşdırma fabrikinə daşınır. Gün ərzində buradan 4-5 min ton dəmir filizi çıxarılır. Burada gün ərzində 26 ədəd ağırtonnajlı texnika çalışır. Çıxarılan filizin tərkibinin orta hesabla 40%-i dəmirdir.

Ümumi mədənlərdə dövlət tərəfindən təsdiq olunan 270 milyon ton dəmir filizi ehtiyatı var. Dəmir Filizsaflaşdırma Fabrikinə gətirildikdən sonra burada xammal bunkerlərə tökülür. Fabrikdə 1 ton filizdən 500 kq-a yaxın hazır məhsul alınır. Hazırda kombinatın illik istehsal gücü 350 min tondur.

Kompleks filiz yataqlarından çıxarılan bəzi metalların emal edilməsi çox böyük çətinliklər yaratdığından, zənginləşdirmə texnologiyasının aşağı olması səbəbindən tullantıya göndərilən son materialda itkilərin miqdarı yüksək olurdu və sonda ümumi yataq üzrə itkilər yüksək həddə çatırdı. Daşkəsən filiz yatağından çıxarılan yüksək tərkibə malik dəmir filizinin emal olunduqdan sonra atılan tullantısının tərkibi belə, zəngin olaraq qalırdı. Belə ki, tullantı hesab edilən bu məhsulda böyük miqdarda filiz atılırdı ki, inkişaf etmiş ölkələrdə yataqlardan çıxarılan filizin miqdarı bəzən bu tullantıların tərkibindən aşağı olurdu. Ona görə istər iqtisadi səmərəlilik baxımından istərsə də ətraf mühitə dəyə biləcək ziyanın aradan qaldırılması baxımından sənaye tullantıları üzərində nəzarətin düzgün təşkilinə riayət etmək lazımdır. Bununla əlaqədar, yeni yataqların işlənilməsi və çıxarılan xammalın emalı məsələləri vahid bir mərkəzdən idarə olunmalı, mərkəzləşdirilmiş qaydada həyata keçirilməklə, yeni texnika və texnologiyaların mütərəqqi üsullarının vaxtında və ümumilikdə tətbiqinin yerinə yetirilməsi prosesini sadələşdirməlidir. Yataqlar ayrı-ayrı özəl təşkilatlar tərəfindən istismar edilsə də, bu ehtiyatların ümumi idarəetməsinin konkret dövlət qurumunda birləşdirilməsi və koordinasiyanın vahid rəhbərlik əsasında həyata keçirilməsi məqsədəuyğun olardı.

Daşkəsən dağ-mədən kombinatının tullantılarından tikintidə, xüsusən yol çəkilişində döşəmə materialı kimi istifadə edilməsinin həm istehsalatın səmərəsinin yüksəldilməsi, həm də ətraf mühitin qorunması baxımından əhəmiyyəti böyükdür. Dəmir filizinin saflaşdırılması prosesində eyni vaxtda onun tərkibində olan

digər metalların və qiymətli komponentlərin alınmasının təşkili xammaldan kompleksin istifadə edilməsi probleminin aktuallığını gücləndirir.

Kobaltın təsdiq edilərək dövlət balansında qeydə alınmış sənaye ehtiyatları Daşkəsən filiz rayonunda - «Hamamçay» və «Dəmir» dəmir filizi yataqlarında, yatağında cəmləşmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, uzun illər ərzində Daşkəsən yatağının istismarı dövründə Qoşqarçayın dərəsində 30 mln. tondan artıq tullantılar yığılmışdır ki, bu tullantıların tərkibində külli miqdarda qiymətli kobalt vardır. Kobaltın dəmir filizlərindən çıxarılmamasının və tullantı kimi yığılmasının səbəbi mövcud texnologiyanın olmaması kimi əsaslandırılsa da, əsas səbəbi dəmir filizinin SSRI Əlvən metallurgiya Nazirliyinin Qara metallurgiya idarəsinə, kobalt idarəsinə məxsus olmasından ibarət olmuşdur. Təkcə onu qeyd etmək kifayətdir ki, 2-ci Dünya müharibəsi dövründə az bir müddətdə Şimali Daşkəsən kobalt yatağının istismarı məsələsi həll olunmuş və müharibə vaxtı SSRI-nin kobalta olan ehtiyatının 40-45%-ə qədərini bu yataq ödəmişdir.

1993-cü ildən əvvəllər ehtiyatları qismən istismar edilmiş «Şimali Daşkəsən» kobalt yatağının cinahlarında aparılmış axtarış işləri nəticəsində burada intişar tapmış zonaların parametrləri müəyyənləşdirilmiş və ilk dəfə olaraq bu zonalar üzrə kobaltın yüksək miqdarı təyin edilmişdir (4 m qalınlığında 0,41%, 1,25 m qalınlığında 0,37%).

Tədqiq etdiyimiz ərazidə dəmir filizinin istismarı ilə əlaqədar ətraf mühitə daxil olan ağır metalların və ümumilikdə tullantılara nəzarət sahəsində tullantıların düzgün idarə olunması üçün aşağıdakı bir sıra işlərin görülməsi vacibdir: Ərazidə dağ-mədən sənayesi tullantılarının idarə edilməsində və vəziyyətə nəzarət olunmasında 2 mühüm amil mövcuddur:

- dünya praktikasında uğurla tətbiq olunan texnologiyaların ölkəmizə gətirilməsi;

- tullantıların təkrar emalına və minimum xammal itkisinə nəzarət olunması;

Tədqiqat apardığımız ərazidə dağ-mədən sənayesinin, qara və əlvan metallurgiyanın inkişafının sürətli olmasını nəzərə alaraq torpaqların ağır metallardan təmizlənməsi və təmizlənmə işləri üçün düzgün üsul və texnologiyanın tətbiqi olduqca mühüm məsələdir. Şübhəsiz ki, ağır metallarla intensiv çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda çirklənmənin qarşısını almaq üçün ən yaxşı üsul əvvəlcədən düşünülmüş addımlar ataraq tullantılara nəzarət etmək və tullantıların təkrar istehsalını düzgün həyata keçirməkdir. Məhz bu yolla, torpağa ağır metalların daxil olmasına nəzarəti təmin etmək və gələcəkdə ağır metallarla bağlı torpaqda yarana biləcək neqativ proseslərinin qarşısını əvvəlcədən almaq olar.

Qeyd etmək lazımdır ki, dünya standartlarına uyğun yeni texnika və texnologiyaların dağ-mədən sənayesində kütləvi tətbiqi ancaq dövlətin imkanları daxilindədir. Çünki dünya təcrübəsində uğur qazanmış texnika və texnologiyalar iqtisadi cəhətdən olduqca məsrəflidir. Lakin bu texnologiyaların tətbiqi ətraf mühitin qorunması baxımından və ətraf mühitə daxil olan tullantılara nəzarət baxımından olduqca əhəmiyyətlidir.

Toksiki tullantıları xarakterinə görə kütləvi və qeyri-kütləvi olmaqla 2 yerə bölürlər. Kütləvi tullantılar ətraf mühitin sanitar-gigiyenik göstəricilərini kəskin dəyişdiyinə görə onları xüsusi nəzarətdə saxlamaq lazımdır. Qəza zamanı qeyri-kütləvi tullantılar kütləviyə çevrilə bilər.

Tullantıları onlara nəzarət imkanı baxımından iki qrupa bölünür:

1. Təşkil olunmuş yaxud razılaşdırılmış toksiki tullantılar - atmosfərə, su hövzələrinə və torpağa xüsusi qurğuların (borular, kompressorlar, təmizləyici vasitələr, yanma peçləri və s) köməklili ilə daxil olur. Bu tullantılar müxtəlif dərəcədə zəhərli olduğu üçün adətən ərazi üzrə yol verilən həddi (YVH) müəyyən olunur.

2. Təşkil olunmamış toksiki tullantılar - elə tullantılardır ki, onları zərərsizləşdirmək və yaxud neytrallaşdırmaq qeyri-mümkün olur. Məsələn, aparat və qurğularda nasazlıq ucbatından meydana gələn və yaxud kanalizasiya sistemlərində

axan məhlulların səthindən və xüsusi tullantılardan buxarlanan maddə miqdarı bu tullantılara aiddir. Bu tullantıların törənməsi istehsalat səbəbləri ilə əlaqədardır. Zəhərli tullantıların inventarizasiyası zamanı onların mənbəyi, tullandığı yer, torpaq və tərkibi, həmçinin yerüstü qatlarda yayılmasının maksimum konsentrasiya həddi müəyyən olunmalıdır.

Ağır metalların torpaqda yüksək konsentrasiyası təkcə torpağın məhsuldarlığı və ekosistem funksiyalarına deyil, eyni zamanda insan və heyvan sağlamlığına ciddi təsir edir. Torpaqların ağır metallarla çirklənməsi metallurgiyanın , dağ-mədən sənayesinin inkişafı, tullantı suların axıdılması ilə olduqca ciddi problemə çevrilmişdir. Ağır metallarla çirklənmiş torpaqların təmizlənməsi ekologiya mühəndisliyinin problemləli istiqamətlərindən biridir. Çirklənmiş torpağın kompleks fiziki, kimyəvi, bioloji xüsusiyyətləri, çirkləndiricilərin torpaq mühitində yayılması və hərəkəti ilə bağlı məhdud informasiyanın olması kimi faktorlar təmizləmə fəaliyyətinin maaliyyətləşməsində bir sıra çətinliklər yaratmış, eyni zamanda köhnə təmizləmə texnologiyalarının tətbiqinə səbəb olmuşdur. Bununla əlaqədar torpaqların ağır metallardan təmizlənməsində iqtisadi cəhətdən səmərəli və yüksək effektiv texnologiyaların tətbiqinə ehtiyac yaranır. [24]

## **FƏSİL III. KİÇİK QAFQAZIN ŞİMAL-ŞƏRQ YAMACINDA TORPAQLARIN AĞIR METALLARLA ÇİRKLƏNMƏSİNİN NƏTİCƏLƏRİ VƏ HƏLLİ İSTİQAMƏTLƏRİ**

### **3.1 Ağır metallarla çirklənmənin yaratdığı problemlər**

Tədqiq etdiyimiz ərazidə ağır metalların yol verilən qatılıq həddindən çox olması bir sıra problemləri qaçınılmaz edir. Ağır metallar hidrosferə, litosferə, atmosferə yayılmaqla canlı orqanizmlərin sağlamlığında bir sıra ciddi problemlərə gətirib çıxarır.

Ağır metalların birbaşa təsiri bitkilərdə yaratdığı problemlərlə, dolay təsiri isə bu bitkilərlə qidalanan insan və heyvan orqanizmində yaranan problemlərlə əlaqədardır. Ağır metalların yalnız müəyyən bir qismi az miqdarda konsentrasiyada bitkilər üçün əhəmiyyətlidir. Bu elementlərin artıq miqdarı bitkilərdə bir sıra proseslərin pozulmasına gətirib çıxarır.

Bitkilər fizioloji inkişaflarını tamamlamaqda ehtiyac duyduqları maddələri torpaqdan asanlıqla mənimsəyirlər. Bu maddələr bitkilərdə mövcud olduğu formada torpaqda da vardır. Bitkinin qidalanmasında hər bir qida elementinin rolu olduqca müxtəlifdir. Torpaqda ağır metalların konsentrasiyası artdıqca, bitkilər bu elementləri passiv şəkildə mənimsəyərək qida zəncirinə daxil edir. Bunun nəticəsində ağır metallar bitkilərə və bitki ilə qidalanan insan və heyvanlara toksiki təsir göstərir. Bu onunla əlaqədardır ki, bitkilər yetişdikləri torpaqda özləri üçün lazım olan və ya olmayan elementləri az miqdar olsa belə öz orqanizmlərində depolaya bilirlər. Bu elementlərdən (N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Cl, və Mo) bütün bitkilər üçün mütləq lazımlı qida maddələridir. Digər 6 element (Co, Al, Na, Si, Ni və V) isə

yalnız bəzi bitkilərə və ya proseslərə lazımlı olduğu qəbul edilən faydalı elementlərdir. [17]

Bitkilərin inkişafı üçün mütləq lazımlı element olub-olmamasından asılı olmayaraq ağır metalların toxuma və orqanlardakı həddindən artıq konsentrasiyası bitkilərin vegetativ və generativ orqanlarının inkişafına mənfi istiqamətdə təsir edir. Ağır metallar toksiki təsirləri səbəbiylə bitkilərdə transpirasiya, su qəbulu, fotosintez, ferment fəaliyyəti, cücərmə, zülal sintezi, membran stabilizasiyası, hormonal tarazlıq kimi bir çox fizioloji proseslərin pozulmasına səbəb olur. Toksiklik, metaldan metala dəyişə bildiyi kimi, orqanizmdən orqanizmə də dəyişə bilir. Müsbət və ya mənfi (Toksik) təsir yalnız elementin tipi və konsentrasiyasından asılı olmayıb, müxtəlif növlərin genetik əsaslı fizioloji davranışları ilə də əlaqədardır. Bitkilərin ekoloji stress faktorlarına qarşı dözümlülükləri bitkinin növünə, stress faktoruna, stressə məruz qalma müddətinə və stressə məruz qalan toxuma və ya orqanının quruluşuna bağlı olaraq dəyişir. Bu səbəblə, bitkilərin stress şərtlərinə reaksiyalarının və inkişaf etdirdikləri uyğunlaşma mexanizmlərinin bilinməsi zəruridir. Bitkilərin ağır metallara qarşı toksiki dözümlülük sərhədlərinin bilinməsi üçün metalın növü və miqdarı, zəruriliyi, zərərin müddəti və növü, eyni zamanda zərərin meydana gəlmə müddəti nəzərə alınmalıdır. Bu xüsusiyyətlərin bilinməsi, bitkilərin inkişafı və məhsuldarlığı baxımından olduqca əhəmiyyətlidir.

Bəzi ağır metalların bitki orqanizmindəki təsir mexanizmlərini nəzərdən keçirək.

**Mis** Bitkilərdə fotosintez, transpirasiya, metabolizma kimi bir sıra fizioloji proseslərin tənzimləyicisidir. Misin çatışmazlığında olduğu kimi, artıqlığında da bitki zərər görür. Tam olaraq sübuta yetirilməsə də, mis çatışmazlığından qaynaqlanan hadisələrdə, əslində misin dolayı rolu vardır. Bəzi fizioloji hadisələrdə bilavasitə təsirinin olması, bitkilərin ehtiyac duyduğu mis miqdarının təyin olunmasını çətinləşdirir. Bitki növlərinin fərqli miqdarlarda ehtiyac göstərmələrinə baxmayaraq, mis, olduqca zəhərli bir metaldır. Mis zəhərlənməsinin bəzi təsirlərini toxuma zədələnməsi, kökün içində pozulma və bitki rəngində tündləşmə olaraq hesab edə bilərik. Digər təsirlər isə, membran keçiriciliyində yaranan pozulma nəticəsində kök

hüceyrələrində ion itkisi, DNT-nin ziyan görməsi nəticəsində fotosintez prosesinin pozulmasıdır.

Mis toksikiliyinin xiyar bitkisindeki fotosintez nisbəti üzərinə təsirlərinin araşdırıldığı bir təcrübədə 0 və 10 mq / q Cu tətbiq olunmuşdur. Xiyar yarpaqlarının mis stresinə qarşı meydana gətirdikləri reaksiyalar böyümə dövrünə görə dəyişmişdir. Nəticə etibarilə, fotosintezin yetkin yarpaqlarda 52 %, gənc yarpaqlarda isə 27 % nisbətində azaldığı müəyyən olub.

Misin xiyar bitkisinin karbohidrat və ion tərkibi üzərinə təsirlərini təyin etmək məqsədiylə edilən bir başqa təcrübədə 0 və 20 mq / q mis tətbiq olunmuşdur. Gənc yarpaqlarda nişastanın 155%, yetkin yarpaqlarda isə 116% nisbətində artdığı müəyyən olunmuşdur. Bitkilərdə kalium və maqneziumun miqdarının həm gənc, həm də yetkin yarpaqlarda 40% azaldığı və misin kalsiumu köklərdən yarpaqlara nəql olunmasını azaltdığı müəyyən edilmişdir.

Misin hüceyrə divarına bağlanması birbaşa ya da kalsiumu yerindən çıxarmaq sürətiylə iki şəkildə meydana gəlir. Bu vəziyyətdə hüceyrə divarının elastikliyi pozulur və turgor azalır, nəticədə köklərdən yarpaqlara kalsium daşınması azalır.

Artan mis konsentrasiyasının məhsul üzərində təsirlərinin araşdırıldığı təcrübədə çəltik bitkisi yetişdirilmişdir. Bu zaman torpaqda 100 mq/ kq mis müəyyən olunduqda məhsuldarlıq-10 %; 300-500 mq/ kq - 50% və 1000 mq / kq olduğunda 90% nisbətində azaldığı müəyyənləşdirilmişdir.

Torpaq və yarpaqda artan səviyyələrdə mis(Cu oksidlərid və metalik mis) konsentrasiyasının pomidor bitkisinin məhsuldarlığı və keyfiyyəti üzərinə təsirlərinin araşdırıldığı təcrübədə torpağa tətbiq olunan artan mis konsentrasiyasının ümumi məhsuldarlıq, meyvə sayı, quru kök ağırlığı və bitki boyunun azalmasına səbəb olduğu müəyyən edilmişdir.

Torpağa artan səviyyələrdə verilən mis konsentrasiyasının torpağın pH-nı və bitkilərin qida maddəsinin əmələgəlməsi üzərinə təsirlərini təyin etmək məqsədiylə aparılan təcrübədə artan mis konsentrasiyasının torpağın pH-nı azaltması, maqnezium və bitkiyə yararlı dəmirin azalması da səbəb olduğu müəyyən edilmişdir.

Misin bitki fiziologiyasındakı rolu ilə bağlı bir sıra tədqiqatlar aparılmışdır. Bunlar aşağıdakılardır:

1. Mis əsasən, molekul çəkisi aşağı olan orqanik maddələrlə və vitaminlərlə birləşmə əmələ gətirir.
2. Misə funksiyası tam olaraq müəyyən edilməmiş bir sıra birləşmələrdə və həyati əhəmiyyət daşıyan fermentlərin tərkibində rast gəlinmişdir.
3. Mis fotosintez, tənəffüs, maddələr mübadiləsi kimi fizioloji proseslərdə mühüm rol oynayır.
4. Mis xəstəliklərə qarşı dözümlülük yaradır.

Misin az miqdarda konsentrasiyası ilə yanaşı yüksək miqdarda konsentrasiyası da bitkilərdə ciddi təhlükə doğurur. Bir sıra fizioloji proseslərdə müəyyən rolu olduğunu nəzərə alaraq bitkilər üçün lazımı olan miqdarının dəqiqləşdirilməsində çətinliklər törədir.

Mis, müxtəlif sahələrdə istifadə olunan element olduğu üçün, onun meydana gətirdiyi çirklənmənin bir çox mənbələri mövcuddur. Bu elementin qarşılaşdırmada istifadə edilməsi məhsulları çirkləndirir və ətraf mühitə zərər verə bilər. Misin hətta aşağı konsentrasiyası da əkinçilik məhsullarına, su orqanizmlərinə və insan həyatına ciddi təhlükə yaradır.

Mis və sink və kimi ağır metalların zülalların və fermentlərin katalitik və struktur komponentləri olaraq, bitkinin normal böyümə və inkişafı üçün kofaktor olaraq lazımlı olduğu müəyyən edilmişdir. Lakin bu qida elementləri ilə kadmium, nikel və qurğuşun kimi ağır metalların çoxluğu bitkilərdə toksiki təsirə malikdir.

**Sink** Sinkin suda həll olan formaları bitkilər üçün münasibdir və sinkin qəbulu maddənin torpaqdakı konsentrasiyası artdıqca artır. Sinkin mənimsənilməsi bitkinin növü ilə olduğu qədər aid olduğu mühitlə də əlaqədardır. Xüsusilə mühitdə kalsiumun miqdarı sinkin qəbuluna təsir edir. Sinkə əsasən bitki köklərində rast gəlinir. Bitkilərdə maddələr mübadiləsi üçün lazımlı bir elementdir.

Tərkibindəki fermentlərə əsasən, karbohidrat, zülal, fosfat, RNT əmələ gəlməsində rol oynadığı deyilə bilər. Membranların keçiriciliyində rolu olduğu



müəyyənleşmişdir. Bakteriya və göbələklərin yol açdığı xəstəliklərə qarşı qoruyucu təsiri olduğu da məlumdur.

Sinkin toksiki təsiri zamanı bitkilərin kökü incəlir, yarpaqlar qıvrılır, hüceyrə böyüməsi zəifləyir, hüceyrə orqanoidləri parçalanır və xlorofil sintezi azalır. Yüksək konsentrasiyada sinkin xlorofil sintezinə təsir etməsinin səbəbi olaraq kifayət qədər dəmir olması halında belə bitkinin bundan yararlanmasına maneə törətməsi və xlorofil mərkəzində olan maqneziumun yerinə keçməsi göstərilir.

Bitkilərdə, sink çatışmazlığından daha çox dəmir-sink nisbətindən bəhs etmək məqsəduyğundur. Bu iki elementdən birinin konsentrasiyasının artması digərinin miqdarını azaldır. Bu yəqin ki, hər iki elementin, bitki tərkibinə alınması sırasındakı rəqabətdən qaynaqlanır. Dəmir-sink arasındakı əlaqənin oxşarı sink-mis arasında da müşahidə edilir. Bəzi bitki növlərinin sinkin yüksək konsentrasiyasına qarşı böyük bir dözümlülüyü var. Bu bitkilər eyni zamanda torpaqdakı sink dəyişmələrinə çox tez reaksiya verirlər. Sink zəhərlənmələri digər ağır metallarla müqayisədə az təsirlidir.

**Kadmiumun** təsərrüfat ərazisinə daxil olması və yayılması sənaye fəaliyyətləri, fosforlu gübrələr, tullantılar vasitəsilə baş verir. Torpaqda 3 mq/ kq, bitkilərin quru çəkisində isə 1 mq/ kq-dan çox kadmium toksiki təsirlidir. Torpağa və bitki orqanizminə kadmiumun böyük qismi tərkibində kadmium olan toz zərrəciklərinin havadan çökməsi yolu ilə daxil olur. Nəqliyyatın sıx olduğu sahələrdə yol kənarlarındakı torpaqlarda toz çökməsi ilə ildə hər m<sup>2</sup> sahəyə 0,2-1,0 mq kadmium daxil olur.

Kadmium insan, heyvan və bitkilər üçün toksiki təsirlili elementdir. Bitki orqanizmində azot və karbohidrat mübadiləsini dəyişdirərək bir çox fizioloji dəyişikliklərə səbəb olur. Digər tərəfdən fermentləri inaktivə etməklə, fotosintezə maneə törətməklə, transpirasiya ilə su itkisinin azalmasına və xlorofilin biosintezinin pozulmasına səbəb olur.

Aparılan təcrübələrdə 50 mq kadmium tətbiq olunan pomidor bitkisinin yarpaq və köklərində nitratın miqdarı 24% və 62% nisbətindən daha aşağı olduğu halda, ümumi amin turşusu miqdarının artdığı təyin olunmuşdur.

Bir digər təcrübədə isə buğda pöhrələrinin yetişdirildiyi mühitə kadmium əlavə edilməsinin bitkilərin kalium və nitrat mənimsəməsini azaltdığı və inkişafına maneə törətdiyi müəyyən olunmuşdur.

**Qurğuşun** sənayenin və kənd təsərrüfatının intensivliyi ilə əlaqədar ətraf mühitdə geniş yayılan elementdir. Məlum olan bir sıra səbəblərlə yanaşı torpağa pestisid istifadəsi zamanı da daxil olur. Qurğuşun bitkilər üçün mütləq lazımlı olmayıb, təbii halda torpaqda az miqdarda mövcuddur. Torpaqdakı qurğuşun konsentrasiyası yol verilən həddi keçmədiyi müddətcə insan və bitki sağlamlığı baxımından ciddi təhlükə yaratmır. Qurğuşun hüceyrə turqoruna və hüceyrə divarına mənfi təsir etməsi, yarpaq sahəsini azaltması səbəbiylə bitkilərin su rejiminə təsir etməsilə xarakterizə olunur. Eyni zamanda kök inkişafına təsir edərək bitkilərdə kation və anionun miqdarını azaldır və qidalı maddələrin mənimsənilməsinə mənfi təsir göstərir.

**Nikel** əkinçilik məqsədilə istifadə olunan torpaqda aşağı konsentrasiyada mövcuddur. Lakin, bəzi torpaqlarda nikelin konsentrasiyası 100-5000 mq/ kq arasında dəyişir. Nikel kömür (10-50 mq/ kq), neft(49-345 mq/ kq), polad, aşqar istehsalı, qalvanik və elektron sənayesində istifadə edilir. Kritik toksiki səviyyə torpaqda 100 mq/ kq, həssas bitkilərdə >10 mq / q və orta səviyyədə həssas bitkilərdə isə > 50 mq/ q təşkil edir.

Nikel bir sıra fermentlərin quruluş maddəsidir. Bu səbəblə nikelin konsentrasiyasız olan bitkilər kompleks şəkildə tətbiq olunan azotlu gübrələrdən yararlanmadıqları kimi bu bitkilərə toksiki təsir göstərilir.

Aparılan təcrübələr nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, tərkibində nikel olmayan soya paxlasına yüksək konsentrasiyada nikel tətbiq etdikdə ferment aktivliyi aşağı düşür və yarpaq uclarında nekrozlar əmələ gəlir. Lakin normal konsentrasiyada tətbiq edildikdə ferment aktivliyi 4,5 dəfə artır, nekroz əmələ gəlməsi minimuma enir.

Bitkidə nikelin konsentrasiyasının çox olması xlorofil sintezi və yağ mübadiləsinə mənfi təsir edir. Eyni zamanda, bitki köklərinin digər qida elementlərini

almasına maneə törədərək qida elementləri ilə bağlı nöqsanların meydana çıxmasına səbəb olur.

Paxla bitkisinə 0,1, 0,3 və 0,5 mq konsentrasiyada Ni tətbiq olunan təcrübədə bitkinin xlorofil, karotenoid və ümumi piqment miqdarının azaldığı təyin olunmuşdur. 0,1 mq nikel tətbiq olunan yarpaqlarında xlorofil miqdarı 27,8%, 0,5 mq Ni dozasında isə, 35,1% nisbətində azalmışdır.

**Xrom** paslanmayan polad istehsalı, müxtəlif lehim və pas əngəlləyicilərin istehsalı ilə əlaqədar metallurjiya sənayesində, boya, lak, şüşə və keramika materiallarında, dəri sənayesində istifadə edilir. Təbii olaraq torpaqda mövcuddur. Torpaqda 5-100 mq/kq nisbətində rast gəlinir. Bitkilərin isə quru çəkisindən 100 mq/ kq çox olması bitkilər üçün toksiki təsirlidir.

Bitki orqanizmində toksiki səviyyəyə çatan xromun bitkidə ilk təsiri toxumların cücərməsini zəiflətməkdir. Xrom kök hüceyrələrinin bölünmə və uzanmasına maneə törədərək kökün inkişafına mane olur. Bu vəziyyət torpaqdan alınan qida maddələrinin və suyun azalmasına yol açaraq bitkilərin böyümə və inkişafına mənfi təsir göstərir. Bu səbəbdən bitkinin məhsuldarlığında əhəmiyyətli dərəcədə azalma müşahidə edilir.

Tədqiq olunan ərazidə metallurjiya sənayesinin, kənd təsərrüfatının, nəqliyyatın inkişafı bir çox çirkləndiricilərlə birlikdə ağır metalların da ətraf mühitdəki miqdarlarını artırmaqdadır. Bu vəziyyət xüsusilə, aktiv hərəkət etmə qabiliyyəti olmayan bitkilərdə xüsusən məhsul itkisi olmaq üzrə bir çox mənfiyyət səbəb olmaqdadır. Həddindən artıq metal mənimsəyən bitkilərdə bir sıra dəyişikliklər müşahidə olunur. Bu dəyişikliklərin yaratdığı problemlərin bir qismi gözlə görülə bilən olsa da, digər bir qisminin müəyyən olunması üçün biokimyəvi analizlər aparılmalıdır.

Ağır metalların bitkilərdə səbəb olduğu dəyişikliklər ilkin olaraq kök sistemində müşahidə edilir. Yüksək miqdarda metal mənimsəmiş bitkilərdə köklər, normal bitki köklərinə görə olduqca qısa olur. Saçaq köklərin sayında azalma, yan köklərdə artma ya da azalma müşahidə edilir. Bunların xaricində epidermis və hipodermisdə bəzi struktur dəyişiklikləri də müəyyən olunmuşdur.

Metal qəbulu davam etdikcə gövdənin böyüməsi də zəifləyir. İstər kök, istərsə də gövdənin yaş və quru kütlələrində azalma meydana gəlir və bitkinin inkişafı yavaşlayır. Metalın növündən və təsir xüsusiyyətlərindən asılı olaraq yarpaq sahələrində kiçilmə, saralma və nekrotik ləkələrin meydana gəlməsi də müşahidə edilir.

Bitkiyə daxil olduqda ağır metallar onun orqan və toxumalarında olduqca qeyri bərabər yayılır. Məsələn, bitkinin kök sistemində sink yerüstü hissəsinə nisbətən çox yığılır, yerüstü orqanlarda sink əksər halda köhnə yarpaqlarda toplanır. Buğda bitkisinin kökləri yarpağına nisbətən yüksək miqdarda qurğuşun və kadmium toplanması ilə fərqlənir. [12]

Ağır metallar bitkilərin reproduktiv orqanlarında vegetativ orqanlarına nisbətən az toplanır. Ağır metalların udulması, nəqli, metabolizmi, orqanlarda və toxumalarda paylanması becərilən bitkilərin növ və sort xüsusiyyətləri ilə sıx bağlıdır, onlara ekoloji və antropogen faktorlar da təsir göstərir. Ağır metalların tərəvəz bitkilərində yayılma xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi vacibdir. Yerkökünün kökmeyvəsinin (dəmirdən başqa) uc hissəsində başcıq hissəsinə doğru ağır metalların miqdarı azalır. Kökmeyvənin başcıq hissəsində dəmirin miqdarı yüksək olur, qalan hissəsində isə bərabər paylanır, orta hissəsində sinkin və qurğuşunun, qabığında isə mis, manqan, kadmium və dəmirin miqdarı yüksək olur.

Xörək (qida) çuğundurunun kökmeyvəsinin aşağı hissəsinə nisbətən başqa bütün metalların miqdarı yüksək olur, orta hissəsində isə mis və dəmirin miqdarı az olur, silindrin orta hissəsində sink və qurğuşun, qabığında isə mis, manqan, kadmium və dəmirin miqdarı yüksək olur.

Kartof bitkisinin yumrusunun orta yumşaq hissəsində kadmium, sink və qurğuşunun miqdarı az olur, yumrunun kənar hissəsində dəmirin miqdarı yüksək olur. Mis kartof yumrusunun bütün hissələrində bərabər paylanmışdır. Kələm digər tərəvəz bitkilərindən və kartofdan sinkin yüksək, kalsiumun miqdarının az olması ilə fərqlənir. Bütün elementlərin miqdarı kənardan orta hissəyə doğru artır.

Sənayeləşmə və şəhərləşmənin təbiətdə meydana gətirdiyi ən əhəmiyyətli problemlərdən biri ətraf mühit çirkliliyi olaraq qəbul edilir. Son dövrlərdə faydalı qazıntıların, kimya sənayesinin istifadə etdikləri metal ehtiva edən kənd təsərrüfatı dərmanları, böyük sənaye komplekslərinin yaydığı qaz və tozların torpaq və bitkiləri çirkləndirdiyi müəyyən edilmişdir. Xüsusilə ağır metal çirkliliyi bu tip torpaqlar üzərində yaşayan bitkilər üçün böyük bir potensial təhlükədir. Buna görə də bu cür ağır metal çirkliliyi görülən torpaqlar üzərində təmizləmə metodları tətbiq olunaraq məhsuldarlığın artırılmasına yönəldilmiş işlər aparılmalıdır. [17]

Ağır metallar bioloji proseslərdə iştirak dərəcələrinə görə həyati və qeyri-həyati olaraq təsnif olunur. Həyati olaraq qeyd olunan ağır metalların orqanizmdə müəyyən bir konsentrasiyada olması tələb olunur və bu metallar bioloji reaksiyalarda iştirak etdiklərinə görə nizamlı olaraq qida vasitəsilə qəbulu məcburidir. Məsələn, mis heyvanlarda və insanlarda qırmızı qan hüceyrələrinin və bir çox oksidləşmə və reduksiya prosesinin ayrılmaz parçasıdır. Bununla müqayisədə qeyri-həyati ağır metallar çox aşağı konsentrasiyada belə, orqanizmə ciddi təhlükə törədərək sağlamlıq problemlərinə gətirib çıxarır.

Ağır metalın həyati olub olmadığı nəzərə alınan orqanizmə da bağlıdır. Məsələn, nikel bitkilər baxımından toksiki təsir göstərərkən, heyvanlarda iz elementi olaraq mövcudluğu zəruridir.

Bəzi sistemlərdə ağır metalların təsir mexanizmi konsentrasiyaya bağlı olaraq da dəyişir. Bu cür orqanizmlərdə metalların konsentrasiyası nəzərə alınmalıdır. Ağır metalların yol verilən həddən artıq konsentrasiyası toksiki təsir göstərir. Bu ümumi prosesin əksinə ağır metallar yalnız konsentrasiyadan asılı olaraq təsir göstərmirlər, təsir eyni zamanda canlının növünə və metal ionunun quruluşuna da bağlıdır (kimyəvi quruluşu, redoks və kompleks yaratması qabiliyyəti, bədəne alınış şəkli, ətraf mühitdə çoxluq ehtimalı, lokal pH dəyəri və s.). Bununla əlaqədar, içməli sulara və qida məhsullarında ağır metalların konsentrasiya həddi müəyyən olunmuşdur və bu normalara lazımı qurumlar tərəfindən nəzarətin təşkili zəruridir.

*Kimyəvi elementlər üçün qida məhsullarında YVQ, mq/kq məhsul*

**Cədvəl 8**

<b>Elementlər</b>	<b>Balıq</b>	<b>Ət</b>	<b>Süd</b>	<b>Çörək, buğda</b>	<b>Tərəvəz</b>	<b>Meyvə</b>	<b>Şirələr</b>
Al	30,0	10,0	1,0	20,0	30,0	20,0	10,0
Fe	30,0	50,0	3,0	50,0	50,0	50,0	15,0
J	2,0	1,0	0,3	0,1	1,0	1,0	1,0
Cd	0,1	0,05	0,01	0,022	0,03	0,03	0,002
Cu	10,0	5,0	0,5	5,0	10,0	10,0	5,0
As	0,1	0,5	0,05	0,2	0,2	0,2	0,2
Ni	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,3
Sn	200,0	200,0	100,0	-	200,0	100,0	100,0
Hg	0,5	0,03	0,005	0,01	0,02	0,01	0,005
Pb	1,0	0,5	0,05	0,2	0,5	0,4	0,4
Se	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bi	0,5	0,1	0,05	0,1	0,3	0,3	0,2
F	10,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Cr	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Zn	40,0	40,0	5,0	25,0	10,0	10,0	10,0

Ağır metallar qlobal çirklilik faktorunu olaraq insanın və bütün canlıların həyatında təhlükə və risk meydana gətirir. Məruz qalınan doza, genetik quruluş, insanın immunitet sistemi, sağlamlığı, yaş, qidalanma səviyyəsi kimi faktorlara bağlı olaraq insanlarda ən başda xərçəng olmaq üzrə müxtəlif xəstəliklərə səbəb olur. Ağır metalların insan orqanizminə daxil olması qida zəncirindən başqa, tənəffüs və dəri yolu ilə də baş verir. Ölkəmizdə, xüsusilə tədqiq etdiyimiz ərazinin torpaqlarında təhlükə meydana gətirən ağır metalların səbəb olduğu torpaq çirkliliyini minimuma endirmək üçün təcili tədbirlər görülməlidir. Bunun üçün mədən və digər sənaye istehsalı, digər torpaq çirkləndirici fəaliyyətlər və istehsal üsulları torpağın ekoloji strukturuna ən az zərər verəcək, hətta heç zərər verməyəcək şərtlərdə edilməlidir.

Ağır metalların insan orqanizmində təsir göstərdikləri sistemləri təsnifləşdirsək aşağıdakı nəticələrə çıxara bilərik.

- Kimyəvi reaksiyalara təsir edənlər ;

- Fizioloji və nəqliyici sistemlərə təsir edənlər ;
- Kanserojen və mutagen olaraq təsir edənlər ;
- Alergik olaraq təsir edənlər ;
- Spesifik təsir edənlər ;

*Bəzi metalların insanda xəstəlik törədə bilən miqdarları (mq/kg)*

### **Cədvəl 9**

<b>Metallar</b>	<b>Dağ süxurlarında</b>	<b>Kömürdə</b>	<b>Dəniz suyunda</b>	<b>Bitkilərdə(quru çəkiyə)</b>	<b>Heyvanlarda (quru çəkiyə)</b>
Cd	0,2	0,25	0,0001	0,1-6,4	0,1-3
Cr	100	60	0,00005	0,3-4	0,02-1,3
Co	25	15	0,00027	0,2-5	0,3-4
Pb	12,5	5	0,00003	1,8-50	0,3-35
Hg	0,08	-	0,00003	0,02-0,03	0,05-1
Ni	75	35	0,0045	1,5-36	0,4-26
Ag	0,07	0,1	0,0003	0,97-0,25	0,006-5
Tl	0,45	0,05-10	0,00001	1,0-80	0,2-160
Au	0,004	0,125	0,00001	0-0,012	0,007-0,08
V	135	40	0,002	0,13-5	0,14-2,3

### **3.2 Ağır metalların yaratdığı çirklənməyə qarşı mübarizə tədbirləri**

Tədqiq olunan ərazidə dağ-mədən sənayesinin, qara və əlvan metallurgiyanın inkişafı, təsərrüfat fəaliyyəti ilə əlaqədar ağır metallarla çirklənmiş torpaqların təmizlənməsi olduqca aktual məsələdir.

Sənayeləşmə və şəhərləşmənin təbiətdə meydana gətirdiyi ən əhəmiyyətli problemlərdən biri ətraf mühit çirkliliyi olaraq qəbul edilir. Son dövrlərdə faydalı qazıntıların, kimya sənayesinin istifadə etdikləri metal ehtiva edən kənd təsərrüfatı dərmanları, böyük sənaye komplekslərinin yaydığı qaz və tozların torpaq və bitkiləri çirkləndirdiyi müəyyən edilmişdir. Xüsusilə ağır metal çirkliliyi

bu tip torpaqlar üzərində yaşayan bitkilər üçün böyük bir potensial təhlükədir. Buna görə də bu cür ağır metal çirkliliyi görülən torpaqlar üzərində təmizləmə metodları tətbiq olunaraq məhsuldarlığın artırılmasına yönəldilmiş işlər aparılmalıdır.

Ağır metalların torpaqda yüksək konsentrasiyası təkcə torpağın məhsuldarlığı və ekosistem funksiyalarına deyil, eyni zamanda insan və heyvan sağlamlığına ciddi təsir edir. Torpaqların ağır metallarla çirklənməsi metallurgianın , dağ-mədən sənayesinin inkişafı, tullantı suların axıdılması ilə olduqca ciddi problemə çevrilmişdir. Ağır metallarla çirklənmiş torpaqların təmizlənməsi ekologiya mühəndisliyinin problemləli istiqamətlərindən biridir. Çirklənmiş torpağın kompleks fiziki, kimyəvi, bioloji xüsusiyyətləri, çirkləndiricilərin torpaq mühitində yayılması və hərəkəti ilə bağlı məhdud informasiyanın olması kimi faktorlar təmizləmə fəaliyyətinin maaliyyətləşməsində bir sıra çətinliklər yaratmış, eyni zamanda köhnə təmizləmə texnologiyalarının tətbiqinə səbəb olmuşdur. Bununla əlaqədar torpaqların ağır metallardan təmizlənməsində iqtisadi cəhətdən səmərəli və yüksək effektiv texnologiyaların tətbiqinə ehtiyac yaranır. [17]

İzolyasiya, immobilizasiya, toksikiliyin azaldılması, fiziki ayırma, ekstraksiya torpağın təmizlənməsində əsas üsullar kimi qiymətləndirilir. Ağır metallarla çirklənmiş torpaqların təmizlənməsində ərazinin xarakteristikası, metalın növü, konsentrasiyası, çirklənmiş torpağın sonrakı istifadəsi kimi mühüm faktorlar diqqətdə saxlanılmalıdır.

Ağır metallarla çirklənmiş torpaqları qismən yaxşılaşdırmaq üçün aşağıdakı tədbirlər görülür:

1. Mexaniki- Torpağın üst, ən çirklənmiş qatı kənar edilərək, 10sm qalınlığında təmiz münbit qat tökülür.
2. Kimyəvi- Çirkləndirici maddələr mütəhərrik formadan qeyri-mütəhərrik formaya çevrilir. Torpağı əhənglədikdə turşuluğu aradan qaldırmaqla toksiki



metallar qeyri-mütəhərrik formaya çevrilir.

3. Aqrokimyəvi- Üzvi gübrələr: yaşıl gübrə, peyin tətbiq etdikdə kadmium, kobalt, nikelin mütəhərrikliyi azalır.

Ağır metalların yaratdığı çirklənmə ilə əlaqədar aparılan tədqiqatlar əsasən ağır metalların mənbəyi, yayılma xüsusiyyətləri, insan sağlamlığı və ətraf mühitə təsiri, çirklənmiş ərazinin tədqiqi və analizi, riskin qiymətləndirilməsi ətrafında cəmlənmişdir. Torpağın daha mürəkkəb və kompleks bir sistem olması çirklənmə zamanı onun tərkib hissələri arasında uzun bir vaxt intervalında formalaşan tarazlığın elə bir şəkildə pozulmasına səbəb olur ki, hətta çirklənmənin səbəbləri aradan qaldırıldıqdan sonra uzun müddət ərzində həmin tarazlığı bərpa etmək çətin olur.

Bu tədqiqatlarda həm ərazi üzrə tətbiq olunan, həm də təkmilləşdirmə işləri davam edən texnologiyalardan istifadə olunur.

Ağır metallarla çirklənmiş torpaqlar üçün 4 nəzarət metodu mövcuddur:

1. Çirkləndiricini olduğu kimi qoymaq, ərazinin istifadəsini yasaqlamaq;
2. Çirkləndiricini ərazi daxilində immobilizə etmək və ərazini nəzarətdə saxlayaraq digər ərazilərə keçməsinin qarşısını almaq;
3. Çirklənmiş torpağı ərazidən kənarlaşdırmaq;
4. Torpağı ərazi daxilində və ya xaricində təmizləmək;

Torpağın ağır metallardan təmizlənməsi ərazinin yenidən istifadəyə yararlılığının bərpası baxımından iqtisadi alternativdir. Torpağın təmizlənməsi üçün fiziki, kimyəvi, termiki, bioloji prosesləri özündə cəmləşdirən bir sıra metodlar mövcuddur. [20]

Düzgün metod seçimi ərazinin xarakteristikasından, çirkləndirici metalın növündən, konsentrasiyasından və ərazinin sonrakı istifadəyə yararlılığı kimi bir sıra faktorlara bağlıdır. Torpağın təmizlənməsi əsasən ərazinin qazılması, izolə edilən və ya təmizlənən torpağın təkrar yerinə doldurulmasıyla həyata keçirilir. Lakin son

illərdə torpağı qazmadan birbaşa ərazidə tətbiq olunan texnologiyalar daha da sürətlənmişdir.

Dünya təcrübəsində ağır metallarla çirklənmiş ərazilərin təmizlənməsində tətbiq olunan bahalı və ənənəvi mühəndislik texnologiyaları yerinə son illərdə iqtisadi cəhətdən daha səmərəli yaşıl texnologiya (fitoremediasiya) tətbiq edilir. Bu metodun tətbiqində adətən hiperakkumulyator bitkilər istifadə olunur. Bu bitkilər yarpaq, budaq və gövdələrində torpaqdakı metalın konsentrasiyasından 50-500 dəfə daha çox metal toplamaq xüsusiyyətinə malikdir. Çiçəkli bitkilərin 0,2%-ni təşkil edən hiperakkumulyator bitkilərin sayı 450-ə qədərdir. [23]

Fitoremediasiya metodunda ağır metalları absorbsiya edən, toxumalarında yüksək konsentrasiyada depolayan və müəyyən müddət sonra təsirsiz hala gətirən hiperakkumulyator bitkilər istifadə olunur.

Son illər bir çox ölkələrdə tətbiq olunan fitoremediasiya metodu ağır metalların təmizlənməsində passiv texnologiya kimi qiymətləndirilir. Müxtəlif təmizləmə metodları ilə müqayisə edildiyində iqtisadi cəhətdən səmərəli olması, asan tətbiq edilməsi və estetikliyi baxımından seçilir.

Fitoremediasiya orta və aşağı dərəcədə ağır metallarla çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda genetik cəhətdən seçilmiş bitkilərin istifadəsini nəzərdə tutur. Bu metod digər metodlarla birgə tamamlayıcı alternativ metod kimi tətbiq olunur.

Ağır metallarla çirklənmiş ərazilərdə tətbiq olunan fitoremediasiya metodu ilə üzvi çirkləndiricilərlə çirklənmiş ərazilərin rekultivasiya metodları arasında bir sıra fərqlər mövcuddur. Bitkilər tərəfindən torpaqdan absorbsiya edilən ağır metallar ya torpaqda stabil hala keçirlər ya da torpaqdan kənarlaşdırılırlar. *Thlapsi, Urtica, Taraxacumofficinale, Chenopodium, Polygonumsachalase* və *Allyssimcinsindən* olan bir sıra bitki növləri kadmium, mis, qurğuşun, nikel və sink kimi ağır metalları orqanizmlərində depolamaq xüsusiyyətinə malikdirlər. Bununla əlaqədar, qeyd olunan cinsləri yetiştirilməsi çirklənmiş torpaqların təmizlənməsində alternativ metod kimi tətbiq olunur. [18]

Məlum olduğu kimi, ağır metallar torpağa təbii və texnogen proseslərin nəticəsində daxil olur. Bu baxımdan fitoremediasiya metodu çirkləndiricinin təbiətinə görə qruplaşdırılır.

**Fitoekstraksiya** Torpağı çirkləndirən ağır metalların bitkinin kökləri vasitəsilə alınması üsuludur. Bitkilər torpaqdakı zərərli maddələri mənimsəməkdə müxtəlif xüsusiyyətlərə malikdirlər. Bununla əlaqədar çirkləndiricilərin yüksək konsentrasiyasına dözümlülük göstərən bitkilərdən istifadə olunmalıdır. Bu üsul yüksək konsentrasiyada ağır metallarla çirklənmiş torpaqlarda mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Yüksək miqdarda çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda hiperakkumulyator bitkilər eyni zamanda absorbsiya səviyyəsinin yüksək olması ilə əlaqədar istifadə olunur. Çirklənməni müəyyən səviyyəyə endirmək üçün bu üsul tez-tez təkrarlanmalıdır. Bəzi hallarda fitominq adlandırılan üsulun köməyi ilə bəzi metalların yenidən işlənərək istifadəyə yararlılığı təmin olunur. [19]

Sink, mis və nikel kimi ağır metal tərkibli birləşmələr fitoekstraksiya metodu vasitəsilə təmizlənir. Bitkilər bu metalların yüksək konsentrasiyasını kökləri vasitəsilə torpaqdan alaraq, vegetativ orqanlarında depolayırlar. Bu səbəbdən, fitoekstraksiya üsulunun tətbiqinə yararlı hiperakkumulyator bitkilər istifadə olunur. Daha sonra bu bitkilər yığılaraq yandırılır və ya başqa metodlar vasitəsilə zərərsizləşdirilir.

Fitoekstraksiya metodunun effektivliyi bitkinin biokütlə hazırlama sürətinə və ağır metalları gövdə hissəsində absorbsiya edə bilməsinə əsaslanır. Bu metoda uyğun hiperakkumulyator bitkilərin seçilməsi, genetik tədqiqatlar əsasında bitkilərin təkmilləşməsi fitoremediasiya texnologiyasının əsas istiqamətlərindəndir.

**Rizofiltrasiya** Bu üsulun tətbiqində bitkilərdə filtr funksiyası yerinə yetirən güclü kök sisteminin olması zəruridir. Bu üsuldan daha çox ağır metallarla çirklənmiş suların təmizlənməsində istifadə olunur. Çirkləndirici ya bitkinin kök səthində absorbsiya olunur ya da köklər vasitəsilə udularaq bitkinin digər orqanlarına nəql olunur. Rizofiltrasiya metodu üçün istifadə ediləcək

hiperakkumlyator bitkilər əvvəlcədən başqa bir çirkləndirici mühitə adaptasiya olunur.

**Fitostabilizasiya** Bu metod adətən eroziya baş verən ərazilərdə eroziyanın yayılmasını və yeraltı sulara çirkləndiricilərin keçməsinin qarşısını almaq məqsədilə tətbiq olunur. Bu metodda bitkilər kökləri vasitəsilə çirkləndiriciləri fiziki və kimyəvi yolla immobilizə edir. Fitostabilizasiya texnologiyasının tətbiqi ağır metallarla çirklənmiş torpaqlarda böyüyə bilən və torpağın fiziki, kimyəvi, bioloji xüsusiyyətlərini daha az dəyişən bitkilərin istifadəsinə əsaslanır. Bu metod üçün istifadə olunacaq bitkilər güclü kök sisteminə malik olmalı, ağır metalların yüksək konsentrasiyası şəraitində yüksək miqdarda biokütlə hazırlaya bilməlidir.

Fitoremediasiya metodunun müxtəlif növlərinin tətbiqi üçün bir sıra bitki növləri mövcuddur ki, bu bitkilərin hər biri müxtəlif kimyəvi elementlərin udulmasına qarşı daha həssasdırlar.

Fitoremediasiya texnologiyası vasitəsilə hiperakkumlyator bitkilər tərəfindən mənimsənilən çirkləndiricilər təbiətinə görə bir neçə yerə bölünür: metallar (Ag, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn), metalloidlər (As, Se), radionukleidlər ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ) və digər üzvi çirkləndiricilər. Bitkilər tərəfindən təbii çirkləndiricilərin və ya ağır metalların mənimsənmə bilməsi üçün ilkin olaraq, ekoloji şəraitin bitkilər üçün optimal səviyyədə olması lazımdır. Bununla yanaşı digər edafik və biotik faktorlar da uyğun olmalıdır. Torpaqdan ağır metalları mənimsəmə gücü yüksək olan bitkilərin lokal olaraq yayılmaqları və özlərinə xas yaşayış şəraitinin olduğu müəyyənləşmişdir. Lakin çox geniş ərazilərdə yayılan və fitoremediasiya metodunda istifadə edilən bitkilər də mövcuddur. [22]

Bitkinin kökləri vasitəsilə mənimsənilən ağır metalların bir qismi bitki orqanizmində fermentlərin köməyi ilə kimyəvi tərkibini dəyişir, digər bir qismi isə torpaqdan aldığı çirkləndiriciləri transpiyasiya yolu ilə kənaslaşdırır.

Mənimsənilən ağır metalların digər bir qismi isə heç bir kimyəvi dəyişikliyə uğramadan bitkinin yerüstü orqanlarında toplanır və yığım vaxtı torpaqdan kənarlaşdırılır.

Fitoremediasiya metodunun tətbiqində bir sıra müsbət və mənfi cəhətlər vardır.

Müsbət cəhətləri aşağıdakılardır:

- Digər təmizləmə metodları ilə müqayisədə iqtisadi cəhətdən səmərəlidir.
- Tullantıların kənarlaşdırılması üçün əlavə sahələrə ehtiyac yoxdur.
- Digər metodlarla müqayisədə insanlar tərəfindən qəbul edilən estetik görüntüyə malikdir.
- Yerində təmizləmə xüsusiyyətinin olmasına görə çirklənmiş torpağın başqa bir yerə köçürülməsinə ehtiyac qalmır.
- Bir növ çirkləndiriciylə yanaşı, bir neçə növ çirkləndiriciyə qarşı eyni zamanda mübarizə aparılır.

Mənfi cəhətləri aşağıdakılardır:

- Metodun effektivliyi bitkilərin ərazinin edafik və biotik şəraitinə uyğunlaşması ilə yanaşı, çirkləndiriciyə qarşı müqavimətinə də bağlıdır.
- Yarpaqda toplanan çirkləndiricilər xəzan vaxtı yenidən torpağa qarışa bilər.
- Yanacaq odun olaraq istifadə edilən bitkilərin toxumalarında çirkləndirici toplanması ehtimalı var
- Digər təmizləmə metodları ilə müqayisədə təmizləmə prosesi uzunmüddətliyə.
- Çirkləndiricinin həll olaraq suyla qarışması nəticəsində torpağa qarışması ehtimalı arta bilər.

Fitoremediasiya metodu çirkləndiricilər içərisində ağır metallar və təbii

çirkləndiricilərlə çirklənmiş torpaq və su ehtiyatlarının təmizlənməsi üçün nəzərdə tutulur. Hiperakkumlyator bitkilər çirklənmiş torpaqların bioloji təmizləyicisi kimi nəzərdə tutulduğundan son illər istifadə dairəsi daha da genişlənmişdir. Bu metodun üzləşdiyi neqativ hallar əsasən, hiperakkumlyator bitkilərin əksəriyyətinin aşağı biokütlə hazırlaya bilməsi, həm də ətraf mühitin mənfi təsirlərinə qarşı davamsız olması ilə əlaqədardır. Bununla əlaqədar, metodun tətbiqi zamanı metal ionlarının hərəkət mexanizmini ətraflı tədqiq etmək lazımdır.

Ağır metalların bitkilər tərəfindən absorbsiya edilməsi, nəql olunması və depolanması ilə əlaqədar aparılan tədqiqatlar transgenetik bitkilərin inkişafına təkan verir. Fitoremediasiya metodu üçün istifadə olunacaq bitkilərin gen və ya proteinlərinin quruluşunun araşdırılmasında əldə olunacaq nəticələr ağır metallar və təbii çirkləndiricilərlə çirklənmiş ərazilərin təmizlənməsi üçün alternativ bitkilərdən istifadəni sürətləndirəcəkdir.

Torpaq çirkləndiriciləri içində xüsusi yer tutan ağır metalların təmizlənməsində fiziki və kimyəvi təmizləmə metodlarının maliyyə cəhətdən bahalı proses olması, daha uzunmüddətli olması və prosesin sonunda çirkləndiricilərin qalması ehtimalından dolayı daha çox risklidir. Bu səbəbdən, ağır metalların və bir sıra təbii çirkləndiricilərin təmizlənməsində tətbiq edilən “yaşıl metod” fitoremediasiya həm iqtisadi cəhətdən səmərəli olması, həm də ekoloji təbii olması baxımından digər metodlarla müqayisədə üstünlüyə malikdir.

“Yaşıl metod”da istifadə olunacaq bitkilər növlərinin müəyyənləşdirilməsi, fitoremediasiya üsulunun istifadə imkanlarını daha da genişləndirir. Lakin, bu metoda çirkləndiricini ilkin mərhələdə zərərsizləşdirən üsul kimi yanaşmaq olmaz. Prosesin sonrakı mərhələsində ağır metallar toplanmış kök, gövdə, yarpaq torpaqdan kənarlaşdırılaraq yandırılır və ya müəyyən bir ərazidə depolanır. [23]

**İzolyasiya və immobilizasiya texnologiyası** Bu metod torpaqdakı çirkləndiricilərin hərəkətlərinin, tullantının torpaq içərisindəki keçiriciliyinin

azalması üçün tətbiq olunur. Polad, sement, bentonit və divarlarından hazırlanan fiziki maneələrlə çirklənmiş bölgənin üzərini örtmək və çirkləndiricinin torpaq profilində üfüqi və şaquli istiqamətdəki hərəkətini məhdudlaşdırmaq üçün geniş şəkildə istifadə edilir. Bu maneələrin əsasında çirkləndiricinin daşınması proseslərinə maneə törətmək üzrə aşağı hidravlik keçiriciliyinin təmin edilməsi əsasdır.

Solidifikasiya / stabilizasiya (S / S) texnologiyaları isə fiziki bariyerlər kimi çirklənmiş ərazinin deyil çirkləndiricinin tutulmasını təmin edir. S / S texnologiyasında kimyəvi maddə əlavəsinə əsaslanan tətbiqlər və termiki əsaslı texnologiyalar olmaq üzrə iki cür yanaşma mövcuddur.

Kimyəvi maddə əlavəsinə söykənən S / S texnologiyaları çirkləndiricilərin torpaqda hərəkətini və keçiriciliyini azaldan kimyəvi reaksiyaları özündə cəmləşdirir. S / S texnologiyası, qazılan torpağın üzvi və ya qeyri-üzvi bağlayıcı maddələrlə müəyyən nisbətlərdə qarışdırılması və ya çirklənmiş ərazidə açılan quyulara suda həll olmuş halda yüksək təzyiqlə nasosla vurulması şəklində həyata keçirilir. Torpağın yerində təmizlənməsi həm iqtisadi cəhətdən əlverişli olması ilə həm torpağın məcburi vəsaitlərlə qarışdırılması zamanı qarşılaşılan problemlər torpağın qazılaraq təmizlənməsi üsulunu daha məşhur hala gətirmişdir. [24]

Termiki enerjiyə əsaslanan S / S texnologiyası olan vitrifikasiya, çirklənmiş torpaqların isidilib əridilməsi üçün elektrik enerjisinin istifadə edildiyi bir üsuldur. Böyük elektrodların torpağa yerləşdirilməsiylə yandırılıb əridilən torpaq, soyuduğunda sərt, homogen, kimyəvi olaraq inert və şüşə bənzəri bir materiala çevrilir. Bu üsulla üzvi çirkləndiricilər tamamilə yox edilir. Yüksək istiliyə əsaslanan proses boyunca qaz halına keçən çirkləndirici isə filtdə tutularaq toplanır. İstifadəsi çox da geniş olmayan vitrifikasiya metodu ilə bağlı təcrübələr onu göstərir ki, bu üsulun tətbiqi 10%-dən artıq üzvi maddə olmayan torpaqlarda əlverişli deyil. Eyni zamanda torpaqdakı metal konsentrasiyası 25%-i (ağırlıq) keçdiyi halda,

qeyri-üzvi çirkləndirici miqdarı 20%-i keçdiyi ərazilərdə də bu üsul təklif edilmir.

Aparılan laboratoriya təcrübəsində xromla süni olaraq çirklənmiş torpağı təmizləmək üçün mikrodalğalı enerji istifadə edilmiş və 60 dəqiqəlik bir mikro dalğa tətbiqiylə çirkli torpaqların 90% -dən çoxunun şüşəyəbənzər materiala çevrildiyi müəyyən edilmişdir. Tədqiqatlar nəticəsində böyük miqyaslı bir ərazidə tətbiqindən müvəffəqiyyət əldə edilərsə bu texnologiyanın təhlükəli tullantılar və çirklənmiş torpaqlar üçün əhəmiyyətli bir təmizlənmə üsulu olacağı qənaətinə gəlinmişdir.

Torpağın təmizlənməsi və immobilizasiyası metodları içərisində fiziki bariyerlərin istifadəsi (ərazidə qalması prinsipinə əsasən) iqtisadi cəhətdən əlverişlidir. Lakin bu üsulun tətbiqi zamanı çirkləndirici tam olaraq təmizlənmir. Çirkləndiricilərin immobilizasiyasını təmin edən stabilizasiya və vitrifikasiya prosesi maliyyə cəhətdən yüksək olmasına baxmayaraq əraziyə birbaşa tətbiq olunduqda nisbətən ucuz başa gəlir. Stabilizasiya üsulunun maliyyə dəyəri çirkləndiricinin dərinliyi və torpağın homogenliyi ilə bağlıdır. Bu üsul çirklənmənin çox dərin olmadığı ərazilər üçün istifadə olunan texnologiyadır. Vitrifikasiya isə, yüksək maliyyə dəyərli olmasına baxmayaraq digər metodların çox da təsir etmədiyi qarışıq tərkibli tullantılarda daha yaxşı nəticələr verir. [25]

**Mexaniki ayırma metodu** Çirklənmiş torpaqların təmizlənməsində digər bir yanaşma, böyük və təmiz hissəciklərdən daha kiçik və çirkli olanlarından ayrıldığı böyüklük seçici proseslərin istifadəsidir. Prosesin uyğunluğunun müəyyən olunmasındakı ən əhəmiyyətli parametrlər hissəcik böyüklüyü və hər bir fraksiyadakı çirklilik səviyyəsi ilə xarakterizə olunur. Ayırma sentrifüqa gücünə söykənən hidrosiklonlar, gravimetrik çöktürməyə əsaslanan axıcı yataq ayırıcılar, çirkli hissəciklərin fərqli səth xüsusiyyətlərinə əsaslanan flotasiya ayırıcılar və metalların maqnetik xüsusiyyətlərinə əsaslanan maqnetik ayırıcılar ilə həyata keçirilir.

Fiziki ayırma texnikalarının müəyyən metal çirkliliyinin uzaqlaşdırılmasında təsirli bir şəkildə istifadə edilə bildiyi və təmizlənəcək torpağın həcmi azaltması



səbəbiylə digər üsullarla birləşdirilərək gələcəkdə tətbiq olunması düşünülür.

**Pirometallurgiya texnologiyası** Pirometallurgik proseslərdə çirklənmiş torpaqdakı metalları buxarlandımaq üçün yüksək temperatur sobaları istifadə edilir. Çirkləndiricilərin buxarlanması üçün 200-700°C istilik tətbiq olunur və buxarlanmanın ardından metallar geri qazanılır və ya immobilizə edilir. Bu metod xüsusilə, yüksək temperaturda metallik formasına asanlıqla çevrilən civə üçün uyğundur. Qurğuşun, arsen, kadmium və xrom kimi digər metallar üçün əriməni sürətləndirəcək maddələr ilə ilkin təmizləmə aparılmalıdır.

Çirkləndiricinin buxarlandırılmasına və geri qazanılmasına əsaslanan bu üsul xüsusilə çirkliliyin sıx olduğu (5-20%) və metal əldə olunmasının qazanılı olduğu yerlərdə istifadə olunur. Bəzi hallarda, pirometallurgiya metodundan əvvəl torpaq yuma və ya fiziki proseslərlə torpaqdakı çirkləndirici konsentrə edilir. Civə aşağı konsentrasiyada belə asanlıqla geri qazanıla bilər.

**Elektrokinetik metod** Metallarla çirklənmiş torpaqların elektrokinetik yolla təmizlənməsi, zərərli maddələri yüklü ionlar olaraq mobilizə etmək üçün torpağa yerləşdirilən elektrodlarla həyata keçirilir. İonlar və kiçik yüklü hissəciklər elektrodlar arasında suyla birlikdə daşınarlar. Anionlar müsbət yüklü elektroda, kationlar isə mənfi yüklü elektroda doğru hərəkət edirlər. Tətbiq olunan axının torpaqdakı yüklü növləri, hissəciklər və ionları hərəkət etdirməsi elektromiqrasiya, elektroforez və elektroliz vasitəsilə həyata keçirilir.

Elektrokinetik metod incə dənəcikli və yüksək dərəcədə keçiriciliyi olan torpaqlardakı çirkləndiricilərin ekstraksiyasında olduqca təsirlidir. Çirkləndiricinin hərəkətinin istiqaməti və dərəcəsi; çirkləndiricinin tipi və konsentrasiyası, torpağın tipi və quruluşu kimi bir çox faktor tərəfindən müəyyənləşdirilir. Texnologiyanın səmərəsini artırmaq üçün su və ya bəzi uyğun duz məhlulları sistemə əlavə oluna bilər. [21]

Metodun ən böyük üstünlüyü, həm torpağın yerində təmizlənməsində, həm də torpağın qazılmasından sonra həyata keçirilməsində aşağı xərcli bir

proses olmasıdır. Lakin, torpaq kütləsi içində keçirici bir məsamə mayesinin olması zərurəti metoda ərazi xüsusiyyətlərinə bağlı məhdudiyətlər gətirir.

**Su-duru məhlulla təmizləmə** Çirklənmiş ərazinin təmizlənməsində tətbiq olunan bir digər üsul torpaqdan fiziki yolla ayrılması və uzaqlaşdırılmasıdır. Fiziki ayırma çirkləndiriciləri torpaqdan ayıran duru məhlulla həyata keçirilir. Bu üsul vasitəsilə torpaqdakı çirkləndiricilər su ilə və ya duru məhlulla ekstraksiya olunur. İstifadə olunan su və ya digər həlledici çirkləndiricini həll edərək miqrasiyalarını artırır və ekstraksiya olmalarını asanlaşdırır. Məhlulun torpağın səthiylə yanaşı, ağır metallarla çirklənmiş torpağın daxili səthinə də tətbiq edilə bilər. Prosesin sonunda istifadə olunmuş su çirkli ərazinin altındakı yeraltı sülardan nasos vasitəsilə alınır. Xrom kimi suda asan həll ola bilən çirkləndiricinin kənarlaşdırılmasında tək cə suyun tətbiqi kifayət edirdisə, bir sıra çirkləndiricilərin həll olunmasını asanlaşdırmaq məqsədilə qatqı maddələrindən istifadə olunur. Bu maddələrin tətbiqi nəticəsində torpağın pH-ı tənzimlənir və toksik kationlarla toksik olmayan kationların yerdəyişməsi baş verir.

Bu metodun effektivliyi yüksək konsentrasiyalı çirkləndirici ilə həlledici arasındakı təmasa bağlıdır. Prosesin effektivliyinə təsir göstərən digər amillər təmizlənmə potensialının olması və torpağın keçiriciliyidir. Metodun uğurlu şəkildə tətbiq oluna bilməsi üçün torpaq kimyası, hidrogeologiya və nisbi keçiriciliyi bilmək lazımdır. Duru məhlulla təmizləmə üsulu əsasən, qumlu torpaqlarda daha yaxşı nəticə verir. Metod üçün uyğun məhlul seçimində kapilyar prosesləri, suyun tərkibi və hidrolitik keçiricilik arasındakı əlaqəni bilmək lazımdır.

**Torpaq yuyulması metodu** Qazılmış torpağa tətbiq olunan və torpaqdakı bir çox çirkləndiricilərin üzvi, ağır metalların, radioaktiv çirkləndiricilərin kənarlaşdırılmasında fiziki-kimyəvi və ekstraksiya metodlarını özündə birləşdirən olduqca təsirli texnologiyadır. Suyu əsaslanan bu metod torpaqdakı çirkləndiriciləri ayırmaq üçün mexaniki proseslər və ya çirkləndiricilərin həllolma xüsusiyyətinə əsaslanır. Prosesin sonunda çirkləndiricilər sərbəst hala gətirilərək

torpağın 5-40%-ə qədəri həcmində konsentrə olunurlar və konsentrə olunmuş hissə digər təmizləmə metodları ilə təmizlənir.

Başqa bir sözlə ifadə etsək, proses çirkləndiriciləri yox edən bir proses deyil, onları konsantrə edərək, həcmi əhəmiyyətli dərəcədə azaldan və dolayısı yolla digər metodların maliyyə dəyərini aşağı salan metoddur.

Torpağın yuyulması prosesi torpağın qazılması və nümunə torpağın hazırlanması ilə başlayır. Torpağın hazırlanma mərhələsi qaya, böyük hissəciklərin, daş qırıntılarının torpaqdan ayrılması üçün tətbiq olunan mexaniki süzmədən ibarətdir. Çirkləndirici hissəcikləri ayırmaq üçün duru ayırıcılar, mexaniki tutucular və süzgəclərdən istifadə olunur. Prosesdə ayrılan fraksiyaların tutulması üçün sistemlər mövcuddur. Qazma və hazırlıq mərhələsindən sonra nümunə torpaq çirkləndiricilərinin ayrılması üçün suyla və su əsaslı həllediciylə qarışdırılır. Daha sonra torpaq istifadə olunan həlledicidən ayrılır və nisbətən yüksək həcmli qaba qum və gil fraksiyası olaraq geri qazandırılır. Son mərhələdə geriyə qalan gil fraksiyası çökdürmə üsulu ilə təmizlənir.

Bəzi hallarda çirkləndiricini daha qısa zamanda təmizləmək üçün məhlula turşu və spirt kimi kimyəvi maddələr əlavə olunur. Bunların içərisində turş sularla yuyulmaya daha çox təsadüf edilir. Turş sular ağır metallarla qüvvətli kompleks birləşmə əmələ gətirməsinə və yeraltı sularda bioloji parçalanmaya daha az məruz qalmasıyla səciyyələnir.

Torpağın təmizlənməsi və immobilizasiyası metodları içərisində fiziki bariyerlərin istifadəsi (ərazidə qalması prinsipinə əsasən) iqtisadi cəhətdən əlverişlidir. Lakin bu üsulun tətbiqi zamanı çirkləndirici tam olaraq təmizlənmir. Çirkləndiricilərin immobilizasiyasını təmin edən stabilizasiya və vitrifikasiya prosesi maliyyə cəhətdən yüksək olmasına baxmayaraq əraziyə birbaşa tətbiq olunduqda nisbətən ucuz başa gəlir. Stabilizasiya üsulunun maliyyə dəyəri çirkləndiricinin dərinliyi və torpağın homogenliyi ilə bağlıdır. Bu üsul çirklənmənin çox dərin olmadığı ərazilər üçün istifadə olunan texnologiyadır. Vitrifikasiya isə,

yüksək maliyyə dəyərli olmasına baxmayaraq digər metodların çox da təsir etmədiyi qarışıq tərkibli tullantılarda daha yaxşı nəticələr verir.

Təkmilləşdirmə mərhələsində olan elektrokinetik metod və ərazidə tətbiq olunan torpaq yuma metodu gələcək üçün olduqca perspektivli metodlardır. Elektrokinetik ayırma metodu xüsusilə orta dərinlikli gilli torpaqlar üçün səciyyəvidir. Torpağın ərazidə yuyulması metodu isə xüsusilə, homogen, keçirici və qumlu torpaqlar üçün xarakterikdir. Lakin, çirkləndiricinin istənməyən əraziyə doğru hərəkətinin qarşısını almaq üçün ərazinin hidrologiyasını düzgün tədqiq etmək lazımdır. Ərazidə və ərazidən kənar tətbiq olunan torpaq yuma metodunda toksiki olmayan qatqı maddələrinin təkmilləşdirilməsi üçün aparılan tədqiqatlarda bu metodun gələcəkdə istifadəsinin artacağı düşünülür. Bio- Səthi aktiv maddələrlə aparılan torpaq yuma işləri bu baxımdan olduqca perspektivlidir. Fitoremediasiya və bioloji üsulların tətbiqi uzun vaxt tələb etməsinə baxmayaraq, çirklənmənin aşağı səviyyədə olduğu ərazilər üçün məqsədəuyğun hesab edilir. [21]

Tədqiqat apardığımız ərazidə dağ-mədən sənayesinin, qara və əlvan metallurgiyanın inkişafının sürətli olmasını nəzərə alaraq torpaqların ağır metallardan təmizlənməsi və təmizlənmə işləri üçün düzgün üsul və texnologiyanın tətbiqi olduqca mühüm məsələdir. Şübhəsiz ki, ağır metallarla intensiv çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda çirklənmənin qarşısını almaq üçün ən yaxşı üsul əvvəlcədən düşünülmüş addımlar ataraq tullantılara nəzarət etmək və tullantıların təkrar istehsalını düzgün həyata keçirməkdir. Məhz bu yolla, torpağa ağır metalların daxil olmasına nəzarəti təmin etmək və gələcəkdə ağır metallarla bağlı torpaqda yarana biləcək neqativ proseslərinin qarşısını əvvəlcədən almaq olar.

Lakin təəssüf ki, tədqiq etdiyimiz ərazidə ağır metallarla çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda kifayət qədər tədbirlər görülmür və bu məsələ ilə bağlı lazımi addımlar qabaqcadan atılmır. Ərazinin ağır metalların yaratdığı çirklənmənin ilkin tədqiqində, çirkləndiricilik potensialına sahibi obyektlər sistemləşdirilməli

və təmizlənməyə ehtiyac olan sahələr müəyyənləşdirilməlidir. Daha sonra ərazinin relyefi, çirkləndiricinin xüsusiyyətləri, hidrogeoloji xassələri və iqtisadi səmərəlilik kimi bir sıra faktorlar nəzərə alınaraq lazımi laborator tədqiqatlar aparılmalı və nəticələrə uyğun metod bu parametrlər əsasında müəyyənləşdirilməlidir.

Tədqiqat apardığımız ərazidə dağ-mədən sənayesinin, qara və əlvan metallurjiyanın inkişafının sürətli olmasını nəzərə alaraq torpaqların ağır metallardan təmizlənməsi və təmizlənmə işləri üçün düzgün üsul və texnologiyanın tətbiqi olduqca mühüm məsələdir. Şübhəsiz ki, ağır metallarla intensiv çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda çirklənmənin qarşısını almaq üçün ən yaxşı üsul əvvəlcədən düşünülmüş addımlar ataraq tullantılara nəzarət etmək və tullantıların təkrar istehsalını düzgün həyata keçirməkdir. Məhz bu yolla, torpağa ağır metalların daxil olmasına nəzarəti təmin etmək və gələcəkdə ağır metallarla bağlı torpaqda yarana biləcək neqativ proseslərinin qarşısını əvvəlcədən almaq olar.

## **NƏTİCƏ VƏ TƏKLİFLƏR**

Aparılmış elmi-tədqiqat işinin nəticəsi olaraq aşağıdakı yekun təklif və nəticələr irəli sürülmüşdür:

-Kiçik Qafqazın şimal-şərqində torpaq ehtiyatları ətraflı təhlil edilmiş, bioekoloji xüsusiyyətləri, bitki örtüyünün yayılma arealları müəyyənləşdirilmişdir.

- Ərazinin torpaqlarında ağır metalların təhlükəlilik dərəcəsi qiymətləndirilmiş, xarakterik xüsusiyyətləri öyrənilmişdir

- Torpaqları ağır metallarla çirkləndirən başlıca mənbə və proseslər müəyyənləşdirilmiş, torpaqların ağır metallarla çirklənməsində metallurjiya

sənayesinin, nəqliyyatın, kənd təsərrüfatının rolu təhlil edilmiş, müvafiq nəticələr əldə olunmuşdur.

- Dağ-mədən sənayesinin mərkəzi olan Daşkəsən ətrafı torpaqlarda dəmir filizinin çıxarılması ilə əlaqədar ağır metalların yol verilən konsentrasiyadan dəfələrlə artıq olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Şaxta üsulu ilə dəmir filizi hasilatının aparılmasının torpaqların ekoloji vəziyyətinin sabit saxlanılmasındakı əlverişliliyi irəli sürülmüşdür

- Ərazinin torpaqlarında ağır metalların yaratdığı çirklənmənin ekoloji qiymətləndirilməsi aparılmış və Daşkəsən filizsaflaşdırma kombinatı sahəsində 600 hektardan çox sahənin texnogen relyef formaları ilə örtüldüyü müəyyənləşmişdir.

- Dağ-mədən tullantıları və ona yaxın ərazilərdən götürülmüş torpaq nümunələrinin analizi göstərir ki, torpağın tərkibində mikroelementlərin və ağır metalların miqdarı təbii landşaftlara nisbətən xeyli yüksəkdir. Tullantı süxurlarının səth suları ilə yuyulması, habelə filtrasiya nəticəsində aktiv kimyəvi elementlər miqrasiya edərək torpağa çökür və onu çirkləndirir. Təbii torpaqlara nisbətən tullantılarla təmasda olan torpaqlarda həmin elementlərin miqdarı 4-9 dəfə artıqdır. Dəmir mədən tullantılarında və onların təmas etdiyi torpaqlarda sink, mis, kobalt, manqan, bor və civənin miqdarı yol verilən konsentraiyaadan 4-9dəfə artıqdır. Qurğuşunun miqdarı isə 40 dəfədən çoxdur.

-Tullantılar üzərində nəzarətin qeyri-düzgünlüyü nəticəsində dağ-mədən filizsaflaşdırma kombinatının tullantıları bilavasitə buradan keçən Qoşqarçay dərəsinə axıdılır. Bu tullantılar Qoşqarçay dərəsininin landşaftında ekoloji gərginliyi artırmış və landşaft reaksiya potensialını itirmişdir. Daşkəsən yatağının istismarı dövründə Qoşqarçayın dərəsində 30 mln. tondan artıq tullantılar yığılmışdır ki, bu tullantıların tərkibində külli miqdarda qiymətli kobalt vardır.

- Daşkəsən dəmir filizi mədənlərinin istismarı ilə əlaqədar olaraq 1,2 min hektar sahədə meşə və çəmən torpaqları yararsız hala düşmüşdür ki, bunun da 0,5 min hektarı süxur tullantıları altındadır.

- Daşkəsən və Zəylikdə açıq üsulla hasilatın davam etdirilməsi gələcəkdə burada ekoloji gərgin ocaqların artmasına, texnogen sürüşmələrin fəallaşmasına, məhsuldar torpaqların sıradan çıxmasına səbəb olacaqdır. Ərazinin mühüm rekreasiya rayonu olduğunu nəzərə alaraq dəmir filizi və alunit hasilatının şaxta üsulu ilə aparılması və yararsız vəziyyətə salınmış torpaqların rekultivasiyası vacibdir.

- Kompleks filiz yataqlarından çıxarılan bəzi metalların emal edilməsi çox böyük çətinliklər yaratdığından, zənginləşdirmə texnologiyasının aşağı olması səbəbindən tullantıya göndərilən son materialda itkilərin miqdarı yüksək olurdu və sonda ümumi yataq üzrə itkilər yüksək həddə çatırdı. Daşkəsən filiz yatağından çıxarılan yüksək tərkibə malik dəmir filizinin emal olunduqdan sonra atılan tullantının tərkibi belə, zəngin olaraq qalırdı. Belə ki, tullantı hesab edilən bu məhsulda böyük miqdarda filiz atılırdı ki, inkişaf etmiş ölkələrdə yataqlardan çıxarılan filizin miqdarı bəzən bu tullantıların tərkibindən aşağı olurdu. Ona görə istər iqtisadi səmərəlilik baxımından istərsə də ətraf mühitə dəyə biləcək ziyanın aradan qaldırılması baxımından sənaye tullantıları üzərində nəzarətin düzgün təşkilinə nəzarət etmək lazımdır.

-Daşkəsən dağ-mədən kombinatının tullantılarından tikintidə,xüsusən yol çəkilişində döşəmə materialı kimi istifadə edilməsinin həm istehsalatın səmərəsinin yüksəldilməsi,həm də ətraf mühitin qorunması baxımından əhəmiyyəti böyükdür.Dəmir filizinin saflaşdırılması prosesində eyni vaxtda onun tərkibində olan digər metalların və qiymətli komponentlərin alınmasının təşkili xammaldan kompleksin istifadə edilməsi probleminin aktuallığını gücləndirir.

- Ərazidə dağ-mədən sənayesi tullantılarının idarə edilməsində və vəziyyətə nəzarət olunmasında 2 mühüm amil mövcuddur:dünya praktikasında uğurla tətbiq olunan texnologiyaların ölkəmizə gətirilməsi vətullantıların təkrar emalına və minimum xammal itkisinə nəzarət olunması.

- Torpaqda ağır metalların konsentrasiyası artdıqca bitkilər bu elementləri passiv şəkildə mənimsəyərək qida zəncirinə daxil edir. Bunun nəticəsində ağır

metallar bitkilərə və bitki ilə qidalan insan və heyvanlara toksiki təsir göstərir. Bu onunla əlaqədardır ki, bitkilər yetişdikləri torpaqda özləri üçün lazım olan və ya olmayan elementləri az miqdar olsa belə öz orqanizmlərində depolaya bilirlər.

- Aparılan araşdırmalar nəticəsində Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Cd-un bitki metabolizmində yaratdığı dəyişikliklər, ağır metalların yüksək konsentrasiyasının bitkilərə təsir mexanizmləri ətraflı təhlil edilmişdir.

- Ağır metalların yüksək konsentrasiyasının ayrı-ayrı kənd təsərrüfatı bitkiləri üzərində yaratdığı dəyişikliklər müqayisəli təhlil edilmişdir.

- Torpaqların ağır metallardan təmizlənməsində dünya praktikasında geniş tətbiq olunan metod və texnologiyalar, onların iqtisadi səmərəliliyi, müsbət və mənfi cəhətləri ətraflı müəyyənləşdirilmişdir.

- İqtisadi və ekoloji cəhətdən əlverişli olan fitoremediasiya “yaşıl metod”-un tətbiqi təklif edilmişdir. Xüsusilə aşağı və orta dərəcədə çirklənməyə məruz qalan torpaqlarda, ağır metalları özündə absorbsiya edən hipperakkumlyator bitkilərdən istifadə irəli sürülmüşdür.

- Torpaqların ağır metallardan təmizlənməsində tətbiq olunan müasir təmizləmə metod və texnologiyaları ənənəvi metodlar ilə müqayisə olunmuş, üstünlükəri və çatışmazlıqları ətraflı təhlil edilmişdir.

## **ƏDƏBİYYAT SİYAHISI**

1. Məmmədov Q.Ş., Torpaqşünaslıq və torpaq coğrafiyasının əsasları, Bakı “Elm” 2007, 383 s.
2. Məmmədov Q.Ş., Azərbaycanın torpaq ehtiyatlarından səmərəli istifadənin sosial-iqtisadi və ekoloji əsasları, Bakı “Elm” 2007, 856 s.
3. Müseyibov M.A., Azərbaycanın fiziki coğrafiyası, Bakı “Maarif” 1998, 397 s.
4. Məmmədov Q., Mahmudov X., Ekologiya, Ətraf Mühit və İnsan, Bakı “Elm” 2006, 608 s.



5. Ş. Xəlilov Azərbaycanın ekocoğrafi problemləri, Bakı 2006
6. Mövsümov E., Quliyeva L., Ətraf mühitin kimyası, Bakı "MBM" 2010, 184 s.
7. Hüseynov A., Hüseynov N., Torpaq kimyası, Bakı 2012, 100 s.
8. Babayev A., Torpaq keyfiyyətinin monitorinqi və ekoloji nəzarət, Bakı 2011, 254 s.
9. Səfərov E.İ., Kiçik Qafqazın faydalı qazıntı yataqları, Bakı 2012, 120s.
10. Qiyasi H.Ə., Dağ qara torpaqlarında qida maddələrinin ehtiyatı və eroziyanın onlara təsiri, Bakı 2010, 192 s.
11. Ю.В. Алексеев, Тяжелые металлы в почвах и растениях, 1987, 140с.
12. П.М. Смирнов , Э.А. Муравин , Агрохимия 1998, 139с.
13. А.И. Перельман , Геохимия, 1989
14. В.Ф. Барабанов, Геохимия, 1985
15. А. Кабата- Пендиас, Х. Пендиас, Микроэлементы в почвах и растениях, 1989, 425с
16. Ф.Я. Сапрыкин, Геохимия почв и охрана природы, 1984, 227с.
17. Калесников С.И., Казеев К.Ш. , Вальков В.Ф., Экологические функции почв, и влияние на них загрязнения тяжелыми металлами, 2002
18. Chen, H.M., Zheng, C.R., Tu, C. and Shen, Z.G. (2000) Chemical methods and phytoremediation of soil contaminated with heavy metals, Chemosphere, 234
19. Lasat, M.M. (2000) Phytoextraction of metals from contaminated soil: A review of plant/ soil/ metal interaction and assessment of pertinent Agronomic Issues. Journal of Hazardous Substance Research
20. Mulligan, C. N., Yong, R. N. and Gibbs, B. F. (2001) Remediation technologies for metalcontaminated soils and groundwater: an evaluation, Engineering Geology
21. Acar, Y.B. and Gale, R.J. (1995) Electrokinetic remediation: basics and technology status, Journal of Hazardous Materials.

22. Blaylock M.J., Huang J.W., *Phytoextraction of Metals, Phytoremediation of Toxic Metals*: New York, Wiley 2000.
23. Brooks R.R., (Ed.), *Plants that hyperaccumulate heavy metals: their role in phytoremediation, microbiology, archaeology, mineral exploration and phytomining*, CAB International, New York 1998, 380 s.
24. Mirsalia, (2004), *Soil pollution: origin, monitoring and remediation*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
25. Clemens S., (2006), *Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants*, *Biochimie*, 88
26. Abumaizar, R.J. and Smith, E.H. (1999) Heavy metal contaminants removal by soil washing, *Journal of Hazardous Materials*, 86.
27. Lasat M.M., (2000), *Phytoextraction of metals from contaminated soil: A review of plant/soil/metal interaction and assessment of pertinent agronomic issues*, *Journal of Hazardous substance Research*
28. [www.eco.gov.az](http://www.eco.gov.az)
29. [www.cografiya.info](http://www.cografiya.info)
30. [www.ecology.com](http://www.ecology.com)

## XÜLASƏ

Magistr dissertasiyası 80 səhifədə çap edilmiş, giriş, 3 fəsil, nəticə və təkliflərdən, həmçinin ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

Tədqiqat işinin yerinə yetirilməsində müqayisəli-coğrafi, riyazi-statistik, fiziki-kimyəvi metodlardan istifadə olunmuşdur.

Tədqiqatın "Giriş" hissəsində mövzunun aktuallığı, tədqiqatın məqsədi, tədqiqatın elmi yeniliyi, tətbiq sahələri ətraflı təhlil edilmişdir.

Fəsilər daxilindəki mövzular məntiqi ardıcılıqla yerinə yetirilmişdir. Mövzuların yerinə yetirilməsində zəngin xarici ədəbiyyatlardan və tədqiqat materiallarından istifadə edilmişdir.

Tədqiqat işinin sonunda nəticə və təkliflər qeyd edilmişdir.

## **РЕЗЮМЕ**

Магистерская диссертация состоит из 80 стр., введение, 3 глав, выводов, рекомендаций, также списка литературы.

При выполнении исследовательской работы были использованы сравнительно-географический, математико-географический, математико-статистический, физико-химический методы.

В Введении сделано всесторонний анализ по актуальность. Темы, областей использование результатов исследование, навизна работы.

В диссертации использованы богатый материал зарубежной литературы и исследовательских работ.

В конце диссертации дано выводы и предложении.

## **REFERAT**

Torpaqların ağır metallarla çirklənməsi torpağın içərisinə daxil olan toksiki kimyəvi elementlərin torpağın ekoloji strukturunu pozmasıdır. Bu çirklənmə növü xarakterinə görə kimyəvi çirklənmə qrupuna aid edilir. Torpağın ağır metallarla çirklənməsi zamanı torpağın kimyəvi, fiziki-kimyəvi, bioloji xüsusiyyətlərinin sıradan çıxması nəticəsində ekoloji tarazlıq pozulur.

Torpaqların mädəniləşdirilməsi və əkinçiliyin intensivləşdirilməsi məqsədilə elmi cəhətdən zəif əsaslandırılmış tədbirlər, otların və meşələrin səmərəsiz yollarla istifadəsi, intensiv sənayeləşmə və urbanizasiya torpaqların ağır metallarla çirklənməsinə səbəb olmuşdur.

Tədqiq etdiyimiz ərazidə metallurgiya sənayesinin inkişafı, yanacaq istehsalı və emalı, nəqliyyat, əkinçilik, heyvandarlığın intensivliyi ilə əlaqədar torpaqlar ağır metallarla çirklənməyə məruz qalmış və xüsusilə metallurgiya sənayesinin inkişaf etdiyi Gədəbəy, Daşkəsən rayonlarının ərazisində bu çirklənmə intensiv hal almışdır.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacı torpaqlarında ekoloji mühitin və sabitliyin pozulmasının başlıca səbəblərindən biri dağ-mədən sənayesinin intensiv inkişafı olmuşdur. Dağ-mədən sənayesinin təsiri ilə dağ-çəmən və quru-çöl landşaftı ciddi struktur pozuntularına, bəzən isə kökündən dəyişmiş arzuolunmaz texnogen landşaftlara çevrilmişdir. Texnogen amillərin təsiri ilə dağ-çəmən-çöl landşaftı antropen parçalanmış və təbii estetikliyini itirmişdir.

Daşkəsəndə dağ-mədən və filizsaflaşdırma kombinatı fəaliyyət göstərir. Burada filiz hasilatının açıq üsulla həyata keçirilməsi ətraf dağ-çəmən landşaftında ciddi struktur pozuntuları əmələ gəlmişdir.

Daşkəsənin dəmir filizi və mərmər, Zəyliyin alunit, Göygölün bentonit gili, Xoşbulağın əhəngdaşı, Yuxarı Hacıkəndin gips daşı, Daşsalahlının bentonit gili və s. təbii ehtiyatların istismarı ilə inkişaf edən dağ-mədən sənayesi yataqları dağ-çəmən landşaftlarının texnogen pozulmasında əsas rol oynayır. Əmirvar-Qazax kəndlərinin estetik gözəlliyi və rekreasiya potensialı ilə seçilən dağ çəmənləri landşaftları Alunitdağın mədən tullantıları ilə yararsız vəziyyətə düşmüşdür. Zəylik, Alunitdağ mədənlərinin istismarı nəticəsində hündürlüyü 20-30 m olan tullantılar müxtəlif texnogen relyef formaları əmələ gətirmişdir. Dağ-çəmən landşaftı daxilində əmələ gələn texnogen dəyişmələr və pozuntular təbii fon landşaftını kəskin dəyişdirmiş, onun rekreasiya potensialını tam zəiflətməmişdir.

Daşkəsən filizsaflaşdırma kombinatı sahəsində 600 hektardan çox sahə texnogen relyef formaları ilə örtülmüşdür. Daşkəsən dəmir filizi mədənlərinin

istismarı ilə əlaqədar olaraq 1,2 min hektar sahədə meşə və çəmən torpaqları yararsız hala düşmüşdür ki, bunun da 0,5 min hektarı süxur tullantıları altındadır. Dağ-mədən tullantıları və ona yaxın ərazilərdən götürülmüş torpaq nümunələrinin analizi göstərir ki, torpağın tərkibində mikroelementlərin və ağır metalların miqdarı təbii landşaftlara nisbətən xeyli yüksəkdir. Tullantı süxurlarının səth suları ilə yuyulması, habelə filtrasiya nəticəsində aktiv kimyəvi elementlər miqrasiya edərək torpağa çökür və onu çirkləndirir. Təbii torpaqlara nisbətən tullantılarla təmasda olan torpaqlarda həmin elementlərin miqdarı 4-9 dəfə artıqdır. Dəmir mədən tullantılarında və onların təmas etdiyi torpaqlarda sink, mis, kobalt, manqan, bor və civənin miqdarı yol verilən konsentrayıdan 4-9 dəfə artıqdır. Qurğuşunun miqdarı isə 40 dəfədən çoxdur.

Kompleks filiz yataqlarından çıxarılan bəzi metalların emal edilməsi çox böyük çətinliklər yaratdığından, zənginləşdirmə texnologiyasının aşağı olması səbəbindən tullantıya göndərilən son materialda itkilərin miqdarı yüksək olurdu və sonda ümumi yataq üzrə itkilər yüksək həddə çatırdı. Daşkəsən filiz yatağından çıxarılan yüksək tərkibə malik dəmir filizinin emal olunduqdan sonra atılan tullantısının tərkibi belə, zəngin olaraq qalırdı. Belə ki, tullantı hesab edilən bu məhsulda böyük miqdarda filiz atılırdı ki, inkişaf etmiş ölkələrdə yataqlardan çıxarılan filizin miqdarı bəzən bu tullantıların tərkibindən aşağı olurdu. Ona görə istər iqtisadi səmərəlilik baxımından istərsə də ətraf mühitə dəyə biləcək ziyanın aradan qaldırılması baxımından sənaye tullantıları üzərində nəzarətin düzgün təşkilinə riayət etmək lazımdır

Dağ-mədən filizsaflaşdırma kombinatının tullantıları bilavasitə buradan keçən Qoşqarçay dərəsinə axıdılır. Nəticədə, bu tullantılar Qoşqarçay dərəsinin landşaftında ekoloji gərginliyi artırmış və landşaft reaksiya potensialını itirmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, uzun illər ərzində Daşkəsən yatağının istismarı dövründə Qoşqarçayın dərəsində 30 mln. tondan artıq tullantılar yığılmışdır ki, bu tullantıların tərkibində külli miqdarda qiymətli kobalt vardır.

Daşkəsən və Zəylikdə açıq üsulla hasilatın davam etdirilməsi gələcəkdə burada ekoloji gərgin ocaqların artmasına, texnogen sürüşmələrin fəallaşmasına,

məhsuldar torpaqların sıradan çıxmasına səbəb olacaqdır. Ərazinin mühüm rekreasiya rayonu olduğunu nəzərə alaraq dəmir filizi və alunit hasilatının şaxta üsulu ilə aparılması və yararsız vəziyyətə salınmış torpaqların rekultivasiyası vacibdir.

Ağır metalların birbaşa təsiri bitkilərdə yaratdığı problemlərlə, dolayı təsiri isə bu bitkilərlə qidalanan insan və heyvan orqanizmində yaranan problemlərlə əlaqədardır. Ağır metalların yalnız müəyyən bir qismi az miqdarda konsentrasiyada bitkilər üçün əhəmiyyətlidir. Bu elementlərin artıq miqdarı bitkilərdə bir sıra proseslərin pozulmasına gətirib çıxarır.

Bitkilər fizioloji inkişaflarını tamamlamaqda ehtiyac duyduqları maddələri torpaqdan asanlıqla mənimsəyirlər. Bu maddələr bitkilərdə mövcud olduğu formada torpaqda da vardır. Bitkinin qidalanmasında hər bir qida elementinin rolu olduqca müxtəlifdir. Torpaqda ağır metalların konsentrasiyası artdıqca, bitkilər bu elementləri passiv şəkildə mənimsəyərək qida zəncirinə daxil edir. Bunun nəticəsində ağır metallar bitkilərə və bitki ilə qidalan insan və heyvanlara toksiki təsir göstərir. Bu onunla əlaqədardır ki, bitkilər yetişdikləri torpaqda özləri üçün lazım olan və ya olmayan elementləri az miqdar olsa belə öz orqanizmlərində depolaya bilirlər.

Ağır metalların tərkibində insan həyatı üçün vacib olan metallarla (sink, dəmir, molibden, mis, selen, manqan və s.) yanaşı, orqanizm üçün toksiki təsirli maddələr (kadmium, civə, qurğuşun, nikel, xrom, arsen və s.) var. Bu metallar yüksək konsentrasiyada bitkilərə və canlı orqanizmlərə ciddi təsir göstərərək, bir sıra problemlərin yaranmasına gətirib çıxarır. Qeyd etmək lazımdır ki, dəmir, mis, sink, molibden manqan və s. elementlə yalnız mikrodozalarda orqanizm üçün zəruridir, izafi dozalarda olduqca təhlükəli xarakter daşıyır. Qurğuşun, civə, kadmium, arsen istənilən konsentrasiyada canlı orqanizmlər üçün zərərli təsire malikdir. Belə ki, bu elementlər hətta birləşmələr halında orqanizmə daxil olduqda güclü zəhərlənmələr baş verir. Onlar qanda olan aminturşularla, fermentlərlə və vitaminlərlə kompleks birləşmə əmələ gətirərək, orqanizmin həyat fəaliyyətinə ciddi təsir göstərir.



Canlı orqanizmlərdə ağır metallar az miqdarda bioloji aktiv maddələrin tərkibinə daxil olub onun həyat fəaliyyəti proseslərini normal gedişini nizama salır. Texnogen çirklənmə nəticəsində bu müvazinət pozularaq canlı orqanizmlər üçün mənfi, bəzən fəlakətli nəticələrə səbəb olur. İnsan orqanizminə daxil olan ağır metallar əksər halda qaraciyərdə, böyrəklərdə toplanır.

Bitkiyə daxil olduqda ağır metallar onun orqan və toxumalarında olduqca qeyri bərabər yayılır. Məsələn, bitkinin kök sistemində sink yerüstü hissəsinə nisbətən çox yığılır, yerüstü orqanlarda sink əksər halda köhnə yarpaqlarda toplanır. Buğda bitkisinin kökləri yarpağına nisbətən yüksək miqdarda qurğuşun və kadmium toplanması ilə fərqlənir.

Ağır metallarla çirklənmə zamanı torpaqda toplanan yüksək konsentrasiya bitkilər vasitəsilə qida zəncirinə keçir və nəticədə heyvan və insan orqanizmində müxtəlif patoloji halların yaranmasına səbəb olur. Bu baxımdan ağır metalların yaratdığı çirklənməni qiymətləndirməli olsaq heç bir iqtisadi göstərici ilə bu ziyanı ifadə etmək olmaz və son nəticədə vəziyyətin belə davam etməsi torpağın üzvi aləminin məhv olmasına gətirib çıxara bilər.

Ağır metallarla çirklənmiş torpaqların təmizlənməsi ekologiya mühəndisliyinin problemləli istiqamətlərindən biridir. Çirklənmiş torpağın kompleks fiziki, kimyəvi, bioloji xüsusiyyətləri, çirkləndiricilərin torpaq mühitində yayılması və hərəkəti ilə bağlı məhdud informasiyanın olması kimi faktorlar təmizləmə fəaliyyətinin maaliyyətləşməsində bir sıra çətinliklər yaratmış, eyni zamanda köhnə təmizləmə texnologiyalarının tətbiqinə səbəb olmuşdur. Bununla əlaqədar torpaqların ağır metallardan təmizlənməsində iqtisadi cəhətdən səmərəli və yüksək effektiv texnologiyaların tətbiqinə ehtiyac yaranır.

İzolyasiya, immobilizasiya, toksikiliyin azaldılması, fiziki ayırma, ekstraksiya torpağın təmizlənməsində əsas üsullar kimi qiymətləndirilir. Ağır metallarla çirklənmiş torpaqların təmizlənməsində ərazinin xarakteristikası, metalın növü, konsentrasiyası, çirklənmiş torpağın sonrakı istifadəsi kimi mühüm

faktorlar diqqətdə saxlanılmalıdır.

Torpağın ağır metallardan təmizlənməsi ərazinin yenidən istifadəyə yararlılığının bərpası baxımından iqtisadi alternativdir. Torpağın təmizlənməsi üçün fiziki, kimyəvi, termiki, bioloji prosesləri özündə cəmləşdirən bir sıra metodlar mövcuddur.

Düzgün metod seçimi ərazinin xarakteristikasından, çirkləndirici metalın növündən, konsentrasiyasından və ərazinin sonrakı istifadəyə yararlılığı kimi bir sıra faktorlara bağlıdır. Torpağın təmizlənməsi əsasən ərazinin qazılması, izolə edilən və ya təmizlənən torpağın təkrar yerinə doldurulmasıyla həyata keçirilir. Lakin son illərdə torpağı qazmadan birbaşa ərazidə tətbiq olunan texnologiyalar daha da sürətlənmişdir.

