

**ՀՀ ԳԱԱ ԲՈՒՍԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ**

**ՄԱՂԱՔՅԱՆ ՆԱԻՐՈՒՇԻ ՌԱՖԻԿՎ**

**ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԻ ՕԴԱՅԻՆ ԱՎԱԶԱՆԻ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ  
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Գ.00.05- «Բուսաբանություն, սնկաբանություն, էկոլոգիա» մասնագիտությամբ  
կենսաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման  
ատենախոսության

**ՄԵՂՍԱԳԻՐ**

**ԵՐԵՎԱՆ - 2017**

---

**ИНСТИТУТ БОТАНИКИ НАН РА**

**МАГАКЯН НАИРУИ РАФИКОВНА**

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА  
ГОРОДА ЕРЕВАНА**

**АВТОРЕФЕРАТ**

Диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук  
по специальности 03.00.05 - «Ботаника, микология, экология »

**ЕРЕВАН - 2017**

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգանոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնում

**Գիտական ղեկավար՝**

աշխարհագրական գիտությունների թեկնածու՝

**Լ.Վ. Մահակյան**

**Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝**

կենսաբանական գիտությունների դոկտոր՝

**Գ.Հ. Օզանեզով ա**

աշխարհագրական գիտությունների դոկտոր՝

**Հ. Յ. Մայայան**

**Առաջատար կազմակերպություն՝ Խ. Աբովյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական համալսարան**

Պաշտպանությունը կայանալու է 2017թ. ապրիլի «14», ժամը 14<sup>00</sup>-ին, ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտում գործող ՀՀ ԲՈՀ-ի «Բուսաբանության» 035 մասնագիտական խորհրդի նիստում:

Հասցեն՝ 0040, Երևան, Աճառյան 1, ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտ

Էլ.-փոստ՝ [botanyinst@sci.am](mailto:botanyinst@sci.am)

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտի գրադարանում և [www.botany.sci.am](http://www.botany.sci.am) կայքում:

Սեղմագիրն առաքված է 2017թ. մարտի «14»-ին:

**035 մասնագիտական խորհրդի գիտքարտուղար,  
կենսաբանական գիտությունների թեկնածու՝**



**Ա.Գ. Ղուկասյան**

---

**Тема диссертации утверждена в Центре эколого-ноосферных исследований НАН РА**

**Научный руководитель:**

кандидат географических наук

**Л.В. Саакян**

**Официальные оппоненты:**

доктор биологических наук

**Г.Г. Оганезова**

доктор географических наук

**О.Я. Саядян**

**Ведущая организация: Армянский государственный педагогический университет им. Х. Абовяна**

Защита диссертации состоится «14» апреля 2017 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании Специализированного совета 035 по ботанике ВАК РА, действующего при Институте ботаники НАН РА

Адрес: 0040, г. Ереван, ул. Ачаряна 1, Институт ботаники НАН РА.

E-mail: [botanyinst@sci.am](mailto:botanyinst@sci.am)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института ботаники НАН РА и на сайте [www.botany.sci.am](http://www.botany.sci.am)

Автореферат диссертации разослан «14» апреля 2017 г.

**Ученый секретарь специализированного совета 035**

кандидат биологических наук



**А. Г. Гукасян**

**Թեմայի արդիականությունը.** Մթնոլորտային օդը, շնորհիվ դինամիկության, հանդիսանում է աղտոտիչների տեղափոխման հիմնական միջավայրերից մեկը՝ անմիջական ազդեցություն թողնելով շրջակա միջավայրի և ներառյալ մարդու առողջության վրա: Քաղաքային տարածքներում, աղտոտման աղբյուրների բազմազանության հետ կապված, որպես օդային ավազանի հիմնական աղտոտիչ առանձնանում է փոշին, ինչը պայմանավորված է նաև մարդկանց առողջության վրա ունեցած բացասական ազդեցությամբ (ալերգիաներից մինչև թոքերի քաղցկեղ): Ավելին, փոշին հանդիսանում է տոքսիկ տարրերի, այդ թվում նաև ծանր մետաղների կրող և վերջիններիս մարդու օրգանիզմ թափանցման հիմնական ուղիներից մեկը:

Դինամիկ միջավայրերի հետազոտության բարդությամբ պայմանավորված, անհրաժեշտ է կիրառել տարբեր մեթոդներ և մեթոդական մոտեցումներ (ինստրումենտալ և այլընտրանքային): Քաղաքային տարածքներում որպես օդային ավազանի հետազոտության այլընտրանքային եղանակներ հանդիսանում են ժամանակավոր կուտակիչ միջավայրերը՝ ինչպես օրինակ տերև և ձյուն: Օդային ավազանի փոշով աղտոտվածության հետազոտության ժամանակ ծառերի տերևները դիտարկվում են որպես փոշու բնական կենսաֆիլտրեր. փոշին թաց և չոր մթնոլորտային տեղումների միջոցով կուտակվում է տերևների մակերեսին: Բացի այդ, հայտնի է, որ ծառերի տերևներին կուտակումները ուղղակիորեն արտացոլում են օդային ավազանի ծանր մետաղներով աղտոտվածության մակարդակը: Քաղաքային տարածքներում, որտեղ բացակայում կամ սակավ են մշտադալար ծառատեսակները, ձմռանը, որպես օդային ավազանի աղտոտվածության բացահայտման վստահելի ինդիկատոր հանդիսանում է ձյան ծածկությունը. ձյան փաթիլները դանդաղ նստելու ընթացքում իրենց մեջ են կուտակում օդային ավազանի փոշին և ասոցացված տարրերը: Հաստատված է կոռելյացիոն կախվածություն աղտոտիչների՝ օդային ավազանում և ձյան մեջ ունեցած պարունակությունների միջև: Օդային ավազանի աղտոտման լիարժեք և օբյեկտիվ պատկերի ստացման համար նպատակահարմար է տարբեր մեթոդների համադրությունը:

Երևանը, լինելով արդյունաբերական կենտրոն՝ բնակչության մեծ խտությամբ և տրանսպորտային մեծ ինտենսիվությամբ, տարիներ շարունակ ենթարկվել է ծանր մետաղների ներհոսքի: Վերջիններս թափանցել են դեպի քաղաքի տարբեր միջավայրեր, այդ թվում նաև օդային ավազան: Վերոնշյալով պայմանավորված, քաղաքի համար կարևորվում է օդային ավազանի փոշու քանակական և որակական առանձնահատկությունների բացահայտումը: Փոշու նման հետազոտությունը թույլ է տալիս ոչ միայն առանձնացնել քաղաքի անբարենպաստ շրջանները, այլ նաև գնահատել բնակչության հավանական առողջական ռիսկերը:

**Մշխատանքի նպատակը և խնդիրները.** աշխատանքի նպատակն է Երևան ք.-ի օդային ավազանի փոշով և ծանր մետաղներով աղտոտման մակարդակների և բնակչության առողջական ռիսկերի գնահատումը՝ տարբեր մեթոդների կիրառմամբ:

- Նպատակին հասնելու համար առաջադրվել և լուծվել են հետևյալ խնդիրները.
- Երևան ք.-ի օդային ավազանի փոշու ծանրաբեռնվածության և փոշու ծանր

մետաղներով աղտոտման էկոլոգաերկրաքիմիական, սանիտարահիգիենիկ և առողջական ռիսկերի գնահատում և քարտեզագրում կենսաֆիլտրերի կիրառմամբ:

- Երևան ք.-ի օդային ավազանի փոշու ծանրաբեռնվածության և փոշում ծանր մետաղներով աղտոտման էկոլոգաերկրաքիմիական, սանիտարահիգիենիկ և առողջական ռիսկերի գնահատում և քարտեզագրում ձևաձևակերպող կիրառմամբ:
- Երևան ք.-ի ֆունկցիոնալ տարբեր նշանակության տարածքների փոշով աղտոտման առանձնահատկությունների բացահայտում՝ տարբեր մեթոդների կիրառմամբ:

***Պաշտպանվող հիմնական դրույթները:***

1. Երևան ք.-ի օդային ավազանի փոշու ծանր մետաղների երկրաքիմիական և սանիտարահիգիենիկ ինտեգրալ գնահատումը ցույց է տվել, որ Աղտոտման գումարային գործակցի (ԱԳԳ) միջին արժեքները և՛ ամռանը, և՛ ձմռանը գտնվում են գերբարձր աղտոտման մակարդակում, իսկ Կոնցենտրացիայի հանրագումարային ցուցանիշի (ԿՀՑ) միջին արժեքները ամռանը՝ բարձր, իսկ ձմռանը՝ միջին աղտոտման մակարդակում:
2. Երևան ք.-ի օդային ավազանի փոշում գրանցված ծանր մետաղների պարունակությունների երկրաքիմիական, սանիտարահիգիենիկ և մարդու առողջական ռիսկերի գնահատումը ցույց տվեցին, որ և՛ տերևների, և՛ ձյան փոշում որպես առաջնային աղտոտիչներ առանձնանում են հիմնականում Mo և Cd-ը, շարքերի հետևյալ տեսքով. Երկրաքիմիական՝ Mo, Cd, Hg, Ag, As, Cu, Pb, Co, Zn (ամառ), Mo, Cd, Ag, Pb, Hg, Cu, Zn, Ni (ձմեռ), սանիտարահիգիենիկ՝ Cd, Mo, Cu, As, Zn (ամառ), Mo, Cd, Cu, Pb (ձմեռ), առողջության ռիսկ՝ ոչ քաղցկեղածին ռիսկ՝ ամառ (երեխա՝ Mo, Cd, Co, As, մեծահասակ՝ Mo), ձմեռ երեխա՝ Mo, Co, մեծահասակ՝ Mo, քաղցկեղածին ռիսկ՝ As, Cr (և՛ ամառ, և՛ ձմեռ)
3. Քաղաքի տարբեր ֆունկցիոնալ տարածքներում իրականացված տարամեթոդ հետազոտությունները ցույց են տվել այս տարածքներում փոշով աղտոտման մակարդակների, փոշու որակական և քանակական հատկանիշների ակնհայտ տարբերություններ, ինչն էլ հիմնավորում է դինամիկ միջավայրերի թիրախավորված հետազոտությունների անհրաժեշտությունը:
4. Երևան ք.-ի օդային ավազանի փոշով և ծանր մետաղներով աղտոտման մակարդակների և առողջական ռիսկերի գնահատման արդյունքները ցույց են տվել, որ փոշին հանդիսանում է քաղաքի օդային ավազանի ակտուալ աղտոտիչ, իսկ փոշում ծանր մետաղների գրանցված պարունակությունները պոտենցիալ ռիսկ են ներկայացնում բնակչության առողջության համար:

***Մշխատանքի գիտական նորույթը:*** Առաջին անգամ

1. միջազգային ընդունված մեթոդների կիրառմամբ իրականացվել է Երևան ք.-ի օդային ավազանի փոշու ծանր մետաղներից բնակչության տարբեր տարիքային խմբերի (մեծահասակ, երեխա) առողջական ռիսկի գնահատում,
2. իրականացվել է Երևան ք.-ի մանկապարտեզի (ՆՈՒՀ) տարածքի մանրա-

մասն էկոլոգաերկրաքիմիական հետազոտություն և առողջական ռիսկի գնահատում,

3. իրականացվել է Երևան ք.-ի տարբեր ֆունկցիոնալ նշանակության տարածքներում օդային ավազանի փոշու որակական և քանակական բնութագրում ժամանակակից տարբեր սարքավորումների կիրառմամբ,
4. իրականացվել է Երևան ք.-ի և Եվրոպական քաղաքների փոշով աղտոտման առանձնահատկությունների համեմատական վերլուծություն:

**Աշխատանքի գործնական նշանակությունը և կիրառությունը:** Աշխատանքի արդյունքները կարող են կիրառվել.

1. օդային ավազանի էկոլոգիական վիճակի բարելավման միջոցառումների մշակման և աշխատանքների կազմակերպման ժամանակ:
2. Փոշուց և ծանր մետաղներից հավանական առողջական խնդիրների բացահայտմանն ուղղված բժշկահամաճարակային հետազոտությունների ժամանակ:
3. Ֆունկցիոնալ տարբեր նշանակության տարածքների կամ օբյեկտների ստեղծման, պլանավորման և կառուցապատման աշխատանքների ժամանակ:
4. Քաղաքի օդային ավազանի աղտոտման գիտամեթոդապես հիմնավորված մոնիթորինգային համակարգի ստեղծման համար:

**Աշխատանքի փաստացի նյութը:** Աշխատանքն իրականացվել է ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգանոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնում (Էկոկենտրոն), Իտալիայի Ագրոմիջավայրի և անտառային կենսաբանության ինստիտուտում և Բելգիայի Անտվերպենի համալսարանում: Ատենախոսության մեջ ներառված է 2011-2013 թ.-ին «Երևան քաղաքի մթնոլորտային օդում տարբեր երկրաքիմիական հոսքի հետազոտում» (№ 13-1E220) թեմատիկ նախագծի տվյալները, 2015թ.-ի պետական բազային ֆինանսավորմամբ՝ մանկապարտեզների հետազոտությունների տվյալները, 2014 թ.-ին «Եվրոպական քաղաքների օդային ավազանի որակի մոնիթորինգի իրականացում ծառերի միջոցով» (EU COST ACTION FP1204) ծրագրի շրջանակներում Երևանի և Եվրոպական 19 քաղաքների հետազոտության արդյունքները: Հեղինակն անմիջական մասնակցություն է ունեցել բոլոր նմուշների նմուշառման, նմուշների նախնական մշակման, արդյունքների վերլուծության և ընդհանրացման աշխատանքներին: Հեղինակն անմիջական մասնակցություն է ունեցել նաև Եվրոպական ծրագրի շրջանակներում Երևանի և Եվրոպական տարբեր քաղաքներից հավաքագրված նմուշների նախապատրաստման, տարբեր մեթոդներով տարրալուծման և տվյալների վերլուծության աշխատանքներին:

**Փորձահավանությունը:** Հետազոտության արդյունքները զեկուցվել են 5 միջազգային գիտաժողովներում. 1) Միջազգային երիտասարդական գիտաժողով «Շրջակա միջավայրի հիմնախնդիրները և բնակչության շրջանում ռիսկի խմբերի առանձնացումը» (Հայաստան, Երևան, 2013 թ.)՝ բանավոր զեկույց, 2) Կենտրոնական Եվրոպական համալսարան (CEU), Ամառային համալսարան, «Տարածքային պլանավորումը և շրջակա միջավայրի գնահատումը որոշումների կայացման համար Եվրոպայում» (Հունգարիա, Բուդապեշտ, 2014 թ.)՝ բանավոր զեկույց, 3) Միջազգային գիտաժողով «Մթնոլորտային փոշի» (Իտալիա, Կաստելլանետա

Մարիա, 2014 թ.)՝ բանավոր զեկույց, 4) Ուսուցողական դպրոց «Քաղաքային անտառների հետազոտությունների ժամանակ կանաչ ենթակառուցվածքների մոտեցման կիրառումը՝ շրջակա միջավայրի և սոցիալական ասպեկտները կապելու համար» (Բտալիա, Պիևե Տեսինո, 2015 թ.)՝ ստենդային զեկույց, 5) Միջազգային 18-րդ գիտաժողով «Ծանր մետաղները շրջակա միջավայրում» (Բելգիա, Գենտ, 2016 թ.)՝ ստենդային զեկույց, 6) Միջազգային գիտական կոնֆերանս «Շրջակա միջավայրի անվտանգության խնդիրներ» (Հայաստան, Երևան, 2016 թ.)՝ ստենդային զեկույց:

**Հրատարակված աշխատանքները:** Հեղինակի 12 հրատարակումները ներառում են ատենախոսության նյութերը:

**Աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը:** Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 4 գլուխներից, եզրակացություններից, գրականության ցանկից (190 անուն գրականություն) և հավելվածից: Ատենախոսությունը շարադրված է 131 էջի սահմաններում, ընդգրկում է 31 աղյուսակ և 49 նկար: Հավելվածը կազմում է 6 էջ, ներառում է 9 աղյուսակ, 2 նկար:

### **ԳԼՈՒԽ 1. ՓՈՇԻՆ ԵՎ ԾԱՆՐ ՄԵՏԱՂՆԵՐԸ՝ ՈՐՈՒԵՄ ՔԱՂԱՔԱՅԻՆ ՏԱՐԱԾՔՆԵՐԻ ՄԹՆՈՒՈՐՏԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՂՏՈՏԻՉՆԵՐ ԵՎ ԴԲԱՆՑ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ԱՅԼՐԱՏՐԱՆՔԱՅԻՆ ՄԵԹՈՂՆԵՐԸ**

Աշխատանքի տվյալ գլխում քննարկվում է մթնոլորտային օդի աղտոտվածությունը, որպես շրջակա միջավայրի էկոլոգիական գոբալ խնդիրներից մեկը: Շեշտադրվել են փոշին և ասոցացված ծանր մետաղները, որպես խնդրահարույց աղտոտիչներ՝ պայմանավորված մարդու առողջության վրա վերջիններիս թողած բացասական ազդեցությամբ: Քննարկվել են օդային ավազանի փոշով աղտոտման հետազոտությունների այլընտրանքային մեթոդները՝ որպես փոշու կուտակիչներ և հետազոտության արդյունավետ միջոց առանձնացնելով կենսաֆիլտրերը (տերև) և ձյունը: Ամփոփվել է ՀՀ քաղաքների փոշով և ծանր մետաղներով աղտոտման հետազոտությունները, աղտոտման առանձնահատկությունները:

### **ԳԼՈՒԽ 2. ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅԱՆ ՕԲՑԵԿՏԸ, ՆՑՈՒԹԵՐԸ ԵՎ ՄԵԹՈՂՆԵՐԸ**

Հետազոտության օբյեկտը ՀՀ մայրաքաղաք Երևանն է՝ 223 կմ<sup>2</sup> մակերեսով (ՀՀ տարածքի 0.75%-ը), 1071.5 հզ. մարդ բնակչությամբ (ՀՀ բնակչության 35.6 %-ը): Հանդիսանում է ՀՀ խոշորագույն վարչական, տնտեսական, մշակութային կենտրոն: Գտնվում է ՀՀ հարավ-արևմուտքում՝ Սրարատյան գոգահովտի հյուսիս-արևելքում (40°10'24.6"N, 44°30'39.6"E):

Ուայմանավորված մթնոլորտային օդի դինամիկությամբ, որպես հետազոտության հիմնական սուբստրատ ընտրվել են ինդիկատորային միջավայրեր հանդիսացող ծառերի տերևները (*Sawidis T. et al, 2011; Sgrigna G. et al, 2016; Timofte L. et al, 2004*) և ձնածածկը (*Caer. Ю. и др., 2004; Prokacheva V. et al, 2013; Siudek P. et al, 2014*): Վերջիններս հանդիսանում են փոշու և ասոցացված ծանր մետաղների կուտակիչ միջավայրեր և պատկերացում են տալիս կարճաժամկետ աղտոտման մասին:

Հետազոտությունների առաջին փուլով իրականացվել է տեղեկատվության հավաքագրում տարբեր աղբյուրներից, մասնագիտական գրականության և մարդու առողջության ուղղված ռիսկի գնահատման միջազգային մեթոդների

ուսումնասիրություն, ուսանում և կիրառում:

Նմուշառման և լաբորատոր փուլում իրականացվել է տերևների, ձյան և մանկապարտեզի տարածքի տարբեր տուբստրատների նմուշառում: Ձյան և տերևների տարածականորեն համակցված նմուշառման կետերն ընտրվել են հաշվի առնելով երկար տարիների ընթացքում էկոկենտրոնի կողմից կիրառվող մոնիթորինգային կետերը տվյալների շարունակականությունն ու համեմատելիությունն ապահովելու համար:

Չյան (24 նմուշ) նմուշառումը իրականացվել է Մտանդարտ օպերացիոն ընթացակարգերի (UOC) համաձայն՝ մշակված Շրջակա միջավայրի երկրաքիմիայի բաժնում՝ հիմք ընդունելով համապատասխան մեթոդական ցուցումները (*Ревич Б.А. и др., 1982; Caer Ю. Е. и др., 2004; Caer Ю.Е. и др., 1982*): Ձյունը նմուշառվել է հստակ մակերեսից, պլաստիկ տարրաներով, սենյակային ջերմաստիճանում հալեցնելուց հետո, ֆիլտրվել է, ֆիլտրված նյութը կշռվել և ուղարկվել է անալիտիկ լաբորատորիա տարրալուծման:

Օտերի տերևների (25 նմուշ) նմուշառումն իրականացվել է ձյան նմուշների տարածականորեն համակցված: Նմուշառվել են առավել տարածված և լավ փոշեկլանիչ տեսակներ, ինչպիսիք են՝ ընկուզենի հունական (*Juglans regia L.*), թեղի հարթ (*Ulmus laevis Pall. L.*), թեղի մանրատերև (*Ulmus parvifolia L.*), սոսի արևելյան (*Platanus orientalis L.*), բարդի սպիտակ (*Populus alba L.*), թթենի սպիտակ (*Morus alba L.*), եղևնանի (*Syringa vulgaris L.*): Նմուշառումն իրականացվել է համաձայն UOC-ի՝ մշակված Շրջակա միջավայրի երկրաքիմիայի բաժնում՝ ըստ մեթոդական ցուցումների (*ՀՀ Առողջապահության նախարարի №01–Ն25 հրաման 2010, ՀՀ Կառավարության №92–Ն 2005, Սաղաթելյան Ս. Կ. 2008, Беляева О. А. 2009, Илькун Г.М. 1978*): Տերևները նմուշառվել են 3-5 նույնատեսակ ծառից՝ գետնից 1.5-2.0 մ բարձրությունից, դրվել են թղթե տոպրակների մեջ, սենյակային ջերմաստիճանում չորացվելուց հետո լվացվել են թորած ջրով, ստացված լուծույթը ֆիլտրվել է նախապես կշռված ֆիլտրով (պահման սահմանը 2-3 մլ/մ), ստացված կախույթով ֆիլտրերը կշռվել են, այնուհետև ուղարկվել լաբորատորիա տարրալուծման:

Մոդելային մանկապարտեզի տարածքից վերցվել են տերևների, հողի, դրսի և ներսի փոշու նմուշներ: Եղևնանու (*Syringa vulgaris*) տերևները (2 նմուշ՝ 2-ական ենթանմուշից բաղկացած) վերցվել են համաձայն վերոնշյալ մեթոդիկայի: Հողի (500-600գ, 0-5 սմ խորությունից) նմուշառումն իրականացվել է մանկապարտեզի ամբողջ տարածքից, չժանգոտվող բահով: Միանմական նմուշը բաղկացել է 6 առանձին ենթանմուշներից՝ ներառելով խաղաքարապարակների, գրունտային և բույսերի աճեցման համար նախատեսված հող: Հողը պլաստիկ տոպրակներով տեղափոխվել է լաբորատորիա, չորացվել է սենյակային պայմաններում, հումոգենիզացվել, մաղվել 2մմ մաղով: Ներսի և դրսի մեկական նմուշները՝ 5-ական ենթանմուշներից բաղկացած, վերցվել են վրձնի օգնությամբ համապատասխանաբար ներսի և դրսի պատուհանագոգերից, աստիճաններից, դռան, հատակի անկյուններից (*Lu X. et al, 2012*):

Լաբորատոր աշխատանքներ. Հողի և փոշու (տերև, ձյուն, ներսի, դրսի) նմուշներում որոշվել են Cd, As, Pb, Cr, Ni, Co, Zn, Cu, Ag, Hg, Mo տարրերի պարունակություններն Ատոմաբարոբեցիոն սպեկտրոմետր (AAnalyst 800 AAS PE, USA) էկոկենտրոնի կենտրոնական անալիտիկ լաբորատորիայում (հավա-

տարմագրված ISO-IEC 17025):

*Մոսի արևելյան (Platanus orientalis L.) ծառատեսակի տերևների նմուշառում և անալիզի փոշու որակական և քանակական բնութագրման նպատակով:* Նմուշառումն իրականացվել է «Եվրոպական քաղաքների օդային ավազանի որակի մոնիթորինգի իրականացում ծառերի միջոցով» ծրագրի շրջանակներում 2014թ.-ի օգոստոս-սեպտեմբեր ամիսներին Եվրոպական 19 ք.-ներից, այդ թվում նաև Երևանից: Նմուշառվել է 2 ծառ ք.-ի տրանսպորտային խիստ ծանրաբեռնված (Հերացի փողոց) և այգու տարածքից (Անգլիական այգի): Յուրաքանչյուր ծառից նմուշառվել է 5-ական տերև՝ 3-ից 5մ բարձրությունից:

Տերևների անալիզն իրականացվել է Իտալիայի Ագրոմիջավայրի և անտառային կենսաբանության ինստիտուտում, որտեղ անալիզն իրականացվել է Սկանավորման էլեկտրոնային մանրադիտակի օգնությամբ (Scanning electron microscopy (SEM)) և Բեյգիայի Անտվերպենի համալսարանում, որտեղ իրականացվել է տերևների կենսամագնիսական իզոթերմալ հագեցվածության անալիզ (Saturation Isothermal Remnant Magnetization (SIRM)): SEM անալիզի ժամանակ դիտարկվել են տերևի 4 փոքր կտորներ (2-ական տերևաթիթեղի վերևի և ստորին մակերեսներ)՝ նմուշառման յուրաքանչյուր կետից: Քանակական անալիզի համար յուրաքանչյուր փոքր կտորի վրա դիտարկվել են 5-ական կետեր (տերևի վերևի և ստորին մակերեսներ): Ստացված 40 նկարը՝ 250:250 մկմ-ի մակերեսով օգտագործվել է մասնիկների խտության և չափի որոշման նպատակով (Gwyddion particle analysis program, Statistical program Origin 6.1, ImageJ): Քանակական բնութագրման համար յուրաքանչյուր կետում դիտարկվել է 10 մասնիկ, որպես վերջնական արդյունք ունենալով դիտարկված 400 փոշու մասնիկ, որտեղ որոշվել են Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Fe տարրերի կշռային պարունակությունները: SIRM անալիզն իրականացվել է ընդունված մեթոդիկայի համաձայն նախապես *ImageJ* ծրագրի միջոցով որոշվել է տերևների մակերեսը, այնուհետև չափվել է մասնիկների ինտենսիվությունը և համապատասխան բանաձևի կիրառմամբ հաշվարկվել է տերևների մագնիսական իզոթերմալ հագեցվածությունը (*Kardel F., 2010*):

*Տվյալների մշակում.* Չնածածկի փոշու և ծանր մետաղների ծանրաբեռնվածությունը որոշվել է  $P_{\phi\sigma} = P_{\phi}/S \times t$ ,  $P_{\sigma\sigma} = C_i \times P_{\phi}$  բանաձևերով, որտեղ՝  $P_{\phi}$ -ն նմուշում փոշու կշիռն է,  $S$ -ը շուրֆի մակերեսը,  $t$ -ժամանակը ձյան տեղալուց հետո,  $C_i$ -ն տարրի պարունակությունը: Փոշու ծանրաբեռնվածությունը սանդղակավորվել է ըստ Ա. Ի. Պերելմանի (Перельман А.И. и др., 2000): Օրվա ընթացքում տերևի վրա նստած փոշու ծանրաբեռնվածությունը որոշվել է  $P_m = m_m/S$ ,  $m_m = m_o - (m_o \times 100/35) / t$  բանաձևերով, որտեղ՝  $m_m$ -ը 1 օրվա ընթացքում տերևին նստած փոշու զանգվածն է,  $S$ -ը տերևի զուամրային մակերեսը:  $m_o$ -ն ֆիլտրված նյութի զանգվածը,  $t$  – նմուշառումից առաջ ոչ անձրևային օրերի քանակը:

Փոշու ծանր մետաղներով աղտոտման գնահատման համար տարրերի պարունակությունները համեմատվել են հողերի համար սահմանված ֆոնային պարունակությունների հետ (*Կոնցենտրացիայի գործակից (Kc)*) (Caer Ю. E. и др., 1990; Перельман А.И. и др., 1999; Johnson C. et al., 2011): Հաշվի առնելով քաղաքային տարածքներում փոշու բազմատարրությունը, իրականացվել է ինչպես առանձին տարրերի (*Երկրակուտակման գործակից (I<sub>geo</sub>)*), այնպես էլ զուամրային



աղտոտման մակարդակի գնահատում (Աղտոտման գումարային գործակից (ԱԳԳ (Zc))): Երկրակուտակման գործակիցը ( $I_{geo}$ ) (Johnson C. et al, 2011; Lu X. et al, 2009; Muller G., 1996) հաշվարկվել է  $I_{geo} = \log_2 C_i / 1.5B_i$ , բանաձևով, որտեղ  $C_i$  փոշում  $i$  տարրի պարունակությունն է,  $B_i$   $i$ -րդ տարրի Երևանի հողերում լուրջ ֆոնային պարունակությունը: Երկրակուտակման գործակիցի արժեքն աստիճանավորվել է համաձայն ընդունված սանդղակավորման (Muller G. 1996) Zc հաշվարկվել է համաձայն  $K_c = C_i / C_f$ ,  $Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1)$  բանաձևերի (Caem IO. E. u ժր., 1990; Перельман А.И. u ժր., 1999; Johnson C. et al., 2011), որտեղ  $K_c$  կոնցենտրացիայի գործակիցն է,  $C_i$  փոշում  $i$ -րդ մետաղի պարունակությունն է,  $C_f$ -ը հողում  $i$ -րդ տարրի երկրաքիմիական ֆոնն է,  $n$   $K_c > 1$  արժեք ունեցող տարրերի քանակն է: Zc սանդղակավորվել է ըստ Պերելմանի (Перельман А.И. u ժր., 2000): Փոշու ծանր մետաղների քանակական և որակական բնութագրման համար կազմվել են երկրաքիմիական շարքեր:

Փոշու ծանր մետաղների աղտոտման սանիտարահիգիենիկ գնահատման համար մետաղների պարունակությունները համեմատվել են ՀՀ կողմից սահմանված Սահմանային թույլատրելի կոնցենտրացիաների հետ (ՄԹԿ) (ՀՀ Առողջապահության նախարարի հրամանը № 01-Ն 2010): Բազմատարր աղտոտման սանիտարահիգիենիկ գնահատման համար հաշվարկվել է Կոնցենտրացիայի հանրագումարային ցուցանիշը (ԿՀՑ)  $K_{i(U\theta\psi)} = C_i / C_{i(U\theta\psi)}$ ,  $\Psi\text{ՀՑ} = \sum K_{i(U\theta\psi)}$  բանաձևերի միջոցով, որտեղ  $C_i$ -ն  $i$ -րդ տարրի պարունակությունն է,  $C_{i(U\theta\psi)}$ -ն  $i$ -րդ տարրի ՄԹԿ արժեքը,  $K_{i(U\theta\psi)}$ -ն  $i$ -րդ նմուշի տարրերի ՄԹԿ նկատմամբ գերազանցումն է: Տվյալների վիճակագրական մշակումն իրականացվել է SPSS 20 ծրագրային փաթեթի միջոցով:

*Առողջության ռիսկի գնահատում:* Հաշվի առնելով ծանր մետաղների տոքսիկ և քաղցկեղածին ազդեցությունն՝ առողջության ռիսկի գնահատման համար իրականացվել է ինչպես ոչ քաղցկեղածին, այնպես էլ քաղցկեղածին ռիսկի գնահատում: Ոչ քաղցկեղածին ռիսկի գնահատման դեպքում դիտարկվել են փոշու՝ մարդու վրա ազդեցության, հիմնական 3 ուղիները՝ փոշու մասնիկների անմիջական կլանում, բերանի և քթի միջոցով, մասնիկների շնչում, մաշկին նստած փոշուց ծանր մետաղների արտաթորյալ մաշկի միջոցով: Ծանր մետաղներից առողջական ռիսկը երեխաների և մեծահասակների համար հաշվարկվել է համաձայն առողջական ռիսկի մոդելի (RAIS; US EPA 1989, 2002):

Ոչ քաղցկեղածին ռիսկը հաշվարկվել է Hg, Pb, Mo, Cd, Zn, Cu, Ni, Ag, Co, Cr, As-ի համար: Յուրաքանչյուր ուղու համար հաշվարկվել է ոչ քաղցկեղածին վտանգի ցուցանիշ՝  $HQ_i = CDI_i / RfD_i$  բանաձևով: Ոչ քաղցկեղածին ռիսկը վտանգի ցուցանիշների (HQi) գումարն է՝  $HI = \sum HQ_i$ , ինչպես միատարր (մեկ մետաղի բոլոր ուղիներից HQ արժեքների գումար), այնպես էլ բազմատարր (բոլոր մետաղների 3 ուղիներից HQ արժեքների գումար): Բանաձևերում  $CDI_i$ -ը յուրաքանչյուր մետաղի առանձին ուղիներից քրոնիկ օրական կլանումն է,  $RfD_i$ -ը յուրաքանչյուր մետաղի համապատասխան ազդեցության ուղու քրոնիկ էտալոնային չափաբաժինը: RfD արժեքները վերցվել են Ռիսկի գնահատման տեղեկատվական համակարգից, իսկ որոշ արժեքների բացակայության ժամանակ իրականացվել են վերափոխումներ համաձայն US EPA առաջարկված բանաձևերի:  $HI < 1$  վկայում է ոչ քաղցկեղածին ռիսկի բացակայության, իսկ  $HI > 1$  առողջական խնդիրների հավանականության մասին (RAIS; US EPA 1989, 2002):

Քաղցկեղածին ռիսկը բնորոշվում է որպես ամբողջ կյանքի ընթացքում որևէ տիպի քաղցկեղի առաջացում՝ որևէ քաղցկեղածին տարրի ազդեցության դեպքում: Քաղցկեղածին ռիսկ հաշվարկվել է Cr, Cd, As, Ni, Co-ի համար, որոնք համաձայն Քաղցկեղի հետազոտության գործակալության համարվում են քաղցկեղածին: Շնչառության քաղցկեղածին ռիսկ հաշվարկվել է Cd, Ni, Co, Cr, As-ի, իսկ կլանման ռիսկը Cr և As-ի համար: Յուրաքանչյուր ուղուց քաղցկեղածին ռիսկը հաշվարկվել է համաձայն ԱՄՆ Շրջակա միջավայրի պահպանության կողմից մշակված բանաձևերի.  $Գլանման ռիսկ = LAAD_{ing} \times SF$ ,  $Շնչառության ռիսկ = LAAD_{inh} \times IUR$  (RAIS; US EPA 1989, 2002), որտեղ  $LAAD_{ing}$ -ը և  $LAAD_{inh}$  ամբողջ կյանքի (LT=70) միջին օրեկան չափաբաժիններն են,  $SF$  (մգ/կգ-օր)<sup>-1</sup> տվյալ տարրի քաղցկեղածին գործակիցն է, իսկ  $IUR$  (մգ/մ<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> շնչառության միավոր ռիսկն է: Բազմատարր ռիսկը (RI) հաշվարկվել է գումարելով առանձին մետաղների քաղցկեղածին ռիսկի արժեքները: Քաղցկեղածին ռիսկի թույլատրելի սահմանը 10<sup>-6</sup>-ից 10<sup>-4</sup> է (Lu X. Et al, 2009), մասնավորապես մեկ տարրից քաղցկեղածին ռիսկի թույլատրելի սահմանը 10<sup>-6</sup>-ն է, իսկ բազմատարրի դեպքում՝ 10<sup>-4</sup>-ը: Քաղցկեղածին ռիսկի մակարդակը սանդղակավորվել է համաձայն ընդունված սանդղակի (Rapant S. et al., 2012):

**ԳԼՈՒԽ 3. ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԻ ՕԴԱՅԻՆ ՍԿԱԶԱՆԻ ՓՈՇՈՎ ԵՎ ԾԱՆՐ ՄԵՏԱՂՆԵՐՈՎ ԱՂՏՈՏՄԱՆ ՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ԵՎ ԲՆԱԿՉՈՒԹՅԱՆ ԱՌՈՂՋԱԿԱՆ ՌԻՍԿԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ՝ ԱՅԼՐԱՏՐԱՆՔԱՅԻՆ ՄԵԹՈՂՆԵՐՈՎ**

Հաշվի առնելով Երևանի բնակլիմայական պայմանները՝ օդային ավազանի փոշու, ծանր մետաղների ծանրաբեռնվածությունների, փոշում ծանր մետաղների պարունակությունների, դրանցով պայմանավորված առողջական ռիսկերի գնահատումը իրականացվել է տարբեր սեգմենտներին (ամառ, ձմեռ)՝ հստակ փոշեկլանիչ մակերես ընտրելով քաղաքային ծառերի տերևները և ձնածածկը:

Երևան ք.-ի օդային ավազանում ամռանը փոշու ծանրաբեռնվածության (այսուհետ նաև ՓՕ) արժեքը տատանվել է 110.3 – 912.9 կգ/կմ<sup>2</sup> օրական սահմաններում: Միջինում ՓՕ-ն կազմում է 471.4 կգ/կմ<sup>2</sup> օրական, որը համապատասխանում է մթնոլորտի փոշով աղտոտման բարձր, վտանգավոր մակարդակին: Նմուշների 16%-ում դիտվել է ՓՕ ցածր, 32%-ում՝ միջին, 48%-ում՝ բարձր, 4%-ում՝ չափազանց բարձր մակարդակ: ՓՕ չափազանց բարձր մակարդակ գրանցվել է քաղաքի հյուսիսում՝ կազմելով 912.9 կգ/կմ<sup>2</sup> օրական, իսկ ցածր մակարդակը՝ քաղաքի հարավում՝ կազմելով 110.3 կգ/կմ<sup>2</sup> օրական: ՓՕ տարածական բաշխվածության քարտեզ-սխեմայից (նկ. 1) երևում է, որ ամռանը քաղաքի տարածքի մեծ մասում դիտվել է ՓՕ միջին և բարձր մակարդակ: ՓՕ չափազանց բարձր մակարդակի դաշտը տեղակայված է քաղաքի հյուսիսում:

Փոշում ծանր մետաղների ծանրաբեռնվածության (այսուհետ նաև ԾՄՕ) տատանման սահմանը կազմում է 0.09-14.94 կգ/կմ<sup>2</sup> օրական (նկ. 2): ԾՄՕ առավելագույն արժեքը գրանցվել է քաղաքի հարավում՝ կազմելով 14.94 կգ/կմ<sup>2</sup> օրական: ԾՄՕ այդպիսի մեծ արժեքները կարելի է կապել տեղանքում մետաղական խտանյութեր վերամշակող արդյունաբերական ձեռնարկությունների առկայությամբ («Արմենիան Մոլիբդեն Պրոդաքշն», «Մաքուր Երկաթ»): Տերևների փոշում



ԱԳԳ( Z<sub>c</sub>) արժեքները տատանվում են 22-ից 14172 սահմաններում, կազմելով միջինում 805.5, որը համապատասխանում է աղտոտման գերբարձր, չափազանց վտանգավոր մակարդակին (նկ. 3): Համաձայն ԱԳԳ-ի՝ նմուշների 20%-ը դրսև-վորել են աղտոտման շատ բարձր, չափազանց վտանգավոր, 36%-ը՝ բարձր, վտանգավոր, 32%-ը՝ միջին, չափավոր վտանգավոր, 12%-ը՝ ցածր աղտոտման մակարդակներ: Աղտոտման շատ բարձր և բարձր մակարդակները գրանցվել են քաղաքի հարավային արդյունաբերական, կենտրոնական (խիտ բնակեցված և տրանսպորտային բարձր ծանրաբեռնվածությամբ) և արևմտյան շրջաններում (նկ. 3): ԱԳԳ արժեքի մեջ համեմատաբար բարձր տոկոսային հարաբերությամբ առանձնանում են Mo, Cd, Hg-ը և Ag-ը: Mo-ի մեծ մասնաբաժնով (մոտ 98%) առանձնանում է քաղաքի արդյունաբերական հարավը:

**Աղյուսակ 1**

*Տերևների փոշում ծանր մետաղների երկրաքիմիական և սանիտարահիգիենիկ շարքերը*

| Պարունակ.               | Շարքեր   | Գումարային ինտենսիվ. |
|-------------------------|--|----------------------|
| <b>Երկրաքիմիական</b>    |  |                      |
| Առավել.                 | Mo <sub>(13974.9)</sub> >Cd <sub>(2510.9)</sub> >As <sub>(453.5)</sub> -Hg <sub>(139.4)</sub> -Ag <sub>(122.5)</sub> >Pb <sub>(22.6)</sub> -Cu <sub>(18.9)</sub> >Zn,Co <sub>(6.5)</sub> -Cr <sub>(2.1)</sub> -Ni <sub>(1.6)</sub> | 17257.9              |
| Միջին                   | Mo <sub>(579.8)</sub> -Cd <sub>(155.9)</sub> >Hg <sub>(33.5)</sub> -Ag <sub>(26.8)</sub> -As <sub>(22.8)</sub> >Cu <sub>(7.4)</sub> -Pb <sub>(6.7)</sub> -Co <sub>(4.0)</sub> -Zn <sub>(3.6)</sub>                                 | 840.7                |
| Նվազ.                   | Ag <sub>(6.3)</sub> -Pb <sub>(2.5)</sub> -Hg <sub>(1.8)</sub> -Zn <sub>(1.7)</sub> -Cu <sub>(1.5)</sub>  | 13.69                |
| <b>Սանիտարահիգիենիկ</b> |  |                      |
| Առավել.                 | Cd <sub>(391.7)</sub> -Mo <sub>(185.3)</sub> -As <sub>(31.3)</sub> -Cu <sub>(5.7)</sub> -Zn <sub>(2.3)</sub> -Pb <sub>(1.7)</sub> -Cr <sub>(1.6)</sub> -Hg <sub>(1.1)</sub>  | 620.8                |
| Միջին                   | Cd <sub>(24.3)</sub> -Mo <sub>(7.7)</sub> -Cu <sub>(2.2)</sub> -As <sub>(1.6)</sub> -Zn <sub>(1.3)</sub>   | 37.1                 |

**Ծանուցում:** փակագծերում նշված են Kc>1 արժեքները և ՍԹԿ գերազանցումները

Նվազագույն պարունակությունների դեպքում ՍԹԿ գերազանցում չի գրանցվել: Միջին և առավելագույն պարունակությունների դեպքում սանիտարահիգիենիկ շարքերի առաջին տեղերում Cd-ը և Mo-ն են: Միջինում Cd-ը գերազանցում է 24.3, իսկ Mo-ը՝ 7.7 անգամ (աղ. 1): ԿՀՑ տատանվում է 2.6-398.8 սահմաններում՝ միջինում՝ 40.1, որը համապատասխանում է աղտոտման բարձր մակարդակին: Ըստ ԿՀՑ-ի՝ նմուշների 20%-ը գտնվում է աղտոտման թույլատրելի, 44% -ը՝ ցածր, 16%-ը՝ միջին, 12%-ը՝ բարձր և 8%-ը գերբարձր մակարդակներում: Ըստ ԿՀՑ-ի՝ քաղաքի մեծ մասը գոտիավորում են աղտոտման բարձր և գերբարձր մակարդակները: Գերբարձր մակարդակները դիտվել են քաղաքի հարավում և հյուսիս-արևմուտքում (նկ. 4):

Ծառերի տերևների փոշու ծանր մետաղներից մարդու առողջությանն ուղղված ռիսկի գնահատումը ցույց տվեց, որ ոչ քաղցկեղածին ռիսկ երեխաների համար առկա է միայն Mo, Cd, Co, As տարրերի դեպքում, ընդհանուր ռիսկի արժեքը տատանվում է 0.3-ից 17.57 սահմաններում, և ռիսկ գրանցվել է նմուշների 48%-ում: Ոչ քաղցկեղածին ռիսկ մեծահասակների համար առկա է միայն Mo-ի դեպքում, ընդհանուր ռիսկի (HI) արժեքը մեծահասակների համար տատանվում է 0.03-ից 1.91 սահմաններում, և ռիսկ գրանցվել է նմուշների 4%-ում: Եվ՝ երեխաների, և՛ մեծահասակների համար հիմնական ռիսկային ուղին կլանումն է: Քաղցկեղածին ռիսկ առկա է Cr, As-ի դեպքում՝ կլանման ուղուց: Cr-ի դեպքում ռիսկ գրանցվել է

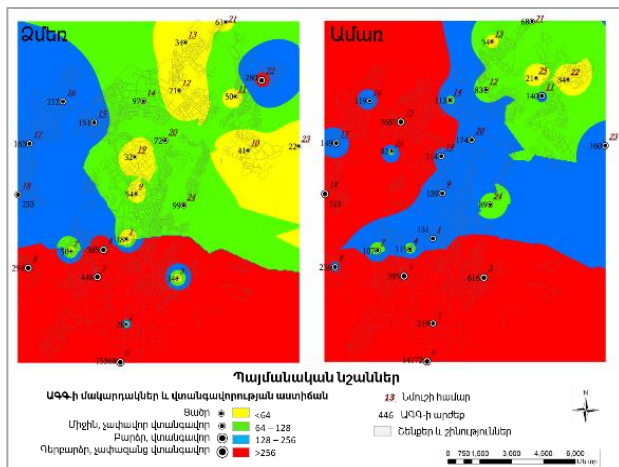
գրեթե բոլոր նմուշներում՝ գտնվելով շատ ցածր մակարդակում: As-ի դեպքում ռիսկ առկա է նմուշների 56%-ում՝ ցածրից բարձր մակարդակներով:

Զմռանը Երևան ք.-ի օդային ավազանում ՓՕ-ը տատանվել է 38.3-2072.3, միջինում՝ 383.4 կգ/կմ<sup>2</sup> օրական, որը համապատասխանում է աղտոտման միջին, չափավոր վտանգավոր մակարդակին: Նմուշների 54.2%-ում գրանցվել է ՓՕ ցածր, 16.7%-ում միջին, չափավոր վտանգավոր, 20.8%-ում՝ բարձր, վտանգավոր, 8.3 %-ում՝ չափազանց բարձր, խիստ վտանգավոր մակարդակ: Զմռանը ՓՕ տարածական բաշխման պատկերից (*նկ. 1*) երևում է, որ ՓՕ բարձր մակարդակ դիտվել է քաղաքի կենտրոնական հատվածում, չափազանց բարձր մակարդակ՝ քաղաքի հյուսիսում և հյուսիսարևելքում: Քաղաքի հարավը զբաղեցված է հիմնականում ՓՕ ցածր մակարդակի դաշտով:

Չյան փոշում ՄՄՄ տատանվում է 0.03-2.61 կգ/կմ<sup>2</sup> օրական սահմաններում. առավելագույն արժեքը (2.61 կգ/կմ<sup>2</sup> օրական) գրանցվել է «Մաքուր Երկաթ», «Արմենիան Մոլիբդեն Պրոդաքշն» ձեռնարկությունների կից տարածքներում (*նկ. 2*): Չյան փոշում ուսումնասիրված տարրերից առավել մեծ չափաբաժինները գրանցվել են Mo, Cu, Pb, և Zn-ի համար (*նկ. 2*):

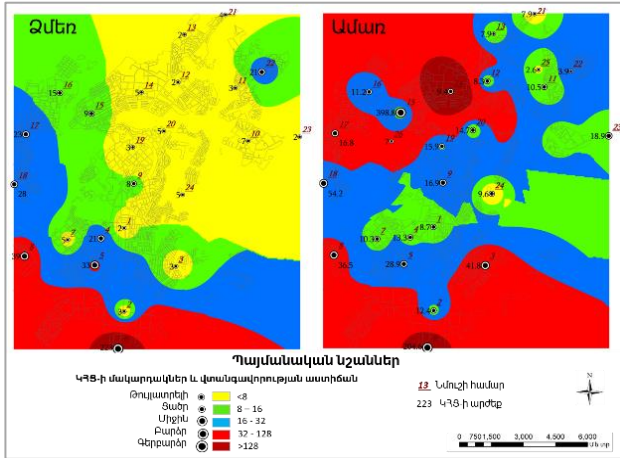
Չյան փոշու ծանր մետաղների նվազագույն պարունակությունների դեպքում ֆոնից գերազանցում դիտվել է միայն Mo, Pb, Ag-ի համար՝ 5.06, 2.36, 1.16 անգամ համապատասխանաբար, միջին և առավելագույն պարունակությունների դեպքում՝ բոլոր տարրերի մոտ, բացառությամբ՝ Cr: Ինչպես երևում է միջին երկրաքիմիական շարքերից, որպես առաջնային աղտոտիչներ Mo-ը և Cd-ն են՝ 657.6 և 28.4 անգամ գերազանցումներով (*աղ. 2*):

Առանձին ծանր մետաղների աղտոտման մակարդակների գնահատման համար հաշվարկված  $I_{geo}$  միջին արժեքը նվազում է հետևյալ հաջորդականությամբ Mo>Pb>Ag>Hg>Cu>Zn>Cd>Ni>As>Co>Cr:



**Նկար 3.** Երևան քաղաքի ձյան և տերևների փոշու ծանր մետաղներով աղտոտման քարտեզ-սխեմա ըստ ԱԳԳ-ի

ԱԳԳ (Z<sub>c</sub>) (նկ. 2) արժեքները տատանվում են 18-ից 15368 սահմաններում միջինում 760.3, որը համապատասխանում է աղտոտման գերբարձր, չափազանց վտանգավոր մակարդակին: Համաձայն ԱԳԳ-ի նմուշների 20.8%-ում գրանցվել է աղտոտման շատ բարձր, չափազանց վտանգավոր, 16.7%-ում՝ բարձր, վտանգավոր, 12.5%-ում միջին, չափավոր վտանգավոր, 50%-ում ցածր աղտոտման մակարդակ:



**Նկար 4.** Երևան քաղաքի ձյան և տերևների փոշու ծանր մետաղներով աղտոտման քարտեզ-սխեմա ըստ ԿՀՑ-ի

**Աղյուսակ 2**

*Չյան տերևների փոշում ծանր մետաղների երկրաքիմիական և սանիտարահիգիենիկ շարքերը*

| Պարունակ.               | Շարքեր  | Գումարային ինտենսիվ. |
|-------------------------|---|----------------------|
| <b>Երկրաքիմիական</b>    |   |                      |
| Առավել.                 | Mo <sub>(14920.9)</sub> -Pb <sub>(182.6)</sub> -Cd <sub>(182.5)</sub> -Ag <sub>(181.9)</sub> -Hg <sub>(125.1)</sub> -Cu <sub>(46.3)</sub> -As <sub>(36.1)</sub> -Co <sub>(21.9)</sub> -Zn <sub>(9.6)</sub> -Ni <sub>(2.8)</sub> | 15709.58             |
| Միջին                   | Mo <sub>(657.6)</sub> -Cd <sub>(28.4)</sub> -Ag <sub>(27.8)</sub> -Pb <sub>(20)</sub> -Hg <sub>(17)</sub> -Cu <sub>(9.7)</sub> -Zn <sub>(3.6)</sub> -Ni <sub>(1.2)</sub>  | 766.89               |
| Նվազ.                   | Mo <sub>(5.1)</sub> -Pb <sub>(2.4)</sub> -Ag <sub>(1.2)</sub> -Zn, Cu, Hg   | 8.58                 |
| <b>Սանիտարահիգիենիկ</b> |   |                      |
| Առավել.                 | Mo <sub>(197.8)</sub> -Cd <sub>(28.5)</sub> -Cu <sub>(14)</sub> -Pb <sub>(13.5)</sub> -Zn <sub>(3.4)</sub> -Ni <sub>(1.1)</sub> -Hg <sub>(1)</sub>  | 269.07               |
| Միջին                   | Mo <sub>(8.7)</sub> -Cd <sub>(4.4)</sub> -Cu <sub>(2.9)</sub> -Pb <sub>(1.5)</sub>  | 20.79                |

**Ցանուցում:** փակագծերում նշված են  $Kc > 1$  և  $U\theta$ -Կ գերազանցումները

Աղտոտման շատ բարձր և բարձր մակարդակները գրանցվել են քաղաքի արդյունաբերական հարավում և կենտրոնում (խիտ բնակեցված և տրանսպորտային բարձր ծանրաբեռնվածությամբ) (նկ. 2): ԱԳԳ արժեքների մեջ համեմատաբար բարձր տոկոսային հարաբերությամբ առանձնանում են Mo, Pb, Hg, Ag-ը: Mo-ի մեծ մասնաբաժնով կրկին առանձնանում է քաղաքի արդյունաբերական հարավը:

Չյան փոշում ծանր մետաղների նվազագույն պարունակությունների դեպքում ՍԹԿ գերազանցում չի գրանցվել: Եվ՝ միջին, և՛ առավելագույն պարունակություն-

ների դեպքում, ինչպես երևում է կազմված սանիտարահիգիենիկ շարքերից (*աղ. 2*), որպես առաջնային աղտոտիչներ հանդես են գալիս Mo-ը և Cd-ը՝ բավականին մեծ գերազանցումներով: ԿՀՑ արժեքները տատանվում են 1.6 – 223.1 սահմաններում՝ միջինը՝ 19.6, որը համապատասխանում է աղտոտման միջին մակարդակին: Ըստ ԿՀՑ-ի՝ նմուշների 58%-ը գտնվում է թույլատրելի, 13%-ը՝ ցածր, 17%-ը՝ միջին, 8%-ը՝ բարձր, 4%-ը՝ գերբարձր մակարդակներում:

Չյան փոշում ծանր մետաղներից մարդու առողջությանն ուղղված ռիսկի գնահատումը ցույց տվեց, որ երեխաների առողջության համար ոչ քաղցկեղածին ռիսկ գրանցվել է միայն Mo և Co տարրերի համար, ընդհանուր ռիսկի արժեքը երեխաների համար տատանվում է 0.07-ից 18.04 սահմաններում և ռիսկ գրանցվել է նմուշների 8.3%-ում: Մեծահասակների առողջության համար ոչ քաղցկեղածին ռիսկ գրանցվել է միայն Mo-ի համար, ընդհանուր ռիսկի արժեքը տատանվում է 0.01-ից 1.99 սահմաններում և ռիսկ գրանցվել է ընդամենը 1 նմուշում: Եվ՝ երեխաների, և՛ մեծահասակների համար հիմնական ռիսկային ուղին կլանումն է: Քաղցկեղածին ռիսկ առկա է Cr, As տարրերի դեպքում՝ կլանման ուղիներից:

Տարբեր մեթոդներով փոշու և փոշում ծանր մետաղների համեմատական վերլուծությունը ցույց տվեց, որ փոշու ծանրաբեռնվածությունը տարածական բաշխման առումով ձևաձևը ունի ավելի մոզայիկ, իսկ ամռանը ավելի միատարր պատկեր: Բացի այդ ամռանը փոշում ծանր մետաղների պարունակությունները առավել բարձր են քան ձմռանը, ինչն էլ պայմանավորում է ամռանը ինչպես աղտոտման մակարդակների առավել բարձր դաշտերը, այնպես էլ մարդու առողջական առավել մեծ ռիսկեր:

**ԳԼՈՒԽ 4. ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԻ ՖՈՒՆԿՑԻՈՆԱԼ ՏԱՐԲԵՐ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՏԱՐԱԾՔՆԵՐՈՒՄ ՕՐԱՅԻՆ ԱՎԱԶԱՆԻ ՓՈՇՈՎ ԵՎ ԾԱՆՐ ՄԵՏԱՂՆԵՐՈՎ ԱՂՏՈՍՄԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ**

Գլխում քննարկվում է Երևան ք.-ի տարբեր ֆունկցիոնալ նշանակության տարածքների փոշու և փոշում ծանր մետաղների մակարդակները: Որպես մոդելային տարածքներ ընտրվել են ծանրաբեռնված փողոց (Հերացի փ.), կանաչ տարածք (Անգլիական այգի) և մանկապարտեզ:

*Փողոցի և այգու փոշով, ծանր մետաղներով աղտոտման և ռիսկի գնահատում:* Արդյունքների համաձայն և՛ փոշու, և՛ ծանր մետաղների ծանրաբեռնվածության, և՛ ծանր մետաղների գումարային չափաբաժնի համեմատաբար բարձր արժեքները գրանցվել են փողոցում: ՓՕ-ը նմուշառման 2 կետերում էլ գտնվում է ցածր մակարդակում կազմելով՝ փողոցում՝ 133, իսկ այգում՝ 126.9 կգ/կմ<sup>2</sup> օրական: Փողոցի փոշում ծանր մետաղների ծանրաբեռնվածությունը կազմում է 6.7 կգ/կմ<sup>2</sup> օրական, ծանր մետաղների գումարային չափաբաժինը 5%, իսկ այգում համապատասխանաբար 4.6 և 3.6:

Գրանցված Mn, Zn, Cu, Fe, Pb, Ni, Cr, Co-ի պարունակությունները ավելի բարձր են փողոցի փոշում, իսկ Cd, Mo, Ag-ը՝ այգում: Նմուշառման 2 կետերը աչքի են ընկնում միմյանց որակապես մոտ երկրաքիմիական շարքերով (*աղ. 3*): Շարքերի առաջին տեղում գտնվում է Pb-ը: Փողոցն առանձնանում է Pb-ի ավելի բարձր ֆոնային գերազանցումով՝ կազմելով 19.9, իսկ այգում գերազանցումը

կազմում է 11.7 անգամ: Գումարային համեմատաբար (1.4 անգամ) բարձր ինտենսիվությամբ կրկին առանձնանում է փողոցը (*աղ. 3*): Համաձայն ԱԳԳ-ի 2 նմուշներում էլ գրանցվել է աղտոտման ցածր մակարդակ, կազմելով փողոցում՝ 36.8, իսկ այգում՝ 22.9:

ՄԹԿ նկատմամբ գերազանցումներ փողոցում դիտվել են Zn, Cu, Pb-ի համար՝ 2.4, 1.7, 1.5 անգամ, համապատասխանաբար, իսկ այգում՝ միայն Zn-ի համար՝ 1.32 անգամ (*աղ. 3*): Համաձայն ԿՀՑ-ի 2 նմուշներում էլ դիտվել է աղտոտման թույլատրելի մակարդակ, թեև փողոցում ԿՀՑ արժեքը 4.2 անգամ ավելի բարձր է քան այգում:

**Աղյուսակ 3**

*Հերացի փ.-ի և Անգլիական այգու տարածքի տերևների փոշում ծանր մետաղների երկրաքիմիական և սանիտարահիգիենիկ շարքերը*

| Նմուշառման հենակետ      | Շարքեր  | Գումարային ինտենսիվ. |
|-------------------------|---|----------------------|
| <b>Երկրաքիմիական</b>    |   |                      |
| Անգլիական այգի          | Pb <sub>(11.7)</sub> -Ag <sub>(4.4)</sub> -Cd <sub>(3.9)</sub> -Mo <sub>(3)</sub> -Zn <sub>(2.2)</sub> -Cu <sub>(2.1)</sub> | 27.38                |
| Հերացի փ.               | Pb <sub>(19.9)</sub> -Cu <sub>(9.4)</sub> -Zn <sub>(4)</sub> -Mo <sub>(2.4)</sub> -Ag <sub>(2.2)</sub> -Cd <sub>(1)</sub>   | 39.05                |
| <b>Սանիտարահիգիենիկ</b> |   |                      |
| Անգլիական այգի          | Zn <sub>(1.3)</sub>   | 1.3                  |
| Հերացի փ.               | Zn <sub>(2.4)</sub> -Cu <sub>(1.7)</sub> -Zn <sub>(1.5)</sub>   | 5.6                  |

**Օսնուցում:** փակագծերում նշված են  $Kc > 1$  և ՄԹԿ գերազանցումները

Տերևների փոշում ծանր մետաղների ոչ քաղցկեղածին ռիսկի գնահատման արդյունքները ցույց տվեցին, որ ոչ քաղցկեղածին ռիսկ ( $HI > 1$ ) ոչ մի ուղիների դեպքում չի գրանցվել: Քաղցկեղածին ռիսկ գրանցվել է 2 նմուշներում էլ՝ միայն Cr-ի կլանման ուղուց, այն էլ գտնվում է շատ ցածր մակարդակում: Բազմատարր քաղցկեղածին գումարային ռիսկ գրանցվել է կլանման ուղուց:

Հերացի փ.-ում տերևներին նստած փոշու մասնիկների ընդհանուր քանակը (49946 մասնիկ) 2.5 անգամ գերազանցում է Անգլիական այգում մասնիկների ընդհանուր քանակը (19954 մասնիկ), իսկ մասնիկների միջին խտությունը Հերացի փ.-ում կազմում է  $11.1 \cdot 10^4$  և Անգլիական այգում  $4.4 \cdot 10^4$  մասնիկ/մմ<sup>2</sup>: Հերացի փ.-ի տերևների և՛ վերին, և՛ ստորին մակերեսին մասնիկների քանակը, խտությունը, մասնիկների միջին էկվիվալենտ տրամագիծը 1.1 անգամ գերազանցում է Անգլիական այգու համապատասխան ցուցանիշները: Եվ՝ փողոցում, և այգում մասնիկների ընդհանուր քանակի մեջ գերակշռում են մանր մասնիկները (PM 0.3-0.6) կազմելով 53.6% և 54.4% համապատասխանաբար: Տերևների վերին մակերեսին նստած փոշու մասնիկների քանակը, խտությունը և մասնիկների էկվիվալենտ տրամագիծն առավել մեծ են քան ստորին մակերեսին, ինչպես փողոցում, այնպես էլ այգում: Հերացի փ.-ում դիտարկված տարրերի գումարային կշռային պարունակությունը ( $W\% = 25.7$ ) փոքր ինչ գերազանցում է Անգլիական այգում գրանցված ցուցանիշը ( $W\% = 23.3$ ): Հերացի փ.-ում մագնիսական (SIRM) արժեքը (313.4 մկմ Ս) 2.7 անգամ գերազանցում է Անգլիական այգում գրանցված SIRM արժեքին (116.4 մկմ Ս):

*Մոդելային մանկապարտեզում (ՆՈՒՀ) փոշու և ծանր մետաղներով աղտոտման մակարդակների և ռիսկի գնահատում:* Եղրևանու (*Syringa Vulgaris*)



տերևների փոշու հետազոտության արդյունքների համաձայն ՓՕ կազմում է 57.23 կգ/կմ<sup>2</sup> օրական, որը պատկանում է ցածր մակարդակին: Տերևների փոշում (Փ(S)) գրանցվել են դիտարկված բոլոր տարրերը (Cd, Mo, Pb, Ni, Cr, Co, Ag, Zn, Cu) բացի Hg-ից: Այս տարրերը հայտնաբերվել են նաև հետազոտված մյուս 3 սուբստրատներում՝ հող (Հ), շենքի ներսի փոշի (Փ(Լ)), դրսի (բակ) փոշի (Փ(Դ)): Hg-ը հայտնաբերվել է միայն հողում:

Cd, Mo, Pb, Ni, Zn, Cu-ի պարունակությունները գերազանցում են ֆոնային արժեքները բոլոր սուբստրատներում: Տարրերի համեմատաբար բարձր պարունակություններով, հետևաբար նաև առավելագույն ֆոնային գերազանցումներով աչքի են ընկնում դրսի և ներսի փոշին (*աղ. 4*): Բոլոր նմուշներում մեծ ֆոնային գերազանցումներով առանձնանում են Pb, Mo-ը՝ հանդես գալով որպես առաջնային աղտոտիչներ, ինչը երևում է կազմված երկրաքիմիական շարքերից: Բոլոր սուբստրատների երկրաքիմիական շարքերը որակապես միմյանց մոտ են և աչքի են ընկնում բարձր ինտենսիվությամբ: Գումարային ինտենսիվության առավելագույն արժեքը Փ(Լ)-ում է՝ կազմելով 77.23 (*աղ. 4*): Ըստ Գումարային ինտենսիվության նմուշները հաջորդում են հետևյալ շարքով Փ(Լ)>Փ(Դ)>Փ(S)>Հ:

**Աղյուսակ 4**

*Երկրաքիմիական շարքերը յուրաքանչյուր միջավայրի համար*

| Միջավայր | Երկրաքիմիական շարքեր  | Գումարային ինտենսիվ. |
|----------|---|----------------------|
| Հ        | Pb <sub>(12.8)</sub> -Mo <sub>(10.9)</sub> -Zn <sub>(2.8)</sub> -Ni, Cd <sub>(1.9)</sub> -Hg <sub>(1.7)</sub> -Cr <sub>(1.2)</sub> -Cu <sub>(1.1)</sub>                   | 34.64                |
| Փ (Լ)    | Pb <sub>(32.5)</sub> -Mo <sub>(16.8)</sub> -Ag <sub>(16.1)</sub> -Cd <sub>(3.8)</sub> -Cu <sub>(3.2)</sub> -Zn <sub>(2.2)</sub> -Ni <sub>(2.1)</sub> -Cr <sub>(1.1)</sub> | 77.23                |
| Փ (Դ)    | Pb <sub>(50.1)</sub> -Mo <sub>(5.8)</sub> -Zn <sub>(3.8)</sub> -Ag <sub>(3.7)</sub> -Cu <sub>(2.7)</sub> -Cd <sub>(2.3)</sub> -Ni <sub>(1.4)</sub>                        | 67.36                |
| Փ (S)    | Mo <sub>(28.4)</sub> -Pb <sub>(17.5)</sub> -Cu <sub>(2.8)</sub> -Zn <sub>(1.9)</sub> -Ni <sub>(1.4)</sub> -Cd <sub>(1.1)</sub>  | 56.78                |
| 52012    | Pb <sub>(24)</sub> >Zn <sub>(4.5)</sub> -Cr <sub>(3)</sub> -Cu <sub>(2)</sub> -V <sub>(1.9)</sub> -Ni <sub>(1.7)</sub> -Sr, Mn <sub>(1)</sub>                             | 41.68                |
| 52008    | Pb <sub>(12.1)</sub> >Zn <sub>(2.4)</sub> -Ni <sub>(2.3)</sub> -V <sub>(2)</sub> -Cr <sub>(1.6)</sub> -Cu <sub>(1.5)</sub> -Mo <sub>(1.2)</sub> -Sr <sub>(1.1)</sub>      | 25.4                 |

**Օսնուցում:** փակագծերում նշված են  $Kc > 1$  արժեքները

Ըստ ԱԳԳ-ի հողում գրանցվել է աղտոտման միջին մակարդակ՝ կազմելով 28.5, տերևների փոշում ցածր Փ(S)՝ 51.7, իսկ մնացած միջավայրերում բարձր՝ կազմելով Փ(Լ)՝ 77.2, Փ(Դ)՝ 61.9: Հարկ է նշել, որ մանկապարտեզը գտնվում է ոչ միայն բարձր ծանրաբեռնվածությամբ փողոցին բավականին մոտ, այլ նաև Երևանի հողերի աղտոտման բարձր մակարդակի դաշտում և այս հարակից հողերը, ինչպես նաև ճանապարհային փոշին հատկապես ծանրաբեռնված երթևեկության պայմաններում կարող են մանկապարտեզի տարածքի փոշու ծանր մետաղներով աղտոտման լրացուցիչ աղբյուր հանդիսանալ: Վերջին հանգամանքին նպաստում է մանկապարտեզի տարածքում կանաչ պատնեշների սակավությունը:

ՍԹԿ-ն գերազանցել են միայն Pb, Zn, Cu-ը (*աղ. 5*), Pb-ը ՍԹԿ-ն գերազանցում է Փ(Դ), Փ(Լ), Փ(S) փոշում՝ կազմելով՝ 3.7, 2.4, 1.3 անգամ համապատասխանաբար: Zn-ը Հ(1) և Փ(Լ)՝ (1.3), Cu-ը՝ Փ(Լ) (1.1 անգամ): Ինչը երևում է նաև կազմված սանիտարա-հիգիենիկ շարքերից (*աղ. 5*): Գումարային ինտենսիվության համեմատաբար բարձր արժեք դիտվել է դրսի փոշում՝ կազմելով 7.74: Ըստ գումարային ինտենսիվության նմուշները դասավորվում են հետևյալ հաջորդականությամբ Փ(Դ)>Փ(Լ)>Հ>Փ(S): Համաձայն Կ28-ի՝ բոլոր սուբստրատներում աղտոտման մակարդակը ցածր է (*նկ. 47*),



3. Քաղաքի օդային ավազանի փոշում ծանր մետաղների ինտեգրալ գնահատումը ցույց տվեց, որ Աղտոտման գումարային գործակցի (ԱԳԳ) միջին արժեքները կ'ամռանը (805.5, տատանման սահմանման՝ 22-14172), և՛ ձմռանը (706.3, տատանման սահման՝ 18-15368) գտնվում է գերբարձր աղտոտման մակարդակում, Կոնցենտրացիայի հանրագումարային ցուցանիշի (ԿՀՑ) միջին արժեքները ամռանը (40.1, տատանման սահման՝ 2.6-398.8) բարձր, իսկ ձմռանը՝ (19.6, տատանման սահման՝ 1.6-223.1) միջին աղտոտման մակարդակում: Տարածական բաշխվածության առումով և՛ ըստ ԱԳԳ-ի, և՛ ըստ ԿՀՑ-ի բարձր աղտոտվածությամբ երկու սեգմենտին էլ առանձնանում է քաղաքի հարավային, արդյունաբերական հատվածը:
4. Փոշում գրանցված ծանր մետաղների պարունակությունները ռիսկային են բնակչության առողջության համար, մասնավորապես առավել ռիսկի տակ են գտնվում երեխաները, ի համեմատ մեծահասակների: Ոչ քաղցկեղածին ռիսկ երեխաների համար ամռանը ներկայացնում են Mo, Cd, Co, As տարրերը, իսկ ձմռանը՝ միայն Mo, Co-ը: Մեծահասակների համար և՛ ամռանը, և՛ ձմռանը ռիսկ են ներկայացնում Mo-ի գրանցված պարունակությունները: Քաղցկեղածին ռիսկ առկա է Cr, As տարրերից կլանման ուղուց:
5. Քաղաքի տարբեր ֆունցիոնալ տարածքների ծառերի տերևների և՛ փոշու ծանրաբեռնվածության, և՛ ծանր մետաղների ծանրաբեռնվածության, և՛ ծանր մետաղների գումարային չափաբաժնի համեմատաբար բարձր արժեքները գրանցվել են ծանրաբեռնված շերացի փողոցում: Դիտարկված տարրերից ֆոնային գերազանցումներ գրանցվել են Zn, Pb, Mo, Cd, Cu, Ag-ի համար: Pb, Cu, Zn-ի առավելագույն գերազանցումները գրանցվել են շերացի փողոցում, իսկ Ag, Cd, Mo-ը Անգլիական այգում: ՄԹԿ նկատմամբ գերազանցումներ դիտվել են Zn, Cu, Pb տարրերի համար շերացիում, իսկ Zn-ի համար՝ Անգլիական այգում: Համաձայն ԿՀՑ-ի, ԱԳԳ բոլոր նմուշներում դիտվել է աղտոտման թույլատրելի մակարդակ:
6. Ծանրաբեռնված շերացի փ. -ի սոսու տերևների փոշու մասնիկների, մագնետային մասնիկների քանակները, մասնիկների խտությունը, ինչպես նաև փոշում տարրերի կշռային պարունակությունները ավելի մեծ են, քան կանաչ տարածքում Անգլիական այգում: Եվ՝ շերացի փ.ում, և՛ Անգլիական այգում փոշու մեջ գերակշռում են մանր մասնիկները:
7. Մանկապարտեզի հողում, ներսի, դրսի և տերևների փոշում գրանցված տարրերի պարունակությունները դրսևորում են ինչպես ֆոնային, այնպես էլ ՄԹԿ նկատմամբ գերազանցումներ: Որպես առաջնային աղտոտիչ երկրաքիմիական տեսանկյունից, բոլոր նմուշներում Pb, Mo-ն են, իսկ սանիտարառնիզիոնիկ տեսանկյունից՝ Pb-ը բոլոր փոշիներում, և Zn-ը՝ հողում: Ըստ ԱԳԳ-ի՝ մանկապարտեզի հողում գրանցվել է աղտոտման միջին մակարդակ, իսկ ներսի, դրսի, տերևների փոշում՝ բարձր մակարդակ: Ըստ ԿՀՑ-ի՝ բոլոր միջավայրերում աղտոտման մակարդակը ցածր է: Հողերում և փոշում տարրերի նման պարունակությունները մանկապարտեզ հաճախող երեխաների համար պոտենցիալ առողջական ռիսկ չեն ներկայացնում:

## Ատենախոսության թեմայով հրատարակված աշխատանքների ցանկ.

1. *Baldacchini C., Castenhairo A., Maghakyan N., et al* How does the amount and composition of PM deposited on *Platanus acerifolia* leaves changes across different cities in Europe? // *Envior Sci Techno.*, 2017, vol. 51(3), pp. 1147–1156
2. *Maghakyan N., Sahakyan L., Belyaeva O., Kafyan M., Tepanosyan G.* Assessment Of Heavy Metal Pollution Level And Children’s Health Risk In A Kindergarten Area (Yerevan) // *Electronic Journal of Natural Sciences*, 2017, vol. 2017, Issue 1/28/, pp. 10-15
3. *Maghakyan N., Tepanosyan G., Belyaeva O.* et al Assessment of pollution levels and human health risk of heavy metals in dust deposited on Yerevan’s tree leaves (Armenia) // *Acta Geochim*, 2016, pp. 1-11
4. *Saghatelyan A., Sahakyan L., Belyaeva O., Maghakyan N.* Studying Atmospheric Dust and Heavy Metals on Urban Sites through Synchronous Use of Different Methods // *Journal of Atmospheric Pollution, Science and Education Publishin*, 2014, vol. 2, No. 1, pp. 12-16
5. *Saghatelyan A., Sahakyan L., Belyaeva O., Maghakyan N.* Studying undifferentiated outdoor dust on urban sites through different methods // *Proceedings of the International Conference on Atmospheric Dust. Castellaneta Marina (Taranto), Italy*, June, 1-6, 2014, pp. 417-422
6. *Saghatelyan A.K., Sahakyan L.V., Belyaeva O.A., Tepanosyan G.H., Maghakyan N.R., Kafyan M.H.* Dust and stream of heavy metals in the atmosphere of the city of Yerevan, // *Electronic Journal of Natural sciences, National Academy of Sciences of RA, Ecology*, 2013, vol. 1(20), pp. 38-44
7. *Sahakyan L., Maghakyan N., Belyaeva O., Tepanosyan G., Kafyan M., Saghatelyan A.* Heavy metals in urban dust: contamination and health risk assessment: a case study from Gyumri, Armenia // *Arabian Journal of Geosciences*, 2016, vol. 9, p. 142
8. *Sahakyan L., Maghakyan N., Belyaeva O.* A study of outdoor dust in city Gyumri, Armenia // *Proceedings of the International Conference on Atmospheric Dust. Castellaneta Marina (Taranto), Italy*, June, 1-6, 2014, pp. 411-416
9. *Магакян Н.Р.* Тяжелые металлы в атмосферной пыли города Еревана: оценка уровня загрязнения и риска для здоровья населения // *Материалы международной научной конференции, Проблемы безопасности окружающей среды, Сборник статей, Гитутюн, Ер.:* 2016, с. 114-123
10. *Магакян Н.Р., Кафян М.О., Тепаносян Г.О., Беляева О.А.* Эколого-геохимическая и санитарно-гигиеническая оценка почв территорий дошкольных учебных учреждений г. Еревана // *Международная молодежная научная конференция “Проблемы окружающей среды и выделение групп риска среди населения”, Сборник статей, Ереван, 2013, с. 118-126*
11. *Саакян Л.В., Беляева О.А., Магакян Н.Р., Тепаносян Г.О., Кафян М.О.* Оценка уровня загрязнения недифференцированной пылью воздушного бассейна города Еревана и выявления групп риска среди населения // *Международная молодежная научная конференция “Проблемы окружающей среды и выделение групп риска среди населения”, Сборник статей.- Гитутюн, Ер.:* 2013, с. 152-161

12. Саакян Л.В., Беляева О.А., Тепаносян Г.О., Магакян Н.Р., Кафян М.О. Оценка уровня загрязнения недифференцированной пылью воздушного бассейна города Еревана // Вестник ГИУА, Ер.: 2013, том 16 №2, с. 58-67

**МАГАКЯН НАИРУИ РАФИКОВНА**  
**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА**  
**ГОРОДА ЕРЕВАНА**

**РЕЗЮМЕ**

Загрязнение воздуха является серьезной проблемой городских территорий. Пыль является одним из основных загрязнителей атмосферы и вызывает особую озабоченность в связи с ее неблагоприятным воздействием на здоровье человека. Кроме того, пыль является носителем и основным путем проникновения в организм человека токсичных веществ, в особенности тяжелых металлов. Тяжёлые металлы в пыли могут отрицательно влиять на здоровье, вызывая нарушение функций центральной нервной, сердечно-сосудистой и мочеполовой систем.

В течение многих лет пыль и тяжелые металлы являются доминирующими загрязнителями воздушного бассейна города Еревана. Данное исследование было направлено на оценку уровней загрязнения тяжелыми металлами в пыли атмосферного воздуха Еревана, а также на оценку риска для здоровья человека от тяжелых металлов с применением различных методов (биофильтры: листья деревьев и снежный покров).

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: оценка пылевой нагрузки; эколого-геохимическая, санитарно-гигиеническая оценка и картирование загрязнения тяжелыми металлами содержащимися в пыли воздушного бассейна Еревана, а также оценка и картирование риска для здоровья человека, с использованием биофильтров и снежного покрова; выявление особенностей загрязнения пылью территорий различных функциональных зон Еревана с помощью различных методов.

Результаты исследования показали, что средняя величина пылевой нагрузки летом соответствует высокому уровню, а зимой – среднему. Высоким уровнем нагрузки и летом, и зимой выделяется центральная часть города. Геохимическая и санитарно-гигиеническая интегральная оценка загрязнения тяжелыми металлами в пыли атмосферного воздуха г. Еревна показала, что средние значения суммарного показателя загрязнения (СПЗ) как летом, так и зимой соответствуют очень высокому уровню загрязнения, тогда как средние значения суммарного показателя концентрации (СПК) соответствуют летом – высокому, а зимой – среднему уровням.

С точки зрения пространственного распределения по СПЗ и СПК высоким уровнем загрязнения в обоих сезонах выделяется южная, индустриальная часть города. Геохимическая и санитарно-гигиеническая оценка, а также оценка риска здоровья человека показали, что в пыли листьев и снега первичными загрязнителями являются Mo и Cd. Исследования различных функциональных зон городских территорий с использованием разных методов, выявили очевидные

различия в уровнях пылевого загрязнения и его количественных и качественных характеристиках, что и обосновывает необходимость целенаправленных исследований динамических сред.

Результаты оценки уровней загрязнения атмосферного воздуха пылью и тяжёлыми металлами и риска для здоровья человека, показали, что пыль является актуальным загрязнителем атмосферного воздуха Еревана, а зафиксированные концентрации тяжёлых металлов представляют потенциальный риск для здоровья человека, в особенности для детей.

**NAIRUHI R. MAGHAKYAN**

## **GEOCHEMICAL PECULIARITIES OF THE AIR BASIN OF THE CITY OF YEREVAN**

### **RESUME**

Air pollution is a serious problem in urban areas. Dust, one of the basic atmospheric pollutants and can have a negative impact on human health. Also, dust is known as a carrier of toxic substances, especially heavy metals and the main pathway of penetration of heavy metals into the human organism. Heavy metals in dust may induce adverse effects on human health such as problems in the central nervous, cardiovascular, and urogenital systems.

For years Yerevan was distinguished by high levels of dust and heavy metals pollution of air basin. The goal of this research was to assess pollution levels and human health risk of heavy metals in dust of air basin of Yerevan through different methods. The goal was attained through formulation and implementation of the following tasks: dust load and eco-geochemical, sanitary and hygienic and human health risk assessment and mapping of heavy metals in dust of air of Yerevan, through natural filters and snow cover; revealing peculiarities of dust pollution in different functional zones of Yerevan through different methods.

According to the results mean value of dust load corresponds to the high level of pollution in summer, and mean level in winter. Both in summer and winter the high level of dust load were established in the central part of the city. Geochemical and sanitary and hygienic assessment of heavy metal pollution of the air basin of Yerevan indicated that both in winter and in summer mean Summery pollution indexes (SPI) belongs to the high level of pollution, and mean Summery concentration indexes (SCI) - to a high level in summer and mean level in winter.

Both in summer and in winter high levels of pollution according to SPI and SCI, fall on the southern industrial part of the city. Human health risk and geochemical and sanitary and hygienic assessment of heavy metal pollution of the air basin of Yerevan indicated that the priority pollutants are Mo l Cd in leaf and snow dust.

Studies of different functional zones of the city by using different methods showed obvious differences in the levels of dust pollution and its quantitative and qualitative characteristics. This fact justifies the need for implementation of targeted studies for investigation of dynamic environments.

Results of assessment of heavy metal pollution levels and human health risk have indicated that dust is a priority pollutant in air basin of the city of Yerevan, and the recorded concentrations of heavy metals may pose a risk to human health, especially to children.

