



**«ԻՆՏԵՐԱԿՏԻՎ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ  
ԶԱՐԳԱՑՈՒՄ»  
ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ**



**ՀԵՐԹԱԿԱՆ ԱՏԵՍՏԱՎՈՐՄԱՆ ԵՆԹԱԿԱ  
ՈՒՍՈՒՑԻՉՆԵՐԻ ՎԵՐԱՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ  
ԴԱՍԸՆԹԱՑ 2022**

**ՀԵՏԱԶՈՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ**

**Թթվային անձրևներ**

**ԹԵՄԱ**

**ԱՌԱՐԿԱ**

**ՀԵՂԻՆԱԿ**

**ՄԱՐԶ**

**ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՀԱՍՏԱՏՈՒԹՅՈՒՆ** Ալավերդու Ալ.Սյասնիկյանի անվան թիվ 7/մ/դ

**ՂԵԿԱՎԱՐ** Գագիկ Էմինյան

**Քիմիա**

**Լուսինե Գոգինյան**

**Լոռի**

## Բովանդակություն

Ներածություն.....	3
1.Թթվային անձրևներ.....	5
2.Թթվային նստվածքների ազդեցությունը կենսոլորտի վրա.....	5
3.Անուղղակի ներգործությունները.....	6
4.Քաղցրահամ ջրերի թթվայնացումը.....	8
5.Անմիջական ազդեցությունը.....	10
6.Մարդու վրա ուղղակի ազդեցությունները.....	12
7.Թթվային անձրևներից պաշտպանման միջոցները.....	14
8.Վառելիքում ծծմբի պարունակության նվազեցում.....	14
9.Բարձր խողովակների օգտագործումը.....	15
10.Տեխնոլոգիական փոփոխություններ.....	16
11.Կրայնացում.....	17
12.Եզրակացություն.....	19
13.Գրականության ցանկ.....	21

## ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Վերջին հարյուրամյակների ընթացքում մարդու գործունեության ինտենսիվությունը Հանգեց բնության մեջ գոյություն ունեցող հավասարակշռության զգալի խախտմանը, որի արդյունքում ծագեցին մի շարք հիմնահարցեր՝ կապված շրջակա միջավայրի հետ: Էկոլոգիական լուրջ հիմնահարցերի շարքից առանձնապես անհանգստություն է առաջացնում օդային ավազանի աճող ախտոտվածությունը: Օդային ավազանը հանդիսանում է կենսոլորտի (այդ թվում նաև մարդու) գործունեության հիմնական միջավայրը:

Արդյունաբերական և գիտատեխնիկական հեղափոխության ժամանակաշրջանում մթնոլորտում ավելացավ անթրոպոգ են բնույթի գազերի ու աէրոզոլների հաշվեկշռային ծավալը: Ըստ կողմնորոշիչ տվյալների տարեկան միլիոնավոր տոննա ծծմբի, ազոտի օքսիդներ և հալոգենաարտադրական միացություններ են մթնոլորտ արտանետվում:

Մթնոլորտի ախտոտման հիմնական աղբյուրներ են հանդիսանում էներգետիկ սարքավորումները, որոնցում օգտագործվում են հանքային վառելիքներ, սև և գունավոր մետալուրգիական ձեռնարկությունները, քիմիական ու նավթաքիմիական արդյունաբերությունը, ավիացիան և ավտոմեքենաները:

Օդային ավազանն ախտոտող մի շարք մասնիկներ մթնոլորտի օդի հետ ենթարկվում են քիմիական կամ ֆոտոքիմիական փոխակերպումների: Քիմիական փոխակերպման վերջնական արգասիքները մթնոլորտից հեռացվում են տեղումների օգնությամբ, կամ աէրոզոլների հետ ընկնում են Երկրի վրա: Ընկնելով կենսաբանական օբյեկտների մակերևույթին, կառույցների և այլ առարկաների վրա՝ ախտոտումները և դրանց փոխակերպման արգասիքները առաջացնում են օրգանական, անօրգանական նյութերի, մետաղների ֆիզիկաքիմիական քայքայման պրոցեսներ: Դժվար է գնահատել ախտոտված մթնոլորտի՝ կենդանի բնությանը հասցրած կորուստները, որոնց պատճառը մարդու արդյունաբերական գործունեությունն է: Դժվար է գնահատել անտառների

ոչնչացումը, ջրային ռեսուրսների ախտոտումը, ալերգիկ բնույթի հիվանդությունների տարածումը, էկոհամակարգում կենսաբանական հավասարակշռության խախտումը, որն անմիջականորեն կապված է մթնոլորտում ագրեսիվ նյութերի բարձր կոնցետրացիա հետ:

### **Հետազոտության նպատակը.**

Ուսումնասիրել թթվային անձրևները և նրանց ազդեցությունը օդային ավազանի վրա:

### **Խնդիրները.**

- բացահայտել թթվային անձրևների ազդեղությունը կենսոլորտի վրա,
- ներկայացնել թթվային անձրևների առաջացրած հետևանքները,
- ուսումնասիրել թե՛ ինչպես կարելի է նվազեցնել թթվային անձրևները տարբեր երկրներում

## **ԹԹՎԱՅԻՆ ԱՆՁՐԵՎՆԵՐԸ** մթնոլորտում

Արդյունաբերական արտանետումներ (քլորաջրածին (HCl), ծծմբի՝ SO<sub>2</sub> և ազոտի երկօքսիդների (NO)) և

խոնավության փոխազդեցության հետևանքով առաջացած Թթվային (թթու պարունակող) տեղումներն են (անձրև, ձյուն):

Մթնոլորտի մաքրումը կատարվում է ամպերի և տեղումների միջոցով: Ամպերի առաջացման պատճառներից մեկն էլ գերհագեցումն է, որը նշանակում է, թթվածինը պարունակում է ավելի շատ քանակի ջրային գոլորշիներ, քան կարող էր տվյալ ջերմաստիճանում, միևնույն ժամանակ պահպանելով հավարակշռություն: Ջերմաստիճանի ցածրացման դեպքում գոլորշու տեսքով ջուր կուտակելու օդի հատկությունը փոքրանում է: Այդ ժամանակ առաջանում է ջրային գոլորշիների կուտակում, մինչև չավարտվի գերհագեցումը:

Կաթիլների առաջացումից հետո ամպերի մասնիկները շարունակում են կլանել աէրոզոլային մասնիկներ և գազի մոլեկուլներ: Ոստի ամպի ջուրը կամ բյուրեղային մասնիկները դիտակում ենք որպես մթնոլորտային տարրեր: Ամպի տարրերը անսահման մեծանալ չեն կարող, քանի որ կաթիլների չափերի մեծացմանը զուգընթաց մեծանում է նաև գրավիտացիան: որը բերում է որոշակի բարձրությունից ամպի կաթիլների թափվելուն: Ընկնելու ընթացքում կաթիլները կլանում են նորանոր գազային մասնիկներ ու աէրոզոլներ:

## **Թթվային նստվածքների ազդեցությունը կենսոլորտի (բիոսֆերայի) վրա**

Թթվային նստվածքները վնասակար ազդեցություն են թողնում ոչ միայն առարկաների և կենդանի էակների վրա, այլ նաև նրանց ամբողջության վրա: Բնության մեջ կան

կենդանիների և բույսերի համակեցություններ, որոնց միջև, ինչպես նաև կենդանի և անկենդան օրգանիզմների միջև գործում է մշտական նյութափոխանակություն: Այս համակեցությունը, որը նաև կարելի է անվանել էկոլոգիական համակարգ, սովորաբար կազմված է չորս խմբից անկենդան օբյեկտներ, կենդանի օրգանիզմներ, սպառողներ և կործանողներ:

Թթվայնության ազդեցությունը առաջին հերթին արտահայտվում է քաղցրահամ ջրերի և անտառների վրա: Սովորաբար, ազդեցությունները լինում են անուղղակի, այսինքն, վտանգ ներկայացնում են ոչ թե հենց իրենք՝ թթվային նստվածքները, այլ նրանց ազդեցությամբ ընթացող պրոցեսները օրինակ (այլումինի անջատումը): Որոշ օբյեկտներում (օրինակ հող, ջուր, տիղմ և այլն) թթվության հետ կապված կարող է մեծանալ ծանր մետաղների կոնցենտրացիան, քանի որ  $P^H$ -ի փոփոխության հետևանքով փոխվում է նաև նրանց լուծելիությունը: Ջրի և կենդանական ծագման սննդի, օրինակ ձկան միջոցով, մարդու օրգանիզմ կարող են ընկնել նաև թունավոր մետաղներ: Եթե թթվության ազդեցության հետևանքով փոփոխվում է հողի կազմը, նրա կենսաբանությունը և քիմիան, ապա այն կարող թ բերել բուսականության ոչնչացման: Սովորաբար այդպիսի անուղղակի ներգործությունները չեն համարվում տեղային և կարող են ազդել նաև կեփստոտվածության աղբյուրից նույնիսկ մի քանի 100-ավոր կմ հեռավորության վրա:

### **Անուղղակի ներգործություններ**

Թթվային նստվածքները ներգործում են կամ աննուղակի ճանապարհով՝ հողի և արմատային համակարգի միջոցով, կամ ուղղակի (գլխավորապես կանաչ տերևների վրա): Հողի թթվայնացումը որոշվում է տարբեր գործոններով: Ի տարբերություն ջրերի, հողն օժտված է թթվայնությունը տարաբաշխելու հատկությամբ, այսինքն, մինչև որոշակի աստիճան նա դիմադրում է թթվայնության ուժեղացմանը: Հողերի, դեպի թթվայնացումն ունեցած հակվածությունը, քիմիական կայունությունը և հավասարակշռվելու ունակությունը կախված է ստորգետնյա ապարների

հատկություններից, հողի գենոտիպից, ինչպես նաև մոտակայքում կեխտոտվածության աղբյուրի առկայությունից: Բացի այդ թթվայնությունը դիմակայելու հողի ունակությունը կախված է հողաշերտերի քիմիական և ֆիզիկական հատկություններից:

Անուղղակի ներգործությունները ի հայտ են գալիս տարբեր ձևերով: Օրինակ ազոտի միացություններ պարունակող նստվածքները որոշ ժամանակ նպաստում են ծառերի աճին, քանի որ նրանք հողին են մատակարարում սնուցող նյութեր: Սակայն ազոտի մշակման օգտագործման արդյունքում անտառը գերհագեցնում է նրանով: Այդ դեպքում ավելանում է նիտրատների քանակությունը, որը տանում է հողի թթվայնացման:

Տեղումների ժամանակ տերևներից թափվող ջուրը պարունակում է ավելի շատ K, S, Mg, Ca, քան նիտրատներ և ամոնիակ: Հող ներթափանցված ջրածնի իոնները կարող են տեղակայվել հողում պարունակվող կատիոններով, որի արդյունքում կատարվում է կամ Ca-ի, Mg-ի և K-ի տարանջատում, կամ նրանց ձևափոխում այլ վիճակների: Այնուհետև մեծանում է թունավոր մետաղների (Mn, Cu, Cd և այլն) շարժունակությունը այն հողերում, որտեղ  $P^H$ -ը ունի ցածր արժեք: Ծանր մետաղների լուծելիությունը նույնպես մեծամասամբ կախված է  $P^H$ -ից: Լուծված է բույսերի կողմից հեշտ կլանվող ծանր մետաղները թույն են դառնում բույսերի համար և կարող են նրանց ոչնչացման հասցնել: Հայտնի է, որ ուժեղ թթու միջավայրում լուծված ալյումինը թունավորում է հողում գտնվող կենդանի օրգանիզմներին:

Շատ հողերում դիտվում է ալյումինի անհամեմատ ավելի մեծ կոնցենտրացիաների կլանում, քան այլ հիմնային կատիոնների: Չնայած, որ բույսերի շատ տեսակներ ի վիճակի են տանել այդպիսի կոնցենտրացիաների առկայությունը, բայց մեծ քանակությամբ թթվային նստվածքների արձակման ժամանակ Al-K հարաբերությունը հողում և ձրում այնքան է աճում, որ թուլանում է լույսի արմատը և վտանգ է ստեղծվում բույսի հետագա գոյության համար: Հողի բաղադրության մեջ կատարվող փոթոխությունները կարող են ձևափոխել հողի մեջ գտնվող միկրոօրգանիզմների կազմը, կարող են ազդել նրանց ակտիվության վրա և դրանով իսկ ազդել քայքայման և միներալացման պրոցեսների վրա, ինչպես նաև ազոտի կապման և ներքին թթվայնացման պրոցեսների

վրա:Այսպես,օրինակ միջին և արևմտյան Եվրոպայի անտառների ոչնչացումը հիմնականում կատարվել է անուղղակի ազդեցությունների հետևանքով:Այդպիսով ոչնչացել են մի քանի 100.000 հա մակերեսով անտառներ:

Հունգարիայում էկոլոգիական հետազոտությունները ցույց են տվել,որ ոչնչացել են կաղնու անտառների 10%-ը:Մեծամասամբ այդ կատարվել է անտառային հողերի թթվայնացման պրոցեսի արդյունքում առաջացած ծանր մետաղների պատճառով:

Վարելահողերը,ի տարբերություն բնական անտառների ,գտնվում են այլ դրության մեջ:Նրանց թթվայնացման հիմնական պատճառը առաջին հերթին հանքային պարարտանյութերի լայն կիրառությունն է:Օրինակ սուլֆերֆոսֆատները պարունակում են մի քանի տոկոս ազատ ծծմբական թթու:Ազոտական պարարտանյութերը մեծ քանակությամբ նիտրատներ և ամոնիումի միացություններ են պարունակում:

Բույսերը,հողից վերցնելով ամոնիումի իոնները,փոխարենը նրան են տալիս ջրածնի իոնների համապատասխան քանակություններ,որը բերում է հողի թթվեցման:Համաձայն կատարված հետազոտությունների,Հունգարիայում մշակովի հողերը թթվայնացման հակում ունեն:Դրանց հիմնական պատճառները հանքային պարարտանյութերն են:Նրանց չեզոքացման համար մեկ տարում 1 հա-ի համար պահանջվում է 300-400 կգ կալցիումի կարբոնատ:Ուստի կարելի է ասել,որ ինտենսիվ պարարտացվող վայրերում թթվային նստվածքները միայն երկորդական դեր են խաղում հողերի թթվայնացման գործում:Մասնագետների կարծիքով,պարարտանյութերի օգտագործումը Հունգարիայում կարող է աղետալի ունենալ:Դրանից կարելի է խուսափել միայն հողի կրայնացման միջոցով,ինչպես նաև բացառելով ամոնիում պարունակող պարարտանյութերի կիրառումը:

### **Քաղցրահամ ջրերի թթվայնացումը**

Սրան նպաստում են ուժեղ թթուները՝մասնավորապես ծծմբական և ազոտական թթուները:Մեծ դեր են խաղում նար սուլֆատները և նիտրատները:Որոշ



տարածքներում, հողի թթվայնության բարձրացման հետ մեկտեղ, բարձրանում է նաև վերգետնյա ջրերի թթվայնությունը: Այս դեպքում հողի  $P^H$ -ը կարող է իջնել 1,5-ով, իսկ ծայրահեղ դեպքերում նույնիսկ 2-ով կամ 3-ով: Հատկապես մեծ թթվայնացում է նկատվել Կանադայի և Սկանդինավյան երկրների լճերում: Սկանդինավյան լճերը մեծամասամբ ունեն գրանիտային կամ աղքատ կրային նստվածք: Այդպիսի լճերը ավելի քիչ են դիմադրում թթուների չեզոքացմանը, քան այն լճերը, որոնք գտնվում են հարուստ կրային տարածքներում: Դա կապված է այն բանի հետ, որ կրային հողերից անջատվում է հիդրոկարբոնատ իոնը, որն ապահովում է հիմնային միջավայր և որի շնորհիվ էլ չեզոքանում են թթուները: Այդպիսի իրավիճակում են գտնվում Հունգարիայի լճերը: Օրինակ, Բալատոն լճի ջրի  $P^H$ -ը 8-ից բարձր է: Եթե ի նկատի ունենանք, որ ձեզոք միջավայրերի համար ընդունված է  $P^H=5.6$  արժեքը, ապա այդ լճի ջուրը կարելի է համարել հիմնային:

Վերգետնյա ջրերի թթվեցման պրոցեսը բախկացած է 3 փուլից.

1. Հիդրոկարբոնատ իոնների պակասեցումը, որը տանում է դեպի չեզոքացման ունակության նվազում անփոփոխ  $P^H$ -ի դեպքում:
2.  $P^H$ -ի նշանակության նվազեցում հիդրոկարբոնատ իոնների քանակի պակասելու պատճառով:  $P^H$ -ը այդ դեպքում իջնում է նույնիսկ 5,5-ից: Ի դեպ նույնիսկ  $P^H=6.5$  արժեքի սկսվում է կենդանի օրգանիզմների ոչնչացում:
3.  $P^H=4,5$  արժեքի դեպքում թթվությունը կայունանում է

Այդպիսի դեպքերում թթվությունը կարգավորվում է այլումինի միացությունների հիդրոլիզի շնորհիվ: Այդպիսի միջավայրում ի վիճակի են ապրել միայն մի քանի միջանրի տեսակներ, բուսական և կենդանական պլանկտոնը, ինչպես նաև սպիտակ ջրիմուռները: Բույսերի և կենդանիների սկսում են ոչնչանալ արդեն  $P^H<6$  արժեքի դեպքում: Լճերի և գետերի ջրերի մեծամասշտաբ թթվայնացումներ են նկատվում Շվեդիայում, Նորվեգիայում, ԱՄՆ-ում, Կանադայում, իսկ վեջին շրջանում նաև Դանիայում, Բելգիայում, Հոլանդիայում, Գերմանիայում, Շոտլանդիայում և Հարավսլավիայում: Հյուսիսային Նորվեգիայում 5000 լճերի վրա կատարված ուսումնասիրությունները ցույց

են սվեդ, որ նրանցից 1750-ում լիովին ոչնչացել են ձկների տեսակներ, իսկ 900-ին լուրջ վտանգ է սպառնում: Ձկների ոչնչացումը թթվային նստվածքների առաջացման պատճառով շարունակվում են: Հարավային և կենտրոնական Շվեդիայում 2500 լճերում գրանցվել են ձկնակորուստներ ջրերի թթվայնացման պատճառով, որը սպառնում է նաև 6500 լճերին: Շուրջ 18000 լճերում ջրի  $P^H$ -ը 5,5 –ի ցածր է, որն ազդում է ձկների վրա: Նման պրոբլեմներ կան նաև Կանադայում Հյուսիսային Ամերիկայում: Օնտարիոյում մոտավորապես 50.000 լճեր վնասվել են ծծմբի միացությունների ներգործության պատճառով:

Վերգետնյա ջրերի թթվայնացման հետ կապված պրոբլեմը Հունգարիայում չի ծառայում, քանի որ այնտեղ ջրերը պարունակում են մեծ քանակությամբ կարբոնատներ և հիդրոկարբոնատներ, որոնք ապահովում են չեզոքացման պրոցեսը: Այստեղ բացառություն են կազմում մի քանի ջրամբարներ, որոնց ջրերը քիմիապես չեզոք են և ընդունակ չեն չեզոքացնել թթվային նստվածքները:

### **Անմիջական ուղղակի (ազդեցությունները)**

Բույսերի անմիջական ոչնչացումներ մեծամասամբ դիտվում են կեղտոտ թափոնների մոտակայքում, նույնիսկ կեղտոտվածության աղբյուրից մի քանի տասնյակ կմ շառավղով հեռավորության վրա: Հիմնական պատճառը հանդիսանում է  $SO_2$ -ի բարձր կոնցենտրացիան: Այդ միացությունը ադսորբվում է բույսի տերևների վրա և մեծ վնաս պատճառում նրան:  $SO_2$ -ը ընկնելով բույսի օրգանիզմ, սկսում է մասնակցել տարբեր օքսիդացման պրոցեսների: Այդ պրոցեսներն ընթանում են ազատ ռադիկալների մասնակցությամբ, որոնք առաջանում են քիմիական ռեակցիայի արդյունքում ծծմբի երկօքսիդից: Նրանք օքսիդացնում են մեմբրանի չհագեցած ճարպաթթուներին, փոխելով նրանց թափանցելիությունը, որը հետագայում բացասաբար է ազդում շատ պրոցեսների վրա (շնչառություն, ֆոտոսինթեզ):

Բույսի վրա կողմնակի ազդեցությունները կարող են ընդունել ձևեր.

- գենետիկ փոփոխություններ
- տեսքային փոփոխություններ
- փոփոխություններ, որոնք ուղղակի վնաս են հասցնում բոլորին:

Կախված բույսի տեսակի զգայություններից և ազդեցության մաշտաբից կարող են կատարվել դարձելի և անդարձելի փոփոխություններ՝ անգամ միջև բույսի լիակատար ոչնրացումը: Առաջին հերթին ոչնչանում են ամենազգայուն տեսակները, օրինակ տարբեր քարաքոսներ, որոնք կարող են պահպանվել միայն ամենամաքուր միջավայրերում և հանդիսանում են մքաուր օդի <<ինդիկատորներ>>: Սովորաբար, շատ կեղտոտված տեղերում առաջանում են <<քարաքոսների անապատներ>>: Ժամանակակից քաղաքներում այն առաջանում են նույնիսկ SO<sub>2</sub>-ի միջին կոնցենտրացիաների՝ 100 մկգ/մ<sup>3</sup> դեպքում: Ընդ որում, եթե քարաքոսներին կարելի է հանդիպել քաղաքի ծայրամասերում, ապա նրա միջին մասերում այն լրիվ բացակայում է: Սակայն գոյություն ունեն քարաքոսների այնպիսի տիպեր որոնք դիմանում են նույնիսկ SO<sub>2</sub>-ի բարձր կոնցենտրացիաներին, այդ պատճառով էլ որոշակի դիմացկուն տեսակներ երբեմն զբաղեցնում են քարաքոսների ոչնչացված տեսակների տեղը:

Մթնոլորտում թթվային միացությունները կարող են վնասակար ազդեցություն թողնել նաև ավելի բարձրակարգ բույսերի վրա: Ծծմբի երկօքսիդից առաջացրած վնասը կախված է մի քանի գործոններից, որոնք են՝ տեղական կլիման, ծառերի տեսակները, հողի վիճակը, անտառի մշակման միջոցները, խոնավ նստվածքների PH-ը և այլն: Մթնոլորտում SO<sub>2</sub>-ի վտանգ ներկայացնող մակարդակը իրականում ավելի ցածր է, քան համարում էին առաջ, քանի որ որոշակի ֆիզիոլոգիական և բիոքիմիական փոթոխությունները կարող են կատարվել նաև առանց որևէ տեսակի ոչնչացման: Սակայն այդ վտանգավոր մակարդակը ավելի է իջնում ազոտի երկօքսիդի, թթվային անձրևների և այլնի պատճառով:

Այսպիսով, SO<sub>2</sub>-ի դերը անտառների ոչնչացման հարցում կարելի է համարել ապացուցված: Ապացուցված է նաև խոնավ թթվային նստվածքների վնասակար ազդեցությունը ծառերի աճի վրա: Սակայն այդ նստվածքները առաջին հերթին ազդում են անուղղակիորեն հողի և արմատային համակարգի միջոցով: Ամենաբարձր աստիճանի

բույսերի ոչնչացումները դիտվում են օդի ամենաշատ կեղտոտված շրջաններում,ինչպես օրինակ,Կենտրոնական Եվրոպայում: SO<sub>2</sub> պարունակող չոր նստվածքները արդեն գրոհել են Չեխոսլովակիայի,Լեհաստանի և Գերմանիայի անտառների վրա:Ամենաշատ վնասը կրել է Գերմանիան,որտեղ անտառների 1/3-ը կիսով չափ ոչնչացել է:Մթնոլորտի թթվային նյութերի ազդեցությամբ բուսականության ուղղակի ոչնչացում է կատարվում նաև Հունգարիայում նաև սակայն ավելի փոքրամաշտաբ,քան Կենտրոնական Եվրոպայում է:

### **Մարդու վրա ուղղակի ազդեցությունները**

Բնականաբար մթնոլորտի թթվային միկրոէլեմենտները չեն խնայում նաև մարդուն:

Սակայն այստեղ խոսքը ոչ միայն թթվային անձրևների մասին է այլև այն վնասի մասին որոնք պատճառում են թթվային նյութերը (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>,թթվային աէրոզոլ մասնիկներ) մարդուն շնչառության ժամանակ:

Արդեն հաստատված է որ գոյություն ունի սերտ կախվածություն միջավայրի կեխտոտվածության աստիճանի և մահացության աստիճանի միջև: SO<sub>2</sub>-ի մոտավորապես 1մգ/մ<sup>3</sup> կոնցենտրացիաների դեպքում ավելանում է մահացությունը առաջին հերթին ծեր մարդկանց և այն մարդկանց շրջանում ,որոնք տառապում են շնչուղիների հիվանդություններով:Ստատիստիկական տվյալները ցույց են տալիս,որ այնպիսի լուրջ հիվանդությունը ինչպիսին խորոզակն է,առաջանում է հենց այդ պայմաններում:Նույնը կարելի է ասել նաև Հյուսիսային Ամերիկայի և Եվրոպայի նորածինների վաղ մահացության մասին,որը կազմում է տարեկան մի քանի տասնյակ հազարներ:

Բացի ծծմբի և ազոտի օքսիդներից մարդու առողջության համար վտանգավոր են նաև թթվային բնույթի աէրոզոլ մասնիկները,որոնք պարունակում են սուլֆատներ և ծծմբական թթու:Նրանց վնասակարության աստիճանը կախված է նրանց չափերից:Այսպես,փոշին և ավելի խոշոր աէրոզոլ մասնիկները բռնվում են վերին շնչուղիներում,իսկ ավելի մանրերը (մինչև 1մկմ),ինչպես ծծմբական թթվի կաթիլները կամ սուլֆատների մասնիկներն են ,կարող են թափանցել նույնիսկ թոքերի ամենախոր անկյունները:

<<Ֆիզիոլոգիական հետազոտությունները ցույց են տվել,որ թունավորման աստիճանը ուղիղ համեմատական է կեղտոտող նյութերի կոնցենտրացիային>>:[1.23]

Սակայն գոյություն ունեն թույլատրելի չափանիշներ որոնցից ցածրի դեպքում շեղումներ չեն նկատվում նույնիսկ ամենազգայուն մարդկանց մոտ:Օրինակ առողջ մարդկանց համար SO<sub>2</sub>-ի թույլատրելի նորման կազմում է օրական 400մկգ/մ<sup>3</sup> :Ներկայումս անպաշտպան տարածքներում թույլատրելի նորման համապատասխանում է այդ չափանիշին:Պաշտպանված տարածքներում այդ չափանիշներն ուրիշ են,այսինքն ավելի ցածր:Սակայն վտանգավոր կոնցենտրացիաներն կարող են ավելի իջնել տարբեր թթվային նյութերի միմյանց փոխազդեցության պատճառով:

Հաստատված է ուղղակի կախվածություն SO<sub>2</sub>-ով կեխտոտվածության և տարբեր շնչառական հիվանդությունների միջև (գրիպ,անգինա,բրոնխոտ և այլն):Չվերահսկվող տերիտորիաներում այդ հիվանդությունների թիվն ավելի շատ է քան վերահսկվող տերիտորիաներում:Մարդու վրա անուղղակի ազդեցություն է գործում նաև մԱիջավայրի թթվայնացումը:Այդպիսի անուղղակի ներգործությունն են ունենում առաջին հերթին գունավոր մետաղները (Al,ծանր մետաղները):այս մետաղները հեշտությամբ կարող են մտնել սննդային շղթայի մեջ և սննդի միջոցով առաջացնել օրգանիզմի թունավորումներ:Հունգարիայում կատարված ուսումնասիրությունները ցույց են տվել,որ ցինկի պարունակությունը խոզի և տավարի պահածոներում,ինչպես նաև այլ մսամթերքներում շատ հաճախ գերազանցում են թույլատրելի նորման (10%):այդ պահածոներում կադմիումը նույնպես հանդիպում է անթույլատրելի կոնցենտրացիաներով: Պղինձը և սնդիկը թույլատրելի կոնցենտրացիաներով հանդիպում են թռչնի մսի մեջ:

Թթվային անձրևը կարող է մեծ վնաս պատճառել նաև մետաղական կառուցվածքներին,տարբեր շենքերին և հուշարձաններին:Առաջին հերթին մեծ վնաս կարող են ստանալ այն հուշարձանները,որոնք կառուցված են ավազից և կրից,ինչպես նաև այն քանդակները,որոնք գտնվում են բաց երկնքի տակ:Իտալիայում,Հունաստանում և այլ երկրներում հարյուրավոր և հազարավոր պահպանված պատմական հուշարձանները

վերջին տասնամյակում խիստ քայքայվել մթնոլորտ արտանետված կեխտոտ նյութերի պատճառով:

### **Թթվային անձրևներից պաշտպանվելու միջոցները**

Թթվային անձրևները կենդանի և անկենդան բնության վրա կարող են ունենալ ինչպես ուղղակի, այնպես էլ անուղղակի ազդեցություն: Դրանից հետևում է, որ պատճառած վնասի չափերը կարող են տարբեր լինել: <<Շրջապատի պաշտպանության ամենարդյունավետ միջոցը ծծմբի և ազոտի օքսիդների արտանետումների կրճատումն է: Դրան կարելի է հասնել մի քանի եղանակներով, այդ թվում առաջին հերթին բացառելով հանքային վառելանյութ օգտագործող էլեկտրակայանների շինարարությունը: >> [2.57]

Երկրորդ հերթին ֆիլտրերի միջոցով վառելիքներից ծծմբի հեռացումը, այրման պրոցեսների կարգավորումը և այլ տեխնոլոգիական լուծումներ:

### **Վառելիքում ծծմբի պարունակության նվազեցում**

Ցանկալի է վառելիքում ծծմբի պարունակության նվազեցումը կամ այլ ծծմբի ցածր կոնցենտրացիաներ պարունակող վառելիքի կիրառումը: Սակայն վառելիքի այդպիսի տեսակներ շատ քիչ կան: Ներկայումս աշխարհի նավթի պաշարների միայն 20%-ն է, որ պարունակում է 0.5 %-ից պակաս ծծումբ: Ծծմբի միջին քանակությունը օգտագործվող նավթում անընդհատ աճում է կախված նավթի արտադրության արագացված տեմպերից: Նույնը կարելի է ասել նաև ածխի մասին: Ծծմբի ցածր պարունակությամբ ածուխ գտնվում է միայն Կանադայում և Ավստրալիայում, որտեղ ածխի մեջ ծծմբի

պարունակությունը տատանվում է 0.5%-1%:Այսպիսով ծծմբի ցածր պարունակությամբ վառելիքը մեզ մոտ սահմանափակ քանակությամբ է:Եթե մենք չենք ցանկանում,որ նավթում և ածխում պարունակվող ծծումբը ընկնի շրջապատող միջավայր,ապա հարկավոր է նրանից ազատվելու միջոցներ ձեռնարկել:Նավթի վերամշակման ժամանակ առաջացող մնացորդը (մազուֆ) պարունակում է ծծմբի մեծ քանակություն:Մազուֆից ծծմբի հեռացումը շատ բարդ պրոցես է,որի արդյունքում հաջողվում է ազատվել ծծմբի ընդամենը 1/3 կամ 2/3 մասից:Ընդ որում մազուֆի մաքրումը ծծմբից պահանջում է խոշոր ֆինանսական ներդրումներ:

<<Ածխի մեջ ծծումբը գտնվում է կամ անօրգանական կամ էլ օրգանական միացությունների ձևով:Մաքրման պրոցեսի ժամանակ անջատվում է նաև պիրիտի մի մասը:Սակայն այս եղանակով նույնիսկ ամենանպաստավոր պայմաններում կարելի է ազատվել ածխի մեջ ծծմբի պարունակության միայն 50%-ից:>>[4.32]

Քիմիական ռեակցիաների արդյունքում կարող են անջատվել ծծումբ պարունակող ինչպես օրգանական այնպես էլ անօրգանական միացություններ:Սակայն այս մեթոդը շատ թանկ է,որովհետև այն պահանջում է բարձր ճնշում և ջերմաստիճան:Այսպիսով,ծծմբից նավթի և ածխի մաքրումը բարդ և շատ թանկ պրոցես է:Բացի այդ,նույնիսկ մաքրումից հետո էլ վառելիքում մնում է ծծմբի նախնական պարունակություն մոտավորապես կեսը:Այդ պատճառով էլ ծծմբից մաքրման եղանակը հանդիսանում է թթվային անձրևների պրոբլեմների լուծման ոչ լավագույն եղանակը:

### **Բարձր խողովակների օգտագործումը**

Սա ավելի շատ տարածված եղանակներից մեկն է:Դրա էությունը կայանում է նրանում,որ թունավոր նյութերի տարածումը մթնոլորտում մեծամասամբ կախված է ծխնելույզների բարձրությունից:Եթե մենք օգտագործում ենք ցածր ծխնելույզներ,ապա ծծմբի և ազոտի միացությունների արտանետումները շատ արագ իջնում են նստվածքի տեսքով,իսկ բարձր

ծխնելույզների դեպքում դա ավելի քիչ է կատարվում: Այդ պատճառով էլ ծխնելույզներին հարող շրջաններում (մեկից միջև մի քանի տասնյակ կմ շառավղով) ծծմբի և ազոտի օքսիդների կոնցենտրացիան բարձր կլինի, որը մեծ վնաս կպատճառի շրջապատին: Եթե ծխնելույզները բարձր են ապա մեծանում է արտանետված գազերի մթնոլորտում խառնվելու պրոցեսի էֆեկտիվությունը, որի հետևանքով մեծանում է ավելի հեռավոր շրջանների կեղտոտվածության վտանգը:

<<Այսպիսով, բարձր ծխնելույզները, չնայած տարածված կարծիքին ոչ միայն չեն լուծում օդի կեղտոտվածությունից ազատվելու խնդիրը, այլև մեծ չափով նպաստում են թթվային նյութերի ավելի հեռավոր շրջաններ տեղափոխմանը և այնտեղ թթվային անձրևների տեսքով թափվելուն:>> [3,65]

Հետևաբար, բարձր ծխնելույզները հանգեցնում են այն բանին, որ կեղտոտվածության անմիջական ազդեցությունները փոքրանում են (մոտակա շրջապատի բույսերի ոչնչացում, շինություններ կոռոզիա և այլն), սակայն անուղղակի ազդեցությունները մեծանում են (հեռավոր շրջանների էկոլոգիայի խաթարումները):

Ուստի բարձր ծխնելույզներից դուրս եկած արտանետումները վատ ազդեցություն են ունենում ոչ միայն տվյալ երկրի, այլ նաև հարևան երկրների տարածքների վրա:

### **Տեխնոլոգիական փոփոխություններ**

Հայտնի է որ վառելանյութի այրման պրոցեսում ազոտն օդի թթվածնի հետ առաջացնում է NO, որը ահագին նպաստում է նստվածքների թթվայնության բարձրացմանը: Այրման ժամանակ առաջացած NO-ի քանակը կախված է այրման ջերմաստիճանից: Որքան ցածր է այրման ջերմաստիճանը այնքան քիչ է NO առաջացնում, ընդ որում NO-ի քանակությունը կախված է նաև օդի ավելցուկից: Այսպիսով, տեխնոլոգիական փոփոխությունների միջոցով կարելի է կրճատել կեղտոտող նյութերի արտանետումների քանակը:



Հատուկ բառարանում ե՞ծ արագությամբ վառելիքի այրման տեխնոլոգիայի սխեման:Այս պրոցեսի շնորհիվ վառելիքի այրման ընթացքում առաջացած գազերում պակասում է ծծմբի քանակությունը:Այրման զոնա են ուղարկում չայրվող նյութի մի հոսք,որը կապում է ծծմբին:Մեծ արագությամբ մղվող օդը մանրացնում և խառնում է նյութը,որը գտնվում է այրման զոնայում:Այս պրոցեսի շնորհիվ կարելի է ոչ միայն պակասեցնել SO<sub>2</sub>-ի արտանետման քանակը այլ նաև պակասեցնել առաջացած NO-ի քանակը,քանի որ այդ դեպքում ընկնում է այրման ջերմասիճանը:SO<sub>2</sub>-ի արտանետումների կրճատման կարելի է հսնել նաև վերջնական գազերը ծծմբից մաքրելու օգնությամբ:Ամենատարածված մեթոդը թաց պրոցեսն է,որի ժամանակ վերջնագազերը բարբոտաժի են ենթարկվում կրաջրի միջով,որի արդյունքում ստացվում է կալցիումի սուլֆիտ կամ սուլֆատ սուլֆատ:Այս ձևով անջատում են ծծմբի մեծ մասը:Սակայն այս մեթոդը դեռևս մեծ կիրառություն չի գտել:

## Կրայնացում

Թթվայնության պակասեցման համար լճեր մեջ և հողի մեջ ավելացնում են հիմնային նյութեր (օրինակCaCO<sub>3</sub>):Այս գործողությունը կոչվում է կրայնացում:Այն շատ հաճախ կիրառում են Սկանդինավյան երկրներում,որտեղ կիրը ողղաթիռներից լցնում են հողի կամ ջրամբարների տերիտորիաների վրա:Կիրը,ընկնելով ջրի մեջ,անմիջապես լուծվում է,իսկ արդյունքում առաջացած հիմքը անմիջապես չեզոքացնում է թթուներին:Հաշվարկված է,որ 1մ<sup>3</sup>ջրի համար պահանջվում է 5գ կիր P<sup>H</sup>-ը 4.5-6.5 փոփոխելու համար:Կրայնացումը կիրառում են նաև թթվային հողերը չեզոքացնելու համար:Սակայն կրայնացումը առավելությունների հետ մեկտեղ ունի նաև թերություններ.

- հոսող և արագ խառնվող լճերի ջրերի չեզոքացումը կատարվում է ոչ բավարար էֆեկտիվ չափով,

- տեղի է ունենում ջրերի և հողի քիմիական և կենսաբանական հավասարակշռության կոպիտ խախտում:
- անհնարին է դառնում վերացնել թթվայնացման բոլոր վնասակար հետևանքները:

Կրայնացման օգնությամբ չի կարելի հեռացնել ծանր մետաղները: Այս մետաղները թթվության պակասեցման ժամանակ փոխակերպվում են դժվարալուծ միացությունների և նստում են սակայն թթվի նոր դոզա ավելացնելիս՝ նորից լուծվում են այսպիսով մշտական վտանգ դառնալով լճերի համար:

Վերը նկարագրված եղանակների բացի հայտնի են կեղտոտվածությունից պաշտպանվելու բազմաթիվ միջոցներ: Օրինակ, կենդանիների և բույսերի բնաջնջված տեսակները փոխարինվում են նորերով, որոնք հարմարվում են թթվայնությանը: Հուշարձանները և այլ շինությունները հետագա քայքայումից պաշտպանելու համար նրանց մշակում են հատուկ ջնարակաով (գլազուր): Այստեղ ուսումնասիրված մեթոդները սակայն ունեն մի ընդհանուր հատկություն, այն է՝ նրանց կիրառումը մինչև այժմ չի պակասեցվել ծծմբի և ազոտի օքսիդների արտանետումները: Որևէ հաջողության չեն հասել նաև թթվային անձրևների ազդեցությունները վերացնելու ուղղությամբ:

## Եզրակացություն

Բացահայտելով թթվային անձրևների ազդեցությունը կենսոլորտի վրա եկանք այն եզրահանգման, որ շրջապատող միջավայրի թթվեցումը կախված է մթնոլորտ արտանետված ծծմբի և ազոտի օքսիդների հետ: Հասկանալի է, որ այն կանխատեսելը դժվար է: Սակայն մենք կարող ենք որոշակի եզրահանգումներ կատարել հիմնվելով անցյալում արտանետված գազերի անալիզի վրա: Այս գնահատականը ենթադրում է, որ այս հազարամյակում  $SO_2$ -ի արտանետումները կլինեն ավելի շատ: Դրանով պայմանավորված սպասվում է շրջապատող միջավայրի թթվության բարձրացում: Դա մեծ անհանգստություն է առաջացնում քանի որ նույնիսկ ներկայիս արտանետումները արդեն բերում են ծանր հետևանքներ: Ամբարենպաստ պայմաններ են ստեղծվել նաև ազոտի օքսիդների արտանետումների պատճառով, քանի որ նրանք  $SO_2$ -ի հետ համեմատած, ավելի արագ են աճում:

Քանի որ ուսումնասիրվել թե ինչպես կարելի է նվազեցնել թթվային անձրևների ազդեցությունը տարբեր երկրներում և նկատել են, որ որոշ երկրներում արդեն հաջողվում է կանգնեցնել  $SO_2$ -ի աճը: Իսկ ինչ վերաբերվում է ազոտին, ապա Եվրոպայում և ամբողջ աշխարհում շարունակում են ավելանալ  $NO_x$ -ի արտանետումները՝ կապված մեքենաների թվի աճի հետ:

Որոշ երկրներում ծծմբի և ազոտի օքսիդների արտանետումներն ինչ-որ չափով նաև քաղաքական խնդիր են դարձել, քանի որ շատ հաճախ թունավոր նյութերը դուրս են գալիս մի երկրի պետական սահմաններից և վնաս են պատճառում նաև հարևան երկրներին, որոնք իրավացիորեն հատուցում են պահանջում պատճառած վնասի համար: Այդպիսի քաղաքականություն է վարում օրինակ Կանադան ԱՄՆ-ի նկատմամբ, իսկ Շվեդիան՝ Եվրոպական երկրների նկատմամբ: Եվրոպայի և Հյուսիսային

Ամերիկայի մասնագետները լրջորեն մտահոգված են թթվային անձրևների պրոբլեմներով: Կան բազմաթիվ միջազգային կազմակերպություններ, որոնք զբաղվում են այդ պրոբլեմներով: Կիրառական անալիզի միջազգային հետազոտական ինստիտուտը (IIASA) կատարում է ուսումնասիրություններ, թե ինչպիսին կարող է լինել հողի, ջրի և այլնի թթվության աստիճանները տասնյակ տարիներ անց: Արդյունքները խոսում են այն մասին, որ Եվրոպայում հողը և անտառները կարող են փրկվել հետագա թվայնացումից միայն թունավոր նյութերի արտանետումների կրճատման շնորհիվ: Այդ արտանետումները պարտավոր է վերահսկել յուրաքանրժյուր պետություն: Մթնոլորտում թունավոր նյութերի արտանետումների կրճատման համար գոյություն ունեն մի քանի միջոցներ. Էներգիայի օգտագործման սահմանափակում, նոր սարքավորումների կիրառում, ֆիլտրող սարքերի տեղադրում, քիչ կեղտոտող կամ բոլորովին չկեղտոտող էներգիայի աղբյուրների կիրառում: Նմանօրինակ որոշումը անհրապակ է հնչում, քանի որ ոչ մի պետություն չի համաձայնվի պակասեցնել էներգիայի օգտագործումը, որի հետևանքով կարող է իջնել կենսամակարդակը: Նոր տեխնոլոգիաների և ֆիլտրող սարքերի կիրառումը նույնպես մեծ տնտեսական պրոբլեմ է:

Ներկայացնելով թթվային անձրևների առաջացրած մի շարք հետևանքներ էկոլոգների առաջ հարց է ծառայել գտնել այդ խնդրի լուծման նոր ուղիներ: ներկայումս ամբողջ աշխարհի գիտնականներն են փնտրում դրա ելքը: Բայց միշտ պետք է հիշել, որ մեր մոլորակի ապագան կախված է առաջին հերթին մեզնից:

## Գրականության Ցանկ

1. Աղաջանյան Ն.Ա.<<Մարդը և կենսոլորտը>> Մոսկվա,1996թ.235էջ
2. Դրոժակ Ի. <<Երկիրը,մարդիկ,աղետները>>Կիև,բարձրագույն դպրոց 1990թ.156 էջ
3. Իզրայել Յ.Ա << Շրջապատող բնության վիճակի վերահսկողությունը և էկոլոգիան>>180էջ
4. Խորվատ Լ. <<Թթվային անձրև>>Մոսկվա,1990թ.120էջ