

## §4.10. Մոնիթորինգի տեսակները և իրականացման մեթոդները

*Շրջակա միջավայրի մոնիթորինգը ոչ թե ծախս է, այլ ներդրում մեր երեխաների սպազայի համար:*

Ռ. Քարսոն

Շրջակա միջավայրի վիճակի մոնիթորինգի համակարգում (Նկ. 1.) ակնկալվող տեղեկությո՞վ պայմանավորված տարբերակվում են մոնիթորինգի երկու տեսակ՝ արհուտիկ կամ **երկրաֆիզիկական** և բիոտիկ կամ **կենսաբանական**:

Երկրաֆիզիկական մոնիթորինգը ուղղված է պարզելու Երկրի բաղադրատարրերի (կլիմա, մթնոլորտ, միջավայրի ջրաբանական և հողաերկրաբանական վիճակ) ռեակցիան անթրոպոգեն ներգործությունների նկատմամբ: Առանձնակի նշանակություն ունեն շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի այն արդյունքները, որոնք նպատակաուղղված են ուժեղացող անթրոպոգեն ազդեցությունների տակ գլոբալ փոփոխությունների բացահայտմանը:

Կենսաբանական մոնիթորինգի հիմնական խնդիրն է՝ պարզել կենսոլորտի բաղադրամասերի բիոտիկ վիճակը, նրա արձագանքը մարդածին ներգործությունների նկատմամբ, բիոտիկ բաղադրամասի գործառույթը և դրա շեղումը նորմալ բնական վիճակից՝ բոլոր մակարդակներում (մոլեկուլային, բջջային, օրգանիզմի, համակեցության): Կենսաբանական մոնիթորինգի գլխավոր նպատակն է մարդու առողջության, տեսակների ու համակեցությունների և ընդհանուր բիոտի վիճակի դիտարկումները: Կենսաբանական գիտության զարգացումը առաջ բերեց գենետիկական մոնիթորինգը, որի նպատակը տեսակի գենետիկական կոդում տեխնածին ներգործությունների պատճառով տեղի ունեցող փոփոխությունների բացահայտումն է: Այստեղ առանձնահատուկ կարևորություն ունի մարդու գենոֆոնդի մոնիթորինգը:

Ըստ աղտոտման, բուսածածկույթի և լանդշաֆտի դեգրադացման ու հողերի անապատացման մասշտաբների տարբերում են **մոնիթորինգի հետևյալ մակարդակները՝**

- Գլոբալ կամ համամոլորակային.
- Տարածաշրջանային.
- Տեղական:

Գլոբալ կամ համամոլորակային մոնիթորինգը հետևում է Երկիր մոլորակի վրա ընթացող երևույթներին և գործընթացներին, ինչպես նաև իրականացնում հնարավոր փոփոխությունների կանխատեսում: Տարածաշրջանային և տեղական մոնիթորինգներն իրականացվում են որոշակի սահմաններում կամ առանձին օբյեկտներում, որտեղ ընթացող երևույթներն իրենց ընթացքով կամ

մարդածին աղդեցությամբ տարբերվում են բնականոն կենսաբանական գործընթացներից:

**Մոնիթորինգի իրականացման մեթոդները** Ըստ հետազոտության իրականացման մեթոդների մոնիթորինգային ուսումնասիրություններն ու դիտարկումները բաժանվում են` **անմիջականի և հեռահարի:**

**Անմիջական մոնիթորինգի** մեթոդների խմբի մեջ են մտնում կենսաբանական և ֆիզիկաքիմիական հետազոտությունները, որոնք իրականացվում են գիտական, գիտահետազոտական և կրթական հաստատությունների կողմից` անմիջապես Երկրի մակերևույթից կատարվող նմուշարկումների օգնությամբ:

Անմիջական մոնիթորինգն անփոխարինելի է շրջակա միջավայրում կատարվող փոփոխություններն արձանագրելու, ուսումնասիրելու, դրանցում առկա վտանգավոր զարգացումները բացահայտելու համար:

**Անմիջական մոնիթորինգի փաստացի գործառույթն է մարդու տնտեսական գործունեությամբ պայմանավորված շրջակա միջավայրի վիճակի փոփոխության ուսումնասիրումը, փաստագրումը նմուշառումը, լաբորատոր ուսումնասիրությունները և պատկան մարմիններին ու հասարակությանը իրազեկելը:**

Անմիջական մոնիթորինգային դիտարկումների օգնությամբ հնարավոր է գնահատել և վերահսկել բնակավայրերի և խոշոր արդյունաբերական տարածքների սանիտարահիգիենիկ վիճակը, հաստատել վնասակար նյութերի էկոլոգիա-տոքսիկոլոգիական չափանիշերը, ապահովել կենսաբազմազանության անվտանգությունը: Բազմաբնույթ աղտոտիչների նկատմամբ բնական էկոհամակարգերի կայունության գնահատումը կատարվում է կենսաբանական մեթոդով: Բիմիական և ֆիզիկաքիմիական վերլուծության մեթոդները թույլ են տալիս որոշելու շրջակա միջավայրում առկա աղտոտիչ նյութերի քանակական և որակական կազմը:

### **Կենսաբանական հետազոտություններ**

Բնական պայմանների որոշ ցուցանիշների բացահայտման համար կենդանի օրգանիզմների օգտագործման հնարավորությունների մասին հանդիպում ենք դեռևս հին հունական և հռոմեական մտածողների աշխատություններում (QR 4.3.1) Շրջակա միջավայրի մոնիթորինգում որպես կենսացուցիչ օգտագործում են կենսաբանական որոշակի տեսակներ կամ տեսակների համակեցություններ (մեղուները, որդերը, ձկները, խոտածածկը, փշատերև ծառերի սաղարթը և այլն), որոնց գոյությունը, վարքը, կենսակերպը և վիճակը ուսումնասիրելով հնարավոր է գաղափար կազմել իրենց բնակության միջավայրում ընթացող բնական և մարդածին փոփոխությունների վերաբերյալ: Կենսացուցիչների օգնությամբ կարելի է հայտնաբերել տեղանքում առկա աղտոտող նյութերի տեսակները, քանակը, դրանց քիմիական կազմի մանրամասները: Այս տվյալները

ստացվում են կենսացուցիչի հյուսվածքների լաբորատոր ուսումնասիրությունների, ինչպես նաև ֆիզիոլոգիական ռեակցիաների օգնությամբ:

Կենսաբանական հետազոտությունների համար օգտագործվող կենսացուցիչներն, ինչպես նշեցինք ամենաբազմազան օրգանիզմներ են սկսած՝ բակտերիաներից, սնկերից մինչև բարձրակարգ բուսատեսակներ ու կենդանիներ: Այս մեթոդով ստացվող տեղեկույթը կարող է բացահայտել բավականին մեծ տարածքներում ընթացող երևույթներ, իսկ ուսումնասիրության վերջնադրյունքները ստացվում են լաբորատոր հետազոտությունների օգնությամբ:

Կենսացուցիչներից ստացված տեղեկույթի հավաստիության համար դրանք պետք է բավարարեն մի քանի պարտադիր պայմանների, և միայն այդ դեպքում կենսաբանական որոշակի տեսակը կամ տեսակների համակեցությունը կարող է դիտվել որպես փորձանմուշ (մոնիթոր): Թվարկենք այդ պայմաններից առավել կարևորները՝

- ունենա ընդգրկման լայն տարածք,
- լինի բնական համակեցություն,
- ուսումնասիրվող տարածքում լինի մշտաբնակ,
- հետազոտության համար ունենա բավարար կենսազանգված,
- տեսակ ստանալու և հաշվառելու մատչելիություն,
- տվյալ տեսակը ունենա գիտական բավարար ուսումնասիրվածություն:

Կենդանիները գտնվում են էկոհամակարգերի ավելի բարձր սննդային մակարդակում, ավելի զգայուն են աղտոտիչների և դրանց կենսաբանական ազդեցության նկատմամբ, տեղաշարժվելով ընդգրկում են ավելի մեծ տարածքներ և ունեն ավելի երկար կենսաբանական ցիկլ:



**Նկ. 1.** Կենսացուցիչների օրինակներ: Քարաքոսներ, կանաչ մամուռ, մեղու և անձրևաորդ:

Կենսաբանական ուսումնասիրությունների համար, որպես մոնիթորինգի ցուցիչ կարող են ծառայել նաև՝ քարաքոսները, կանաչ մամուռները, միջատները (հատկապես մեղուները և մեղրը), անձրևատրդերը, ձկները, խոտածածկը, ծառերի և հատկապես փշատերև տեսակների սաղարթը:

Ցուցիչ օրգանիզմը դառնում է մոնիթոր, երբ սկսում է ծառայել որպես իրեն շրջապատող բնական միջավայրի վիճակի որակական և քանակական բնութագրիչ: Այսպես օրինակ, ջրավազանում աղտոտիչ նյութերի փոքր քանակը դժվար է բացահայտել ջրի քիմիական անալիզի օգնությամբ, բայց ավելի ցայտուն է արտահայտվում այդ ջրային տարածքում մշտապես բնակվող, էկոհամակարգի ամենաբարձր սննդային մակարդակում գտնվող գիշատիչ ձկների հյուսվածքներում: Մեղուները նեկտար հավաքելու համար բավականին հեռանում են փեթակից, արդյունքում մեղուն և մեղրը դառնում է տվյալ տարածքի ստույգ ցուցիչ:

Անձրևատրդերը, մշտապես գտնվելով հողում իրենց հյուսվածքներով լավագույն ցուցիչ են այդ տարածքի հողերի ծանր մետաղներով աղտոտվածության աստիճանի գնահատման համար:

**Ֆիզիկաքիմիական** հետազոտությունների համար առաջնային են որակական անալիզները, որոնք այնուհետև հիմք են ծառայում քանակական անալիզի համար: Քանակական անալիզի համար լաբորատորիայում կարող են կիրառվել կշռայինը, ծավալայինը (տիտրոմետրիկ), գունաչափականը (կոլորիմետրիկ), բոցայինը և այլ եղանակներ (տես «Խորավրեք ձեր գիտելիքները – 1»):



## ՅՈՒՐԱՅՐԵՆ ԵՔ ԹԵՄԱՆ

1. Որո՞նք են մոնիթորինգի տեսակները:
2. Որո՞նք են անմիջական և հեռահար մոնիթորինգի ընդգրկման տիրույթները: Մեկնաբանե՞ք անմիջական մոնիթորինգում կիրառվող ֆիզիկաքիմիական հետազոտությունների ձևերը:
3. Թվարկեն՞ք և մեկնաբանե՞ք կենսացուցիչ օրգանիզմներ համարվելու անհրաժեշտ պահանջները:
4. Մշտապես լեռնային արոտավայրերում գտնվող ընտանի կենդանիները կարո՞ղ են համարվել կենսացուցիչներ:
5. Ինչպիսի՞ կենսացուցիչների կարող եք հանդիպել Ձեր բնակավայրի տարածքում:



## ԽՄԲԱՅԻՆ ՔՆՆԱՐԿՈՒՄ

*Փաստագրական ֆիլմի դիպրում Արբանյակային մոնիթորինգի վերաբերյալ:*

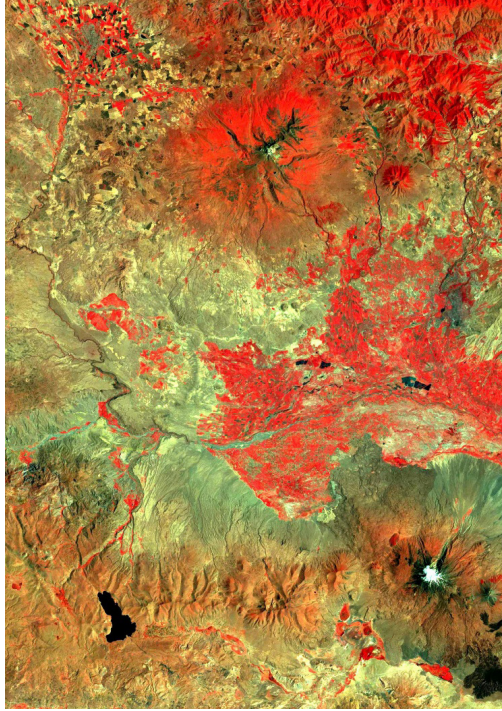


## ՄՈՆԻՏՈՐԻՆԳԻ ՀԵՌԱՀԱՐ (ԱՐԲԱՆՅԱԿԱՅԻՆ) ՄԵԹՈԴՆԵՐԻԸ

Երկրագնդի մակերևույթի հեռահար մոնիթորինգը փոխախնդրի ստացման ամենասարդյունավետ մեթոդն է: Տվյալները ստացվում են Երկրի մակերևույթի բազմասպեկտր լուսանկարչական նկարահանման, ճառագայթային սկանավորման միջոցով, օգտագործելով նաև ռադիոտեղորոշիչ համակարգերից ստացվող փոխախնդրի: Արբանյակային համակարգերի առարկությունը ներկայումս հնարավորություն է տալիս ստանալու նաև համաժամանակյա փոխախնդրի, ինչպես նաև տեսողական դիտարկումներ:

Արբանյակային պատկերների հիմնական հատկությունները դրանցից ստացվող պատկերների բարձր որակն է, մեծ տարածությունների միաժամանակյա ծածկույթ ստանալու հնարավորությունը, հատկապես դժվարամատչելի տարածքների ուսումնասիրություն ժամանակ:

Երկրի հեռահար զոնդավորումն (պատկերի ստացումն ու գրանցումը) իրականացվում է մեծ թվով նկարահանող սարքերի և համակարգերի օգնությամբ, որոնք թույլ են տալիս ստանալ տարածական լուծաչափով պատկերներ (ստացված պատկերի 1 սիկսելում ներկայացված տեղեկույթի քանակը), այն այսօր տարբեր սպեկտրային տիրույթներում կարող է գերազանցել մինչև 0,5 մ<sup>2</sup> մակերեսը-ը գերնի վրա: Արբանյակային պատկերային համակարգերի մեծ մասը ստացվում է բազմասպեկտրային սկաներների օգնությամբ: Տարածքի պատկերներ ստանում են միաժամանակ օգտագործելով տարբեր երկարության ալիքներ: Ստացված պատկերային տեղեկույթը մշակվում է և արդյունքում ստացվում է պատկեր բնական գույներով, բայց որոշակի պայմանավորվածությամբ: Նկար 1.-ում Կարմիր գույնով արտահայտված են կանաչապար տարածքները, սև գույնով ջրային մակերեսները, շականակագույն են բնակավայրերը, ձյունածածկ տարածքները փրված են բնական գույնով:



*Նկ. 1. Հայաստանի Հանրապետության Հյուսիս արևմտյան մասի արբանյակային լուսանկարն է: Նկարահանումը կադրավել է օգոստոս ամսին, մի քանի գունային փրոյեկտներում և սրացված փլյալները միավորվել են մեկ պատկերում:*

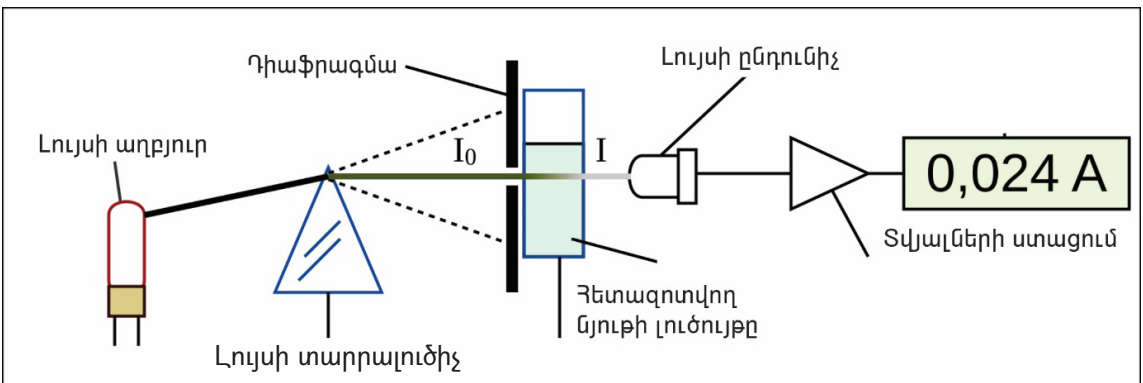


## ԽՐԱՅՐԵՔ ՁԵՐ ԳԻՏԵԼԻՔՆԵՐԸ - 1

**Կշռային մեթոդի էությունը** կայանում է փորձարկվող նմուշի մեջ որոնվող փարրի զանգվածի փոկոսային պարունակության որոշումը: Կշռային եղանակով որոշում են մի շարք ծանր մետաղների, նիւրասարների և թունավոր նյութերի պարունակությունը:

**Ծավալային կամ Տիտրոմետրական եղանակը** կշռայինի համեմատ ունի մի շարք առավելություններ (անսալիզի արագությունը, կատարման ընթացքի դյուրությունը և բավականին մեծ ճշտությունը), ինչի շնորհիվ այն ավելի լայն կիրառություն ունի լաբորատոր հետազոտություններում: Այս անսալիզի ժամանակ կշռումը փոխարինվում է որոշվող նյութերի ծավալների չափումով: Տիտրոմետրական անսալիզի հիմքում ընկած են չեզոքացման և օքսիդավերականգնման քիմիական ռեակցիաները:

**Գունաչափական կամ կալորիմետրական եղանակը** անսալիզի առավել պարզ և միևնույն ժամանակ ամենաարագ մեթոդներից մեկն է: Հետազոտության գործընթացի հիմքում ընկած է լույսի սպեկտրի և հետազոտվող նյութի լուծույթի օպտիկական խտության համեմատությունը: Անսալիզի ժամանակ հետազոտվող նյութի լուծույթը համեմատվում է սրանդարտ լուծույթների շարքի հետ: Անսալիզի ենթարկվող փարրի ճշգրիտ որոշման համար կիրառվում են հատուկ սարքեր՝ ֆոտոէլեկտրակալորիմետրեր: (Նկ. 1):



Նկ. 1. ֆոտոէլեկտրակալորիմետրերի աշխատանքային սխեման

Գազերի, հեղուկների և պինդ նյութերի նմուշների վերաբերյալ փոխախնդիր սրա-

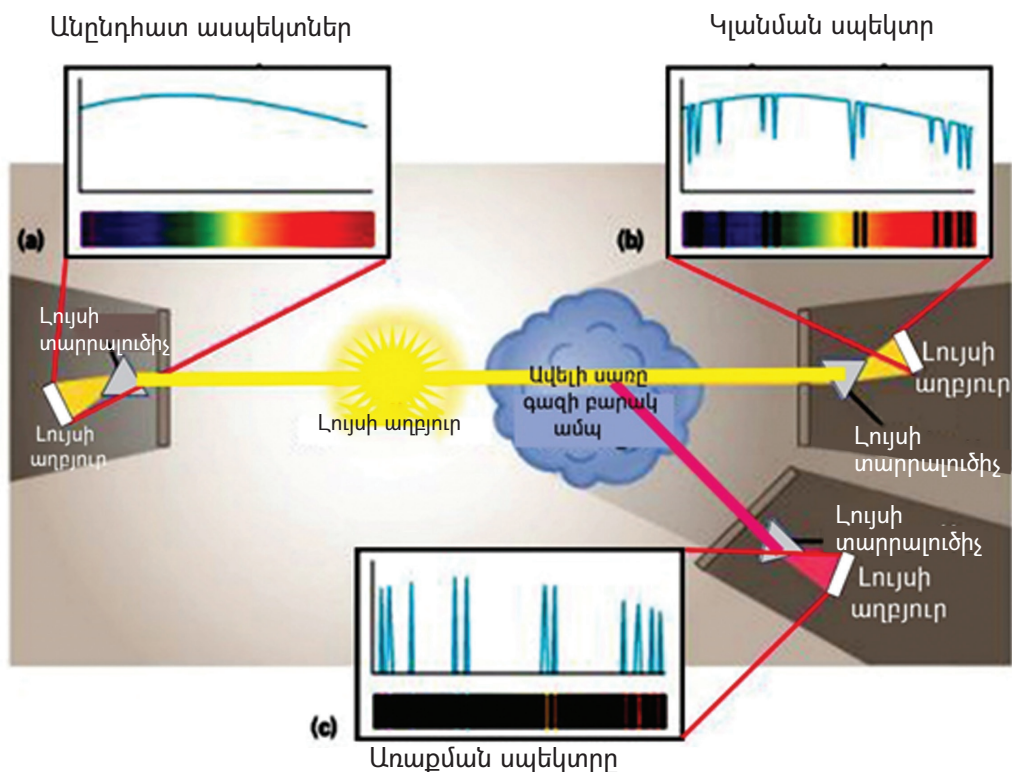
նայու և չափելու համար, օգտագործվում են սպեկտրոսկոպներ: Ուստի սպեկտրալ հեղուագրությունն օգտագործվում է ինչպես նյութի քիմիական կազմը որոշելու, այնպես էլ դրա ֆիզիկական հատկությունները չափելու համար: Օրինակ, սպեկտրոֆոտոմետրը չափում է նմուշից անցնող ուլտրամանուշակագույն, տեսանելի և ինֆրակարմիր լույսերը: Ամեն մի նյութին, քիմիական տարրին համապատասխանում է սպեկտրի որոշակի պատկեր: Սպեկտրալ ուսումնասիրություններն ունեն ճշգրտության բարձր աստիճան (90% և ավելի):





### ՍՊԵԿՏՐԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Նյութի կլանման սպեկտրը պարունակում է գծեր, որոնք առաջանում են, երբ անընդհատ սպեկտրով լույսը անցնում է որոշակի նյութի (գազ, հեղուկ) միջով: Նյութի կլանման սպեկտրը ցույց է տալիս էլեկտրամագնիսական ճառագայթման այն տիրույթը, որը կլանվում է նյութի կողմից: Կլանման սպեկտրում հստակ արտահայտված գծերի ձևով փարանշարվում են այդ գազում կամ լուծույթում առկա էլեմենտները, ընդ որում գծերի հաստությունը ուղիղ համեմատական է նյութի քանակին: Յուրաքանչյուր քիմիական փարր ունի կլանման գծեր փարբեր ալիքների երկարության տիրույթում, որոնք համապատասխանում են իրենց էներգետիկ մակարդակների փարբերություններին: Հետևաբար, կլանման սպեկտրները կարող են օգտագործվել գազի կամ հեղուկի մեջ առկա փարբերը հայտնաբերելու համար: Այս մեթոդը օգտագործվում է ինչպես անմիջական, այնպես էլ հեռահար մոնիթորինգի ժամանակ:



Նկ. 1. Գազի սպեկտրոմետրիկ ուսումնասիրության սխեմա (C) հետազոտվող գազում առկա արտանետումների տվյալները:

Սպեկտրոմետրալ վերլուծության մեթոդը բավականին ճշգրիտ է և հեշտ հրականացվող, իսկ սարքերը՝ հոսաալի, որի շնորհիվ այդ մեթոդը մեծ կիրառություն է գտել արտադրության ամենապարբեր ոլորտներում և գիտության մեջ: Սպեկտրոմետրերը հեղազուգրվող նմուշներում թայլ են փայլիս որոշել  $10^{-7}$  –  $10^{-9}$  գ նյութի պարունակությունը՝ մինչև 99% ճշտությամբ:



## ԲՆՉ Է ԲՆԱԿԱՆ ԿԱՊԻՏԱԼԸ

Բնական կապիտալը կարող է սահմանվել որպես բնական ակտիվների համաշխարհային պաշարներ, որոնք ներառում են երկրաբանությունը, հողը, օդը, ջուրը և բոլոր կենդանի էակները:

Այս բնական կապիտալից է, որ մարդիկ ստանում են ծառայությունների լայն շրջանակ, որոնք հաճախ կոչվում են էկոհամակարգային ծառայություններ, որոնք հնարավոր են դարձնում մարդկային կյանքը:

Բնչո՞ւ է բնական կապիտալը խնդիր:

Ֆինանսական կապիտալով, երբ մենք չափազանց շատ ենք ծախսում, մենք պարտք ենք ունենում, որը չստուգելու դեպքում, ի վերջո, կարող է հանգեցնել սնանկացման: Բնական կապիտալով, երբ մենք շատ պաշարներ ենք հանում մեր բնական միջավայրից, մենք ևս պարտք ենք ունենում, որը պետք է վերադարձվի, օրինակ՝ բաց անվառներ վերադարձվելով կամ թոյլ տալով, որ ջրաբար հորիզոնները համարվեն մեր ջրառից հետո: Եթե մենք շարունակենք կրճարել բնական կապիտալի պաշարները՝ թոյլ չտալով բնության վերականգնումը, մենք կհայտնվենք տեղական, տարածաշրջանային կամ նոյնիսկ համաշխարհային էկոհամակարգի փլուզման վտանգի տակ:

Բնական կապիտալի գերշահագործման միջոցով բնության դեմ աշխարհը կարող է աղերալի լինել ոչ միայն կենսաբազմազանության կորստի տեսանկյունից, այլ նաև աղերալի մարդկանց համար, քանի որ ժամանակի ընթացքում էկոհամակարգերի արտադրողականությունը և ձկնությունը նվազում են, իսկ որոշ շրջաններ դառնում են ավելի հակված ծայրահեղ իրադարձությունների, ինչպիսիք են ջրհեղեղներն ու երաշտները: Ի վերջո, սա ավելի է դժվարացնում մարդկային համայնքների համար իրենց պահպանումը, հարկապես արդեն իսկ սթրեսային էկոհամակարգերում, ինչը կարող է հանգեցնել սովի, ռեսուրսների սակավության շուրջ կոնֆլիկտի և բնակչության տեղահանման:

Արդյո՞ք բնական կապիտալն իսկապես արժեքավոր է ֆինանսական առումով:

Ի վերջո, բնությունը անզին է: Այնուամենայնիվ, դա անարժեք չէ, և բազմաթիվ ուսումնասիրություններ են եղել, որոնք հաշվարկել են բնական կապիտալի արժեքը ֆինանսական առումով: Օրինակ՝ Կալիֆոռնիայում փողոցային ծառերը տարեկան 1 միլիարդ դոլար են տրամադրում էկոհամակարգային ծառայություններին՝ մթնոլորտի կարգավորման և ջրհեղեղների կանխարգելման միջոցով, իսկ Մեքսիկայի մանգրոյի անտառները տարեկան 70 միլիարդ դոլար են տրամադրում տնտեսությանը փոթորիկների պաշտպանության, ձկնաբուծության աջակցության և էկոտուրիզմի միջոցով: