

Կ Ա Ր Ծ Ի Ք
(ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱՆՈՍԻ)

Իզոր Իզորի Սերեդայի «Ագրոգեոհամակարգերի բիոտայի որոշ տարրերի տարածաժամանակային մոնիթորինգի մեթոդիկայի մշակում» հեռազննման տվյալների հիման վրա» թեմայով ԻԴ.04.01 «Երկրաբանապահպանություն» մասնագիտությամբ աշխարհագրական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության վերաբերյալ

Իզոր Սերեդայի ատենախոսությունը նվիրված է ագրոգեոհամակարգերի բիոտայի տարրերի՝ մասնավորապես աշնանացան ցորենի ցանքատարածությունների տարածաժամանակային գեոէկոլոգիական մոնիթորինգի մեթոդիկայի մշակմանը՝ հեռազննման տվյալների հիման վրա: Աշխատանքը նպատակ ունի լուծել ոչ միայն գիտական, այլև ընդգծված կիրառական խնդիր՝ առաջարկելով գործիքակազմ, որը հնարավորություն է տալիս վաղ հայտնաբերել ախտածիններով պայմանավորված բիոտիկ սթրեսը՝ մինչև տեսողականորեն նկատելի ախտանիշների ի հայտ գալը, և դրանով իսկ բույսերի պաշտպանության միջոցները կիրառել միայն ռիսկային հատվածներում: Թեմայի ընտրությունը հիմնավորված է մի քանի հանգամանքով: Հայաստանի ագրարոարդյունաբերական ոլորտը գործում է սահմանափակ հողային ու ջրային ռեսուրսների, կլիմայի արագ փոփոխության և պարենային ներմուծումից բարձր կախվածության պայմաններում, ինչը բերքի կորուստների կանխարգելումը դարձնում է ազգային անվտանգության բաղադրիչ: Մյուս կողմից, թունաքիմիկատների համատարած և հաճախ չտարբերակված կիրառումն ինքնին գեոէկոլոգիական ճնշման աղբյուր է, ինչը կարող է հանգեցնել հողի միկրոֆլորայի խախտման և բերրիության անկման և ջրային ռեսուրսների աղտոտման: Այս երկակի՝ ագրոնոմիական և գեոէկոլոգիական, շահագրգռվածությունը հստակ արտահայտված է ատենախոսության մեջ և արդարացնում է թեմայի ընտրությունը «Երկրաբանապահպանություն» մասնագիտության շրջանակով:

Հեղինակն իր առջև դրել է ախտածիններով բիոտիկ սթրեսի ենթարկված աշնանացան ցորենի ցանքերով ագրոգեոհամակարգերի տարածաժամանակային գեոէկոլոգիական մոնիթորինգի մեթոդիկա մշակելու նպատակ՝ սպեկտրալ պատկերի դինամիկայի վերլուծության հիման վրա:

Ատենախոսության շրջանակում հստակ առանձնացվել են մի շարք հիմնական խնդիրներ.

- բացահայտել ախտածիններով ախտահարված աշնանացան ցորենի սպեկտրալ պատկերի ժամանակային դինամիկայի առանձնահատկությունները՝ վերգետնյա, օդային և արբանյակային սպեկտրաչափական տվյալների հիման վրա ախտածին ֆոնի զարգացման կանխատեսման հնարավորությունը գնահատելու համար,
- պատրաստել մշակովի բույսերի հիվանդությունների և դրանց հետ կապված ախտածին օրգանիզմների վաղ հայտնաբերման ու տարածաժամանակային մոնիթորինգի մեթոդիկա՝ տեղային մակարդակում սպեկտրալ պատկերի դինամիկայի կիրառմամբ, և փորձարկել այն Հայաստանի տարածքում,

- գնահատել Հայաստանի լանդշաֆտային գոտիներում կլիմայական փոփոխությունների ազդեցությունը աշխանացան ցորենի ախտածինների առաջացման ռիսկերի վրա,

- բազաիայտել Հայաստանի լանդշաֆտային գոտիներում հացահատիկային մշակաբույսերի տեղաբաշխման և ֆենոլոգիական զարգացման առանձնահատկությունները՝ հաշվի առնելով տարածքի ֆիզիկաաշխարհագրական պայմանները,

- իրականացնել Հայաստանի տարածքի գետկլոդիական շրջանացում՝ աշխանացան ցորենի բիոտիկ ռիսկերի դրսևորումների մոնիթորինգի նպատակով՝ հիմնվելով ֆենոլոգիական զարգացման կանխատեսման, հեռազննման տվյալների և ֆիզիկաաշխարհագրական առանձնահատկությունների վրա:

Պաշտպանության են ներկայացված հետևյալ դրույթները.

- Ցույց է տրված, որ մոտիֆիկարմիր տիրույթում սպեկտրալ պայծառության գործակցի (ՄՊԳ) դրական շեղումները միջին ցուցանիշներից «խողովակակալման» և «հասկակալման» վաղ փուլերում, ինչպես նաև 1445-1775 նմ և 2050-2450 նմ տիրույթներում ՄՊԳ-ի բարձրացված արժեքները «հասկակալման» ուշ փուլերում արտացոլում են ախտածին ֆոնի ուժեղացված բացասական ազդեցությանը ենթարկված գետհամակարգերի տարածական տարասեռությունը:

- Հիմնավորվել է, որ վերգետնյա, օդային և արբանյակային հեռազննման համակարգերով ստացված սպեկտրալ բնութագրերն ապահովում են բիոտիկ սթրեսի դրսևորումների տարածաժամանակային քանակական կանխատեսում՝ հաշվի առնելով առանձին հիվանդությունների զարգացման դինամիկայի հետ թույլ, սակայն վիճակագորոն նշանակալի կորելյացիան:

- Ցույց է տրված, որ կլիմայական փոփոխությունների ներկա միտումի պահպանման դեպքում կրճատվում են աշխանացան ցորենի այն ֆենոլոգիական փուլերի տևողությունը, որոնց ընթացքում բարձրանում է հիվանդությունների զարգացման ռիսկը, ընդ որում տարածաշրջանների ֆիզիկաաշխարհագրական պայմանների տարբերությունները մեծացնում են դրանց օպերատիվ մոնիթորինգի անհրաժեշտությունը:

- Մշակվել է համալիր մեթոդիկա, որը ներառում է ցանցատարածությունների վիճակի մոնիթորինգի ժամկետների որոշումը և Հայաստանի տարածքի գետկլոդիական շրջանացումը՝ համապատասխան բարտեզագրական նյութերի կազմմամբ, ինչը թույլ է տալիս հաշվի առնել ցորենի ֆենոլոգիական փուլերը և բիոտիկ սթրեսի տարածաժամանակային տարասեռությունը:

Գիտական նորույթը

Շեղինակի առաջ քաշած գիտական նորությունները ձևակերպված են հետևյալ կերպ.

- Առաջին անգամ մշակվել է բուսական համակեցությունների հեռահար վերգետնյա սպեկտրալափման ավտոմատացված մեթոդիկա, որը ներառում է բարձր պարբերականությամբ չափումներ, արեգակնային ճառագայթման արժեքների

ստացման համաժամացում, տրամաչափման վահանակի և բուսականության չափումների լավարկում, ինչպես նաև վերաներդարձման հաշվառում:

- Առաջին անգամ իրականացվել են տարբեր հարթակներից (վերգետնյա, ԱՄՍ և արբանյակային) բազմաժամանակային սպեկտրալ հետազոտություններ՝ ագրոգեոհամակարգերի բիոտիկ սթրեսի հատկանիշների վաղ որոշման նպատակով երկու տարածական մակարդակներում՝ տեղային և տարածաշրջանային:

- Մշակվել և փորձարկվել է ագրոգեոհամակարգերում բիոտիկ սթրեսի վաղ հայտնաբերման և կանխատեսման մեթոդիկա՝ սպեկտրալ պատկերի դինամիկայի կիրառմամբ, որը ստուգվել է ինչպես Կրասնոդարի երկրամասի (Ռուսաստան) միատարր հարթավայրային լանդշաֆտների, այնպես էլ Հայաստանի բնական բազմազանության պայմաններում:

- Առաջին անգամ իրականացվել է Հայաստանի ագրոգեոհամակարգերի գեոէկոլոգիական շրջանացում՝ հաշվի առնելով մշակաբույսերի ֆենոլոգիական զարգացումը, բիոտիկ սթրեսի տարածաժամանակային տարատեսությունը և դրանց վիճակի մոնիթորինգի վերաբերյալ առաջարկությունները՝ հեռազննման տվյալների և տարածքի ֆիզիկաաշխարհագրական բնութագրերի ինտեգրման հիման վրա:

Գործնական նշանակությունը

Հետազոտության արդյունքները կարող են կիրառվել Հայաստանում և Ռուսաստանի հարավում աշնանացան ցորենի ցանքերով ագրոգեոհամակարգերում բիոտիկ սթրեսի վաղ ախտորոշման աշխատանքների իրականացման համար՝ ինչպես տարածաշրջանային, այնպես էլ տեղային մակարդակներում: Դա կարող է բարձրացնել բույսերի պաշտպանության միջոցների կիրառման ժամանակին իրականացումն ու արդյունավետությունը՝ ապահովելով ցանքերի արտադրողականության աճ և ագրոգեոհամակարգերի վրա թունաքիմիկատների ծանրաբեռնվածության նվազում: Առենախոսության նյութերը կարող են օգտագործվել նաև այլ մշակաբույսերի մոնիթորինգի նմանատիպ մեթոդների մշակման համար՝ տարբեր ֆիզիկաաշխարհագրական պայմաններում: Առանձնահատուկ արժեքավոր է առաջարկվող ֆիտոսանիտարական դիտարկման կետերի ցանցը հիմնական ավտոմայրուղիների երկայնքով, որի ստեղծումը կնպաստի վարակիչ նյութի փոխանցման դիկի նվազեցմանը ցանքերի զարգացման տարբեր ժամկետներ ունեցող գոտիների միջև:

Առենախոսությունը կառուցված է ներածությունից, չորս գլուխներից, եզրակացություններից և առաջարկություններից, գրականության ցանկից, հապավումների ու տերմինների ցանկից և 16 հավելվածից: Աշխատանքի հիմնական տեքստի ծավալը կազմում է 149 էջ (հավելվածների հետ՝ 218 էջ): Գրականության ցանկն ընդգրկում է 239 անուն, որոնց զգալի մասը վերջին տասնամյակի օտարալեզու գիտական հրապարակումներ են: Տեքստն ուղեկցվում է հարուստ թվային և գրաֆիկական նյութերով՝ սխեմաներ, թեմատիկ քարտեզներ, աղյուսակներ և սպեկտրալ զմայատկերներ: Առենախոսության հիմնական դրույթները հրապարակվել են 7 գիտական աշխատություններում, որոնցից 5-ը՝ Web of Science և Scopus շտեմարաններում ընդգրկված ամսագրերում (Plants, Precision Agriculture), 2-ը՝ RSCI ցանկում: Արդյունքները զեկուցվել են մի շարք հեղինակավոր միջազգային գիտաժողովներում, այդ թվում՝ EGU General Assembly (Վիեննա, 2025):

Առենախոսության **առաջին գլխում** ներկայացված է գիտական գրականության ընդարձակ ակնարկ՝ բուսականության մոնիթորինգի և մշակովի բույսերի բիոտիկ սթրեսի

բացահայտման սպեկտրալ հետազոտությունների մեթոդների զարգացման վերաբերյալ: Առանձնահատուկ ուշադրություն է դարձված աշնանացան ցորենի սնկային հիվանդությունների վաղ ճանաչմանը, բույսերի պաշտպանության միջոցների կիրառման գեոէկոլոգիական ազդեցությանը և ճշգրիտ երկրագործության կիրառման հնարավորություններին:

Ատենախոսության **երկրորդ գլուխը** նվիրված է հետազոտության նյութերին և մեթոդներին: Մշակված մեթոդիկան փորձարկվել է երկու փուլով՝ Կրասնոդարի երկրամասի փորձադաշտերում և Հայաստանի՝ Արագածոտնի մարզի միջինլեռնային տափաստանային լանդշաֆտային գոտում՝ կիրառելով վերգետնյա սպեկտրաչափում, ԱՅՍ-ով և արբանյակային նկարահանումներ, ինչպես նաև տվյալների մաթեմատիկական վիճակագրության և մեքենայական ուսուցման մեթոդներ:

Ատենախոսության **երրորդ գլխում** ներկայացված են հարթավայրային պայմաններում աշնանացան ցորենի ախտածին ֆոնի ազդեցության ջարտեցագրման հնարավորությունների գնահատման արդյունքները: Հիմնավորվել է մոտինֆրակարմիր տիրույթի, մասնավորապես՝ 720–1200 նմ սպեկտրալ տիրույթի, զգայունությունը բիոտիկ սթրեսի նկատմամբ, և առաջարկվել է NDVI ինդեքսի կիրառումը՝ որպես պարզ և ունիվերսալ ցուցանիշ:

Ատենախոսության **չորրորդ գլուխը** նվիրված է Հայաստանի բնատարածային համալիրներում ախտածին ֆոնի դիտարկման հնարավորությունների գնահատմանը և ունի աշխատանքի հիմնական տարածաշրջանային բեռնվածությունը: Գլխի կարևոր արդյունքներից է Հայաստանի ագրոգեոհամակարգերի գեոէկոլոգիական շրջանացման ջարտեզի կազմումը՝ ըստ աշնանացան ցորենի ախտածինների զարգացման ռիսկի աստիճանի, ինչպես նաև կլիմայի արդիացման միտումների և դրանց հետևանքով բիոտիկ ռիսկերի տարածական փոփոխությունների գնահատումը:

Ատենախոսությունն աչքի է ընկնում կիրառված մեթոդական ապարատի բազմաշերտությամբ և տարբեր մասշտաբային մակարդակների հետևողական համադրմամբ: Հատկապես արժևորելի է վերգետնի ա, ԱՅՍ և արբանյակային տվյալների ինտեգրումը՝ բարձր ժամանակային պարբերականությամբ, ինչը հեռազննման ոլորտում համեմատաբար հազվադեպ և մեծ ջանքեր պահանջող մոտեցում է: Ուշադրության արժանի է նաև աշխատանքի ներքին տրամաբանական կառուցվածքը՝ վերահսկվող փորձարարական պայմաններից (Կրասնոդարի) դեպի բնական բազմազանության պայմաններ (Հայաստան), և տեղային մակարդակից՝ դեպի ազգային մասշտաբի գեոէկոլոգիական շրջանացում: Դրական է գնահատվում այն հանգամանքը, որ հեղինակն ինքն է ձևակերպել իր մեթոդիկայի սահմանափակումները՝ ատենախոսության «Առաջադրություններ» բաժնում, ինչը վկայում է հետազոտողի գիտական բարեխղճության մասին: Աշխատանքի արդյունքները հրապարակված են բարձր վարկանիշ ունեցող միջազգային գրախոսվող ամսագրերում:

Թեև աշխատանքը պարունակում է կարևոր և ինքնուրույն արդյունքներ, հարկ է ընդգծել նաև որոշ դիտողություններ ու լրացումներ, որոնք կօգնեն բարելավել ներկայացված հետազոտությունը:

1. Կանխատեսման մոդելների վիճակագրական ցուցանիշները (R^2 0.37-0.70) չափավոր են, և, ինչպես նշում է հեղինակը, առավելագույն ախտահարման մակարդակի կանխատեսումը դրանից 1-2 շաբաթ առաջ տալիս է զգալիորեն ավելի ցածր արդյունքներ, և այս ինքնազննահատականը գիտականորեն ազնիվ է: Սակայն աշխատանքում բացակայում է այն շեմային արժեքի հիմնավորումը, որից սկսած

կանխատեսումը կարող է գործնականում կիրառելի համարվել ճշգրիտ երկրագործության որոշումների կայացման համար:

2. Հայաստանի պայմաններում մեթոդիկայի փորձարկումը հիմնված է մեկ սեզոնի (2024թ.), մեկ տեղանքի (Ներքին Սասնաշեն) և գարնանացան ցորենի տվյալների վրա, մինչդեռ մշակված մեթոդիկան հասցեագրված է աշնանացան ցորենին: Թեև հեղինակը հիմնավորում է երկու մշակաբույսերի ֆենոփուզերի և սպեկտրալ դինամիկայի նմանությունը, պաշտպանվող 2-րդ դրույթի ձևակերպումը («ապահովում են տարածաժամանակային քանակական կանխատեսում») որոշ չափով գերազանցում է հայաստանյան ապացուցողական բազայի ծավալը: Ցանկալի կլիներ դրույթի ձևակերպման մեջ առանձնացնել, թե որ մասն է ստուգված Կրասնոդարի, և որը՝ Հայաստանի պայմաններում:
3. Ներքին Սասնաշենի փորձադաշտերի կլաստերացման արդյունքում առանձնացված 4-5 դասերի մեկնաբանությունը հաստատված է դաշտային դիտարկումներով, սակայն բացակայում է դասակարգման ճշգրտության քանակական գնահատումը (շփոթության մատրիցա, kappa գործակից): Հատկանշական է, որ դասերից մեկը սահմանված է որպես «փոփոխական դինամիկայով հատվածներ (գործունեներ չեն պարզված)», ինչը թուլացնում է մեթոդիկայի մեկնաբանողական հզորության վերաբերյալ պնդումը: Այս դասի բնույթի պարզաբանումը էական կլինի մեթոդիկայի հետագա զարգացման համար:
4. Շրջանացման քարտեզում դիսկի աստիճանը որոշվել է 2019-2023թթ. հնգամյա շարքի հիման վրա: Կլիմայագիտական տիպաբանման համար սա կարճ է. մեկ անոմալ տարին բավարար է գոտին «բարձր» կարգից «միջին» տեղափոխելու համար: Բացի այդ, գոտիավորումը ֆի համեմատվել ՀՀ-ում ցորենի հիվանդությունների փաստացի տարածվածության տվյալների հետ, ինչը կամրապնդեր քարտեզի հիմնավորվածությունը:
5. Կլիմայական միտումների գնահատումը հենվում է միայն ERA5-Land վերվերլուծության վրա: Հայաստանի կտրտված լեռնային ռելիեֆում այս դասի արտադրանքի տարածական լուծաչափը հայտնի սահմանափակումներ ունի՝ հատկապես տեղումների և մերձգետային ջերմաստիճանի վերարտադրման առումով: Ցանկալի կլիներ ցույց տալ ընդե մի քանի կետի համար կայանային չափումների հետ համեմատությունը կամ քննարկել այս սահմանափակման ազդեցությունը:
6. Քարտեզագրական նյութը նպատակահարմար կլիներ միասնականացնել՝ ապահովելով գոտումների, գծային մասշտաբի, ուղղորդման տարրի և պայմանական նշանների միատեսակ համակարգը: Առկա են նաև խմբագրական անհամապատասխանություններ. 1-ին և 4-րդ գլուխների վերնագրերը սեղմագրում և հիմնական տեքստում տարբերվում են: Ատենախոսության հայերեն ամփոփումում թվարկված են խնդիրներից չորսը՝ հինգի փոխարեն: Այս թերությունները տեխնիկական բնույթի են և հեշտությամբ շտկելի:

Չնայած վերոնշյալ դիտարկումներին, աշխատանքն ունի ընդգծված գիտական և կիրառական նշանակություն, կատարված է բարձր մեթոդական մակարդակով և համապատասխանում է ԻԴԴ.04.01 «Երկրաբնապատկերայինություն» մասնագիտությանը:

Մեր կարծիքով հեղինակի կողմից իրականացված աշխատանքը համապատասխանում է ՀՀ ԿԳՄՄՆ ԲԿԳԿ-ի կողմից թեկնածուական թեզին ներկայացվող

պահանջներին, իսկ նրա հեղինակ Իգոր Սերեդան արժանի է աշխարհագրական
գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցմանը:

Քարտեզագրության և գեոմորֆոլոգիայի
ամբիոնի վարիչի պաշտոնակատար
աշխ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ


Ա. Ա. Փիլյան

Ստորագրությունը հաստատում եմ՝
ԵՊՀ գիտական քարտուղար
բան. գիտ. թեկնածու, դոցենտ


Ա. Վ. Հովհաննիսյան

