



Monitoring Pistachio Orchards

**ՀԵՌԱԶՆՆՄԱՆ ՊԱՏԿԵՐՆԵՐԻ
ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ, ԱՇԽԱՐՀԱՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐ (ԱՏՀ) և ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ-
ՀԱՂՈՐԴԱԿՑԱԿԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ (ՏՀՏ)
ՃՇԳՐԻՏ ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱՐ**



Նախագծի անվանումը:

ՄԿՈՒ ցուցադրական համագործակցություն պիստակի ֆերմայի համար Հայաստանում. աշխարհատարածական մոտեցում ET D

Նախագծի հապավումը: VETfarm

Նախագծի համարը: 101128732

Erasmus+ կարողությունների զարգացում մասնագիտական կրթության և ուսուցման ոլորտում

ERASMUS-EDU-2023-CB-ՄԿՈՒ

ERASMUS+ ՄԿՈՒ ԾՐԱԳԻՐ

Օգոստոս 2025, Տարբերակ

Դասընթացի նկարագրություն

Յեռագնման պատկերների վերլուծություն, ԱՏՀ և ՏՅՏ ճշգրիտ գյուղատնտեսության համար

VETfarm Ծրագիր

Բովանդակություն

1. Հակիրճ բովանդակություն.....	3
2. Ներածություն.....	4
3. Ճշգրիտ գյուղատնտեսություն. Աշխարհատարածական տեխնոլոգիաներ պիստակի այգիների համար	6
4. Հեռագնման և ԱՏՀ-ի ինտեգրումը ճշգրիտ գյուղատնտեսության լուծումների համար	7
4.1 Պայքար վնասատուների դեմ: <i>Agonoscena pistaciae</i> (պիստակի տերևալվիկ)	7
4.1.1 Ակնարկ կենսաբանության, էկոլոգիայի և կառավարման վերաբերյալ... 9	
4.2 Պահանջների վերլուծություն հմտությունների զարգացման համար.....	10
4.3 Նախնական արդյունքներ	13
4.4 Ծարժական լաբորատորիաներ և Ճշգրիտ գյուղատնտեսության պլատֆորմ (ՃԳՊ)	19
5. Լավագույն փորձը - Ծրագրեր և տեսախցիկներ	26
5.1 Այգու սենսորներ և մեթոդներ.....	30
6. Թեստ.....	30
7. Հիմնական տերմինների բառարան.....	35
8. Հիմնական գրականություն	36

1. Հակիրճ բովանդակություն

«Կուրսը նախատեսված է մասնագիտական ուսուցման համար՝ VETfarm նախագծի շրջանակներում, որը Erasmus+ ծրագրի կարողությունների զարգացման նախաձեռնություն է և վերաբերում է աշխարհատարածական տեխնոլոգիաների կիրառմանը: Նախագիծը կենտրոնանում է **Հեռագնման (ՀՁ)**, **Աշխարհատեղեկատվական համակարգերի (ԱՏՀ)** և **Տեղեկատվական և հաղորդակցական տեխնոլոգիաների (ՏՀՏ)** ինտեգրման վրա՝ ճշգրիտ գյուղատնտեսության մեթոդները բարելավելու համար, հատկապես Հայաստանում պիստակի այգիների պարագայում: Այն մանրամասնում է **Կառավարման գոտիների (ԿԳ)** մշակումը և կիրառումը՝ ռեսուրսների բաշխումը օպտիմալացնելու նպատակով: Այն ներկայացնում է «**Ճշգրիտ գյուղատնտեսության հարթակը**» (**ՃԳՀ**), որը շարժական սենսորների վրա հիմնված համակարգ է՝ նախատեսված տվյալների ավտոմատացված հավաքագրման և վերլուծության համար: Դասընթացը շեշտը դնում է գործնական հմտությունների զարգացման, ծախսարդյունավետության և գիտելիքների տարածման վրա՝ տարածաշրջանում կայուն գյուղատնտեսական պրակտիկաները բարելավելու նպատակով:»

«Հիմնական նպատակներն են.

- Կարողությունների զարգացում՝ ինտեգրված հեռագնման և ԱՏՀ տվյալներն օգտագործելու և դրանք պիստակի այգիների/ծառերի մոնիթորինգի համար մեկնաբանելու ուղղությամբ
- ՀՁ տվյալների վերլուծություն և մոդելավորում Ճշգրիտ գյուղատնտեսության (ՃԳ) համար:
- Երկրի դիտարկման (ԵԴ) տվյալների հարստացումը Իրերի ինտերնետ (ԻԻ) սենսորային ցանցերի միջոցով՝ հատուկ շեշտադրմամբ պիստակի մշակաբույսերի վիճակի մոնիթորինգի վրա (ծառի բարձրություն, սաղարթի ծավալ, վնասատու, մոլախոտ և այլն):
- Պիստակի այգու (հող, ծառեր) և գործընթացների (օգտատիրոջ/տեղանքի/ժամանակի համար նախատեսված) մոնիթորինգ:
- Մշակաբույսերի մոնիթորինգի և գնահատման համար ալգորիթմների, պարամետրերի և վիզուալացման ընտրություն՝ ներառյալ անորոշության վերլուծությունը: Ճիշտ վավերացված ալգորիթմների և պարամետրերի միջոցով գյուղատնտեսական ռեսուրսների, օրինակ՝ ջրի օգտագործումը, կարող է տարածականորեն փոփոխական ձևով օպտիմալացվել՝ օգտագործելով համասեռ արտադրական գոտիներ, որոնք հայտնի են որպես Կառավարման գոտիներ (ԿԳ):
- Դասընթացը կներառի գործնական վարժություններ՝ ցույց տալու համար, թե ինչպես օգտագործել ամպային ծառայություններ/գործիքներ մշակաբույսերի մոնիթորինգի համար՝ վերացնելով արբանյակային մեծ ծավալի տվյալների մշակման բարդությունը:
- Թիրախային լսարանը ներառում է մասնագիտական կրթության ուսանողներին, դասախոսներին, մասնագետներին և տեխնիկներին

VETfarm ցանցի շրջանակներում, ովքեր ուղիղ կապ ունեն Յայաստանի ցուցադրական հարթակի հետ:

2. Ներածություն

Այս կուրսը նախատեսված է մասնագիտական ուսուցում տրամադրելու համար **Հեռազննման պատկերների վերլուծության** ոլորտում, հատկապես **Ճշգրիտ գյուղատնտեսության** համար: Այն **VETfarm** նախագծի մի մասն է, որը **Erasmus+ Կարողությունների զարգացման** նախաձեռնություն է և նպատակ ունի ստեղծել «Ցուցադրական գործընկերություն Հայաստանի պիստակի այգիների համար. աշխարհատարածական մոտեցում»:

Դասընթացը հիմնված է **VETfarm** նախագծի շրջանակներում ստեղծված **Հեռազննման և ԱՏՀ** դասընթացների վրա, որոնք ծառայում են որպես նախապայման: Այն շեշտում է ինչպես տեսական գիտելիքների, այնպես էլ գործնական հմտությունների զարգացումը:

VETfarm ծրագրի հիմնական նպատակն է զարգացնել կարողություններ՝ ինտեգրված **հեռազննման և աշխարհատեղեկատվական համակարգի (ԱՏՀ)** տվյալներն օգտագործելու և դրանք պիստակի այգիների մոնիթորինգի համար մեկնաբանելու ուղղությամբ, ինչպես նաև կիրառել **ճշգրիտ գյուղատնտեսության** մեթոդներ:

Դասընթացը կենտրոնանում է ինտեգրված **հեռազննման և ԱՏՀ** տվյալներն օգտագործելու վրա՝ պիստակի այգիների մոնիթորինգի համար, այդ թվում՝ ծառերի առողջությունը, հողի պայմանները և ջրի կարիքները: Ուսանողները կսովորեն վերլուծել արբանյակային պատկերները, ինտեգրել **Իրերի ինտերնետ (ԻԻ)** սենսորներից ստացված տվյալները և կիրառել ամպային գործիքներ՝ **Կառավարման գոտիներ (ԿԳ)** ստեղծելու համար, որպեսզի օպտիմալացնեն գյուղատնտեսական ներդրումները՝ բարձրացնելու արդյունավետությունն ու կայունությունը ֆերմերային պրակտիկայում:

Դասընթացը կենտրոնանում է ինտեգրված **հեռազննման (ՀՁ)** և **աշխարհատեղեկատվական համակարգի (ԱՏՀ)** տվյալներն օգտագործելու վրա՝ **ճշգրիտ գյուղատնտեսության** համար՝ հատուկ շեշտադրմամբ պիստակի այգիների և ծառերի մոնիթորինգի վրա:

Այն շեշտում է **Երկրի դիտարկման (ԵԴ)** տվյալների վերլուծությունը, մոդելավորումը և հարստացումը՝ **Իրերի ինտերնետ (ԻԻ)** սենսորային ցանցերի միջոցով, որպեսզի օպտիմալացվեն գյուղատնտեսական ներդրումները և մոնիթորինգի ենթարկվի մշակաբույսերի վիճակը:

Այս ինտեգրված դասընթացում զգալի շեշտադրում է կատարվում պիստակի այգիներում **Գիտելիքների կառավարման** վրա: Այս դասընթացը նվիրված է գիտելիքների տարածմանը և համագործակցային ուսուցմանը:

Այն մասնակիցներին ծանոթացնում է շարժական սենսորային հարթակների և թվային գործիքների ինտեգրմանը՝ հեռագնման և աշխարհատեղեկատվական համակարգերի միջոցով պիստակի մասին գիտելիքները կառավարելու համար:

Այս դասընթացի կարևոր տարրերակիչ առանձնահատկությունը Հայաստանում գտնվող ցուցադրական հարթակի հետ ուղղակի կապն է: Մասնակիցները հնարավորություն կունենան կառավարել պիստակի ֆերմա՝ այդպիսով ստանալով գործնական և ինտերակտիվ ուսուցում տեղում:

Այս դասընթացները կապված կլինեն **VETfarm** նախագծի շրջանակներում մշակված սարքավորումների, անձնակազմի և ուսանողների վերապատրաստման, ինչպես նաև փորձաշրջանի ծրագրերի հետ՝ խթանելով գործնական կիրառումն ու համագործակցությունը:

Բացահայտելով ֆերմերների կոնտեքստը և արդիական կարիքները՝ հաշվի առնելով համապատասխան գործոններ, ինչպիսիք են վնասատուները և կառավարման պրակտիկաները, դասընթացը կմշակի ենթակառուցվածքներ, գիտելիքներ և թվային գործիքներ: Դրանք **Շարժական լաբորատորիաների** միջոցով կգնահատեն պիստակի ֆերմայի կառավարման պրակտիկաների ազդեցությունը ծառի/պտղի անի և առողջության վրա:

Այս փակ շրջայի չափումը, մոդելների թարմացումը և գործողությունները պահանջում են հմուտ անձնակազմ:

Ճշգրիտ գյուղատնտեսության համար Կառավարման գոտիները (ԿԳ). Հեռագնման մոտեցում:

«Հայեցակարգ. Կառավարման գոտիները (ԿԳ) սահմանվում են որպես «համասեռ արտադրական գոտիներ» դաշտի կամ այգու ներսում, որոնք նույնականացվում են «բերքատվությունը սահմանափակող գործոնների» նման բնութագրերի հիման վրա:

Սահմանագատում. Դասընթացն ընդգրկում է «կառավարման գոտիների (ԿԳ) սահմանագատումը պիստակի այգիներում՝ օգտագործելով **Sentinel-2** արբանյակային տվյալները՝ նպատակ ունենալով օպտիմալացնել կառավարման պրակտիկաները»: Սա ներառում է արբանյակային և ԱՏՀ տվյալների վերլուծություն՝ համասեռ բնութագրերով հատուկ տարածքներ նույնականացնելու համար, որոնք սովորաբար դասակարգվում են «բարձր բերքատվության», «միջին բերքատվության» և «ցածր բերքատվության» գոտիների:»

Մասնավորապես, հատուկ ուշադրություն է դարձվում բաց, անվճար ծրագրային համակարգերին՝ **Կառավարման գոտիները (ԿԳ)** դիտարկելու, մեկնաբանելու և ստեղծելու համար:

«Նմուշառման ռազմավարություն. Կառավարման գոտիները (ԿԳ) կարևոր են նմուշառման աշխատանքները ղեկավարելու համար: «Նմուշները միշտ պետք է վերցնել համասեռ տարածքներից կամ հատվածներից (ԿԳ), որպեսզի ապահովվեն

վիճակագրորեն հուսալի արդյունքներ»։ Ընդհանուր ուղեցույցն առաջարկում է դաշտը բաժանել երեք հատվածի և յուրաքանչյուրից վերցնել առնվազն երեք նմուշ՝ ընդհանուր առմամբ ինը նմուշ ստանալու համար։

Կիրառություն. Կառավարման գոտիները (ԿԳ) հնարավորություն են տալիս «ներդրումների տարածականորեն փոփոխական կիրառման», ինչպիսիք են ջուրը և նմուշառման աշխատանքները, ինչը հանգեցնում է ռեսուրսների ավելի արդյունավետ բաշխման և թափոնների կրճատման։»

Ծանոթություն:

- Այգու համատեքստում կառավարման գոտիները սահմանվում են երեք չափումներով՝ գումարած ժամանակը (3D+Time): Այս գոտիների վրա ազդում է «գործող մեքենաների» «լուծաչափը»: Համասեռ շրջաններ ստեղծելու համար կարող են կիրառվել *quad tree* և *voxel tree* ծրագրային ապահովումները: Սակայն, քանի որ ծառերը դասավորված են տնկման ցանցի վրա, անհրաժեշտ է հարմարեցնել սեգմենտացման չափանիշները «անընդհատ» մոդելից դեպի ցանցի վրա հիմնված մոտեցում:»

3. «Ճշգրիտ գյուղատնտեսություն. Աշխարհատարածական տեխնոլոգիաներ պիստակի այգիների համար»

Դասընթացի կենտրոնական թեման **Հեռագնման (ՀՉ), Աշխարհատեղեկատվական համակարգերի (ԱՏՀ) և Տեղեկատվական և հաղորդակցական տեխնոլոգիաների (ՏՀՏ)** ինտեգրված կիրառումն է՝ գյուղատնտեսական պրակտիկաները, մասնավորապես պիստակի մշակությունը, օպտիմալացնելու համար: Դասընթացը նպատակ ունի «գարգացնել կարողություններ՝ ինտեգրված հեռագնման և ԱՏՀ տվյալներն օգտագործելու և դրանք պիստակի այգիների/ծառերի մոնիթորինգի համար մեկնաբանելու ուղղությամբ»: Այս ինտեգրումը թույլ է տալիս կիրառել տվյալների վրա հիմնված մոտեցում գյուղատնտեսության մեջ՝ հեռանալով ավանդական, միատեսակ մշակումներից:

Կենտրոնացումը պիստակի մշակաբույսերի մոնիթորինգի և կառավարման վրա Թեև սկզբունքները լայնորեն կիրառելի են ճշգրիտ գյուղատնտեսության համար, դասընթացը հատուկ շեշտադրում է ունենում պիստակի մշակաբույսերի վիճակի մոնիթորինգի վրա: Սա ներառում է «սաղարթի ծավալը, մոլախոտը, վնասատուները և այլն», ինչպես նաև «պիստակի այգու (հող, ծառեր) և գործընթացների (օգտատիրոջ/տեղանքի/ժամանակի համար նախատեսված) մոնիթորինգը»: Այս մասնագիտացված կենտրոնացումը ապահովում է գործնական նշանակություն **VETfarm** նախագծի համար Հայաստանում:

Գյուղատնտեսական ներդրումների օպտիմալացումը կառավարման գոտիների (ԿԳ) միջոցով Կարևոր նպատակ է **Կառավարման գոտիների (ԿԳ)** մշակումն ու օգտագործումը: Ճիշտ վավերացված ալգորիթմների և պարամետրերի միջոցով գյուղատնտեսական ռեսուրսների, օրինակ՝ ջրի և նմուշառման օգտագործումը, կարող է օպտիմալացվել տարածականորեն փոփոխական ձևով՝ օգտագործելով համասեռ արտադրական գոտիներ, որոնք հայտնի են որպես **Կառավարման գոտիներ (ԿԳ)**: Արբանյակային և ԱՏՀ տվյալները կարևոր են այս գոտիները բացահայտելու համար,

ինչը հանգեցնում է ռեսուրսների ավելի արդյունավետ բաշխման և թափոնների կրճատման:

Ամպային ծառայությունների և ԵԳ տվյալների օգտագործում Դասընթացը շեշտում է գործնական կիրառումը՝ մշակաբույսերի մոնիթորինգի համար ամպային ծառայությունների/գործիքների օգտագործման միջոցով: Այս մոտեցումը նպատակ ունի պարզեցնել գործընթացը՝ «վերացնելով արբանյակային մեծ ծավալի տվյալների մշակման բարդությունը»: Ուսանողները կսովորեն աշխատել «գրեթե իրական ժամանակի **Երկրի դիտարկման (ԵԳ)** տվյալների», ներառյալ **Sentinel-2** տվյալների հետ:

Տվյալների հարստացումը ԻԻ սենսորային ցանցերով Մոնիթորինգի ճշգրտությունը բարձրացնելու համար դասընթացը ներառում է **Իրերի ինտերնետ (ԻԻ)** սենսորային ցանցերի օգտագործումը: **Երկրի դիտարկման (ԵԳ)** տվյալների հարստացումը **ԻԻ** սենսորային ցանցերի միջոցով, հատուկ շեշտադրմամբ պիստակի մշակաբույսերի վիճակի մոնիթորինգի և **Կառավարման գոտիների (ԿԳ)** և կլիմայական տվյալների ինտեգրման վրա: Սա ընդգծում է համապարփակ պատկերացումներ ստանալու համար բազմադրյուր տվյալների մոտեցման կարևորությունը:

Գործնական հմտություններ և որոշումների աջակցություն Դասընթացը նախագծված է լինելու բարձր գործնական, որի զգալի մասը նվիրված է լաբորատոր պարապմունքներին և վարժություններին: Ակնկալվող ուսումնական արդյունքները ներառում են «օգտատիրոջ կողմից սահմանված տարածքը (**Հեռաքրքրության տարածաշրջան, ՀՏ**) և պիստակի առողջության հետ կապված խնդիրները հասկանալու, այնուհետև հետագա պատկերների վերլուծության համար **ՀՏ**-ի համար պատկերների ընտրանի տրամադրելու կարողությունը»: Բացի այդ, դասընթացը կենտրոնանում է «հեռազննման տվյալներից համակարգչային օգնությամբ տեղեկատվության արդյունահանման վրա՝ որոշումների աջակցության համար, ներառյալ դեպքի ուսումնասիրությունները՝ հիմնված **Under Sun**-ի կարիքների վրա (դեպքի ուսումնասիրություններ՝ վնասատուների և ջրի պակասի կամ ավելցուկի, ինչպես նաև մոլախոտերի հայտնաբերման համար)»:

Ծախսարդյունավետություն Կարևոր օգուտներից է **Հեռազննման պատկերների վերլուծությունը ԱՏՀ** միջավայրում՝ **Ճզգրիտ գյուղատնտեսության** համար, որը համարվում է «ծախսարդյունավետ հիմք»: Սա ենթադրում է, որ դասավանդվող տեխնոլոգիաներն ու մեթոդները կարող են տնտեսական առավելություններ ապահովել ֆերմերների համար:

4. Հեռազննման և ԱՏՀ-ի ինտեգրումը ճզգրիտ գյուղատնտեսության լուծումների համար

Այս բաժինը շեշտում է պիստակի ծառերի մոնիթորինգը, դասընթացի համար դեպքերի ուսումնասիրությունների նախապատրաստումը և դաշտային աշխատանքների տվյալների հավաքագրումը՝ հմտությունների զարգացման շեշտադրմամբ:

Հաջորդ բաժնում կքննարկվեն պիստակի ոլորտում առկա մարտահրավերները, առաքելության պլանավորումը, պիստակի այգիներում վնասատուների և մոլախոտերի խնդիրների սահմանումը, տվյալների ձեռքբերումը՝ ներառյալ հեռազննման և դրոնների տվյալների օգտագործումը, ինչպես նաև թվային գործիքներ մոնիթորինգի, պիստակի

հայտնաբերման, դասակարգման, կառավարման գոտիների ստեղծման և վնասատուների հայտնաբերման համար:

4.1 «Վնասատուների կառավարում. *Agonoscena pistaciae* (Պիստակի տերևավիկ)»

Նշանակությունը Պիստակի տերևավիկը՝ *Agonoscena pistaciae*-ը, նույնականացվում է որպես «լուրջ վնասատու», որը «զգալի վնաս է պատճառում տերևներին՝ իր հյութ ծծող թրթուրների պատճառով, որոնք արտազատում են մոմ և մեղրացող»՝ ի վերջո խաթարելով ֆոտոսինթեզը և նվազեցնելով ընկույզի բերքատվությունն ու որակը: Այն պիստակի այգիներում տնտեսապես ամենակարևոր վնասատուներից է:

Հայտնաբերման մարտահրավերները Տերևավիկի խտությունը հեռակա չափելու համար անհրաժեշտ է հայտնաբերել «տերևի արտացոլման կամ քլորոֆիլի պարունակության նուրբ փոփոխությունները, որոնք առաջացել են տերևավիկի վարակման պատճառով»՝ օգտագործելով բարձր լուծաչափով տեսախցիկներ կամ RGB/մուլտիսպեկտրալ սենսորներ՝ դրոնների կամ շարժական հարթակների վրա:

Բազմափուլ հայտնաբերման ռազմավարություն.

ԿԳ-ի ստեղծում. Նախ, **Կառավարման գոտիներ (ԿԳ)** են ստեղծվում՝ օգտագտելով **Sentinel-2** տվյալները՝ այգու այն «թույլ հատվածները» բացահայտելու համար, որտեղ վնասատուների խնդիրներն առավել հավանական են:

Տերևների մակարդակի հայտնաբերում (Թրթուրի/ձվի փուլ). «Յուրաքանչյուր **ԿԳ**-ում կտեղադրվի տեսախցիկներով «շասսի-վանդակ» տերևների վրայի վնասատուի թվային հսկողության համար... վնասատուի նույնականացման (հայտնաբերում և դասակարգում) համար»: Սա ներառում է առանձին առանձնյակների հաշվարկը տերևի մակերեսների վրա:

○

○

Հասուն փուլի մոնիթորինգ. Մեթոդ կմշակվի այգում վնասատուի հասուն փուլի պոպուլյացիայի փոփոխությունը մոնիթորինգի և որոշելու համար, որպեսզի ֆերմայի ղեկավարներին տեղեկացվի հետագա գործողությունների մասին (օրինակ՝ քիմիական պայքար):

○

Սենսորների առանձնահատկությունները Սենսորների համար գործնական նկատառումները ներառում են ավտոֆոկուսը, մոտ տարածության ֆոկուսը, լարային/անլար կապը, ամրությունը, ճշգրտությունը, մատչելիությունը և թվային կապը՝ հեռակա տվյալների մուտքի համար: Նշվում են նաև շարժման հետևանքով առաջացած

լողզման (motion blur) և ցրված լույսի հետ կապված մարտահրավերները: Տրվում են տերևների վրա տերևալվիկի նմուշային պատկերներ՝ նշելով վնասատուներին վիզուալ և **Matlab**-ի կողով մշակված սահմանագատող շրջանակների (bounding box overlays) միջոցով նույնականացնելու հնարավորությունը:

Արհեստական ինտելեկտի (ԱԻ) ինտեգրում Առաջարկվում են «եզրային տեսախցիկներ **ԱԻ**-ով՝ **ԱԻ**-ով աշխատող **LoRaWAN** վնասատուների դետեկտոր՝ **RGB ԱԻ** սենսորի միջոցով հավելվածի միջոցով»՝ պատկերների արագ վերլուծության և վնասատուների ավտոմատ հայտնաբերման համար:

Վնասատուների մոդելներ և ցողման ժամանակացույց «Վնասատուների մոդելները հարմարեցվում են յուրաքանչյուր այգու համար՝ թույլ տալով ճշգրտված ցողումներ առավելագույն ազդեցության համար և հնարավորություն տալով կրճատելու մշակումների թիվը»: Այս մոդելները, կլիմայական տեղեկատվության հետ համակցված (օրինակ՝ աստիճան-օրվա մոդելավորում), ապահովում են «ճշգրիտ և հուսալի ռիսկի մակարդակներ ավելի վաղ, ինչը հեշտացնում է ցողման ժամանակացույցի և լոգիստիկայի կառավարումը»:

Արդյունքում, այս բաժինը ներկայացնում է մրգատու ծառերի համար ճշգրիտ գյուղատնտեսության լուծումներ՝ օգտագործելով **Իրերի ինտերնետ (ԻԻ)** սենսորներ, մեքենայական ուսուցում և մեծ տվյալների վերլուծություն: Հիմնական դեպքի ուսումնասիրությունները ներառում են միջատ-վնասատուների կառավարումը շարժական հարթակների և սենսորների միջոցով, ինչպես նաև բույսերի սթրեսի մոնիթորինգը՝ ռոբոտներ օպտիմալացնելու համար: **VETfarm**-ի գործընկերները շեշտում են պիստակագործների համար սենսորային լուծումների ինքնուրույն կարգավորման, տեղադրման և պահպանման կարևորությունը:

Ստեղծված **VETfarm** ցանցի պիստակագործները պետք է չափեն տերևալվիկի կամ նմանատիպ վնասատուների և հիվանդությունների խտությունը պիստակի այգիներում՝ օգտագործելով հեռազննման տեխնոլոգիա՝ ճշգրիտ չափումներ ստանալու համար:

Տերևալվիկի խտության չափումը պիստակի դաշտերում՝ հեռազննման միջոցով Տերևալվիկը՝ վնասատուն, կարող է զգալի ազդեցություն ունենալ պիստակի բերքատվության վրա: Կարող է արդյոք տերևալվիկի խտության մոնիթորինգը հեռազննման միջոցով իրականացվել՝ օգտագործելով ձողի վրա տեղադրված բարձր լուծաչափով տեսախցիկներ կամ դրոնի վրա տեղադրված **RGB**/մուլտիսպեկտրալ սենսորներ: Մենք պետք է հայտնաբերենք տերևի արտացոլման կամ քլորոֆիլի պարունակության նուրբ փոփոխությունները, որոնք առաջացել են տերևալվիկի վարակման պատճառով:

Ստորև ներկայացված է գրականության ակնարկ՝ հասած ճշգրտության վերաբերյալ, որը հիմնված է սենսորների լուծաչափի և կիրառվող մեթոդի վրա:

4.1.1 Ակնարկ *Agonoscena pistaciae*-ի կենսաբանության, էկոլոգիայի և կառավարման վերաբերյալ Պարզվել է, որ Իրանի պիստակի դաշտերում կա ավելի քան 100 վնասակար միջատների տեսակ, և դրանցից 20-ը տնտեսական վնաս են պատճառում և առաջացնում արտադրանքի 50% կորուստ (Davatchi, 1958):

Հայաստանի **VETfarm** թիմը 2025 թվականին զեկուցեց, որ Արմավիրի մարզի ուսումնասիրվող տարածքում կան որոշ վնասակար միջատների տեսակներ, և դրանցից մեկը *Agonoscena pistaciae*-ն է:

Agonoscena pistaciae Burckhardt & Lauterer (Hemiptera: Psyllidae)՝ որը հայտնի է որպես պիստակի տերևավիկ, լուրջ վնասատու է *Pistacia vera* L.-ի (Sapindalis: Anacardiaceae) համար Մերձավոր Արևելքում և Միջերկրական ավազանում: Այս վնասատուն առաջին անգամ հայտնաբերվել է Կերիոխի (1946) կողմից ինչպես ընտելացված (*P. vera*), այնպես էլ վայրի պիստակի (*Pistacia mutica*) վրա Իրանում (Takaloozadeh, 2008): Այս վնասատուն, որը հայտնի է իր պոպուլյացիայի արագ աճով և տարեկան բազմաթիվ սերունդներով, զգալի վնաս է հասցնում տերևներին՝ իր հյութ ծծող թրթուրների պատճառով, որոնք արտազատում են մոմ և մեղրացող: Այս արտազատումները նպաստում են սև ծխախոտի բորբոսի զարգացմանը, ինչը խաթարում է ֆոտոսինթեզը և նվազեցնում ընկույզի բերքատվությունն ու որակը: Իր տնտեսական կարևորության պատճառով անհրաժեշտ են կայուն կառավարման մոտեցումներ, որոնք պետք է համատեղեն միջատի կենսաբանության խորը ըմբռնումը, դաշտային մոնիթորինգը և ժամանակակից տեխնոլոգիաների, ինչպիսիք է **հեռազննումը**, կիրառումը:

4.2 Հնտությունների զարգացման պահանջների վերլուծություն

Այս հատվածը նվիրված է հմտությունների զարգացման պահանջների վերլուծությանը և ներկայացնում է գործնական ենթակառուցվածք, սենսորների և հարթակների նախագծում՝ տերևավիկների վերաբերյալ որակյալ տվյալների հավաքագրման համար: Այն կօգտագործվի հեռազննման մեթոդներով *Agonoscena pistaciae*-ի պոպուլյացիայի զարգացումը որոշելու համար՝ դաշտային ուսումնասիրությունների, վնասատուի հասուն, թրթուրային և ձվի փուլի նմուշառման միջոցով:

1. Կառավարման գոտիների (ԿԳ) ստեղծում Նախ, պիստակի այգում կստեղծվեն Կառավարման գոտիներ (ԿԳ)՝ օգտագործելով Sentinel-2 արբանյակային տվյալները և նախկինում քննարկված WI գործիքները: Դասընթացի այս հատվածը վերաբերում է ԿԳ-ի ստեղծման տեխնիկաներին և կիրառություններին: ԿԳ-ները սահմանվում են որպես ֆերմերային դաշտերի ենթամիավորումներ՝ բերքատվությունը սահմանափակող գործոնների համեմատաբար համասեռ համակցությամբ: Յուրաքանչյուր գոտի կարող է կառավարվել տարբեր, բայց հատուկ միասնական դրույքաչափով կառավարման պրակտիկայով՝ ճշգրիտ գյուղատնտեսության համատեքստում ֆերմերային ներդրումների արդյունավետությունը առավելագույնի հասցնելու համար: Ըստ վերևում քննարկված պիստակի ֆերմայի կառավարման հարցումների՝ ֆենոլոգիական տեղեկատվությունը և կլիմայական տեղեկատվությունը (երաշտ) ԿԳ-ի սահմանազատման համար կենսական գործոններ են: Այս համատեքստում, ԿԳ-ի կիրառությունները հետևյալն են. Ֆերմայի ղեկավարի հետ համատեղ բացահայտել ցածր ակնկալվող բերքատվությամբ ԿԳ-ներ («թույլ հատվածներ այգում»): Հայտնաբերել բերքատու և ոչ բերքատու ծառերի հատվածները և դրանց տարբերությունները: Ֆերմերի ղեկավարի և տեղացի փորձագետների հետ համատեղ («փորձագիտական գիտելիքներ») բացահայտել հիվանդ և ցածր բերքատու ծառեր «թույլ» ԿԳ-ում: Որքանով ճշգրիտ կարող են ծառերը համեմատվել բարձր և ցածր բերքատվությամբ (բերքատու և ոչ բերքատու ծառերի) Շարժական լաբորատորիաների միջոցով: Այս մասում ԿԳ-ներ կստեղծվեն բաց,

անվճար Sentinel-2 արբանյակային տվյալների հիման վրա՝ փոփոխական դրույքաչափով կիրառությունների համար: Ինչպես քննարկվեց վերևում, ստեղծված ԿԳ-ները կօգնեն որոշել, թե որտեղ պետք է վերցվեն բերքի/վնասատուների ներկայացուցչական նմուշները: Ընդհանուր ուղեցույցն է հետաքրքրության դաշտերը բաժանել երեք հատվածի, յուրաքանչյուր հատվածից վերցնելով առնվազն երեք նմուշ: Սա ընդհանուր առմամբ տալիս է 9 նմուշ (3 x 3), եթե տարածքների կամ գոտիների միջև տարբերությունները վիճակագրորեն էական չեն:

2. Թրթուրների և ձվերի փուլի հայտնաբերում Երկրորդ, յուրաքանչյուր ԿԳ-ում կկառուցվի տեսախցիկներով «շասսի-վանդակ»՝ պիստակի աճի փուլում տերևների վրա (բարդ տերևներ) վնասատուների թվային վերահսկման համար՝ շասսիի տակից տարբեր ուղղություններով: Այս փուլը նախատեսված է վնասատուի նույնականացման (հայտնաբերման և դասակարգման) համար: Բացի այդ, կդիտարկվի *Agonoscena pistaciae*-ի կյանքի տևողությունը տարբեր ջերմաստիճաններում և աճի փուլերում: Այս փուլում յուրաքանչյուր «շասսի-վանդակում» կկատարվի վնասատուների հաշվարկ (դիտվում են գույնի և չափի զգալի տարբերություններ) և դրանց բաշխում: Վնասատուի ձվի և թրթուրային փուլի հաշվարկը կկատարվի՝ հաշվելով առանձին առանձնյակները բարդ տերևների ստորին և վերին մակերեսների վրա:

3. Հասուն փուլի մոնիթորինգ Երրորդ, կմշակվի մեթոդ՝ այգում վնասատուի հասուն փուլի պոպուլյացիայի փոփոխությունը մոնիթորինգի և որոշելու համար, որպեսզի ֆերմայի ղեկավարներին տեղեկացվի հետագա գործողությունների մասին (օրինակ՝ քիմիական պայքար), ինչպես նաև գործողություններից հետո մոնիթորինգի և ազդեցության գնահատման համար: Գործնական օգտագործման հնարավորություն դաշտում, ձեռքի փուլ ինչպե՞ս հասնել տերևներին: Առավել հավանական է, որ վնասատուն լինի վերևում, ուստի կարող ենք սկսել ձեռքով կառավարվող աստղադիտակային «սելֆի» տիպի ձողով: Օգտագործել ակնոցներ՝ որպես «տեսախցիկը» ուղղորդելու համար: Շարժական պորտալ համակարգ՝ բոլոր սենսորներով, ներառյալ RGB տեսախցիկը (ցածր/բարձր) լուծաչափով, որը կենտրոնացած է կարճ հեռավորության վրա, դիրքով, դիտման անկյունով, բույսի ID-ով, ամսաթվով և ժամանակի կնիքով: Կա նաև ցրված լույսի խնդիր, որը կարող է հաղթահարվել: Ցածր լուծաչափը կարող է առավելություն լինել GPU edge computing-ով տեսախցիկների կամ տեսախցիկների տախտակների համար: Դրանք կարող են կատարել պատկերների արագ վերլուծություն: Անհրաժեշտ տարածական հղումները, GPS-ը, մագնիսական դաշտը և ճնշումը կարող են ավելացվել որպես HAT տախտակներ: Մենք կարող ենք նախնական աղյուսակ կազմել՝ կողմ և դեմ կողմերով: Քաշի գործոնները քննարկման ենթակա են: Ծախս-օգուտ վերլուծություն՝ վնասատուների հայտնաբերման համար, հիմնված UNDER SUN ընկերության և ցանցի կարիքների վրա: Մեխանիկական փուլը կարող է իրականացվել որպես ինքնահավասարակշռվող շարժական «սելֆի» ձող: Շարժվող տերևների նկատմամբ դիրքորոշման խնդիրը կարող է լուծվել վիդեո փլուզումներով, որին հաջորդում է հարմար տվյալների ալգորիթմական ընտրությունը [փորձնական]: 3D բույսերի մոդելներ Եզրային տեսախցիկներ ԱԻ-ով՝ ԱԻ-ով աշխատող LoRaWAN վնասատուների դետեկտոր՝ RGB ԱԻ սենսորի

միջոցով հավելվածի միջոցով: Պահանջներ և նկատառումներ. Օգտագործելով տարբեր սենսորներ և սարքեր, մենք ցանկանում ենք մոնիթորինգի ենթարկել հողի, պիստակի, վնասատուների և շրջակա միջավայրի ցուցանիշների, օդերևութաբանական տեղեկատվության և այլնի վերաբերյալ իրական ժամանակի տվյալներ՝ ապահովելով ճշգրիտ հղումներ պիստակի արտադրության և շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի համար: Այս կերպ VETfarm թիմը կարող է օգնել պիստակի արդյունաբերությանն աջակցել՝ հասնելով գործնական և մատչելի լուծումների: Գործնական նկատառումներ տերևի և սաղարթի մակարդակի սենսորների համար, ինչպես նաև շարժական հարթակի համակարգում դյուրին տեղադրման, տվյալների հավաքագրման և դրանք փոխանակելու պահանջներ.

Pan & Tilt (PTZ),

Ավտոֆոկուս, և

Արդյունավետ ֆոկուս շատ մոտ տարածությունից (5 դյույմից պակաս / ~12 սմ),

Լարային կամ անլար

Ամուր մոտ տարածության վնասատուների մոնիթորինգ

Ճշգրտություն, հուսալիություն, օգտագործման և տեղադրման հեշտություն:

Մատչելի ծախսեր

Սենսորները սնուցելու հեշտ եղանակ

Թվային հաղորդակցություն և տվյալների փոխանցում (տվյալների հեռակա մուտք ամպի միջոցով), և կառավարում (տվյալների գրանցիչներ):

Կարո՞ղ ենք արդյոք այս սենսորները միացնել ցանցին՝ իրերի ինտերնետ (ԻԻ) սենսորային ցանց ստեղծելու համար:

Ուսուցում և տեխնիկական աջակցություն այս սենսորների տեղադրման, պահպանման և շահագործման համար Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի (ՀԱԱՀ) և UNDER SUN-ի համար:

Ո՞րն է այս սենսորների երաշխիքը:

Անջրանցիկ և եղանակային պայմաններին դիմացկուն հատկություններ

Այն սմարթֆոնից գործարկելը՝ որպես դրոնների այլընտրանք:

Գործնական կիրառելիությունը դաշտում, ձեռքի եղանակով (մեթոդով)

Ինչպե՞ս հասնել տերևներին:

- «Առավել հավանական է, որ վնասատուները գտնվեն վերին հատվածում, ուստի կարող ենք սկսել ձեռքով կառավարվող աստղադիտակային «սելֆի» տեսակի ձողից»
- «Կրել ակնոցներ որպես մոնիտոր՝ տեսախցիկը ուղղորդելու համար»:
- Շարժական պորտալ համակարգ՝ բոլոր սենսորներով, ներառյալ RGB տեսախցիկը՝ (ցածր/բարձր) լուծաչափով, որը կենտրոնացած է կարճ հեռավորության վրա, դիրքով, դիտման անկյունով, բույսի ID-ով, ամսաթվով և ժամանակի կնիքով: Կա նաև ցրված լույսի խնդիր, որը կարող է հաղթահարվել: Ցածր լուծաչափը կարող է առավելություն լինել GPU edge computing-ով տեսախցիկների կամ տեսախցիկների տախտակների համար: Դրանք կարող են կատարել պատկերների արագ վերլուծություն: Անհրաժեշտ տարածական հղումները, GPS-ը, մագնիսական դաշտը և ճնշումը կարող են ավելացվել որպես HAT տախտակներ: Մենք կարող ենք նախնական աղյուսակ կազմել՝ կողմ և դեմ կողմերով: Քաշի գործոնները քննարկման ենթակա են:
- Վնասատուների հայտնաբերման համար **ձախս-օգուտ** վերլուծություն՝ հիմնված «UNDER SUN» ընկերության և ցանցի կարիքների վրա:
- Մեխանիկական փուլը կարող է իրականացվել որպես ինքնահավասարակշռվող շարժական «սելֆի» ձող:
- «Շարժվող տերևների նկատմամբ դիրքի որոշման խնդիրը կարող է լուծվել՝ նկարահանելով վիդեո-բերաթեր, որին կհաջորդի համապատասխան տվյալների ալգորիթմական ընտրությունը [փորձնական]»:
- բույսի 3D մոդելներ
- AI-ով եզրային տեսախցիկներ (Edge cameras) – AI-ի վրա հիմնված LoRaWAN վնասատուների դետեկտոր՝ օգտագործելով RGB AI սենսորը հավելվածի միջոցով:

Պահանջներ և նկատառումներ

Տարբեր սենսորների և սարքերի միջոցով մենք ցանկանում ենք իրական ժամանակում վերահսկել հողի, պիստակի, վնասատուների, ինչպես նաև շրջակա միջավայրի ցուցանիշների, օդերևութաբանական տվյալների և այլնի վերաբերյալ տվյալները՝ ապահովելով ճշգրիտ տեղեկատվություն պիստակի արտադրության և շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի համար: Այս կերպ, VETfarm թիմը կարող է աջակցել պիստակի արդյունաբերությանը՝ հասնելով գործնական և մատչելի լուծումների:

Գործնական նկատառումներ տերևների և բուսածածկույթի մակարդակի սենսորների համար, ինչպես նաև հեշտ տեղադրման պահանջները շարժական հարթակի համակարգի վրա, տվյալների հավաքագրումն ու փոխանցումը:

- Պանորամա և թեքություն (PTZ),
- Ավտոմատ ֆոկուս, և
- Արդյունավետ ֆոկուս շատ մոտ հեռավորությունից (5 ոչույմից / ~12 սմ-ից պակաս),
- Լարային կամ անլար
- Մոտիկ պլանով վնասատուների հուսալի մոնիթորինգ
- Ճշգրտություն, հուսալիություն, օգտագործման հեշտություն և տեղադրման հարմարավետություն:
- Սենսորների սնուցման հեշտ եղանակ
- Թվային կապ և տվյալների փոխանցում (ամպային տվյալների հեռակա մուտք) և կառավարում (տվյալների գրանցող սարքեր):
- Կարո՞ղ ենք այս սենսորները միացնել ցանցին՝ IoT սենսորային ցանց ստեղծելու համար:
- Այս սենսորների տեղադրման, սպասարկման և շահագործման ուսուցում և տեխնիկական աջակցություն ANAU-ի և UNDER SUN-ի համար:
- Ի՞նչ երաշխիք ունեն այս սենսորները:
- Ջրակայուն և եղանակային պայմաններին դիմակայող հատկանիշներ
- Սմարթֆոնից ակտիվացում՝ որպես անօդաչու թռչող սարքերի այլընտրանք:

4.3 Նախնական արդյունքներ

Ճարժական լաբորատորիաներ պտղատու այգիներում: Ավանդական ֆերմերային տնտեսությունների կառավարումը բարելավելու համար կներառենք նորագույն, նորարարական տեխնոլոգիաներ և մեքենայացում: Կներկայացվեն այնպիսի հայեցակարգեր, ինչպիսիք են՝ չափումն ու վերահսկումը, արհեստական բանականությունը (AI), ճշգրիտ ագրոանտառաբուծության մեթոդները, սենսորների վրա հիմնված մոնիթորինգը և տվյալների վերլուծությունը՝ ներդրումները օպտիմալացնելու և մարտահրավերները, ինչպիսիք են վնասատուների բազմացումը և ջրի պակասը, լուծելու նպատակով: Այս

դասընթացի ընթացքում մենք կուսումնասիրենք շարժական լաբորատորիաների նախագծումն ու ստեղծումը: Լաբորատորիաները կներառեն շարժական սենսորներ, որոնք կարող են օգտագործվել ֆերմերային տնտեսություններում՝ տեղական համայնքի հետ կապ հաստատելու համար:

Ներկայիս տեխնոլոգիաների միջոցով, ինչպիսիք են Հեռագնդումը (Remote Sensing), Իրերի ինտերնետը (IoT), Արհեստական բանականությունը (AI) և Երկրատեղեկատվական համակարգերը (Geoinformation), հնարավոր է վերահսկել տնտեսական և բնապահպանական նշանակություն ունեցող բույսերի աճն ու զարգացումը:

Կատարել համապարփակ շուկայական վերլուծություն՝ ծախսարդյունավետ սենսորային համակարգեր ընտրելու և ինտեգրելու համար: Սա ներառում է հողի և բույսերի սենսորներ, ինչպես նաև հարթակների և ձողերի վրա տեղադրված սենսորներ ու տեսախցիկներ՝ վնասատուների և հիվանդությունների մոնիթորինգի համար:

Բացի այդ, ստեղծել լաբորատորիա՝ տեխնոլոգիական անհատական լուծումներ փորձարկելու և մշակելու համար: Կիրառել «Շարժական լաբորատորիաներ»՝ փորձարկումների և գիտափորձերի համար՝ օգտագործելով «Իրերի Ինտերնետ»-ով (IoT) ապահովված համակարգեր՝ սթրեսային գործոնները, ինչպիսիք են՝ միջատների բազմացումը, հիվանդությունները և ջրի պակասը, հայտնաբերելու համար: Այս մոտեցումը նպատակ ունի վերահսկել հիվանդությունների բռնկման վաղ նշանները՝ դրանով իսկ նպաստելով կանխարգելիչ և թիրախային միջամտություններին:

.

Միջատի (Psyllid) նկարների նմուշներ

Ստորև ներկայացված է յոթ RGB **պատկերներ**՝ արված դաշտային պայմաններում՝ վնասատուների հայտնաբերման մարտահրավերի համար:





Նկար X: *Ագոնոսցենա պիստացիան* (*Agonoscena pistaciae*) տեսակի միջատների և դրանց արտաթորանքների չափը, գույնը և բաշխվածությունը տերևների վրա՝ սնվող հատուն և երիտասարդ առանձնյակների (նիմֆաներ) հետևանքով (տեսողական պատկերներ, որոնք ձեռք են բերվել բջջային հեռախոսի միջոցով):

Նկար XX. Matlab-ում մշակված կողը յոթ RGB պատկերների վրա գործարկելուց հետո սահմանային վանդակների համադրում, որը տալիս է RGB + սահմանային վանդակների ընդհանուր պատկերը: Յոթերորդ նկարը ցույց է տրված ավելի հեշտ քննարկման համար:

Հաշվի առնելով տվյալների հավաքագրման հետ կապված այլ մարտահրավերները, օգտատերերն է որոշում, թե արդյոք այս տարբերակը բավարար է:

Ակադեմիական/ուսուցողական տեսանկյունից մենք առաջարկում ենք.



- Հմտությունների մարզման համար սա կարող է բավականին լավ լինել՝ մարդկային ինտելեկտի վրա հիմնված նախնական զարգացումից հետո, կարճ ժամանակում, առանց մեթոդների և պարամետրերի կարգավորման:
- գիտելիքահեն պատկերի վերլուծության/հրապարակման վերաբերյալ ակադեմիական/դասընթացային կյուրեր: Մենք կարող ենք ավելացնել օպտիմալ շփոթության մատրիցի արդյունքի որոնում: Օպտիմալը պետք է սահմանվի օգտատիրոջ կողմից:

Գործնականում:

- Ձեռքով ստացված տվյալները պետք է պահվեն ԱՏՀ տիպի տվյալների կառուցվածքում՝ տեղադիրքով, դիտման անկյունով, բույսի ID-ով, ամսաթվով և ժամանակի դրոշմանիշով: Հիմնաբառեր՝ սկզբնական և մշակված տվյալները վերականգնելու համար:
- Ցանկացած տեսախցիկով (RGB սենսոր, iPhone, հորատանցքերի զննման սարք և այլն) տվյալների հավաքագրման ժամանակ առկա է մի չլուծված խնդիր՝ տերևները տեսախցիկի նկատմամբ անշարժ պահելը՝ շարժումից առաջացած մշուշը (motion blur) կանխելու համար (ուսումնասիրել թույլատրելի շեղումները):

Ձեռքի և «սելֆի ձողի» տիպի երկարացված սարքով սկսել բարձր տերևների նմուշառումը: Ինչպե՞ս է վնասատուների պոպուլյացիայի խտությունը մեծանում Z-ի (բարձրության) կամ դեպի դուրս աճող «ալիքի» (շրջանի) հետ մեկտեղ: Եթե հնարավոր է, փորձարկել, օրինակ, ամբարձիչ կամ փոքրիկ կոունկ օգտագործելով: Անօդաչու թռչող սարքերը (դրոնները) տերևների համար առաջացնում են լրացուցիչ տուրբուլենտ (խառնաշփոթ) շարժում:

Տերևների վնասվածքների որակյալ տվյալների հավաքագրումը, որոնք կարող են պայմանավորված լինել վիրուսային վարակով, պետք է լինի առաջին քայլը, որպեսզի տվյալների վերլուծության հատվածն իմաստ ունենա:

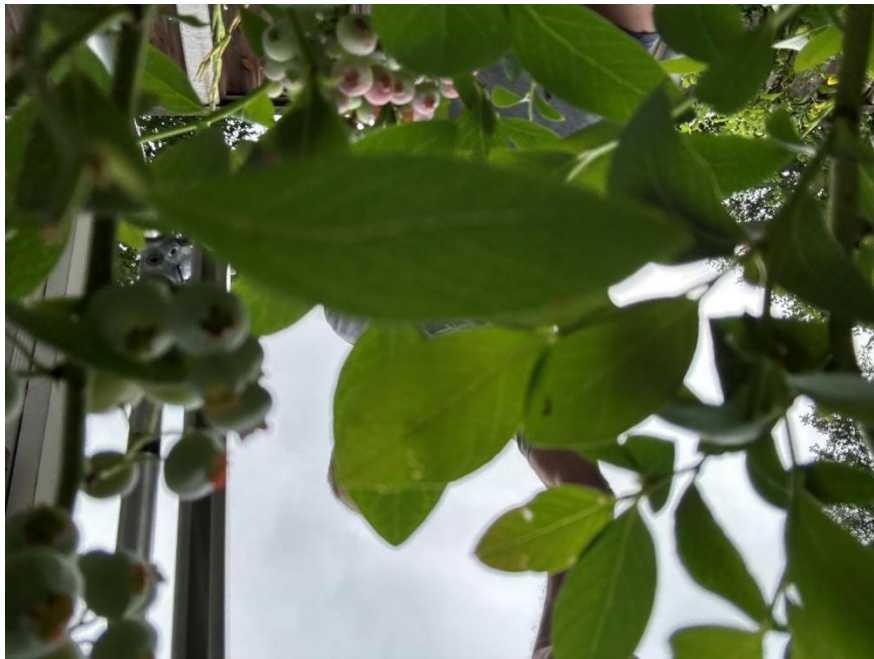
Ո՞րն է առաջնահերթությունը, և ո՞րն է հաջորդ առաջնահերթությունը:

Դեռ անելիք կա՝ կարգավորել սենսորները, օրինակ՝ RGB տեսախցիկը կամ Էնդոսկոպիկ տեսախցիկը, դաշտային/շարժական օգտագործման համար:

Վերանայել տվյալների հավաքագրման գործընթացը և ստացված պատկերները:

Ցուցադրել յուրաքանչյուր սենսորով ստացված բնորոշ պատկերները և առկա խնդիրները:

Օրինակ, ստորև ներկայացված նկարը, 100% չափով ցուցադրելիս, ցույց է տալիս iPhone-ով արված լուսանկար, որում հստակ երևում է ավտոֆոկուսի հետ կապված խնդիր և զգալի օբյեկտի հեռավորության նախապատվություն: Բայց եթե մենք շտկենք ֆոկուսը, այն կապահովի 4x ավելի լավ գծային լուծաչափ (linear resolution), քան հորատանցքի/Էնդոսկոպիկ տեսախցիկը:





Հորատանցքի տեսախցիկն ունի շատ ավելի ցածր լուծաչափ, բայց կարճ հեռավորությունների վրա ֆոկուսն ավելի լավն է:

Կա նաև թափառող լույսի խնդիր, որը հնարավոր է հաղթահարել:

Ցածր լուծաչափը կարող է առավելություն լինել այն տեսախցիկների կամ տեսախցիկի տախտակների համար, որոնք ունեն GPU եզրային հաշվարկներ (edge computing): Դրանք կարող են կատարել պատկերի արագ վերլուծություն:

Պահանջվող տարածական կոորդինատները (spatial references)՝ GPS-ը, մագնիսական դաշտը և ճնշումը, կարող են ավելացվել որպես HAT / Hardware Attached on Top" (Վերևից կցվող սարքավորում) /տախտակներ:

Մենք կարող ենք կազմել նախնական աղյուսակ՝ առավելություններով և թերություններով: Կշռային գործոնները քննարկման ենթակա են:

Այս արդյունքները մեզ կառաջնորդեն օպտիմալ կարգավորում և շասսի կամ շարժական պորտալ (portal) պլանավորելու համար:

4.4 Շարժական լաբորատորիաներ և ճշգրիտ գյուղատնտեսության հարթակ (PFP)

Նախագծում և կարգավորում «Ճշգրիտ գյուղատնտեսության հարթակ (PFP)»

Չասկացություն: «Շարժական լաբորատորիաներ» (Mobile Labs) և «ճշգրիտ գյուղատնտեսության հարթակ (PFP)» են ներկայացվում որպես գործնական, շարժական համակարգեր՝ ֆերմայում տվյալների հավաքագրման և փորձարկումների համար: Դրանք «ներառում են առաջնային նորարարական տեխնոլոգիաներ և մեքենայացում», այդ թվում՝ «չափում և կառավարում, արհեստական բանականություն (ԱԲ), ճշգրիտ ագրոանտառային պրակտիկաներ, սենսորների վրա հիմնված մոնիթորինգ և տվյալների վերլուծություն»:

Դիզայն և ֆունկցիոնալություն: AgriWatch-ի կողմից մշակված և պիստակենու ծառերին հարմարեցված բազմաֆունկցիոնալ շասսին ծառայում է որպես PFP: Այն կարող է ինտեգրել տարբեր սենսորներ (RGB, բազմասպեկտրային, խորության տեսախցիկներ, ինֆրակարմիր ռադիոմետրեր)՝ մշակաբույսերի մանրամասն մոնիթորինգի, ներառյալ վնասատուների հայտնաբերման համար:

Առավելություններ: PFP-ն հնարավորություն է տալիս «ստանդարտացված նմուշառում» (օրինակ՝ 3մ x 3մ ցանց) կառավարման գոտիների (MZ) ներսում, ինչը թույլ է տալիս կազմակերպել տվյալների հավաքագրում և առողջական ցուցանիշների համեմատություն ֆերմայի տարբեր հատվածներում: Այն նաև նպաստում է «ֆերմայի կառավարման պրակտիկաների, մասնավորապես՝ վնասատուների դեմ պայքարի և թունաքիմիկատների կիրառման ազդեցության գնահատմանը բույսերի աճի և առողջության վրա՝ վերահսկվող պայմաններում:»

Պտղատու ծառերի առողջության և վիճակի գնահատումը կարևոր է բույսի/մրգի որակի և բերքատվության պահպանման համար: Այնուամենայնիվ, ամբողջ ֆերմայում առողջության չափումը և բոլոր համապատասխան գործոնների հաշվառումը զգալի աշխատանքային բեռ է ներկայացնում՝ օգտագործելով գետնի նմուշառում, հատկապես, երբ հաշվի է առնվում ձեռքով ստուգումը (վնասատուների վարակը ստուգելու համար): Այս գործընթացը հեշտացնելու համար AgriWatch-ը առաջարկել է ստանդարտ նմուշառման չափանիշ, օրինակ՝ 3 մետր 3 մետր չափսերով, օգտագործելով WI-ի կողմից սահմանված MZ գործիքները՝ օգտագործելով Sentinel-2 բազմաժամանակային տվյալներ, և կարող է բարելավվել անօդաչու թռչող սարքերի պատկերների միջոցով: Այս ստանդարտացված նմուշառումը թույլ է տալիս գործնական և կառավարելի (հաշվի առնելով աշխատանքային պահանջները) նմուշային տվյալների հավաքագրում՝ հեշտացնելով ֆերմայում առողջության չափանիշների համեմատությունը՝ առանց բոլոր բաժինների համապարփակ վերլուծության համար անհրաժեշտ սպառիչ ջանքերի:

Այս նմուշառման համար Նիդեռլանդներում՝ AgriWatch-ում, հապալասի բույսերում մշակվել է շարժական սենսորային հարթակ՝ անհրաժեշտ սարքավորումների ռեսուրսները և գործնականությունը ցուցադրելու համար: Շարժական սենսորային հարթակով այս շասսիի վանդակը կոչվում է «Ճշգրիտ գյուղատնտեսության հարթակ (PFP)»: Այս հարթակը կարող է հեշտությամբ հարմարեցվել UNDER SUN ֆերմայում գտնվող պիստակի ծառերի համար:

Բազմաֆունկցիոնալ շասսի.

Բազմաֆունկցիոնալ շասսիի դիզայնը կարող է հարմարեցվել պտղատու ծառերի և պիստակի մոնիթորինգի տարբեր կիրառությունների համար: Նախագծման հարթակը նպատակ ունի ապահովել ծախսարդյունավետ, տվյալների վրա հիմնված լուծումներ պիստակի կայուն մշակման համար՝ օգտագործելով ամպային գործիքներ, IoT սենսորային ցանցեր և շարժական լաբորատորիաների կարգավորումներ՝ իրական ժամանակում մոնիթորինգի և որոշումների կայացման աջակցության համար:









Թռչուններից պաշտպանող ցանց: Ծածկ պտղատու ծառերի համար՝
թռչուններից պաշտպանվելու համար

Թարմացված շասսիի շրջանակ՝ անիվներով, որն օգտագործվում է խորուրթյան
տեսախցիկի հետ համատեղ: Տվյալները կարդալու և մշակելու համար

անհրաժեշտ է MATLAB:





Ամփոփելով՝ պիստակի առողջության և վիճակի շարունակական գնահատումը, ինչպես նաև քիմիական նյութերի կիրառման մեթոդների փորձարկումը կարևոր քայլեր են ֆերմերային տնտեսությունների կառավարման բարելավման ուղղությամբ: Ստանդարտացված սմուշառման կիրառումը, զուգորդված IoT հեռազննման և պատկերային վերլուծության, ինչպես նաև վնասատուների թիրախային նույնականացման հետ, առաջարկում է գործնական և ծախսարդյունավետ մոտեցում ֆերմայում առկա մարտահրավերները հասկանալու և լուծելու համար: Այս գործելակերպերի շարունակական մոնիթորինգը և հարմարեցումը կարևոր կլինեն բերքատվության բարձրացման և պիստակի այգու երկարաժամկետ կայունության ապահովման համար:

Բացի այդ, ֆերմերային տնտեսությունների կառավարման պրակտիկայի, մասնավորապես՝ վնասատուների դեմ պայքարի և թունաքիմիկատների կիրառման, ազդեցությունը բույսերի աճի և առողջության վրա կարելի է գնահատել՝ օգտագործելով IoT սենսորային տվյալներ շարժական հարթակի վրա՝ վերահսկվող պայմաններում:

5. Լավագույն փորձը– Նախագծեր և տեսախցիկներ Կրթական և համայնքային ներգրավվածություն

Թիրախային լսարան: Դասընթացը նախատեսված է «UNDER SUN ընկերության մասնագիտական ուսանողների և պրակտիկանտների, ՀԱԱՀ-ի դասախոսների,

մասնագետների և տեխնիկների, ինչպես նաև VETfarm ցանցի շահագրգիռ կողմերի համար»:

Գործնական ուսուցում: «Այս դասընթացի հիմնական առանձնահատկություններից մեկը դրա անմիջական կապն է Հայաստանում ցուցադրական միջավայրի հետ: Մասնակիցները հնարավորություն կունենան կառավարել պիստակի ֆերմա՝ այդպիսով տեղում գործնական և ինտերակտիվ ուսուցում ստանալով»:

Հմտությունների զարգացում: Շեշտը դրվում է «հմտությունների զարգացման, համայնքի ներգրավվածության և իրազեկվածության բարձրացման վրա, ինչպես նաև անհատներին պատրաստում է տարածաշրջանում առկա բնապահպանական և տեխնոլոգիական մարտահրավերներին դիմակայելու համար»: Նախատեսվող ուսումնական արդյունքները ներառում են պիստակի առողջության հետ կապված խնդիրների ըմբռնումը և հեռազննման տվյալների օգտագործումը որոշումների կայացման գործընթացում:

Ներառական նորարարություն: Նախագիծը խթանում է «ներառական նորարարությունը»՝ օգտագործելով «սարքավորումներ և ծրագրային ապահովում պտղատու այգիների թվային լուծումների համար՝ գյուղատնտեսության մեջ նորարարությունը խթանելու համար»: Սա ներառում է «բաց կոդով թվային գյուղատնտեսական գործիքների մշակում և օգտագործում, որոնք տեխնոլոգիան ավելի մատչելի են դարձնում ֆերմերների համար»:

Ցուցադրական ֆերմաներ: Պիստակի ցուցադրական ֆերմաներն ու այգիները՝ ծառայում են որպես «ֆիզիկական տարածքներ, որտեղ ուսանողները կարող են ակտիվորեն մասնակցել սննդամթերքի անեցմանը, սովորել տարբեր մշակաբույսերի մասին և հասկանալ գյուղատնտեսական ցիկլը և մարտահրավերները»: Դրանք կարևոր են «ճշգրիտ կառավարման ցուցադրությունների, իրազեկվածության բարձրացման և հարմարվողականության, փորձարկման և կիրառությունների մշակման հնարավորությունների համար»:

Բացի այդ, այս միջոցով ուսանողներն ու մասնագետները ինտերակտիվ կերպով կուսուցանվեն՝ գնահատելու այգիների կառավարման ազդեցությունը պիստակի առողջության վրա՝ օգտագործելով արհեստական բանականության, հեռազննման, իրերի ինտերնետի և աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգերի նման տեխնոլոգիաներ: Այս մոտեցումը նպաստում է հմտությունների զարգացմանը, համայնքի ներգրավվածությանը և իրազեկվածության բարձրացմանը, ինչպես նաև պատրաստում է անհատներին տարածաշրջանում առկա բնապահպանական և տեխնոլոգիական մարտահրավերներին դիմակայելուն:

1. Կրթական հաստատությունների բարելավում:

- Ուսանողների և մասնագետների զարգացում:

Մասնագիտական գյուղատնտեսական նախագծերը ուսանողներին հնարավորություն են տալիս ծանոթանալ սննդի արտադրությանը, կայուն

գյուղատնտեսական գործելակերպին և գյուղատնտեսության ու շրջակա միջավայրի միջև կապի հետ:

- Ընկերության և համայնքի ներգրավվածություն.

Այս նախագծերը հաճախ ներառում են տեղական համայնքների և ընկերությունների հետ գործընկերություններ, որոնք ապահովում են թարմ արտադրանքի և կրթական ծրագրերի հասանելիություն, ինչպես նաև ստեղծում են զբաղվածության հնարավորությունների աճ:

Պիստակի ցուցադրական ֆերմաներ և այգիներ`

Այս փորձնական ծրագրերի հիմնական նպատակն է հեշտացնել ճշգրիտ կառավարման ցուցադրությունները, բարձրացնել իրազեկվածությունը և հնարավորություն տալ հարմարվողականությանը, փորձարկմանը և կիրառման մշակմանը: Այս ջանքերը կանդրադառնան բոլոր մակարդակներում առկա հնարավոր ռիսկերին, ներառյալ գյուղական դպրոցները, մասնագիտական կրթությունը և վերապատրաստումը, ինչպես նաև համալսարանները:

Սրանք ֆիզիկական տարածքներ են, որտեղ ուսանողները կարող են ակտիվորեն մասնակցել սննդամթերքի աճեցմանը, սովորել տարբեր մշակաբույսերի մասին և հասկանալ գյուղատնտեսական ցիկլը և մարտահրավերները:

Համայնքային գործընկերություններ:

Շատ նախագծեր համագործակցում են տեղական համայնքների, դպրոցների և կազմակերպությունների հետ` կրթական ռեսուրսներ և թարմ մթերքների հասանելիություն ապահովելու համար:

- Հետազոտություն և նորարարություն:

Մասնագիտական ֆերմաներն ու այգիները կարող են նաև ծառայել որպես հետազոտական վայրեր` կայուն գյուղատնտեսական մեթոդների, մշակաբույսերի տեսակների և վնասատուների դեմ պայքարի ռազմավարությունների ուսումնասիրության համար:

- Կրթական ծրագրեր:

Ուսանողներին, դասախոսներին և ավելի լայն հանրությանը հաճախ առաջարկվում են սեմինարներ, ինտերնատուրներ, ֆերմերային շրջագայություններ և այլ կրթական ծրագրեր:

2.Ճշգրիտ գյուղատնտեսություն.

Որոշ նախագծեր ներառում են ճշգրիտ գյուղատնտեսության մեթոդներ` օգտագործելով տվյալներ և տեխնոլոգիաներ` գյուղատնտեսական գործելակերպը և ռեսուրսների կառավարումը օպտիմալացնելու համար:

Լուծումներ:

Օրինակ՝ նախագիծը շեշտը դնում է բաց կողով թվային գյուղատնտեսական գործիքների մշակման և օգտագործման վրա՝ տեխնոլոգիան ավելի հասանելի դարձնելով ֆերմերների համար: Digital Farming Tools:

Այս գործիքները կարող են օգնել ֆերմերներին այնպիսի առաջադրանքներում, ինչպիսիք են բերքի առողջության մոնիթորինգը, ոռոգման օպտիմալացումը և վնասատուների դեմ պայքարը:

3. Առավելություններ և արդյունքներ.

- Արժեքի արդյունավետություն. Հեռազգացման պատկերի վերլուծության կիրառումը GIS միջավայրում ճշգրիտ գյուղատնտեսության համար ընդգծվում է որպես «արժեքի արդյունավետ հիմք»: Բացի այդ, ճշգրիտ գյուղատնտեսության լուծումների (PFS) ներդրման նշանակալի տնտեսական և բնապահպանական առավելությունները ներառում են ցողման նվազեցում և ներդրման օպտիմալ օգտագործում:
- Բերքատվության և որակի բարելավում. Ընդհանուր նպատակն է «բարելավել բերքատվությունը և դասակարգումը»՝ տրամադրելով պատկերացում այն մասին, թե ինչպես են պտղատու ծառերը արձագանքում տարբեր սթրեսային գործոններին (վնասատուներ, ջրի պակաս), ինչը հնարավորություն է տալիս ավելի տեղեկացված որոշումներ կայացնել:
- Տվյալների ավտոմատացված հավաքագրում. PFP-ն հնարավորություն է տալիս «ավտոմատացված տվյալների հավաքագրում («անմիջական, առանց աշխատանքի»)՝ օգտագործելով վնասատուների կառավարման հարթակային համակարգը, որն ավտոմատ կերպով գրանցում է վնասատուի պատկերները և տվյալները՝ վերացնելով ձեռքով ստուգման անհրաժեշտությունը»: Սա ինչպիսիք է ժամանակ և թույլ է տալիս մասշտաբավորել հետախուզական ջանքերը:
- Նախաձեռնողական միջամտություններ. Շարժական լաբորատորիաները և IoT համակարգերը նպատակ ունեն «վերահսկել հիվանդությունների բռնկման վաղ նշանները՝ նպաստելով նախաձեռնողական և նպատակային միջամտություններին»:

4. Մարտահրավերներ և ապագա ուղղություններ.

- Տվյալների ձեռքբերման որակ. «Որակյալ տվյալների ձեռքբերման» ապահովման հարցում դեռևս մարտահրավերներ կան՝ պայմանավորված շարժման մշուշոտությամբ (տերևների անշարժ պահպանումը տեսախցիկի նկատմամբ) և թափառող լույսով:
- Սենսորների կոնֆիգուրացիա. Ընթացիկ աշխատանքները ներառում են RGB տեսախցիկների և Էնդոսկոպիկ տեսախցիկների նման սենսորների կոնֆիգուրացիա՝ օպտիմալ շարժական/դաշտային օգտագործման համար:
- Ծախս-օգուտ վերլուծություն. Ապագա հետազոտություններն ու վերապատրաստումները պետք է «ներառեն ծախս-օգուտ վերլուծություն՝ ծառայությունների կամ լուծումների ներդրման տնտեսական ազդեցությունը գնահատելու համար, մասնավորապես՝ ճշգրիտ գյուղատնտեսության մեջ»:

●Անորոշության վերլուծություն. Ընդգծում է «անորոշության վերլուծության» անհրաժեշտությունը. Մոդելի մուտքային տվյալների, պարամետրերի և ելքային տվյալների հետ կապված անորոշությունների նույնականացման և քանակականացման գործընթացը կարևոր է կանխատեսումների հուսալիությունը գնահատելու համար»:

Ըստ էության, դասընթացը ներկայացնում է գյուղատնտեսությունը մասնագիտական հաստատություններում ինտեգրելու շարժում՝ ստեղծելով գործնական ուսուցման, համայնքի ներգրավվածության և կայուն գյուղատնտեսական պրակտիկայի առաջխաղացման հնարավորություններ:

5.1 Մրգատու այգիների սենսորներ և մեթոդներ

Հիմնվելով պիստակի ոլորտի տարբեր օգտագործողների և պահանջների վրա, անհրաժեշտ է իրադարձությունների հայտնաբերում, ինչպիսիք են վնասատուները, ցրտահարությունը, երաշտը և ջրային սթրեսը:

Տեսախցիկներ, որոնք կարող են օգտագործվել շարժական հարթակի վրա՝ բերքի աճը վերահսկելու, ֆենոլոգիական փոփոխությունները վերահսկելու և ուսումնասիրելու, ինչպես նաև հիվանդությունների բռնկումները վաղ հայտնաբերելու համար: Օրինակ՝

-Վայրի բնության տեսախցիկներ

-Պիստակների մշակաբույսերի կառավարման լուծումներ – **Semios**

-Վեբ-տեսախցիկներ

-Խորության տեսախցիկներ

–**TinyML** (փոքրաչափ մեքենայական ուսուցում)

–**Webvision 360** (Վեբտեսություն 360°)

–Ինֆրակարմիր ռադիոմետրեր

<https://www.apogeeinstruments.com/infraredradiometer/>

-Ճանապարհային երթևեկության տեսախցիկներ՝ մշակաբույսերի մոնիթորինգի համար, օրինակ՝ չինական Dahua ցանցային տեսախցիկներ (DH-IPC-HFW71242H-Z; Dahua Technology – dahuasecurity.com)

-StarDot NetCam (<https://phenocam.nau.edu/webcam/>).

-Ռադիոմետրերը կարող են օգտագործվել բուսածածկի ջերմաստիճանը չափելու համար՝ բույսերի ջրի վիճակը գնահատելու նպատակով:

6. Quiz

Ո՞րն է VETfarm նախագծի հիմնական նպատակը ճշգրիտ գյուղատնտեսության վերաբերյալ: VETfarm նախագծի հիմնական նպատակն է զարգացնել ինտեգրված հեռազննման և GIS տվյալների օգտագործման կարողությունները՝ պիստակի այգիների մոնիթորինգի և ճշգրիտ գյուղատնտեսության տեխնիկայի կիրառման համար: Այն կենտրոնանում է արբանյակային պատկերների վերլուծության, IoT սենսորային տվյալների ինտեգրման և ամպային գործիքների օգտագործման վրա՝ կառավարման գոտիների միջոցով գյուղատնտեսական ներդրումները օպտիմալացնելու համար:

Ո՞րն է ինտեգրված հեռազննման պատկերի վերլուծության, GIS տվյալների և/կամ գիտելիքների, ինչպես նաև ճշգրիտ գյուղատնտեսության համար տեղեկատվական և հաղորդակցական տեխնոլոգիաների հիմնական նպատակը:

- Հիմնական նպատակը բերքատվության և որակի բարելավումն է: Այն դրան հասնում է սենսորների, զգայունակների և GIS տվյալների բազաներում առկա փորձագիտական գիտելիքների ինտեգրման միջոցով, ներառյալ կադաստրային տվյալները, բազային քարտեզները, բարձրության տվյալների հավաքածուները, հողի տվյալների հավաքածուները և օդերևութաբանական տվյալների հավաքածուները:

- Ինտեգրում է մի քանի հիմնական տեխնոլոգիաներ: Այն օգտագործում է սենսորներ և այլ սենսորներ՝ միջատների օրական հաշվարկը վերահսկելու համար, վերացնելով ձեռքով հետախուզությունը և բացահայտելով վնասատուների ճնշման «տաք կետերը»: Այն նաև օգնում է փոփոխական արագությամբ ցողմանը և խաթարմանը, առավելագույնի հասցնելով պաշտպանությունը: Համակարգը նաև ներառում է տեղանքին բնորոշ վնասատուների տվյալներ/տեղեկատվություն՝ կապելով տեղական պայմանները սենսորների հաշվարկների և եղանակային օրինաչափությունների հետ՝ վնասատուների ճնշումը կանխատեսելու և ցողման ժամկետները ճշգրտելու համար, հնարավոր է՝ նվազեցնելով մշակումների քանակը:

Ո՞րն է միջատների վնասատուների դեմ պայքարի լուծման հիմնական նպատակը, և ինչպե՞ս է այն նպատակադրվում դրան հասնել:

- Հիմնական նպատակն է բարձրացնել բերքի բերքատվությունն ու որակը: Սա իրականացվում է վնասատուների հաշվարկի, մոնիթորինգի և օպտիմալացված ցողման ժամանակացույցի գործիքների միջոցով՝ IoT սենսորների միջոցով, որոնք բոլորը հարմարեցված են վնասատուների որոշակի վարքագծին:

Բացատրեք, թե ինչպես է աշխատում շարժական սենսորային հարթակի ցուցադրական կարգավորումը և դրա առավելությունները բույսերի պաշտպանության համար ողջ սեզոնի ընթացքում:

- Հարթակն ինտեգրում է տարբեր տեխնոլոգիաներ (IoT, արհեստական բանականություն, մեծ տվյալների վերլուծություն)՝ «ճշգրիտ գյուղատնտեսության հարթակ» ստեղծելու համար: Բերեք օրինակներ

միջատների վնասատուների կառավարման և բույսերի սթրեսի մոնիթորինգի վերաբերյալ:

Նկարագրեք «Ճշգրիտ գյուղատնտեսության հարթակի» օգտագործման հիմնական առանձնահատկություններն ու առավելությունները, ինչպիսին է վնասատուների կառավարման մեջ վնասատուների հաշվարկի սենսորը

- Վնասատուների հաշվարկի ավտոմատացված սենսորը վերացնում է սուբյեկտիվ օպերատորների և ձեռքով ստուգման անհրաժեշտությունը՝ խնայելով ժամանակ և թույլ տալով ֆերմերներին ու ֆերմերային տնտեսությունների կառավարիչներին մասշտաբային հետախուզական ջանքեր գործադրել: Դրանք տրամադրում են վնասատուների պատկերների և ամփոփագրերի ամենօրյա տվյալներ՝ հնարավորություն տալով հայտնաբերել, դասակարգել և առաջնահերթություն տալ վնասատուների բարձր ճնշման «տաք կետերին» բջջային հեռախոսից կամ համակարգչից:

- Բացի այդ, զգալի են այն տնտեսական և բնապահպանական օգուտները, որոնք ֆերմերները կարող են ստանալ ճշգրիտ գյուղատնտեսական լուծումների (PFS) ներդրմամբ: Հղում կատարեք այնպիսի հատուկ առանձնահատկությունների, ինչպիսիք են վնասատուների ավտոմատ նույնականացումը, ցողումը և խափանումները, ցողման նվազեցված մշակումները և ազդեցության գնահատումը:

- Ավտոմատացված տվյալների հավաքագրում («անմիջական, առանց աշխատանքի»)՝ վնասատուների կառավարման հարթակային համակարգի միջոցով, որն ավտոմատ կերպով գրանցում է վնասատուի պատկերները և տվյալները՝ վերացնելով ձեռքով ստուգման անհրաժեշտությունը:

Ինչպե՞ս են վնասատուների մոդելները, վնասատուների հայտնաբերումն ու դասակարգումը օգնում արտադրողներին ցողման ժամանակացույցի և լոգիստիկայի հարցում: Ի՞նչ այլ բան է անհրաժեշտ:

- Վնասատուների մոդելները հարմարեցվում են առանձին այգիներին, ինչը թույլ է տալիս կատարել մանրակրկիտ ցողումներ՝ առավելագույն ազդեցության համար և հնարավոր է՝ կրճատելով մշակումների քանակը: Վնասատուների մոդելները և կլիմայական տեղեկատվությունը, ինչպիսիք են աստիճան-օր մոդելավորումը և կանխատեսումը, ավելի շուտ ապահովում են ճշգրիտ և հուսալի ռիսկի մակարդակներ՝ հեշտացնելով ցողումների ժամանակացույցը և լոգիստիկայի կառավարումը:

Ի՞նչ գործոններ են նպաստում այգու կողմից համարժեք որակի միատարր պտուղներ հետևողականորեն չբերելուն: Կարո՞ղ ենք արդյոք որոշակիորեն որոշել պիստակի արտադրության տատանումները որոշակի աճեցման շրջանում և պարզաբանել դրանց հիմքում ընկած պատճառները: Որքանո՞վ կարող են ծառերը/տարածքները արդյունավետորեն համեմատվել, օրինակ՝ բարձր և ցածր բերքատվություն ունեցողների կամ բերրի և ցածր բերքատվություն ունեցողների միջև:

Բացի միջատների վնասատուների կառավարումից, շարժական սենսորային հարթակը ի՞նչ այլ խնդիրներ է օգնում պիստակի հետ կապված մշակներին լուծել: Նշեք առնվազն երեքը:

- Միջատների վնասատուների կառավարումից բացի, հարթակը օգնում է ֆերմերներին և ֆերմերային տնտեսությունների կառավարիչներին լուծել խնդիրները, ներառյալ ջրի պակասի կամ ավելցուկի և մոլախոտերի վարակի հայտնաբերումը:

- Դասընթացի նպատակն է վերահսկել պիստակի բերքի վիճակը, ինչպիսիք են ծառի բարձրությունը, սաղարթի ծավալը և մոլախոտերի առկայությունը՝ IoT սենսորային ցանցերով հարստացված EO/անօդաչու թռչող սարքերի տվյալների միջոցով: Պիստակի այգու այլ համապատասխան բնութագրերից են ծառերի առողջությունը, հողի վիճակը, ջրի և պարարտանյութերի կարիքները:

Ինչպե՞ս է պիստակի մոնիթորինգի լուծումը օգնում օպտիմալացնել բերքատվությունը և մրգերի որակը:

- Բույսերի մոնիթորինգի լուծումը օպտիմալացնում է բերքատվությունը և մրգերի որակը՝ տրամադրելով պատկերացում այն մասին, թե ինչպես են պտղատու ծառերը արձագանքում վնասատուներին կամ ծառերի ջրի պակասին և առկա ջրին: Սա թույլ է տալիս աճեցնողներին ավելի տեղեկացված ոռոգման որոշումներ կայացնել՝ ցանկալի բերքատվությանը հասնելու համար՝ միաժամանակ նվազագույնի հասցնելով մուտքային ռեսուրսները:

Ո՞վ է զբաղվում հարթակային համակարգի տեղադրմամբ, (հեռակա) մոնիթորինգով և սպասարկմամբ, և ինչո՞ւ է սա առավելություն աճեցնողների համար:

- Մասնագիտական փորձագետներն ու մասնագիտական ուսանողները զբաղվում են հարթակային համակարգի տեղադրմամբ, հեռակա մոնիթորինգով և սպասարկմամբ: ԵՄ գործընկերները կաջակցեն տեխնոլոգիական ասպեկտներին՝ համակարգը դարձնելով նրանց համար անխոչընդոտ և անաշխատանք:

Բացատրեք «Կառավարման գոտիներ (ԿԳ)» հասկացությունը ճշգրիտ գյուղատնտեսական հարթակի (ԿԳՀ) համատեքստում, ինչպես նկարագրված է դասընթացում:

- Կառավարման գոտիները (ԿԳ) պիստակի դաշտում միատարր տարածքներ են, որոնք նույնականացվում են արբանյակային և ԱՏՀ տվյալների միջոցով և հաստատվում են ֆերմերային տնտեսությունների կառավարիչների կողմից: Այս գոտիները (օրինակ՝ բարձր, միջին, ցածր բերքատվություն) թույլ են տալիս տարածականորեն փոփոխական կիրառել գյուղատնտեսական ներդրումները և թիրախային նմուշառումը՝ հրաժարվելով միատեսակ մշակումներից՝ արդյունավետության բարձրացման համար:

Ինչպե՞ս է դասընթացը լուծում բերքի մոնիթորինգի համար արբանյակային տվյալների մեծ ծավալի մշակման բարդությունը:

- Դասընթացը լուծում է այս բարդությունը՝ շեշտը դնելով գործնական կիրառման վրա՝ բերքի մոնիթորինգի համար ամպային ծառայությունների/գործիքների, ինչպիսիք են WI գործիքները, օգտագործման միջոցով: Այս մոտեցումը պարզեցնում է գործընթացը՝ վերացնելով օգտատերերի կողմից արբանյակային տվյալների մեծ ծավալի բարդ մշակման անհրաժեշտությունը:

Թվարկեք տվյալների երեք տեսակ՝ արբանյակային պատկերներից բացի, որոնք օգտագործվում են GIS տվյալների և/կամ գիտելիքների ընտրության մոդուլում:

- Արբանյակային տվյալներից բացի, GIS տվյալների և/կամ գիտելիքների ընտրության մոդուլն օգտագործում է 3D+Time GIS տվյալների հավաքածուներ և արտադրանք: Դրանք ներառում են կադաստրային տվյալներ, բազային քարտեզներ, բարձրության տվյալների հավաքածուներ, հողի տվյալների հավաքածուներ և օդերևութաբանական տվյալների հավաքածուներ:

Նկարագրեք երկու եղանակ, թե ինչպես է «Ճշգրիտ գյուղատնտեսության հարթակը» (PFP) օգնում արտադրողներին վնասատուների դեմ պայքարում՝ վնասատուների պարզապես հաշվելուց բացի:

- PFP-ն նպաստում է վնասատուների դեմ պայքարին՝ տրամադրելով վնասատուների պատկերների և ամփոփագրերի վերաբերյալ ամենօրյա տվյալներ, հնարավորություն տալով հայտնաբերել, դասակարգել և առաջնահերթություն տալ «տաք կետերին»՝ նպատակային միջամտության համար: Այն նաև նպաստում է տեղանքին բնորոշ վնասատուների մոդելների մշակմանը, որոնք թույլ են տալիս կատարել մանրակրկիտ ցողումներ, հնարավոր է՝ նվազեցնելով մշակումների քանակը և ընդհանուր ներդրման ծախսերը:

Ի՞նչ են «շարժական լաբորատորիաները» VETfarm նախագծի համատեքստում, և ո՞րն է դրանց նպատակը:

- Շարժական լաբորատորիաները շարժական սենսորային համակարգեր են, որոնք նախատեսված են ավանդական ֆերմերային կառավարումը բարելավելու համար՝ ներառելով նորարարական տեխնոլոգիաներ: Դրանց նպատակն է հնարավորություն տալ տեղական տվյալների հավաքագրմանը և համայնքի հետ կապ հաստատելուն, թույլ տալով փորձարկումներ և փորձարկումներ անցկացնել IoT-ով հագեցած համակարգերի միջոցով՝ ֆերմայում անմիջապես հայտնաբերելու համար սթրեսային գործոններ, ինչպիսիք են միջատների ներխուժումը, հիվանդությունները և ջրի պակասը:

Թվարկեք տերմների և սաղարթի մակարդակի սենսորների երեք գործնական նկատառումներ, որոնք պետք է տեղադրվեն շարժական հարթակային համակարգի վրա:

- Տերևների և սաղարթի մակարդակի սենսորների գործնական նկատառումները ներառում են այնպիսի գործառնություններ, ինչպիսիք են պտտումը և թեքումը (PTZ), ավտոմատ ֆոկուսը և գործնական ֆոկուսը շատ մոտ հեռավորությունից (5 ոյուլմից պակաս): Այլ կարևոր գործոններ են՝ դրանց լարային կամ անլար լինելը, մոտիկից մոնիթորինգի համար ամրությունը, մատչելիությունը և էներգիայի ու տվյալների փոխանցման հեշտությունը:

Ինչպե՞ս է VETfarm նախագիծը մտադիր թվային գյուղատնտեսական գործիքներն ավելի մատչելի դարձնել ֆերմերների համար:

- VETfarm նախագիծը շեշտը դնում է բաց կողով թվային գյուղատնտեսական գործիքների մշակման և օգտագործման վրա: Այս մոտեցումը նպատակ ունի նվազեցնել ֆերմերների մուտքի խոչընդոտները՝ տեխնոլոգիան դարձնելով ավելի մատչելի և հեշտությամբ հասանելի այնպիսի առաջադրանքների համար, ինչպիսիք են բերքի առողջության մոնիթորինգը, ոռոգման օպտիմալացումը և վնասատուների դեմ պայքարը:

Ո՞վ է պատասխանատու VETfarm հարթակային համակարգի տեղադրման, մոնիթորինգի և սպասարկման համար, և ի՞նչ օգուտ է դա տալիս ֆերմերներին:

- Մասնագիտական փորձագետներն ու այս մասնագիտությամբ կրթվող ուսանողները, ովքեր զբաղվում են հարթակային համակարգի տեղադրմամբ, հեռակա մոնիթորինգով և սպասարկմամբ՝ ԵՄ գործընկերների աջակցությամբ տեխնոլոգիական ասպեկտների համար: Այս կարգավորումը համակարգը դարձնում է «անխափան և անաշխատ» ֆերմերների համար՝ թույլ տալով նրանց կենտրոնանալ գյուղատնտեսական գործողությունների վրա, այլ ոչ թե բարդ տեխնիկական կառավարման վրա:

7. Հիմնական տերմինների բառարան

- Ինտեգրված տեխնոլոգիաներ. Դասընթացը կենտրոնացնում է «հեռահար գոնդավորման (RS), աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգերի (GIS) և տեղեկատվական և հաղորդակցական տեխնոլոգիաների (ICT) ինտեգրված կիրառումը՝ գյուղատնտեսական գործելակերպը, մասնավորապես՝ պիստակի մշակության մեջ օպտիմալացնելու համար»: Սա նպատակ ունի «գյուղատնտեսության մեջ տվյալների վրա հիմնված մոտեցման, ավանդական, միատարր մշակումներից հեռանալու համար»:

- Պիստակի բերքի մոնիթորինգ. Հատուկ ուշադրություն է դարձվում «պիստակի բերքի պայմանների մոնիթորինգին»: Սա ներառում է «ծածկույթի ծավալը, մոլախոտերը, վնասատուները և այլն» և «Պիստակի այգու (հող, ծառեր) և գործընթացների մոնիթորինգը (օգտատիրոջ/տեղանքի/ժամանակի առումով):
- Ռեսուրսների օպտիմալացված կառավարում. VETfarm նախագիծը նպատակ ունի բարձրացնել արդյունավետությունը և կայունությունը՝ օպտիմալացնելով գյուղատնտեսական ներդրումները (օրինակ՝ ջուր, պարարտանյութեր, թունաքիմիկատներ)՝ կառավարման գոտիների (MZ) նույնականացման և կիրառման և այդ գոտիներում IoT սենսորային ցանցերի ինտեգրման միջոցով:
- Սենսորային ավտոմատացված վնասատուների հայտնաբերում. վնասատուների կառավարման մեջ օգտագործվող սարքեր, որոնք ավտոմատ կերպով գրանցում են վնասատուների պատկերները և տվյալները՝ վերացնելով ձեռքով ստուգման անհրաժեշտությունը:

Ցուցադրական հարթակի տեղադրում. ծառայություն, որտեղ VETfarm թիմը կատարում և ցուցադրում է իրենց համակարգերի ամբողջական կարգավորումը, տեղադրումը, մոնիթորինգը և սպասարկումը՝ նվազեցնելով աճեցնողների բեռը:

Միջատների վնասատուների կառավարում. Ստրատեգիաներ և գործիքներ, որոնք օգտագործվում են միջատների պոպուլյացիաները վերահսկելու կամ նվազեցնելու համար, որոնք բացասաբար են ազդում բերքի բերքատվության և որակի վրա:

Իրերի ինտերնետ (IoT). Ֆիզիկական օբյեկտների («իրերի») ցանց, որը ներկառուցված է սենսորներով, ծրագրային ապահովմամբ և այլ տեխնոլոգիաներով՝ ինտերնետում այլ սարքերի և համակարգերի հետ կապվելու և տվյալներ փոխանակելու համար:

Agonoscena pistaciae. Հատուկ միջատ վնասատու, որը սովորաբար անվանում են պիստակի psilid, Մերձավոր Արևելքի և Միջերկրածովյան ավազանի *Pistacia vera* L. (*Sapindalis: Anacardiaceae*)-ի լուրջ վնասատու է:

Վնասատուների ճնշման մասին ահազանգեր. Ֆերմերներին և ֆերմերային տնտեսություններին կառավարիչներին ուղարկվող ծանուցումներ (հեռախոսով, հավելվածով և այլն), երբ վնասատուների ակտիվությունը կամ շրջակա միջավայրի պայմանները հասնում են նախապես սահմանված շեմի, ինչը վկայում է պիստակի բույսերի համար բարձր ռիսկի մասին:

Բույսերի սթրեսի մոնիթորինգ. Բույսերի ֆիզիոլոգիական ցուցանիշների անընդհատ հետևման գործընթաց՝ շրջակա միջավայրի պայմաններին, մասնավորապես՝ ջրի մատչելիությանը դրանց արձագանքը գնահատելու համար: Ճշգրիտ գյուղատնտեսության հարթակ (ՃԳՀ). Գյուղատնտեսական կառավարման հայեցակարգ, որը հիմնված է մշակաբույսերի միջդաշտային և դաշտային փոփոխականության դիտարկման, չափման, վերահսկման և արձագանքման վրա՝ օգտագործելով աշխարհագրական տարածական տեխնոլոգիաներ՝ տեղեկացված որոշումներ կայացնելու համար: ՃԳՀ-ն նախատեսված է ծառերի պտղատու ֆերմերների համար: Այն տրամադրում է անհրաժեշտ գործիքներ՝ մրգերի արտադրության մեջ առկա հրատապ խնդիրները, ինչպիսիք են միջատների և

հիվանդությունների ճնշումը, ջրի կառավարումը և եղանակային մարտահրավերները, կառավարելու համար: Այն լուծում է գործնական տվյալներ և պատկերացումներ տրամադրելը՝ օգնելու ֆերմերներին կայացնել տեղեկացված, կայուն որոշումներ, բարելավել բերքի բերքատվությունը և արձագանքել այնպիսի ճնշումների, ինչպիսիք են ներդրման ծախսերի աճը:

Տեղանքին հատուկ վնասատուների մոդելներ. Վնասատուների զարգացման մոդելներ, որոնք հարմարեցված են որոշակի այգու կամ ֆերմայի եզակի պայմաններին և տվյալներին, այլ ոչ թե հենվում են ընդհանրացված տարածաշրջանային տվյալների վրա:

Կառավարման գոտիներ (ՎԳ). Դաշտի կամ այգու ներսում միատարր արտադրական գոտիներ, որոնք որոշվում են հողի նմանատիպ բնութագրերի, բերքի արտադրողականության կամ այլ համապատասխան գործոնների հիման վրա՝ օգտագործելով արբանյակային տվյալներ, որոնք թույլ են տալիս տարածականորեն փոփոխական կիրառել ներդրման տարրերը:

Հետաքրքրության շրջան (ՀՇ). Օգտագործողի կողմից սահմանված տարածք պատկերի կամ տվյալների հավաքածուի ներսում, որը հատուկ նախատեսված է վերլուծության կամ մշակման համար: Անորոշության վերլուծություն. Մոդելի մոտեքային տվյալների, պարամետրերի և ելքային տվյալների հետ կապված անորոշությունների բացահայտման և քանակականացման գործընթացը կարևոր է կանխատեսումների հուսալիությունը գնահատելու համար:

Ծախս-օգուտ վերլուծություն. Ապագա հետազոտությունները և մասնագիտական ուսուցումը պետք է ներառեն ծախս-օգուտ վերլուծություն՝ ծառայությունների կամ լուծումների ներդրման տնտեսական ազդեցությունը գնահատելու համար, մասնավորապես՝ ճշգրիտ գյուղատնտեսության մեջ: Սա կօգնի ֆերմերներին հասկանալ այս ճշգրիտ գյուղատնտեսության մեթոդները կիրառելու ֆինանսական առավելությունները:

8. Հիմնական գրականություն

Rokhafrouz M, Latifi H, Abkar AA, Wojciechowski T, Czechlowski M, Naieni AS, Maghsoudi Y, Niedbała G. Simplified and Hybrid Remote Sensing-Based Delineation of Management Zones for Nitrogen Variable Rate Application in Wheat. *Agriculture*. 2021; 11(11):1104.

<https://doi.org/10.3390/agriculture11111104>

Davatchi, G. A. 1958. Sur Quelques insectes Nuisibles Au Pistachier En Iran. *Revue de Pathologie Vegetale et Entomologie Agricole de France*. Tome XXXVII. No 1 Paris; 166 pp.

1. Twenty-five years of remote sensing in precision agriculture – ScienceDirect

2. Perspectives for Remote Sensing with Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) – ScienceDirect
3. Remote sensing for agricultural applications: A meta-review – ScienceDirect
4. Remote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods, and Applications – Qihao Weng (McGraw-Hill, 2009)
5. Image Processing and GIS for Remote Sensing: Techniques and Applications – Jian Guo Liu & Philippa J. Mason (Wiley, 2nd Ed.)
6. Mandalari, G., Barreca, D., Gervasi, T., Roussell, M. A., Klein, B., Feeney, M. J., & Carughi, A. (2021). *Pistachio Nuts (Pistacia vera L.): Production, Nutrients, Bioactives and Novel Health Effects. Plants 2022, 11, 18.* <https://doi.org/10.3390/plants11010018>
7. Bailey, H. M., & Stein, H. H. (2020). Raw and roasted pistachio nuts (*Pistacia vera L.*) are ‘good’ sources of protein based on their digestible indispensable amino acid score as determined in pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 100*(10), 3878-3885. DOI:[10.1002/jsfa.10429](https://doi.org/10.1002/jsfa.10429)
8. Sebastian, R. S., Martin, C. L., Goldman, J. D., & Moshfegh, A. J. (2023). Updating USDA’s flavonoid database to estimate intakes in What We Eat in America, NHANES 2017–2018. *Journal of Food Composition and Analysis, 120*, 105323. DOI:[10.1016/j.jfca.2023.105323](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105323)
9. Barreca, D., Trombetta, D., Smeriglio, A., Mandalari, G., Romeo, O., Felice, M. R., ... & Nabavi, S. M. (2021). Food flavonols: Nutraceuticals with complex health benefits and functionalities. *Trends in food science & technology, 117*, 194-204. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.030>
10. Higgs, J., Styles, K., Carughi, A., Roussell, M. A., Bellisle, F., Elsner, W., & Li, Z. (2021). Plant-based snacking: Research and practical applications of pistachios for health benefits. *Journal of nutritional science, 10*, e87. DOI: [10.1017/jns.2021.77](https://doi.org/10.1017/jns.2021.77)
11. Nadimi, A. E., Ahmadi, Z., Falahati-Pour, S. K., Mohamadi, M., Nazari, A., Hassanshahi, G., & Ekramzadeh, M. (2019). Physicochemical properties and health benefits of pistachio nuts. *International journal for vitamin and nutrition research.* <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000529>

12. Yeh, T. S., Yuan, C., Ascherio, A., Rosner, B. A., Willett, W. C., & Blacker, D. (2021). Long-term dietary flavonoid intake and subjective cognitive decline in US men and women. *Neurology*, *97*(10), e1041-e1056. DOI:[10.3390/nu16213603](https://doi.org/10.3390/nu16213603)
13. Pak-Hashemi, M., Hassanipour, M., Mohammadinasab, M., Kaeidi, A., Shamsizadeh, A., Hakimizadeh, E., ... & Fatemi, I. (2019). A Study of the Effects of Pistaciavera (Pistachio) Seed Oil on Working Memory as Well as Spatial Learning and Memory. *Pistachio and Health Journal*, *1*(3), 1-7. DOI:[10.22123/phj.2018.146504.1015](https://doi.org/10.22123/phj.2018.146504.1015)
14. Yanni, A. E., Mitropoulou, G., Prapa, I., Agrogiannis, G., Kostomitsopoulos, N., Bezirtzoglou, E., ... & Karathanos, V. T. (2020). Functional modulation of gut microbiota in diabetic rats following dietary intervention with pistachio nuts (*Pistacia vera* L.). *Metabolism open*, *7*, 100040. <https://doi.org/10.1016/j.metop.2020.100040>
15. La Camera, E., Bisignano, C., Crisafi, G., Smeriglio, A., Denaro, M., Trombetta, D., & Mandalari, G. (2018). Biochemical characterization of clinical strains of *Staphylococcus* spp. and their sensitivity to polyphenols-rich extracts from pistachio (*Pistacia vera* L.). *Pathogens*, *7*(4), 82. <https://doi.org/10.3390/pathogens7040082>
16. Gutiérrez-Morales, A., Velázquez-Ordoñez, V., Khusro, A., Salem, A. Z., Estrada-Zúñiga, M. E., Salem, M. Z., ... & Burrola-Aguilar, C. (2017). Anti-staphylococcal properties of *Eichhornia crassipes*, *Pistacia vera*, and *Ziziphus amole* leaf extracts: Isolates from cattle and rabbits. *Microbial pathogenesis*, *113*, 181-189. DOI:[10.1016/j.micpath.2017.10.015](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.10.015)
17. Di Lodovico, S., Napoli, E., Di Campoli, E., Di Fermo, P., Gentile, D., Ruberto, G., ... & Di Giulio, M. (2019). *Pistacia vera* L. oleoresin and levofloxacin is a synergistic combination against resistant *Helicobacter pylori* strains. *Scientific reports*, *9*(1), 4646. DOI:[10.1038/s41598-019-40991-y](https://doi.org/10.1038/s41598-019-40991-y)
18. Sheikhi, A., Arab, M. M., Brown, P. J., Ferguson, L., & Akbari, M. (2020). Pistachio (*Pistacia* spp.) breeding. In *Advances in Plant Breeding Strategies: Nut and Beverage Crops: Volume 4* (pp. 353-400). Cham: Springer International

Publishing.

<https://doi.org/10.1051/bioconf/20202501003>

19. Magi, G., Marini, E., Brenciani, A., Di Lodovico, S., Gentile, D., Ruberto, G., ... & Napoli, E. (2018). Chemical composition of Pistacia vera L. oleoresin and its antibacterial, anti-virulence and anti-biofilm activities against oral streptococci, including Streptococcus mutans. *Archives of oral biology*, 96, 208-215.
DOI: [10.1016/j.archoralbio.2018.09.013](https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2018.09.013)
20. Musarra-Pizzo, M., Pennisi, R., Ben-Amor, I., Smeriglio, A., Mandalari, G., & Sciortino, M. T. (2020). In vitro anti-HSV-1 activity of polyphenol-rich extracts and pure polyphenol compounds derived from pistachios kernels (Pistacia vera L.). *Plants*, 9(2), 267. [doi:10.3390/plants9020267](https://doi.org/10.3390/plants9020267)
21. Ghanavati, M., Rahmani, J., Clark, C. C., Hosseinabadi, S. M., & Rahimlou, M. (2020). Pistachios and cardiometabolic risk factors: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Complementary therapies in medicine*, 52, 102513. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2020.102513>
22. Grosso, G., Godos, J., Currenti, W., Micek, A., Falzone, L., Libra, M., ... & Galvano, F. (2022). The effect of dietary polyphenols on vascular health and hypertension: current evidence and mechanisms of action. *Nutrients*, 14(3), 545. DOI: [10.3390/nu14030545](https://doi.org/10.3390/nu14030545)
23. Hosseini, S., Nili-Ahmadabadi, A., Nachvak, S. M., Dastan, D., Moradi, S., Abdollahzad, H., & Mostafai, R. (2020). Antihyperlipidemic and antioxidative properties of Pistacia atlantica subsp. kurdica in streptozotocin-induced diabetic mice. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 1231-1236.
24. Martirosyan D.M., Lampert T., Lee M. A comprehensive review on the role of food bioactive compounds in functional food science. *Functional Food Science* 2022; 3(2): 64-79.
DOI: <https://www.doi.org/10.31989/ffs.v2i3.906>
25. Martirosyan D.M., Lampert T., Ekblad M. Classification and regulation of functional food proposed by the functional food center. *Functional Food Science* 2022; 2(2): 25-46.
DOI: <https://www.doi.org/10.31989/ffs.v2i2.890>

26. Behmanesh, M. A., Poormoosavi, S. M., Mahmoodi-kouhi, A., & Najafzadehvarzi, H. (2021). Pistacia atlantica's effect on ovary damage and oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats. *JBRA assisted reproduction*, 25(1), 28. DOI:[10.5935/1518-0557.20200044](https://doi.org/10.5935/1518-0557.20200044)
27. Martirosyan, D., Lampert, T., & Lee, M. (2022). A comprehensive review on the role of food bioactive compounds in functional food science. *Functional Food Science-Online ISSN: 2767-3146*, 2(3), 64-78. DOI:[10.31989/ffs.v2i3.906](https://doi.org/10.31989/ffs.v2i3.906)
28. Hovhannisyan, N., Abrahamyan, S., Badalyan, A., Abrahamyan, V., Grigoryan, V., Abovyan, A., & Grigoryan, L. (2024). Development of technology for the production of dutch waffles (stroopwaffels) from using domestic soybean flour. *Bioactive Compounds in Health and Disease-Online ISSN: 2574-0334; Print ISSN: 2769-2426*, 7(8), 348-360. <https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2024.205>
29. Stepanyan, E., Beketovski, D., Ter-Grigoryan, A., Badalyan, A., Minasyan, K., & Gasparyan, N. (2024). Preliminary analysis of growth potential and prospects of two Iranian pistachio varieties as functional food ingredients in Armenia. *Bioactive Compounds in Health and Disease-Online ISSN: 2574-0334; Print ISSN: 2769-2426*, 7(9), 398-417. DOI: <https://www.doi.org/10.31989/bchd.v7i9.1408>
30. Ալեքսանյան Տ., Կլիմայի փոփոխության ազդեցությունը Հայաստանի որոշ հազվագյուտ էկոհամակարգերի վրա, 2017թ.,176 էջ., <https://etd.nla.am/5561/>
31. Էֆենդյան Պ.Ս., Մեթանջյան Վ.Ա., Բաբայան Հ.Մ., Գեոդեզիա, Ուսումնական ձեռնարկ ԵՊՀ աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետի ուսանողների համար / - Եր.: ԵՊՀ հրատ., 2011 թ.: Մաս III, 156 էջ: http://ijevanlib.ysu.am/wp-content/uploads/2018/03/geodezia_3.pdf
32. Հայաստանի ազգային ատլաս հատոր-Ա 2008թ
33. Հայաստանի Հանրապետության Շրջակա միջավայրի նախարարություն <http://www.mnp.am/shrjaka-mijavayr/yndhanur-teghekutyuner>
34. Հայաստանի Հանրապետության վիճակագրական կոմիտե, www.armstat.am:
35. ՀՀ տարածքային ենթակառուցվածքների նախարարություն, <https://www.mtad.am/>

36. Հովհաննիսյան Տ.Ա., NDVI Վեգետացիոն ինդեքսի հաշվարկումը ARCGIS ծրագրային փաթեթի միջոցով, օգտագործելով SENTINEL-2A արբանյակի տվյալները, մեթոդական ցուցումներ ինքնուրույն աշխատանք կատարելու համար, 2023թ.,
<https://library.anau.am/images/stories/grqer/metodakanner/2023/hovhannisyan-vegetacion.pdf>
37. Եղիազարյան Գ.Մ., Համբարձումյան Ա.Մ. Հազվագյուտ բուսատեսակների արդյունավետ կառավարման հիմնախնդիրները լեռնամարգագետնային գոտու օրինակով, Շիրակի պետական համալսարան, գիտական տեղեկագիր, Պրակ Ա, Եր., 2021 թ., 66-73 էջ, doi:10.54151/27382559-2021.2a-66.
38. Համբարձումյան Ա.Մ. Կոտայքի և Գեղարքունիքի մարզերի լեռնամարգագետնային գոտու հազվագյուտ բուսատեսակների քարտեզագրումը GIS միջավայրում // Ագրոգիտություն և տեխնոլոգիա: Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան: 2023: N 1 (81): էջ 42-48, doi:10.52276/25792822-2023.1-42.
39. Егиазарян Г.М., Амбарцумян А.М. Решение экологических проблем и картирование редких видов растений Армении с помощью программного обеспечения R. Национальный аграрный университет Армении. doi:10.52276/25792822-2023.3-218, 2023, 218-223 с.
40. Yeghiazaryan G., Hambardzumyan A., Aloyan N. Prospects of the economic significance of ecological tourism in the areas of rare plants distribution. Ministry Of Education, Science And Youth Of Georgia Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute Of Georgian Technical University, collected papers №76 dedicated to the 90 anniversary of professor Vakhtang Tevzadze, Tbilisi – 2023, ISSN – 1512 – 2344, doi:10.36073/1512-2344, pp. 118-125.
41. Եղիազարյան Գ.Մ., Թովմասյան Գ.Ա., Համբարձումյան Ա.Մ. ՀՀ լեռնամարգագետնային գոտու հազվագյուտ բուսատեսակների պահպանության ռիսկերի գնահատումը Սյունիքի մարզի օրինակով, 2023 թ., Գավառի պետական համալսարան, գիտական հոդվածների ժողովածու, ISSN 1829-4480, doi:10.56246/18294480-2023.15-07:
42. Համբարձումյան Ա.Մ. ՀՀ Հազվագյուտ բուսատեսակների տարածման արեալներում NDVI և NDWI ինդեքսների արժեքների տարածաժամանակային փոփոխության գնահատումը, Գիտություններ երկրի մասին, Շիրակի Մ. Նալբանդյանի անվան պետական համալսարան, գիտական տեղեկագիր, doi:10.54151/27382559-24.1pa-52.