



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun
“Qarabağ Azərbaycandır!” məqsədli qrant
müsabiqəsinin (AEF-MQM-QA-1-2021-4(41) qalibi
olmuş layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

1 İLLİK ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Spektral təsvirlərə görə kənd təsərrüfatı sahələrinin cari vəziyyəti və dinamikasının qiymətləndirilməsinə müasir riyazi metodların tətbiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Şükürov Aydın Şükür oğlu**

Qrantın məbləği: **150 000**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MQM-QA-1-2021-4(41)-8/02/1-M-02**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **24 noyabr 2022-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 dekabr 2022-ci il - 01 dekabr 2024-cü il**

Layihənin 1 il üzrə (rüb) məbləği: 77624 manat

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş **elmi işlər**

Hesabat ilinin ilk üç ayını əhatə edən I mərhələsində aşağıdakı elmi işlər yerinə yetirilmişdir:

- Təsvirlərin riyazi emalı üçün MATLAB paket proqramının imkanları araşdırılmış və təsvirlərin müxtəlif emal üsullarının və riyazi tanınma metodlarının tətbiqi istiqamətində mövcud elmi riyazi yanaşma üsulları öyrənilmiş və bu istiqamətdə metodik göstərişin hazırlanmasına başlanılmışdır;
- Təsvirlərin riyazi ifadə olunması, rəqəmsal formaya gətirilməsi və təsvirlərin təqdimat formatının seçilməsi araşdırılmışdır. Təsvirin riyazi modeli $f(x, y, t, \lambda)$ funksiyası kimi qəbul edilmişdir, burada x, y – təsvirin alındığı ərazinin piksel koordinatları, t – təsvirin alındığı zaman, λ – təsvirin alındığı spektral kanalın

göstəricisidir, f isə λ dalğa uzunluğunda parlaqlıq funksiyasının (x, y) koordinatlı pikseldə t anındakı qiymətidir. Red, Green, Blue, Nir spektral kanallarında alınan monoxromatik təsvirlərdən və ya RGB formatında olan təsvirlərdən istifadə nəzərdə tutulur;

- $f(x, y, t, \lambda)$ -parlaqlıq funksiyasının müxtəlif (xətti, Laplas və s.) çevirmə üsullarının tətbiqi araşdırılmışdır;
- Poliqon ərazi kimi Zərdab rayonunun Çallı kənd ərazisində tarla seçilmişdir (ərazinin coğrafi koordinatları - (40,3261930, 47,7128160)). Digər poliqon ərazi kimi Sabirabad rayonunun Abdulabad kəndində əkin sahəsi seçilmişdir. Bitki növü kimi arpa və bostan bitkilərinin (kartof, badımcın, pomidor və s.) tədqiqi nəzərdə tutulmuşdur;
- Seçilmiş ərazidə bitkinin fizioloji inkişaf dövrünü əhatə etməklə 7-10 gün intervalı ilə təsvirlərin alınmasının vaxt qrafiki təyin olunmuşdur;
- Seçilmiş ərazi üzrə spektral təsvirlərin və "Günəş atlası" və "Ventusky" saytlarından meteoroloji və radiasiya xarakteristikalarının toplanılmasına başlanılmışdır; Toplanmış bu məlumatların əlaqəli şəkildə araşdırılmasının qarşıya qoyulan məsələlərin həllində önəmliliyini nəzərə alaraq, məlumatların verilənlər bazasının yaradılmasına başlanılmışdır.

Hesabat ilinin II mərhələsində aşağıdakı elmi işlər yerinə yetirilmişdir:

- Seçilmiş ərazilərdə (Zərdab rayonunun Çallı kəndi, Sabirabad rayonunun Abdulabad kəndi) bitkinin fizioloji inkişaf dövrünü əhatə edən və təyin olunmuş vaxt qrafikinə uyğun təsvirlər alınmışdır;
- Təsvirlərin statistik emalı
Təsvirlərin statistik emal prosedurasına konkret təsvirdəki piksellərdə olan parlaqlıq qiymətləri çoxluğunun "max", "min", "ədədi orta", "median", "dispersiya", "orta kvadratik meyl" kimi statistik göstəricilərinin hesablanması aiddir. Hesabatın bu dövründə müxtəlif zamanlı təsvirlərin qeyd olunan statistik göstəriciləri hesablanmış və uyğun cədvəl tərtib edilmişdir;
- Histoqramlardan istifadə etməklə təsvirlərin ilkin emal alqoritmləri təhlil olunmuş və

həmin alqoritmlərin konkret təsvirlər üzərində tətbiqi həyata keçirilmişdir ;

- Müxtəlif operatorlara uyğun maskalardan istifadə etməklə təsvirlərin filtrlənməsi aparılmışdır. Təsvirlərin filtrlənməsi dedikdə aşağıdakılardan ibarət proses nəzərdə tutulur:

- (a,b) mərkəzi nöqtənin təyin olunması
- mərkəzin əvvəlcədən müəyyən edilmiş ətrafındakı piksellərdəki qiymətlərindən istifadə edən əməliyyatın yerinə yetirilməsi
- bu əməliyyatın nəticəsinin mərkəz elementinə mənimsədilməsi
- təsvirin hər bir nöqtəsini mərkəz qəbul edərək bu prosesin təkrar olunması

Təsvirlərin filtrlənmə əməliyyatında adətən aşağıdakı maskalardan istifadə olunur:

- "Sobel" maskası

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

- "Laplacian" maskası

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

- "LoG" maskası

$$\begin{matrix} 0.0448 & 0.0468 & 0.0564 & 0.0468 & 0.0448 \\ 0.0468 & 0.3167 & 0.7146 & 0.3167 & 0.0468 \\ 0.0564 & 0.7146 & -4.9048 & 0.7146 & 0.0564 \\ 0.0468 & 0.3167 & 0.7146 & 0.3167 & 0.0468 \\ 0.0448 & 0.0468 & 0.0564 & 0.0468 & 0.0448 \end{matrix}$$

Hansı operatorun maskasından istifadə etmək emal prosesində qarşıya çıxan məsələnin həllindən asılıdır.

Layihə üzrə III və IV mərhələlərdə aşağıdakı elmi-tədqiqat işləri yerinə yetirilmişdir:

- Seçilmiş ərazilərdə (Zərdab rayonunun Çallı kəndi, Sabirabad rayonunun Abdulabad kəndi) bitkinin fizioloji inkişaf dövrünü əhatə edən və təyin olunmuş vaxt qrafikinə uyğun təsvirlər alınmışdır;
- Alınan spektral təsvirlər əsasında 2023-cü il üçün seçilmiş ərazi və bitki növlərinin fizioloji inkişaf dövrünü tam əhatə edən verilənlər bazası formalaşdırılmışdır.
- Torpaq-bitki örtüyünün klassifikasiyası alqoritminin işlənməsi müxtəlif indekslərin tətbiqi ilə yerinə yetirilmişdir. Alqoritmin işlənməsində aşağıdakı indekslərdən istifadə olunmuşdur:

VARI(Visual Atmospheric Resistance Index):

$$VARI = \frac{Green - Red}{Green + Red - Blue};$$

VIgreen (Vegetation Index Green):

$$VIgreen = \frac{Green - Red}{Green + Red};$$

vNDVI (Visible NDVI):

$$vNDVI = 0.5268 \cdot (r^{-0.1294} \cdot g^{0.3389} \cdot b^{-0.3118}),$$

burada

$$r = \frac{Rn}{Rn + Gn + Bn},$$

$$g = \frac{Gn}{Rn + Gn + Bn},$$

$$b = \frac{Bn}{Rn + Gn + Bn},$$

bu düstürlərdə istifadə olunan Rn, Gn və Bn uyğun spektral kanallardakı normallaşdırılmış qiymətlərdir.

SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index):

$$SAVI = \frac{1.5 \cdot (Green - Red)}{Green + Red + 0.5};$$

GLI (Green Leaf Index):

$$GLI = \frac{2 \cdot Green - Red - Blue}{2 \cdot Green + Red + Blue}$$

Elmi - t dqi at zamanı hansı indeksd n istifadənin daha səmərəli olması problemi yaranmış və problemin aradan qaldırılması  c n qeyd olunan indekslərin tətbiqi ilə alınan nəticələrin müqayisəli təhlili aparılmışdır. Nümunə  c n Sabirabat rayonunda kartof bitkisi ərazisini əks etdirən təsvir fraqmenti üzərində qeyd olunan indekslərin tətbiqi ilə klassifikasiya aparılmışdır. Şəkil 1-6 götürülmüş təsvir fraqmenti və qeyd olunan indekslərin tətbiqi ilə alınan nəticələr göstərilmişdir:



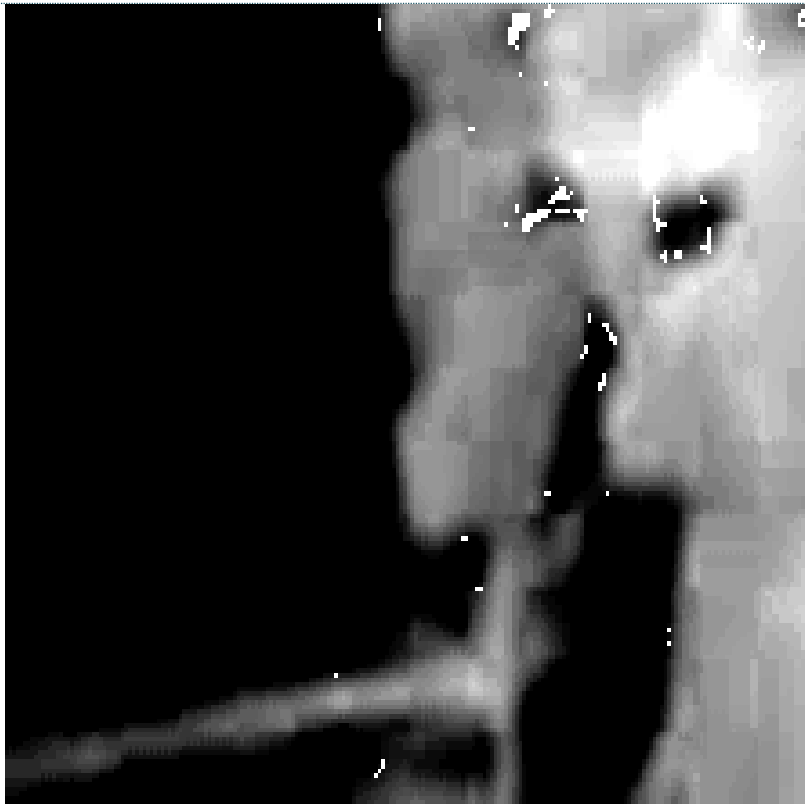
Şəkil 1. Sabirabat rayonu, kartof bitkisi ərazisindən təsvir fraqmenti



Şəkil 2. Seçilmiş təsvir fraqmentinə V_{Igreen} indeksinin tətbiqi



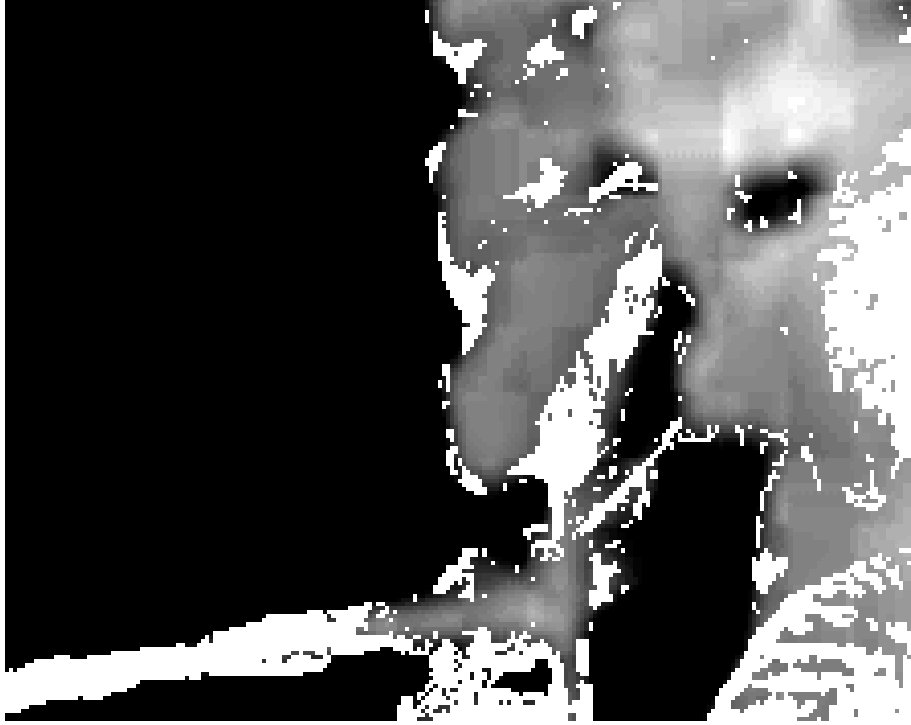
Şəkil 3. Seçilmiş təsvir fraqmentinə GLI indeksinin tətbiqi



Şəkil 4. Seçilmiş təsvir fraqmentinə SAVI indeksinin tətbiqi

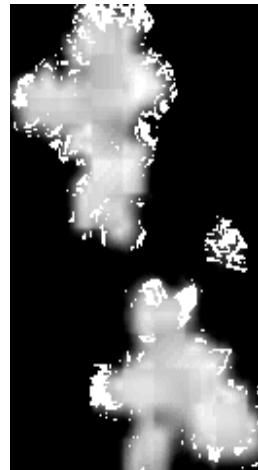


Şəkil 5. Seçilmiş təsvir fraqmentinə vNDVI indeksinin tətbiqi



Şəkil 6. Seçilmiş təsvir fraqmentinə VARI indeksinin tətbiqi

Bu indekslərin tətbiqi ilə alınan nəticələrin müqayisəli təhlili nəticəsində VARI indeksinin tətbiqinin bitki-torpaq klassifikasiya məsələlərində daha effektiv nəticə verdiyi görünür. Aşağıda visual olaraq hiss olunması çətin olan bitki hissəsinin VARI indeksi ilə aşkarlanmasına aid nümunə verilmişdir.



Şəkil 7. Visual olaraq hiss olunmayan bitki hissəsinin VARI indeksi ilə aşkarlanması

Qeyd olunmalıdır ki, layihə çərçivəsində NIR kanalında olan informasiyanın əlçatan

olmaması yalnız RED, GREEN və BLUE spektral kanallarından alınan informasiyanın istifadəsini mümkün edirdi. Yuxarıda göstərilən indekslərin riyazi düsturlarında ancaq RED, GREEN və BLUE spektral kanallarındakı qiymətlərin münasibəti həlledici rol oynayır. Bu isə bitkinin fizioloji inkişaf dövrlərində bu spektral kanallardan alınan məlumatların istifadəsi ilə də qənaətbəxş təhlillərin aparılmasının mümkünlüyünü əsaslandırır.

Tərəfimizdən qeyd olunan indekslərin "süni bitki" təsvirlərində klassifikasiyanın aparılması üçün tətbiqi qənaətbəxş nəticə verməmişdir. Buradan alınır ki, təbii bitki örtüyünü özündə əks etdirən təsvirlər əsasında təsnifatın aparılması üçün Red, Green, Blue kanallarındakı qiymətlərin yalnız münasibətlərinin nəzərə alınması kifayət deyildir. Ona görə də göstərilən spektral kanallarda alınan qiymətlər üçün əlavə şərtlər qoyulmalıdır. Bu şərtlər təbii bitkilərin etalonlarının seçilməsi və onların parlaqlıq dəyərlərinin dəyişmə intervallarının təyini ilə bağlıdır. Parlaqlıq dəyərinin intervallarının təyini üçün 3σ qanununun tətbiqi ilə aparılan analiz təsvirlərə əsasən təbii və süni bitki örtüklərinin ayırılmasına imkan verir.

Şəkil 7-də götürülmüş nümunə üçün aparılmış torpaq-bitki klassifikasiyasının nəticəsi aşağıdakı kimi olmuşdur:

Seçilmiş təsvirdə olan ümumi piksel sayı: 28210

Seçilmiş təsvirdə olan torpağa uyğun piksel sayı: 18998

Seçilmiş təsvirdə olan bitkiyə uyğun piksel sayı: 9212

Torpaq-bitki təsnifatının aparılmasında önəmli problemlərdən biri istifadə olunan indeks üçün ayırdedici hədd dəyərinin seçilməsidir. İstifadə etdiyimiz alqoritmə VARI indeksi üçün bu hədd 17-yə bərabər götürülmüşdür. Ayırdedici həddin seçilməsi həmin indeksin dəyərlərinin histoqramlarının qurulması və analizi ilə təyin olunur. Qeyd olunmalıdır ki, təsnifat məsələlərində ayırdedici hədd dəyərinin seçilməsi mühüm məqamlardan biridir. Ayırdedici hədd dəyərlərinin seçilməsi üçün müxtəlif alqoritm və yanaşmalar mövcuddur. Məsələn, bu tip alqoritmə nümunə olaraq "Otsu alqoritmə"ni göstərmək olar.

İstifadə olunan bitki-torpaq klassifikasiyası alqoritmənin doğruluğunu yoxlamaq üçün tam bitki və tam torpaq hissələri götürülmüş (Şəkil 8), bu alqoritmə test olunmuş və nəticələr Cədvəl 1-də qeyd olunmuşdur:

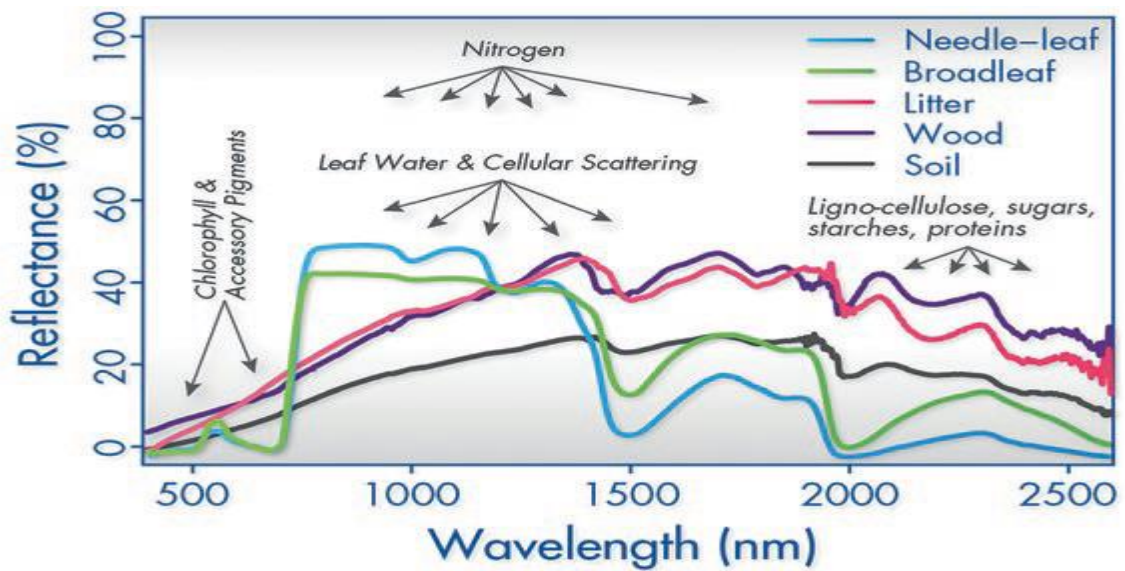


Şəkil 8. Tam bitki və tam torpaq hissələri

Cədvəl 1.

	Tam torpaqdan ibarət ərazi hissəsi	Tam bitkidən ibarət ərazi hissəsi
Ümumi piksel sayı	608	156
Torpağa uyğun piksel sayı	608	0
Bitkiyə uyğun piksel sayı	0	156

Digər tərəfdən elmi ədəbiyyatdan məlumdur ki, müxtəlif təbii obyektlərin spektral əksətdirmə xüsusiyyətləri Şəkil 9-da təsvir olunduğu kimidir:



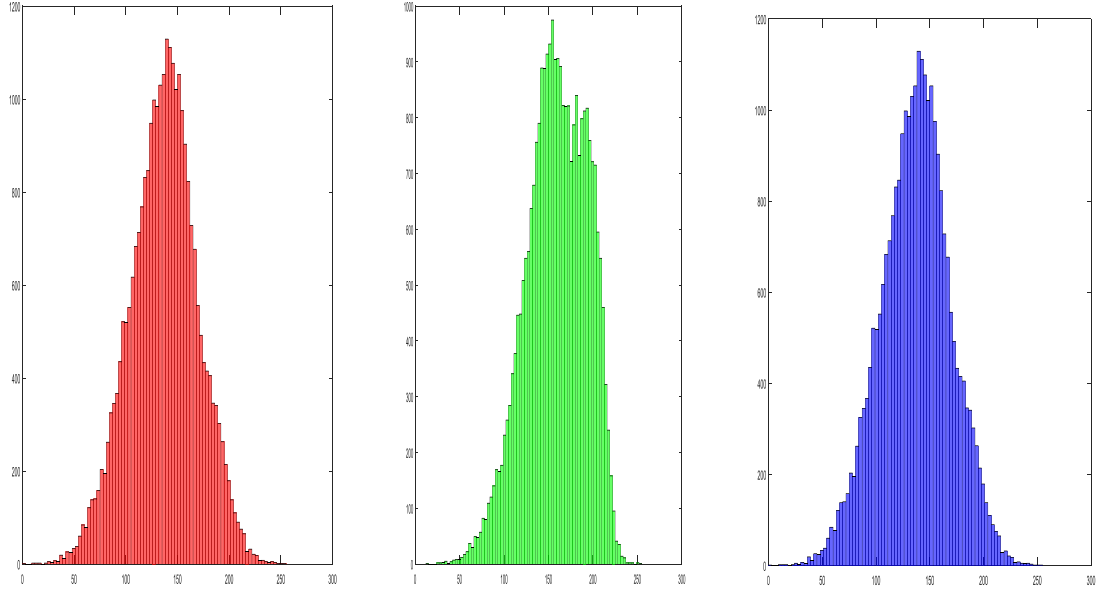
Şəkil 9. Təbii obyektlərin müxtəlif dalğa uzunluqlarında əksətdirmə xüsusiyyətləri

Şəkil 9-dən görünür ki, sağlam bitki üçün elektromaqnit dalğanın Red və Blue intervallarındakı dəyər qiymətləri Green intervalındakı dəyər qiymətindən kiçik olur. Bu da öz növbəsində bizə əsas verir ki, qeyd olunan indekslərdən istifadə etmədən də (yalnız Red və Green kanallarındakı dəyərlərin müqayisəsi ilə) torpaq-bitki təsnifatını aparmaq mümkündür. Şəkil 10-da seçilmiş təsvir fraqmenti üçün heç bir indeksdən istifadə etmədən torpaq bitki təsnifatının aparılmasına aid nümunə verilmişdir:



Şəkil 10. Torpaq-bitki təsnifatı (Red və Green kanallarındakı dəyərlərə əsasən)

Seçilmiş spektral təsvir nümunələrinin parlaqlıq dəyərlərinin histoqramlarının qurulması təsvirin əhatə etdiyi ərazidə baş verən dəyişkənliyin (bitkinin fizioloji inkişaf mərhələlərinin, topaqdakı su rejiminin, bitkinin aqrotexniki qulluq vəziyyətinin) identifikasiya olunmasına imkan verir. Nümunə üçün seçilmiş təsvirin (Şəkil 7) spektral kanallara uyğun qiymətlərinin paylanmalarının histoqramları aşağıda verilmişdir:

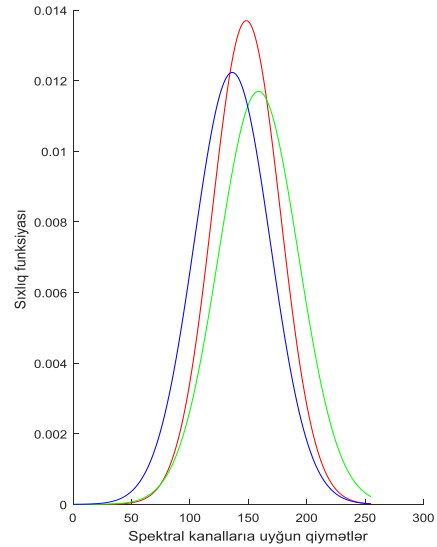


Şəkil 11. Red, Green, Blue kanallarındaki dəyərlərin histqramları

Qeyd olunmalıdır ki, spektral kanallara uyğun histqramların analizindən görünür ki, təsvirin əhatə etdiyi ərazidə spektral parlaqlıq dəyərlərinin paylanmaları normal paylanmaya daha uyğun olur. Aşağıdakı şəkildə seçilmiş təsvir nümunəsi üçün spektral kanallar üzrə normal paylanmaya uyğun sıxlıq funksiyaları aşağıdakı formada olur:



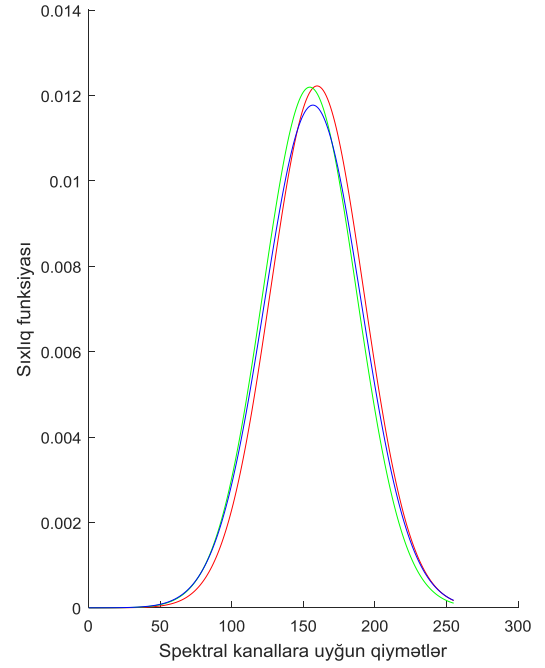
Seçilmiş təsvir nümunəsi



Şəkil 12. Spektral kanallar üzrə sıxlıq funksiyaları (torpaq və bitkidən ibarət ərazi)



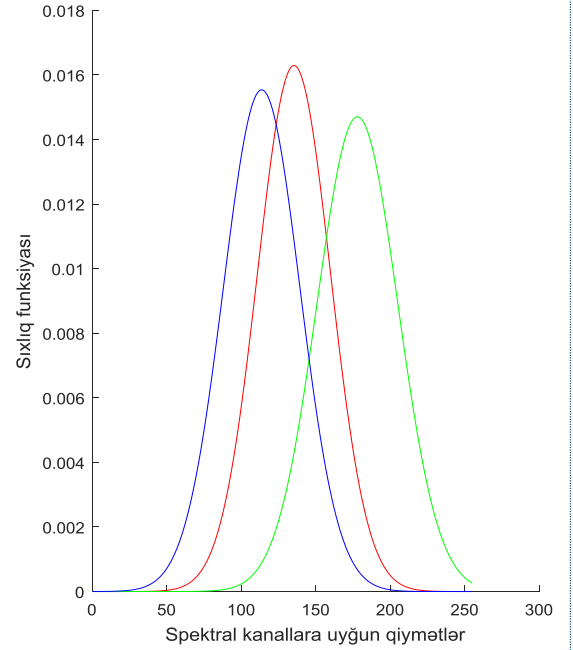
Ərazidən seçilmiş qeyri-bitki hissəsi



Şəkil 13. Spektral kanallar üzrə sıxlıq funksiyaları (yalnız torpaqdan ibarət ərazi)



Bitki ərazisi



Şəkil 14. Spektral kanallar üzrə sıxlıq funksiyaları (yalnız bitkidən ibarət ərazi)

Şəkil 13-dən görünür ki, bitki olmayan ərazilərdə Red, Green, Blue spektral kanallarındakı dəyərlərin orta qiymətləri və orta kvadratik meyilləri bir-birinə çox yaxın olur. Lakin Şəkil 14-dən isə görünür ki, bitki olan ərazilərdə Red, Green, Blue spektral kanallarındakı dəyərlərin

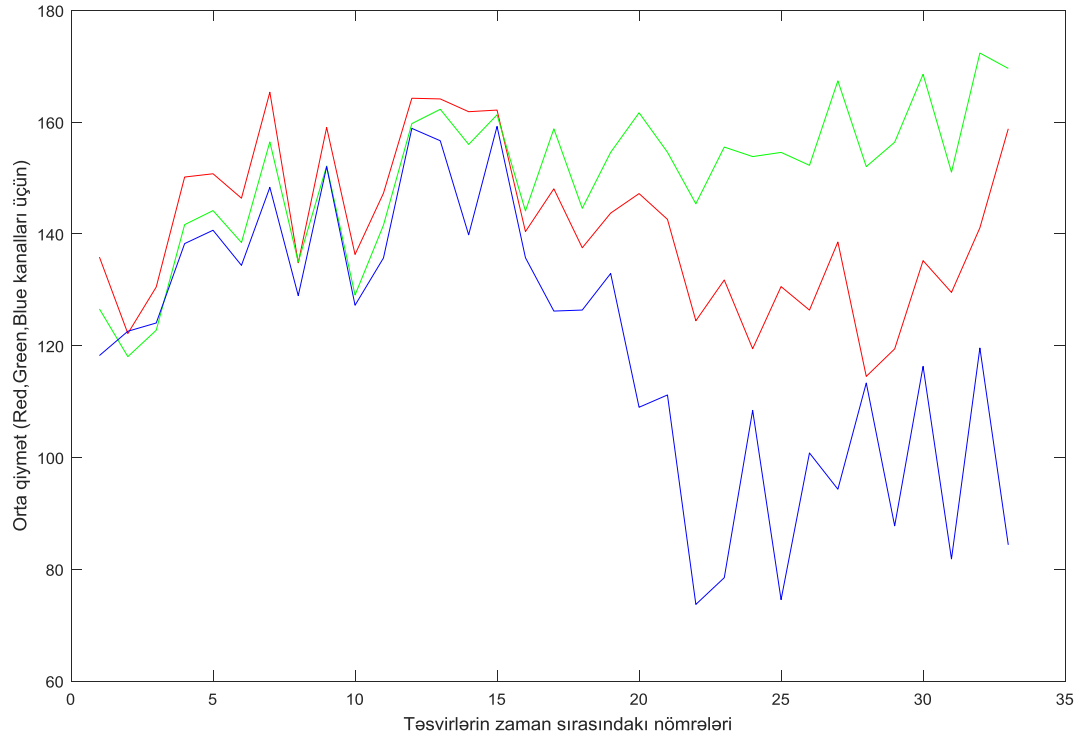
orta qiymətləri bir-birindən kəskin fərqlənir. Bu isə ərazidə torpaq-bitki təsnifatının spektral təsvirlər əsasında aparılmasına əsas yaradır. Aparılan təhlil göstərir ki, bitkinin fizioloji inkişaf mərhələlərinin öyrənilməsi, ərazidə bitki-torpaq sahələrinin nisbətinin araşdırılması normal paylanma sıxlıq funksiyalarının analizi ilə həyata keçirilə bilər.

Cədvəl 2-də Sabirabad rayonu ərazisində kartof bitkisinin müxtəlif fizioloji inkişaf dövrlərini özündə əks etdirən spektral təsvirlərin parlaqlıq funksiyalarının statistik göstəriciləri (orta qiymət, dispersiya, orta kvadratik yayınma) verilmişdir.

Cədvəl 2

Təsvir	Ədədi orta			Dispersiya			Kvadratik yayınma		
	Red	Green	Blue	Red	Green	Blue	Red	Green	Blue
1 12.02.2023	135.85593343099	126.582386067708	118.242027994792	3944.32661895018	3947.95525514266	3634.68048387591	62.8038742351949	62.8327562274859	60.2883113370736
2 14.02.2023	122.191774088542	118.047849121094	122.587283528646	3910.60966213741	3197.34792937856	2089.03141830454	67.9426815326329	60.8917664216966	47.7103060463041
3 20.02.2023	130.507955729167	122.771122233073	124.067376302083	3910.60966213741	3197.34792937856	2089.03141830454	62.5348675711192	56.5450964220467	45.7059232299769
4 05.03.2023	150.184352213542	141.663928222656	138.272858072917	2156.3511284794	1966.46811001511	1582.6218087437	46.4365279546114	44.3448769308825	39.782179537372
5 18.03.2023	150.76826578776	144.17748046875	140.661204427083	2211.76143008286	2053.57093034705	1677.9943337661	47.0293677406242	45.3163428615666	40.9633291343135
6 27.03.2023	146.393964029948	138.462100423177	134.380126139323	2346.9263043274	2048.80292137185	1580.84248315668	48.4450854507184	45.2637042382951	39.7598098983972
7 02.04.2023	165.367245279948	156.477618001302	148.337491861979	928.24227547001	944.859893626126	936.042378574461	30.467068704915	30.7385733830659	30.594809667237
8 12.04.2023	134.833983854167	134.959240625	128.9578796875	671.413307604587	673.000639194515	686.846607049383	25.9116442474148	25.9422558617117	26.2077585277601
9 18.04.2023	159.060007324219	152.155435384115	152.045569661458	1681.17568474578	1770.66980116119	1782.4866705468	41.0021424409235	42.0793274799062	42.2195058065203
10 20.04.2023	136.334702604167	129.072217708333	127.241884895833	4671.63506408086	4233.69874902904	3231.02846254537	68.3493603779937	65.0668790478615	56.8421363298862
11 23.04.2023	147.285832519531	141.565669759115	135.695737304688	3007.28937585263	2815.37198417218	2590.81934707955	54.8387579714624	53.0600790064638	50.9000018179874
12 25.04.2023	164.283522135417	159.749982096354	158.888497721354	915.187689081939	924.398783690096	974.727912886317	30.2520691702558	30.4039271096695	31.2206328072689
13 29.04.2023	164.159245605469	162.307975260417	156.674050292969	1304.27296381318	1270.97701075802	1542.85630224446	36.1147194896096	35.6507645185629	39.2792095420015
14 30.04.2023	161.874405924479	156.01941813151	139.838732096354	1302.85461582108	1300.31558266565	1679.4564482756	36.0950774458385	36.0598888332403	40.9811718753332
15 01.05.2023	162.166860351563	161.321710611979	159.245272623698	676.017800541208	781.961876600073	758.512565552765	26.003423158467	27.9635812549121	27.5411068323836
16 02.05.2023	140.417063802083	144.114323730469	135.738669433594	1030.92332253379	1331.43021819518	1146.15224438214	32.1079946825365	36.4887683841916	33.8548703199722
17 05.05.2023	148.076210416667	158.8131875	126.199364583333	4763.32264057793	4563.42798308358	4219.23804086606	69.0168286766201	67.553149320247	64.9556621155235
18 08.05.2023	137.52606875	144.593099479167	126.382734895833	2025.08671265293	2252.0836273222	2338.70044509349	45.0009634636075	47.4561231804938	48.3601121286282
19 12.05.2023	143.73118125	154.608274479167	132.9257375	1284.71682226966	1143.81662758332	1625.82956728399	35.8429466181236	33.8203581823629	40.3215769444102
20 13.05.2023	147.224094238281	161.684166666667	108.985700683594	2087.96506087805	1984.80345796722	2389.5150938003	45.6942563226282	44.5511330716428	48.8826665987065
21 14.05.2023	142.606604003906	154.620262858073	111.186585286458	1785.44827869205	2247.01493871259	1848.69800713694	42.2545651816706	47.4026891506441	42.9964883116858
22 16.05.2023	124.46335625	145.399396354167	73.708715625	3252.03897704755	3909.43914736434	1843.15229047136	57.0266514626938	62.5255079736609	42.93194953029
23 19.05.2023	131.764676920573	155.547198079427	78.487890625	3402.94415750805	3267.70105334802	3050.95486553333	58.334759427875	57.1638089471653	55.2354493557655
24 20.05.2023	119.459591471354	153.845487467448	108.43776936849	2002.98914757818	1960.65520600033	2276.71904297272	44.7547667581698	44.279286421535	47.7149771347815
25 21.05.2023	130.57853922526	154.59263363542	74.5610888671875	3969.80112472252	3860.34642583377	2616.83865978333	63.0063578119107	62.1316861660278	51.1550453013516
26 22.05.2023	126.3704265625	152.280592708333	100.80830625	4637.65643658702	3307.62120503474	4623.12021658966	68.100340943251	57.5119222860334	67.9935306966013
27 23.05.2023	138.560348307292	167.401379394531	94.3207218424479	3901.77032599386	3243.57521666435	3759.72827253255	62.4641523275059	56.9523943014194	61.3166231338008
28 26.05.2023	114.511822102865	152.047468261719	113.333592122396	1908.41396050966	2299.39655079778	2050.22124740041	43.6853975661166	47.9520234275654	45.2793688935745
29 27.05.2023	119.429086914063	156.417614746094	87.7639054361979	2938.87364880303	2613.38366464232	2584.7058395212	54.211379329464	51.1212643098968	50.8400023556372
30 30.05.2023	135.225523958333	168.571270833333	116.304832291667	2108.51958608984	2066.35822169656	2228.81683603273	45.9186191657571	45.4572130876559	47.2103467052798
31 02.06.2023	129.537006022135	151.062573242188	81.8399015299479	5214.30542442267	4837.61249866205	3347.49059283747	72.2101476554554	69.5529474476966	57.875024766665
32 07.06.2023	141.09822672526	172.368855794271	119.592374674479	2229.0378092235	2260.46423223916	1945.62058282168	47.2126869519571	47.5443396445798	44.1091893240137
33 10.06.2023	158.819641927083	169.613345540365	84.3679801432292	2204.20434775944	2019.43133038559	2113.29044127373	46.9489547035867	44.9380832967494	45.9705388403674

Seçilmiş ərazidə bitki inkişafının zamana görə dəyişkənliyinin təhlili üçün Cədvəl 2-də verilmiş statistik göstəricilərdən istifadə edərək aşağıdakı qrafik qurulmuşdur:



Şəkil 15. Müxtəlif zamanlı təsvirlərin orta qiymətləri

Şəkil 15-dən görünür ki, seçilmiş ərazinin zaman sırasındakı 15-ci təsvirindən sonra (yəni 01.05.2023 tarixindən sonra) Green kanalının orta qiyməti digər kanallardakı qiymətlərdən böyük olmuşdur. Qrafikdən görünür ki, qeyd olunan tarixdən əvvəlki dövrdə spektral kanallardakı qiymətlər bir-birinə yaxın olmuş, lakin bu tarixdən sonrakı dövrlərdə isə spektral kanallardakı qiymətlər Şəkil 9-da sağlam bitkinin müxtəlif kanallarda əksətmə xüsusiyyətlərinə uyğun münasibətdə olmuşdur. Fikrimizcə, bu tarix ərazidəki bitkinin fizioloji inkişafın yeni mərhələsinə başlama dövrü kimi götürülə bilər. Bu müşahidənin doğruluğu ərazinin Şəkil 16-da verilmiş (qeyd olunan tarixdən əvvəlki, qeyd olunan tarixdəki və sonrakı) təsvirlərinin vizual olaraq müqayisəsindən də aydın şəkildə görünür:



Şəkil 16. Əkin ərazisinin 20.04.2023, 01.05.2023, 08.05.2023 tarixlərinə uyğun təsvir fraqmentləri

Beləliklə, layihə çərçivəsində qarşıya qoyulan məsələlər (bitki örtüyünün cücərmə-tam formalaşma dövrlərinə görə spektral təsvirlərinin dinamikasının araşdırılması, bitki örtüyünün tam formalaşma dövrünə qədər torpaq-bitki örtüyünün sahələr nisbətinin spektral təsvirə görə dinamikasının araşdırılması, bitki örtüyünün məhsulun əmələgəlmə-yetişmə dövrlərinə görə spektral təsvirlərinin dinamikasının araşdırılması) Şəkil 15-in əsasında aparılmış müxtəlif dövrlərdə spektral təsvirlərin dinamik dəyişkənliyinin analizi ilə həyata keçirilə bilər.

2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)
	100 %
3	Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr , onların yenilik dərəcəsi
	Seçilmiş ərazi və bitki növü üzrə spektral təsvirlərdən ibarət verilənlər bazasının yaradılması, onlar üçün statistik qiymətləndirilmə və təhlilin aparılması yenidir. Təbii obyektlərin (bitki, torpaq) cari vəziyyətinin qiymətləndirilməsi məsələsində spektral kanallara uyğun paylanma funksiyalarının istifadəsi və tətbiqi yenidir. Bitkinin müxtəlif fizioloji inkişaf dövrlərinin spektral təsvirlər əsasında müəyyənləşdirilməsi aparılmışdır.
4	Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar
	Təsvirlərin diskretləşmə və kvantlama üsulları, təsvirlərin müxtəlif formatlarda vizuallaşdırma üsulları, $f(x, y, t, \lambda)$ -parlaqlıq funksiyasının müxtəlif (xətti, Laplas və s.) çevirmə üsulları, təsvirlərin statistik emal üsulları, təsvirlərin fəza və tezlik oblastlarında müqayisəli təhlil üsulları; təsvirlərin histqramlarla analiz üsulları, müxtəlif vegetasiya

indekslərinin tətbiqi, klaster analiz.

5

Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) (*surətlərini əlavə etməli!*)

Qrant layihəsinin dəstəyi ilə layihə iştirakçıları tərəfindən hazırlanan məqalələr:
Çap olunmuş, elektron variantı jurnalın saytına yerləşdirilmiş işlər:

1. Yusuf ZEREN, Fidan A. ALIZADEH, Feyza Elif DAL. On solvability of homogeneous Riemann boundary value problems in Hardy-Orlicz classes. Turkish Journal of Mathematics. Turk J Math (2023) 47:565–581© TÜBİTAK doi:10.55730/1300-0098.3379 (<https://journals.tubitak.gov.tr/cgi/viewcontent.cgi?article=3379&context=math>).
2. Nasibova N.P., Safarova A. R. On the weak solvability of a nonlocal boundary value problem for the Laplace equation in an unbounded domain. Lobachevskii Journal of Mathematics, 2023, Vol. 44, No. 7, pp. 2810–2821 (<https://link.springer.com/article/10.1134/S1995080223070302>).
3. Bilalov, B.T., Sadigova, S.R. & Alili, V.G. The Method of Boundary Value Problems in the Study of the Basis Properties of Perturbed System of Exponents in Banach Function Spaces. *Comput. Methods Funct. Theory* (2023). <https://doi.org/10.1007/s40315-023-00488-2> (<https://link.springer.com/article/10.1007/s40315-023-00488-2>).

Çap olunmuş, elektron variantı jurnalın saytında yerləşdirilməmiş işlər:

4. Zabidov Z.C., Qədirova X.M. Sinifləndirmə məsələlərində ayırdedici hədd dəyərinin histoqramla qiymətləndirilməsi. “Elmi xəbərlər”-Təbiət və texniki elmlər bölməsi, cild 23, №2, 2023, s. 73-77

Çapa göndərilmiş:

1. Bilal Bilalov, Eminaga Mamedov and Yonca Sezer. Compactness in Banach function spaces. Poincare and Friedrichs inequalities.
2. B.T. Bilalov, S.R. Sadigova, N.P. Nasibova, and Seyma Cetin. Fredholmness of the Dirichlet problem for $2m$ -th order elliptic equations in grand Sobolev spaces.

Qrant layihəsinin dəstəyi ilə layihə iştirakçıları tərəfindən hazırlanan tezislər

Dərc olunmuş:

1. Y. Zeren, F.A. Alizadeh, F.E. Dal. On solvability of homogeneous Riemann boundary value problems in Hardy-Orlicz classes. Modern Problems of Mathematics and Mechanics PROCEEDINGS of the International Conference dedicated to the 100-th anniversary of the National Leader Heydar Aliyev, Baku, Azerbaijan, 26-28 April, 2023, p. 410-412 (<http://mpmm.imm.az/wp-content/uploads/2023/05/Abstract-Aliyev-100-2023.pdf>)
2. N.P. Nasibova, A.R. Safarova. On the weak solvability of a nonlocal boundary value problem for the Laplace equation in an unbounded domain. Modern Problems of Mathematics and Mechanics PROCEEDINGS of the International Conference dedicated to the 100-th anniversary of the National Leader Heydar Aliyev, Baku, Azerbaijan, 26-28 April, 2023, p.313-315 (<http://mpmm.imm.az/wp-content/uploads/2023/05/Abstract-Aliyev-100-2023.pdf>)
3. S.R. Sadigova, N.P. Nasibova , N.A. Ismailov. On the basicity of double system of exponents in the Weighted Lebesgue space. Modern Problems of Mathematics and Mechanics PROCEEDINGS of the International Conference dedicated to the 100-th anniversary of the National Leader Heydar Aliyev, Baku, Azerbaijan, 26-28 April, 2023, p. 352-353 (<http://mpmm.imm.az/wp-content/uploads/2023/05/Abstract-Aliyev-100-2023.pdf>)
4. Bilal Bilalov, Yusuf Zeren, Fidan Alizadeh, Feyza Elif Dal, Approximative Properties of Perturbed Exponential System in Orlicz Spaces. 6th International HYBRID Conference on Mathematical Advances and Applications, May 10-13, 2023, İstanbul, TÜRKİYE, p. 103 (<https://2023.icomaas.com/wp-content/uploads/2023/05/ICOMAA-2023-ABSTRACT-BOOKLast-version.pdf>)

Çapa qəbul olunmuş:

5. Zabidov Z.C., Qədirova X.M. Sinifləndirmə məsələlərində ayırdedici hədd dəyərinin histoqramla qiymətləndirilməsi. International Soil Science Congress on "Climate change and sustainable soil management" dedicated to the 100th anniversary of Haydar Aliyev -the national leader of Azerbaijani.

6 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər

Yoxdur

7 Layihə üzrə ezamiyyətlər

	<i>yoxdur</i>
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak
	<i>yoxdur</i>
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak
	<i>yoxdur</i>
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) 1) "Qeyri-harmonik analiz" şöbəsi və "Siqnalların emalının riyazi problemləri" laboratoriyasının həftənin 2-ci günləri keçirilən birgə "Aerokosmik məlumatların emalı" seminarı; 2) Modern Problems of Mathematics and Mechanics, International Conference dedicated to the 100-th anniversary of the National Leader Heydar Aliyev, Baku, Azerbaijan, 26-28 April, 2023. 3) International Soil Science Congress on "Climate change and sustainable soil management" dedicated to the 100th anniversary of Haydar Aliyev -the national leader of Azerbaijani, Baku, Azerbaijan, 21-23 June, 2023 .
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar
	<i>yoxdur</i>
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr Qardaşov Rauf Hacı oğlu- Akademik H. Əliyev adına <i>Coğrafiya İnstitutu</i> Zeynalov İsmayıl Muxtar oğlu- Akademik H. Əliyev adına <i>Coğrafiya İnstitutu</i>
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr Prof.Dr. Murat Sari - Istanbul Teknik Universiteti, Matematik Mühəndisliyi bölüm başkanı
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı AR ETN Riyaziyyat Mexanika Institutunun "Qeyri-harmonik analiz" şöbəsinin 3324.07- "Məsafədən aerokosmik tədqiqatlar" ixtisası üzrə doktorantı Qədirova Xəyalə Məmmədağa qızı. Dissertasiya mövzusu: "Peyk təsvirlərinin dron təsvirləri əsasında dəqiqləşdirilməsinin riyazi üsulları".
15	Sərgilərdə iştirak
	<i>yoxdur</i>
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi
	<i>yoxdur</i>
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s.
	<i>yoxdur</i>

Layihə rəhbərinin imzası _____ Şükürov Aydın Şükür oğlu

Tarix _____

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.