



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

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

YEKUN 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**

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**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

Layihə üzrə 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 öyrənilmişdir;
- 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. R, G, B, Nir spektral kanallarında alınan monoxromatik təsvirlərdən və ya RGB formatında olan təsvirlərdən istifadə olunmuşdur;
- $f(x, y, t, \lambda)$ -parlaqlıq funksiyasının müxtəlif (xətti, Laplas və s.) çevirmə üsullarından istifadə olunmuşdur;
- Poliqon ərazi kimi Zərdab rayonunun Çallı kənd ərazisində tarla seçilmişdir. Ərazinin coğrafi koordinatları (40,3261930, 47,7128160). Digər poliqon ərazi kimi Hacıqabul rayonunun Abdulabad kəndində əkin sahəsi seçilmişdir. Bitki növü kimi arpa, kartof və

çiyələk bitkilərinin fizioloji inkişaf mərhələləri tədqiq olunmuşdur;

- Seçilmiş ərazidə bitkinin fizioloji inkişaf dövrünü əhatə etməklə 7-10 gün intervalı ilə təsvirlərin alınmasının vaxt qrafiki təyin olunmuşdur;
- Toplanmış bu məlumatların əlaqəli şəkildə araşdırılmasının qarşıya qoyulan məsələlərin həllində önəmliliyini nəzərə alaraq, sistemləşdirilmiş və məlumatların verilənlər bazası yaradılmışdır.
- Təsvirlərin statistik emalı prosedurası həyata keçirilmişdir. 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.
- Histoqramlardan istifadə etməklə təsvirlərin emalı aparılmış, parlaqlıq qiymətinin hədd dəyəri seçilmişdir. Layihədə spektral təsvirlərdə parlaqlıq dəyərinin paylanma histoqramları qurulmuş və təsvirin fərqli fraqmentlərini bir-birindən ayıran parlaqlıq funksiyasının dəyər almadığı intervalların mövcud olması göstərilmişdir. Red, Green və Blue spektral kanallarında ayırdedici intervallarda parlaqlıq funksiyasının hədd dəyərinin müqayisəli təhlili aparılmışdır;
- Müxtəlif riyazi operatorlara uyğun maskalardan (“Sobel” maskası, “Laplacian” maskası, “LoG” maskası) istifadə etməklə təsvirlərin filtrlənməsi aparılmışdır;
- Təsvirlərin riyazi emalı üçün aşağıdakı yanaşma üsulları seçilmişdir.
 - Təsvirlərin xətti çevirməsi
 - Təsvirlərin qeyri-xətti çevirməsi
- 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 - tədqiqat zamanı hansı indeksdən istifadənin daha səmərəli olması problemi yaranmış və problemin aradan qaldırılması üçün qeyd olunan indekslərin tətbiqi ilə alınan nəticələrin müqayisəli təhlili aparılmışdır.

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 kanallarındaki 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 ayırd edilməsinə imkan vermişdir.

Qeyd olunmalıdır ki, təsnifat məsələlərində ayırddedici hədd dəyərinin seçilməsi mühüm məqamlardan biridir. Ayırddedici hədd dəyərlərinin seçilməsi üçün müxtəlif alqoritm və yanaşmalar mövcuddur. Məsələn, bu tip alqoritmə nümunə olaraq "Otsu alqoritm"ni göstərmək olar. Ayırddedici həddin seçilməsi həmin indeksin dəyərlərinin histoqramlarının qurulması və analizi ilə həyata keçirilmişdir.

İstifadə olunan bitki-torpaq klassifikasiyası alqoritmünün doğruluğunu yoxlamaq üçün tam bitki və tam torpaq hissələri götürülmüş və bu alqoritm test olunmuşdur. Tədqiqat zamanı bitki olmayan ərazilərdə Red, Green, Blue spektral kanallarındaki dəyərlərin orta qiymətləri və orta kvadratik meyilləri bir-birinə çox yaxın olması, bitki olan ərazilərdə isə Red, Green, Blue spektral kanallarındaki dəyərlərin orta qiymətləri bir-birindən kəskin fərqlənməsi nəticəsinə gəlinmişdir. Aparılan təhlil göstərir ki, bitkinin fizioloji inkişaf mərhələlərinin öyrənilməsi, ərazidə bitki-torpaq sahələrinin nisbətini araşdırılması normal paylanma sıxlıq funksiyalarının analizi ilə həyata keçirilə bilər.

Layihə çərçivəsində qarşıya qoyulan məsələlər (bitki örtüyünün cücərmə-tam formalaşma dövrlərinə görə spektral dinamikasının araşdırılması, bitki örtüyünün tam formalaşma dövrünə qədər torpaq-bitki örtüyünün sahələr nisbətini spektral təsvirə görə dinamikasının araşdırılması, bitki örtüyünün məhsulun əmələgəlmə-yetişmə dövrlərinə görə spektral təsvirlərinin dinamikasının araşdırılması) müxtəlif dövrlərdə spektral təsvirlərin dinamik dəyişkənliyinin analizi ilə həyata keçirilmişdir.

Kənd təsərrüfatı bitkilərinin vegetasiya indekslərindən istifadə edərək klasterizasiya alqoritmii işlənmiş və həmin alqoritm torpaq-bitki təsnifatının aparılmasına tətbiq olunmuşdur.

Təsvirlərin emalında "Wavelet" analiz aparatının tətbiq imkanları araşdırılmış və bu məqsədlə MATLAB paket proqramında olan funksiyaların imkanları öyrənilmişdir.

Torpaq-bitki təsnifatının aparılmasında önəmli məsələlərdən biri həmin obyektləri xarakterizə edən əlamətlər çoxluğunun müəyyən olunmasıdır. Hesabatın cari dövründə torpaq-bitki təsnifatının aparılmasının paket veyvlet ayrılışı vasitəsilə həyata keçirilməsinin mümkünüyü istiqamətində də tədqiqatlar aparılmışdır.

Layihədə qarşıya qoyulan məsələlərin həlli üçün verilənlərin statistik emalı alqoritmləri və neyron şəbəkə metodlarından istifadə olunmuşdur. Əkin sahələrində cücərmənin normal və ya qeyri-normal olmasını təyin etmək üçün təsvirlər əsasında statistik göstəricilər (orta qiymət, dispersiya və s.) hesablanmış və müqayisəli təhlili aparılmışdır.

Spektral təsvirlər əsasında bitkisi çiçəklənmə vəziyyətinin qiymətləndirilməsi məsələsinə baxılmışdır. Bu məsələnin həlli üçün çiçəyi riyazi olaraq xarakterizə edən (identifikasiya edən) parametrlərin müəyyənləşdirilməsi məqsədi ilə çiçək çiçəyi nümunəsi (etalon kimi) götürülmüş və bu nümunənin analizi ilə qeyd olunan xarakterizəedici riyazi parametrlərin müəyyənləşdirilməsi aparılmışdır. Əkin sahəsində çiçək sıxlığının qiymətləndirilməsi statistik üsullarla yerinə

yetirilmişdir. Təsvirin ilkin emalı zamanı binar təsvirlər qurulmuş və çiçək özlərinin saylarının təyin olunması prosedurası qurulan binar təsvirdəki əlaqəli komponentlərin sayının təyin olunması ilə həyata keçirilmişdir.

Bitkilərin fizioloji inkişaf mərhələlərinin (çiçəklənmə mərhələsi nümunəsində) öyrənilməsi məsələsi neyron şəbəkələrin tətbiq olunması ilə araşdırılmışdır. Bunun üçün müxtəlif arxitekturalı və müxtəlif məqsədli neyron şəbəkələrin tətbiq imkanları araşdırılmış və alınan nəticələr təhlil olunmuşdur. Qarşıya qoyulan məsələ RGB formatlı təsvirdə klassifikasiya məsələsi olduğundan, klassifikasiya məqsədli LVQ (Learning Vector Quantization) neyron şəbəkəsindən istifadə olunmuşdur. Giriş verilənləri olaraq üçölçülü vektorun elementləri kimi RGB formatlı təsvirdə hər bir pikseli xarakterizə edən parlaqlıq dəyərinin spektral qiymətləri götürülmüşdür. Baxılan neyron şəbəkədə Kohonen adlı birinci layda "compet" aktivləşdirici funksiyasından, Grossberg adlı ikinci layda isə "PureLin" aktivləşdirici funksiyasından istifadə olunmuşdur. Seçilmiş neyronun öyrədilməsi əvvəlcədən məlum olan "çiçək özəyi" pikselləri və çiçək özəyi olmayan piksellərin müəyyən nisbətə götürülmüş göstəriciləri vasitəsilə həyata keçirilmişdir. Neyron şəbəkə metodlarının tətbiqi zamanı yaxşı öyrədilməmiş neyron şəbəkə halında müəyyən xətlərin olması da mümkündür. Aparığımız sınaqlara əsasən, adətən bu xətlərin çiçək saylarının qiymətləndirilməsinə təsiri praktik cəhətdən əhəmiyyətli dərəcədə olmadığı müəyyən olunmuşdur.

Layihədə nəzərdə tutulan siniflərə görə xəritələrin hazırlanması məsələsinə baxılmışdır. Qeyd edək ki, siniflərə görə xəritələrin hazırlanması müxtəlif ayırddedici əlamətlərin (xarakteristikaların) müəyyən olunmasından asılıdır. Bir çox hallarda bu ayırddedici əlamətlərin dəqiq təsvir olunması müəyyən çətinliklər yaradır və bəzən mümkün olmur. Bu nöqtəyi nəzərdən sinifləndirmə məsələsində qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin riyazi alqoritmlərindən istifadə olunmuşdur. Layihə çərçivəsində fuzzy nəzəriyyə əsasında yaradılan fuzzy klasterizasiya funksiyalarından istifadə olunmuşdur. Verilənlərin siniflərə aidolma qiymətləri matrisi vasitəsilə araşdırmalar aparılmış və uyğun xəritələnmə sxemi işlənmişdir.

Layihə çərçivəsində aşağı ayırddediciliyə malik təsvirlərin yüksək ayırddediciliyə malik təsvirlər əsasında dəqiqləşdirilməsi məsələsinə (eyni ərazinin peyk təsvirlərinin dron təsvirləri əsasında dəqiqləşdirilməsi məsələsi) baxılmışdır. Bu məqsədlə aşağı ayırddediciliyə malik təsvirlərin yüksək ayırddediciliyə malik təsvirlərlə ələqələndirilməsi və dəqiqləşdirilməsi metodikası verilmişdir. Burada aşağı ayırddediciliyə malik təsvirin istənilən (i, j) nömrəli pikselinin yüksək ayırddediciliyə malik təsvirin piksellərinə inikas qaydası verilmişdir. İnikas qaydası ilə təyin olunan pikseldəki parlaqlıq qiymətlərinin təyini isə neyron şəbəkənin tətbiqi ilə yerinə yetirilmişdir. Bu zaman bərpa olunan təsvirin əvvəlcədən sınaq üçün götürülən real təsvirlərlə müqayisəsi aparılmış və xətanın piksellərin ümumi sayının 5-7%-dən çox olmayan hissəsində baş verməsi müşahidə olunmuşdur.

Layihə müddətində uyğun mərhələ hesabatları hazırlanmış, məqalə və konfrans materialları nəşr olunmuşdur. Hesablamaların aparılması üçün MATLAB paket proqramı platformasında uyğun mat. fayllar hazırlanmış və uyğun hesablama alqoritmləri üçün m. fayllar yaradılmış və test olunmuşdur.

Layihədə ərzində Aerokosmik tədqiqatlar istiqamətində kadr hazırlığı istiqamətində aparılmış iş kimi AR ETN Riyaziyyat Mexanika Institutunun "Qeyri-harmonik analiz" şöbəsinin 3324.07-"Məsafədən aerokosmik tədqiqatlar" ixtisası üzrə doktorantı Qədirova Xəyalə Məmmədağa qızının "Peyk təsvirlərinin dron təsvirləri əsasında dəqiqləşdirilməsinin riyazi üsulları" adlı dissertasiya mövzusunda qarşıya çıxan layihə ilə birbaşa əlaqəli olan bir sıra problemlər araşdırılmasını göstərmək olar. Layihə iştirakçıları (rəhbər: "Qədirova Xəyalə Məmmədağa qızı) AZƏRKOSMOS-un təşkil etdiyi "Yerin müşahidəsi üzrə müsabiqə 2024" müsabiqəsində iştirak etmiş, təqdim olunmuş layihə 328 layihə arasında final mərhələsinə qədər çataraq sertifikata layiq görülmüşdür.

Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunmuş riyazi üsul və yanaşmalar aşağıdakılardır:

	təsvirlərin diskretləşmə və kvantlama üsulları, təsvirlərin müxtəlif formatlarda vizuallaşdırma üsulları, klaster analiz üsulları, $f(x, y, t, \lambda)$ -parlaqlıq funksiyasının müxtəlif (xətti, Laplas və s.) çevirmə üsulları, diskriminant və faktor analiz üsulları, veyvlet analiz və freym nəzəriyyəsinin üsul və metodları, neyron şəbəkələr metodu, qeyri-səlis məntiqə əsaslanan hibrid neyron şəbəkə metodları.
2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)
	100%
3	Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)
	<p>Seçilmiş ərazi və bitki növü üzrə spektral təsvirlərdən ibarət verilənlər bazasının yaradılması, onlar üçün statistik qiymətləndirilmə və təhlilin aparılması yenidir. Respublikamızda təbii obyektlərin (bitki, torpaq) cari vəziyyətinin qiymətləndirilməsi məsələsində spektral kanallara uyğun paylanma funksiyalarının istifadəsi ilə bitkinin müxtəlif fizioloji inkişaf dövrlərinin spektral təsvirlər əsasında müəyyənləşdirilməsi metodikası yenidir.</p> <p>Bitki-torpaq təsnifatı istiqamətində aparılan tədqiqatlarda NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - normallaşdırılmış nisbi bitki örtüyü indeksi daha çox istifadə olunur. Qeyd olunmalıdır ki, əksər hallarda NDVI indeksinin hesablanması istifadə olunan NİR spektral kanalında olan informasiyanın əlçatan olmaması tədqiqatların NDVI indeksi ilə deyil, yalnız RED, GREEN və BLUE spektral kanallarından alınan informasiyanın istifadəsi ilə aparılması zərurətini yaradır. Elmi araşdırmalarda istifadə olunan belə indekslərə nümunə olaraq VARI (Visual Atmospheric Resistance Index), VIgreen (Vegetation Index Green), vNDVI (Visible NDVI), SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), GLI (Green Leaf Index) indekslərini göstərmək olar; bu indekslərin riyazi düsturlarında ancaq RED, GREEN və BLUE spektral kanallarındakı qiymətlərdən istifadə olunur və həmin qiymətlərin münasibəti həlledici rol oynayır. Bu isə bitkinin fizioloji inkişaf dövrlərində bu spektral kanallardan alınan məlumatların istifadəsi ilə də qənaətbəxş təhlillərin aparılmasının mümkünlüyünü əsaslandırır. Bitki olmayan ərazilər Red, Green, Blue spektral kanallarındakı dəyərlərin orta qiymətləri və orta kvadratik meyillərinin bir-birinə çox yaxın olması ilə, lakin bitki olan ərazilər Red, Green, Blue spektral kanallarındakı dəyərlərin orta qiymətləri bir-birindən kəskin fərqlənməsi ilə xarakterizə olunması müəyyən olunmuşdur. Bitkinin fizioloji inkişaf mərhələlərinin öyrənilməsinin spektral parlaqlıq dəyərlərinin paylanma funksiyalarının analizi ilə həyata keçirilə bilməsi göstərilmişdir. Spektral parlaqlıq dəyərlərinin qiymətləri əsasında bitkinin fizioloji inkişafının yeni mərhələsinə başlama dövrünü təyin edən yanaşma üsulu verilmişdir. Qeyd edək ki, bitki örtüyünün öyrənilməsi zamanı NİR spektral kanalındakı qiymətlərdən istifadə edilmədən tədqiqatların aparılması, bu tədqiqatların effektiv aparılması üçün uyğun riyazi aparatın seçilməsi və tətbiq sxemi respublikamız üçün yenidir.</p> <p>Layihə çərçivəsində tərəfimizdən bitkinin fizioloji inkişaf mərhələlərinin (məsələn, çiçəklənmə) vəziyyətinin qiymətləndirilməsi və tanınması məsələlərində statistik, veyvlet və neyron şəbəkə üsullarının istifadəsi istiqamətində araşdırmalar aparılmışdır. Spektral parlaqlıq dəyərlərinin qiymətləri əsasında bitkinin fizioloji inkişafının çiçəklənmə dövrünə xas olan çiçək sıxlığının qiymətləndirilməsi üsulu verilmişdir. Əkin sahəsində çiçək sıxlığının qiymətləndirilməsi verilən ərazidəki çiçək sayı və ya çiçəklərin tutduğu sahənin ümumi sahəyə nisbəti ilə xarakterizə oluna bilər. Bu məqsədlə əkin sahəsi təsvirində çiçəklərin sayının təyin olunması həm statistik metodla, həm də neyron şəbəkə metodunun tətbiqi ilə hesablanmışdır. Qeyd edək çiçək sayının hesablanması üçün istifadə etdiyimiz yanaşma çiçəyə aid piksellərin müəyyən olunması ilə həyata keçirildiyi üçün bu üsul həm də çiçək piksellərinin tutduğu ərazinin də qiymətləndirilməsinə imkan verir. Bu araşdırma müasir riyazi metodlara əsaslanan informasiya texnologiyalarının (süni intellekt, neyron şəbəkələr) ölkəmizdə kənd təsərrüfatı sahələrinin məsafədən alınan təsvirlər</p>

əsasında effektiv şəkildə öyrənilməsi məsələsinə tətbiq oluna biləcəyini göstərir. Bu isə ölkəmizdə bitki örtüklərinin məsafədən alınan təsvirlər əsasında öyrənilməsi istiqamətində aparılmış tədqiqatlarda yeni bir yanaşma üsuludur.

Xəritələrin hazırlanmasında aşağı və yüksək ayırddediciliyə malik təsvirlərin əlaqələndirilməsi alqoritmi işlənmişdir. Verilmiş metodika ilə aşağı və yüksək ayırddediciliyə malik təsvirlərin əlaqələndirilməsi uyğun çevirmə matrisi ilə həyata keçirilmiş, parlaqlıq qiymətlərinin dəqiqləşdirilməsi isə neyron şəbəkənin tətbiqi ilə aparılmışdır. Bu zaman bərpa olunan təsvirin əvvəlcədən sınaq üçün götürülən real təsvirlərlə müqayisəsi aparılmış və xətanın qənaətbəxş səviyyədə olması müşahidə olunmuşdur. Burada qənaətbəxş səviyyə kimi xətanın piksellərin ümumi sayının 5-7%-dən çox olmayan hissəsində baş verməsi nəzərdə tutulur. Bu alqoritmlərdə aşağı ayırddediciliyə malik təsvirin intensivlik qiymətlərinin yüksək ayırddediciliyə malik təsvirlərdəki intensivlik qiymətləri əsasında bərpa və dəqiqləşdirilməsi metodu yenidir.

Layihədə tərəfimizdən təklif olunmuş metod və yanaşma üsulları əkin sahələrində cari vəziyyətin qiymətləndirilməsi və məhsuldarlığın proqnozlaşdırılması məsələlərində Azərbaycan Respublikası Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi, Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi, uyğun elmi-tədqiqat institutları və digər əlaqədar qurumlar tərəfindən istifadə oluna bilər.

- 4 Layihə üzrə **elmi nəşrlər** (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmaller, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, Impact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərməlidir) *(surətlərini kağız üzərində və CD şəklinə 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* **24**, 101–120 (2024).

<https://doi.org/10.1007/s40315-023-00488-2>
(<https://link.springer.com/article/10.1007/s40315-023-00488-2>).
4. B.T. Bilalov , Y. Sezer, F.A. Alizadeh, U. Ildiz, Solvability of Riemann Boundary Value Problems and Applications to Approximative Properties of Perturbed Exponential System in Orlicz Spaces. Azerbaijan Journal of Mathematics V. 14, No 1, 2024, pp. 164-185, <https://doi.org/10.59849/2218-6816.2024.1.164> (<https://azjm.org/volumes/1401/pdf/1401->

[14.pdf](#))

5. Bilalov, B.T., Sadigova, S.R. & Softova, L.G. Higher order elliptic equations in weighted Banach spaces. *Ann Univ Ferrara* **70**, 1351–1373 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11565-024-00505-9> <https://link.springer.com/article/10.1007/s11565-024-00505-9>
6. E.M. Mamedov , N.P. Nasibova, Y. Sezer. Some Remarks on Integral Operators in Banach Function Spaces and Representation Theorems in Banach-Sobolev Spaces. *Azerbaijan Journal of Mathematics* V. 14, No 2, 2024, pp. 1189-204 <https://azjm.org/volumes/1402/pdf/1402-14.pdf>
7. Bilal T. Bilalov, Sabina R. Sadigova, Yonca Sezer, Natavan P. Nasibova. On solvability of polyharmonic Dirichlet problem in symmetric Sobolev spaces. *Mathematical Methods in the Applied Sciences* , Volume47, Issue18, December 2024, Pages 14386-14401. <https://doi.org/10.1002/mma.10279>
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mma.10279>
8. Bilal Bilalov, Yonca Sezer, Umit Ildiz, Tural Hagverdi. On the basicity of one trigonometric system in Orlicz spaces. *Trans. Natl. Acad. Sci. Azerb. Ser. Phys.-Tech. Math. Sci. Mathematics*, 44 (1), 31-40 (2024). <https://doi.org/10.30546/2617-7900.44.1.2024.31> <https://trans.imm.az/volumes/44-1/4401-03.pdf>
9. A.R. Sadygova, P.B. Asilbeyli, A.A. Hadiyeva, L.E. Yusubova, V.A. Alekperov, A.S. Abiyev. Research of mechanical degradation processes of polypropylene + nanoclay composites after exposure to external factors. *Advanced Physical Research* Vol.5, No.3, 2023, pp.177-182
<http://jomardpublishing.com/UploadFiles/Files/journals/APR/V5N3/Sadygova et al.pdf>
10. Sabina R. Sadigova, Eminaga M. Mamedov , Natavan P. Nasibova. On the index of a problem with an oblique derivative in weighted Sobolev space. *Trans. Natl. Acad. Sci. Azerb. Ser. Phys.-Tech. Math. Sci. Mathematics*, 44 (4), 122-138 (2024). <https://doi.org/10.30546/2617-7900.44.4.2024.0122> <https://trans.imm.az/volumes/44-4/4404-13.pdf>

Çap olunmuş, elektron variantı jurnalın saytında yerləşdirilməmiş işlər:

1. Zabidov Z.C., Qədirova X.M. Sinifləndirmə məsələlərində ayırdedici hədd dəyərinin histoqramla qiymətləndirilməsi. Sumqayıt Dövlət Universiteti, “Elmi xəbərlər”-Təbiət və texniki elmlər bölməsi, cild 23, №2, 2023, s. 73-77
2. Şükürov A.Ş., Zabidov Z.C., Qədirova X.M. RED, GREEN və BLUE spektral kanallarında alınmış təsvirlər əsasında bitkinin fizioloji inkişaf mərhələlərinin qiymətləndirilməsi. Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri, 2024, C.27, N 2(27), s.11-17.
3. Qədirova X.M. Müxtəlif indekslərin tətbiqi ilə ərazilərin bitki örtüyünün qiymətləndirilməsi, Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Texniki Universiteti, “Elmi əsərlər”, №2, 2024, s. 73-76.

Çapa qəbul olunmuş:

1. B. T. Bilalov, N. R. Ahmedzade, and Z. A. Kasumov. The weighted grand Lebesgue class of harmonic functions and the Dirichlet problem. Lobachevskii Journal of Mathematics.

Çapa göndərilmiş:

1. Zabidov Z.C., Şükürov A.Ş, Qədirova X.M. Bitkilərin çiçəklənmə vəziyyətinin spektral təsvirlər əsasında qiymətləndirilməsi.
2. Zabidov Z.C., Qədirova X.M. Aşağı ayırdediciliyə malik təsvirlərin yüksək ayırdediciliyə malik təsvirlərlə dəqiqləşdirilməsi
3. Bilal Bilalov, Eminaga Mamedov, Yonca Sezer, Natavan Nasibova. Compactness in Banach function spaces. Poincaré and Friedrichs inequalities.
4. Bilal Bilalov, Sadigova S.R. The concept of t-basis and vector-valued Hardy classes
5. Bilal T. Bilalov, Umit Ildiz, Sabina R. Sadigova and Valid F. Salmanov. On basicity of some trigonometric system in Banach Function Spaces.
6. Bilal T. Bilalov, Sabina R. Sadigova, Natavan P. Nasibova, 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>
5. S.R. Sadigova, N.P. Nasibova, Fredholmness of the Dirichlet problem for $2m$ -th order elliptic equations in Grand Sobolev Spaces. Modern problems of Mathematics and Mechanics. XI International Conference dedicated to the memory of the genius Azerbaijani scientist and thinker NASIREDDIN TUSI. July 03-06, 2024, pp. 271-272 <https://mpmm.imm.az/abstract-2024.pdf#viewer.action=download>
6. Z.C. Zabidov, Kh.M. Gadirova, A.I. Mirzebalayeva, Assessment of vegetation cover of

territories using various indices. Modern problems of Mathematics and Mechanics. XI International Conference dedicated to the memory of the genius Azerbaijani scientist and thinker NASIREDDIN TUSI. July 03-06, 2024, p.80
<https://mpmm.imm.az/abstract-2024.pdf#viewer.action=download>

7. Z.C. Zabidov, Kh.M. Gadirova. Assessment of physiological development stages of flowering of plants in the cultivated area using spectral analysis of images. XI International Conference dedicated to the memory of the genius Azerbaijani scientist and thinker NASIREDDIN TUSI. July 03-06, 2024, pp. 79
<https://mpmm.imm.az/abstract-2024.pdf#viewer.action=download>

Konfrans materialları:

1. B.T. Bilalov, Z.C. Zabidov, A.Ş. Şükürov, X.M. Qədirova. Bitkilərin çiçəklənmə vəziyyətinin spektral təsvirlər əsasında qiymətləndirilməsi. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının əsas təşkilatçılığı ilə keçirilən "Süni intellekt və rəqəmsal inkişaf: mövcud reallıqlar və gələcəyə baxış" adlı konfrans, 17-18 İyul, 2024-cü il
https://aidd.anas.az/wp-content/uploads/2024/12/aidd2024_3.pdf

5 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər

6 Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərməlidir)

7 Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)

8 Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak
(burada doldurmalı)

9 Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq)

1. Z.C. Zabidov , Kh.M. Gadirova, A.I. Mirzebalayeva, Assessment of vegetation cover of territories using various indices. Modern problems of Mathematics and Mechanics. XI International Conference dedicated to the memory of the genius Azerbaijani scientist and thinker NASIREDDIN TUSI. July 03-06, 2024, p.80
<https://mpmm.imm.az/abstract-2024.pdf#viewer.action=download>
a) şifahi
b) beynəlxalq
2. Z.C. Zabidov, Kh.M. Gadirova. Assessment of physiological development stages of flowering of plants in the cultivated area using spectral analysis of images. XI International Conference dedicated to the memory of the genius Azerbaijani scientist and thinker NASIREDDIN TUSI. July 03-06, 2024, pp. 79
<https://mpmm.imm.az/abstract-2024.pdf#viewer.action=download>
a) şifahi
b) beynəlxalq
3. B.T. Bilalov, Z.C. Zabidov, A.Ş. Şükürov, X.M. Qədirova. Bitkilərin çiçəklənmə vəziyyətinin spektral təsvirlər əsasında qiymətləndirilməsi. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının əsas təşkilatçılığı ilə keçirilən "Süni intellekt və rəqəmsal inkişaf: mövcud reallıqlar və gələcəyə baxış" adlı konfrans, 17-18 İyul, 2024-cü il
a) şifahi
b) beynəlxalq

10	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları
11	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>
12	Xarici həmkarlarla əlaqələr Prof. Dr. Murat Sari - Istanbul Teknik Universiteti, Matematik Mühəndisliyi bölüm başkanı
13	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa) AR ETN Riyaziyyat Mexanika Institutunun "Qeyri-harmonik analiz" şöbəsinin 3324.07- "Məsafədən aerokosmik tədqiqatlar" ixtisası üzrə doktorantı Qədirova Xəyalə Məmmədəğa qızı. Dissertasiya mövzusu: "Peyk təsvirlərinin dron təsvirləri əsasında dəqiqləşdirilməsinin riyazi üsulları".
14	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa)
15	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa)
16	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir)

SİFARIŞÇI:

Azərbaycan Elm Fondu

Şöbə müdiri

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

" _ " _____ 2024-cü il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Şükürov Aydın Şükür oğlu

(imza)

" _ " _____ 2024-cü il



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

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

ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQIQATLARDƏ İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA MƏLUMAT VƏRƏQİ

(Qaydalar üzrə Əlavə 16)

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**

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**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

1	Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası (burada doldurmalı)
2	Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi haqqında məlumat (istehsalatda tətbiq (tətbiqin aktını əlavə etməli); tədris və təhsildə (nəşr olunmuş elmi əsərlər və s. – təhsil sistemində tətbiqin aktını əlavə etməli); bağlanmış xarici müqavilələr və ya beynəlxalq layihələr (kimlə bağlanıb, müqavilənin və ya layihənin nömrəsi, adı, tarixi və dəyəri); dövlət proqramlarında (dövlət orqanının adı, qərarın nömrəsi və tarixi); ixtira üçün alınmış patentlərdə (patentin nömrəsi, verilmə tarixi, ixtiranın adı); və digərlərində) (burada doldurmalı)

1. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

1

Nəticələrin istifadəsi perspektivləri (fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönlü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında; dövlət proqramlarında; dövlət qurumlarının sahə tədqiqat proqramlarında; ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə; beynəlxalq layihələrdə; və digərlərində)

Layihədə tərəfimizdən təklif olunmuş metod və yanaşma üsulları əkin sahələrində cari vəziyyətin qiymətləndirilməsi və məhsuldarlığın proqnozlaşdırılması məsələlərində Azərbaycan Respublikası Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi, Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi, uyğun elmi-tədqiqat institutları və digər əlaqədar qurumlar tərəfindən istifadə oluna bilər.

SİFARİŞÇİ:

Azərbaycan Elm Fondu

Şöbə müdiri

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ _ ” _____ 2024-cü il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Şükürov Aydın Şükür oğlu

(imza)

“ _ ” _____ 2024-cü il



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

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

ALINMIŞ ELMİ MƏHSUL HAQQINDA MƏLUMAT (Qaydalar üzrə Əlavə 17)

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**

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**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

1. Elmi əsərlər (sayı)

№	Tamliq dərəcəsi	Dərc olunmuş	Çapa qəbul olunmuş və ya çapda olan	Çapa göndərilmiş
	Elmi məhsulun növü			
1.		0	0	0
	Monoqrafiyalar	0	0	0
2.	həmçinin, xaricdə çap olunmuş			
	Məqalələr	13	1	6
	həmçinin xarici nəşrlərdə	5	1	6

3.	Konfrans materiallarında məqalələr	1	0	0
4.	O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında	7	0	0
4.	Məruzələrin tezisləri	7	0	0
5.	həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda			
5.	Digər (icmal, atlas, kataloq və s.)	0	0	0

2. İxtira və patentlər (sayı)

Nö	Elmi məhsulun növü	Alınmış	Verilmiş	Ərizəsi verilmiş
1.	Patent, patent almaq üçün ərizə	0	0	0
2.	İxtira	0	0	0
3.	Səmərələşdirici təklif	0	0	0

3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

Nö	Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.)	Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq)	Məruzənin növü (plenary, dərvişli, şifahi, divar)	Sayı
1.	Modern problems of Mathematics and Mechanics. XI International	beynəlxalq	şifahi	2

Conference dedicated to the memory of the genius Azerbaijani scientist and thinker NASIREDDIN TUSI. July 03-06, 2024,

2. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının əsas təşkilatçılığı ilə keçirilən "Süni intellekt və rəqəmsal inkişaf: mövcud reallıqlar və gələcəyə baxış" adlı konfrans, 17-18 İyul, 2024-cü il

beynəlxalq

şifahi

1

SİFARİŞÇİ:

Azərbaycan Elm Fondu

Şöbə müdiri

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

"__" _____ 2024-cü il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Şükürov Aydın Şükür oğlu

(imza)

"__" _____ 2024-cü il