



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun
“Qarabağ Azərbaycandır” məqsədli qrant
müsabiqəsinin (AEF-MQM-QA-1-2021-4(41) qalibi
olmuş layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq
(rüblük olaraq 6-cı mərhələ)

ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **İşğaldan azad olunmuş ərazilərdə kənd təsərrüfatının inkişafı üçün əşyaların interneti (IoT) İntellektual sisteminin qurulması və tətbiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Əliyev Elçin Rəşid oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MQM-QA-1-2021-4(41)-8/04/1-M-04**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **22 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 VI mərhələ üzrə (rüb) məbləği: :

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş **elmi işlər**
Mərhələ üzrə aşağıdakı işlər görülmüşdür:

- İoT qurğuların (cihazların) əvvəlki mərhələlərdə yaradılmış prototipləri ilə uyğunluq gözlənilməklə yeni yaradılacaq İoT qurğulara tələblər müəyyənləşdirilmişdir;
- Yeni yaradılacaq qurğuların kənd təsərrüfatı məqsədlərinə və texniki tələblərə uyğun tiplərinin seçimi məsələləri araşdırılmışdır;
- Yeni yaradılmış qurğular üçün korpusların layihələndirilməsi və 3D printerdə çapı həyata keçirilmişdir;
- Yeni yaradılmış qurğular İoT platformasına inteqrasiya olunmuş və bu cihazların ölçmə və məlumatları ötürmə funksiyaları test sınaqlarından keçirilmişdir.

Yaradılmış prototiplər əsasında torpağın vəziyyəti və işıqlandırma dərəcəsi haqqında məlumatların ötürülməsinə, bununla da kənd təsərrüfatının ehtiyacları üçün hərtərəfli təhlilin aparılmasına imkan verən yeni cihazların hazırlanması qərara alınmışdır. Bu qurğuların yaradılmış monitoring və nəzarət sistemi ilə inteqrasiya edilərək, fermerlərə məhsul istehsalının optimallaşdırılması ilə bağlı qərarlar qəbul etmək üçün daha dəqiq məlumatlar təqdim edəcəyi nəzərdə tutulur. Yeni cihazların hazırlanması və sınaqdan keçirilməsi zamanı aşağıdakı aspektlərə xüsusi diqqət yetirilmişdir:

1. Yaradılan qurğulara tələblər

1. Sensorun dəqiqliyi və etibarlılığı

Hazırlanan qurğular torpağın vəziyyəti parametrlərinin (rütubət, pH, azot-fosfor-duz kimi qida maddələrinin tərkibi) və işıqlandırma dərəcəsinin dəqiq ölçülməsini təmin edən yüksək həssas sensorlarla təchiz edilməlidir. Müxtəlif iqlim şəraitində sensorların etibarlılığı və onların istifadəsinin uzunömürlüklüyü də prioritet məsələ hesab olunur.

2. Verilənlərin ötürülməsi

Cihazlar real vaxt rejimində həm simsiz, həm də simli məlumat ötürülməsini dəstəkləməlidir. Bu, məlumatı tez bir zamanda qəbul etməyə və kənd təsərrüfatı fəaliyyətlərini tənzimləmək üçün istifadə etməyə imkan verəcəkdir. Müasir rabitə protokollarının istifadəsi sabit və təhlükəsiz məlumat ötürülməsini təmin edəcəkdir.

3. Mövcud sistemlərlə uyğunluq

Əsas tələblərdən biri yeni cihazların mövcud IoT platforması ilə uyğunluğudur. Bu, əhəmiyyətli infrastruktur dəyişikliklərinə ehtiyac olmadan yeni cihazları cari iş axınlarına inteqrasiya etməyə imkan verəcək.

4. Enerji səmərəliliyi

Yeni qurğular minimal enerji istehlakı nəzərə alınmaqla dizayn edilməlidir ki, bu da sahədə işləyən avtonom sistemlər üçün xüsusilə vacibdir. Enerji səmərəliliyinə enerjiyə qənaət edən mütərəqqi texnologiyalardan istifadə etməklə nail olunacaq.

5. Quraşdırılma və istismar üçün sadəliyi

Qurğular elə olmalıdır ki, onların quraşdırılması və istismarı xüsusi bilik və bacarıq tələb etməsin. Bu, onların fermerlər və müxtəlif miqyaslı kənd təsərrüfatı müəssisələri arasında geniş istifadəsini təmin edəcəkdir.

6. Kompleks sınaqlar

Yeni qurğular kütləvi istehsalə buraxılmazdan əvvəl onlar hərtərəfli şəkildə sınaqdan keçirilməlidir. Bu testlərə sensor dəqiqliyi və etibarlılığı, möhkəmlik, məlumatötürmə səmərəliliyi və ümumi sistemin funksionallığı daxildir.

Nəticədə yaradılan qurğular kənd təsərrüfatını torpaq vəziyyətinin və işıqlandırmanın monitorinqi və təhlili üçün güclü alətlə təmin edəcək ki, bu da məhsuldarlığın artırılmasına, məhsulun keyfiyyətinin yüksəldilməsinə və resurslardan istifadənin optimallaşdırılmasına kömək edəcək.

Prototiplər əsasında torpaq vəziyyətinin və işıqlandırma səviyyələrinin təhlili üçün yeni cihazların yaradılması IoT platformasında vahid monitorinq sisteminə inteqrasiya olunmuş bir neçə sensorun hazırlanmasını əhatə edir.

Aşağıda qurğuların hər biri üçün onların xüsusiyyətləri və inteqrasiyası üzrə məsələlər təsvir olunur.

2. Qurğuların tipləri

2.1. Torpağın turşuluğunun analizi üçün cihaz (pH-metr)

Bu sensor torpağın pH səviyyəsini ölçür ki, bu da məhsul yetişdirmə şəraitini optimallaşdırmaq üçün

vacib parametrdir. Torpağın optimal pH səviyyəsinin saxlanması qida maddələrinin bitkilər tərəfindən daha yaxşı mənimsənilməsinə və faydalı mikroorqanizmlərin aktivləşməsinə kömək edir.

pH-metrin xüsusiyyətləri və üstünlükləri:

- **Ölçmələrin yüksək dəqiqliyi və etibarlılığı.**

Torpağın turşuluq səviyyəsinin tənzimlənməsi ilə bağlı qərarlar qəbul etmək üçün dəqiq məlumatlar təqdim edir.

- **gRS485 interfeysi.** Uzun məsafələrə məlumatların etibarlı ötürülməsi.
- **IoT platforması ilə uyğunluq.** Mərkəzləşdirilmiş monitoring üçün IoT sisteminə inteqrasiya olunmaqla TTL - RS485 interfeysini çevirmə modulu vasitəsilə Arduino UNO əsaslı idarəetmə moduluna qoşulur.

2.2. NPK sensoru

NPK sensoru torpaqda azot (N), fosfor (P) və kalium (K) konsentrasiyalarını ölçmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu elementlər bitkinin inkişafı üçün vacib elementlərdir və onların monitoringi gübrələnməni optimallaşdırmağa imkan verir.

NPK sensorunun xüsusiyyətləri və üstünlükləri:

- **Çoxkomponentli analiz.** Torpağın tərkibində eyni zamanda azot, fosfor və kalium səviyyələrini ölçür.
- **Qoşulma interfeysi.** Digər sensorlarla inteqrasiya üçün vahid interfeys.
- **IoT platforması ilə uyğunluq.** Məlumatların real rejimdə qəbul edilməsini və onların dəqiq əkinçilikdə istifadə olunmasını təmin edir.

2.3. İşıqlandırmanın analizi üçün qurğu

İşıq fotosintezdə mühüm amildir və ona nəzarətin təmin olunması böyümə şəraitini optimallaşdırmağa imkan verir.

İşıqlandırmanın analizi üçün biz iki növ cihaz işləyib hazırlamışıq ki, onlar qoşulma və məlumatları ötürmə üsulu ilə fərqlənilir.

Qurğu 1: RS485 interfeysi ilə işıqlandırma sensoru bazasında

İlk işıqlandırmanın analizi cihazı RS485 interfeysi vasitəsilə Arduino UNO əsaslı idarəetmə moduluna qoşulan sensordan istifadə edir. Bu cihaz stasionar quraşdırılma üçün nəzərdə tutulmuşdur və sabit enerji və əlaqə təmin edir.

Xüsusiyyətləri və üstünlükləri:

- **Интерфейс RS485 interfeysi .** Verilənlərin uzaq məsafəyə stabil və etibarlı şəkildə ötürülməsi.
- **Verilənlərin Ethernet və ya Wi-Fi-lə ötürülməsi.** Qurğu məlumatları Ethernet və ya Wi-Fi vasitəsilə ötürür, yüksək sürətli və etibarlı rabitə təmin edir.
- **Adapterdən qidalanma.** Cihaz daimi və sabit enerji təchizatını təmin edən 220V AC - 9V DC adapteri ilə təchiz edilir.

Qurğu 2: İşıq sensoru bazasında NB-IoT vasitəsilə simsiz ötürmə

İkinci işıqlandırma analiz cihazı Arduino Pro Mini moduluna qoşulmuş TSL2584TSV sensorundan və Sim7020e çipsetinə əsaslanan NB-IoT radio modulundan istifadə edir və məlumatları NB-IoT şəbəkəsi üzərindən ötürür. Bu cihaz çöldə avtonom işləmək üçün nəzərdə tutulmuşdur və batareyalardan qidalanır.

Xüsusiyyətləri və üstünlükləri:

- **Kompakt və avtonom.** Qurğu batareyalardan qidalandığına görə onu uzaq və əlçatmaz yerlərdə quraşdırmaq imkanı vardır.
- **NB-IoT vasitəsilə məlumatların ötürülməsi.** NB-IoT, xüsusilə şəbəkə əhatə dairəsi zəif olan ərazilərdə etibarlı və sərfəli simsiz məlumat ötürülməsini təmin edir.
- **Enerji səmərəliliyi.** Arduino Pro Mini modulunun aşağı enerji istehlakı cihazın batareyaları dəyişdirmədən uzun müddət işləməsinə imkan verir.

3. Qurğuların korpusunun hazırlanması

Кроме того были разработки и изготовлены корпуса для устройств с интерфейсом RS485 роиств целями данного этапа также являлись:

Bundan əlavə, RS485 interfeysi olan cihazlar üçün korpuslar hazırlanmışdır. Bu mərhələnin məqsədləri həm də aşağıdakılardır:

3.1. Korpusların 3D-modellərinin hazırlanması

RS485 interfeysli IoT cihazları üçün korpusların 3D modelləri hazırlanmışdır. Modelləşdirmə Solidworks proqram təminatından istifadə etməklə həyata keçirilmişdir, 3D modelləri hazırlayarkən aşağıdakı tələblər nəzərə alınmışdır:

- Korpusların funksionallığının və ergonomikasının təmin edilməsi;
- Korpusun ölçü və formasının cihazların daxili komponentlərinə uyğunluğu;
- Korpusların sadə yığılması və sökülməsi imkanlarının təmin edilməsi;
- Seçilmiş 3D printerdə çap üçün 3D modellərin uyğunluğu.

3.2. 3D mödellərin çapa hazırlanması

Korpusların 3D modellərinin çapa hazırlanması Crealty çap proqramından istifadə etməklə həyata keçirilmişdir. Hazırlıq prosesi zamanı aşağıdakı işlər görülmüşdür:

- 3D printerin iş həcminə uyğun olaraq 3D modellərin miqyasının dəyişdirilməsi;
- Orientasiya və dəstək tələbləri nəzərə alınmaqla 3D modellərin virtual çap platformasında yerləşdirilməsi;
- Qatın qalınlığı, doldurulma sıxlığı və çap temperaturu kimi çap parametrlərinin tənzimlənməsi.

3.3. Korpusların 3D printerində çapı

Печать корпусов осуществлялась на 3D-принтере. Было решено обратиться с заказом к компании предоставляющей платный сервис по печати на 3D принтере, так как указанный в спецификации данного гранта 3д принтер не был поставлен.

Korpusların çapı 3D printerdə həyata keçirilmişdir. Qrant layihəsinin spesifikasiyasında göstərilən 3D printerləri təchiz olunmadığı üçün 3D printerdə çap üçün ödənişli xidmət göstərən şirkətə sifariş

verilməsi qərara alınmışdır.

Arduino Uno və Arduino Ethernet Shield W5100, RS485-TTL interfeys çevirmə modulunun bir hissəsi kimi RS485 interfeysi ilə sensorları birləşdirmək üçün cihazın korpusu.

Bu cihaza qoşulmuş sensorlar:

- 1- Torpağın NPK-sını analiz edən sensor (RS485 tipli)
- 2- Yer in Ph analizi sensoru (RS485 tipli)
- 3- İşıqlandırma sensoru (RS485 tipli)

3.4 . Çap olunan prototiplərin keyfiyyətinə nəzarətin həyata keçirilməsi

Çapdan sonra korpusun səthi qeyri-bərabərlik, çatlar, qopuq yerləri və s. kimi çap qüsurlarına görə vizual olaraq yoxlanıldı. Korpusların həndəsi ölçülərinin və formasının da yoxlanılması həyata keçirildi.

4. IoT platformasında inteqrasiya və idarəetmə

Все сенсоры будут интегрированы в общую систему мониторинга на базе IoT, обеспечивая централизованное управление и анализ данных. Сенсоры имеющие RS485 интерфейс используется модуль преобразования интерфейса TTL - RS485, который позволяет подключать сенсоры с интерфейсом RS485 к микроконтроллерам с интерфейсом TTL.

Bütün sensorlar mərkəzləşdirilmiş idarəetmə və məlumatların təhlilini təmin edən ümumi IoT əsaslı monitoring sisteminə inteqrasiya olunacaq. RS485 interfeysli sensorlar RS485 interfeysli sensorları TTL interfeysli mikrokontrollerlərə qoşmağa imkan verən TTL - RS485 interfeysinin çevrilmə modulundan istifadə edir.

5. IoT platformasından istifadənin üstünlükləri:

- **Real vaxt və uzaqdan daxiilolma.** Sensorlardan alınan məlumatlar real vaxt rejimində ötürülür və istənilən yerdən bu məlumatlara daxil olmağa imkan verir.
- **Təhlil və proqnozlaşdırma.** Kənd təsərrüfatı proseslərinin idarə edilməsini təkmilləşdirmək üçün məlumatları təhlil etmək və proqnozlar yaratmaq imkanı.
- **İnterfeyslərin unifikasiyası.** Bütün sensorlar üçün vahid əlaqə interfeysi sistemin inteqrasiyasını və işini asanlaşdırır.
- **Enerji səmərəliliyi və avtonom fəaliyyət.** Qurğular minimal enerji istehlakı nəzərə alınmaqla dizayn edilmişdir, bu da çöl şəraitində işləyən avtonom sistemlər üçün xüsusilə vacibdir.

Nəticə

Torpağın turşuluğunu təhlil etmək, NPK və işıq səviyyələrini ölçmək və onları IoT platformasına inteqrasiya etmək üçün cihazların hazırlanması fermerlərə əkin sahələrinin sağlamlığı ilə bağlı hərtərəfli məlumat əldə etmək imkanı verəcək. Bu, dəyişən şərtlərə və şəraitə tez reaksiya verməyə, resurslardan istifadəni optimallaşdırmağa və məhsuldarlığı artırmağa imkan verəcək. IoT platforması etibarlı və çevik sistem idarəetməsini təmin edərək onu geniş istifadəçilər üçün əlçatan və rahat edəcək. İki növ işıqlanma analizi qurğusunun hazırlanması - biri simli əlaqə ilə, digəri isə NB-IoT vasitəsilə simsiz ötürmə ilə - müxtəlif ehtiyaclarla və iş şəraitinə cavab vermək üçün sisteme universallıq və çeviklik təmin edəcək.

	70% (layihədə nəzərdə tutulan avadanlıqlar və materiallar hələ təchiz olunmamışdır)
3	Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr , onların yenilik dərəcəsi <ul style="list-style-type: none"> - Torpağın turşuluğunu təhlil etmək, NPK və işıq səviyyələrini ölçmək və onları IoT platformasına inteqrasiya etmək üçün cihazların hazırlanması fermerlərə əkin sahələrinin sağlamlığı ilə bağlı hərtərəfli məlumat əldə etmək imkanı verəcək; - Yeni yaradılan İOT qurğuları dəyişən şərtlərə və şəraitə tez reaksiya verməyə, resurslardan istifadəni optimallaşdırmağa və məhsuldarlığı artırmağa imkan verəcək; - IoT platforması etibarlı və çevik sistem idarəetməsini təmin edərək onu geniş istifadəçilər üçün əlçatan və rahat edəcək.
4	Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar <p>IoT texnologiyaları; mikrokontrollerin proqramlaşdırılması; Ethernet və NB-IoT şəbəkə texnologiyaları; radio-elektronika; təbii mühitə, maddələrə, materiallara və məmulatlara nəzarət cihazları və metodları; telekommunikasiya şəbəkələri və qurğuları; İntellektual sistemlərin elmi-nəzəri əsasları; verilənlərin intellektual analizi texnologiyaları</p>
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!) <ol style="list-style-type: none"> 1. Aliyev E.R., Rzayev R.R., Rahmanov A.S., Almasov A.Sh. Crop Area Management Based on Fuzzy Analysis of Historical Sensor Readings Combined Within a Unified IoT Platform // International Conference on Mathematical Modelling, Computational Techniques and Simulation for Engineering (MMCTSE – 2024), February 24-26, Bern, Switzerland (nəticələr Bern şəhərində konfransda məruzə olunub və konfrans materiallarında dərc olunacaq). 2. Aliyev E.R., Rzayev R.R., Rahmanov A.S., Almasov A.Sh. Fuzzy Analysis of Ground Humidity Sensor Readings on a Crop Area Managed Using IoT-Technology // International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems (INFUS – 2024), July 16-18, 2024, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkish (Tezislər Türkiyədə keçiriləcək INFUS – 2023 beynəlxalq konfransına qəbul olunub) 3. Ali Abbasov, Elchin Aliyev, Ramin Rzayev. The Intelligent Control System of Economic Entities Based on the Combined Use of IoT and Unmanned Technologies//International Conference on Smart Environment and Green Technologies – ICSEGT2024, Baku, Azerbaijan, 12-13 April 2024. (Nəticələr konfransda məruzə olunub və konfrans materiallarında dərc olunacaq)
6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər (burada doldurmalı)
7	Layihə üzrə ezamiyyətlər <p>Layihə mövzusu üzrə elmi tədqiqat işləri ilə əlaqədar olaraq Zəngilan rayonunun Ağalı kəndinə ezamiyyətlər olmuşdur.</p>
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak yoxdur
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak yoxdur
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar)

	yoxdur
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar
	yoxdur
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr
	IoT intellektual siteminin fəaliyyəti üçün Azercell şirkətinin NB-IoT şəbəkəsinin istifadəsi ilə əlaqədar olaraq Azercell B2B qrupu ilə əlaqələr davam edir
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr
	yoxdur
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı
	Layihə mövzusu üzrə kadrların hazırlanması işi, layihənin realizasiyası üçün material və avadanlıqlar alındıqdan sonra başlayacaqdır.
15	Sərgilərdə iştirak
	Layihənin sonrakı mərhələlərində layihə mövzusunda uyğun olan sərgilərdə iştirak nəzərdə tutulur
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi
	yoxdur
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s.
	yoxdur

Layihə rəhbərinin imzası _____ Əliyev Elçin Rəşid oğlu

Tarix _____