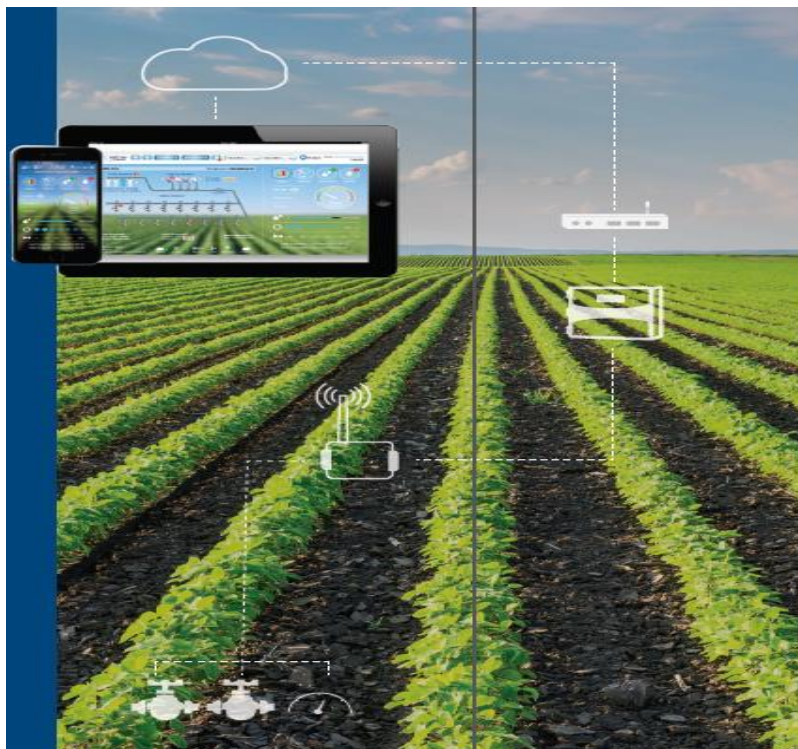


**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
KƏND TƏSƏRRÜFATI NAZIRLIYI
AZƏRBAYCAN DÖVLƏT AQRAR UNİVERSİTETİ**

“AQROMEXANİKA” ELMİ-TƏDQIQAT İNSTİTUTU

**HÜSEYN QURBANOV
AFİQ ZEYNALOV**

**DƏQİQ SUVARMA
(tövsiyə)**



GƏNCƏ-2021

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
KƏND TƏSƏRRÜFATI NAZIRLIYI
AZƏRBAYCAN DÖVLƏT AQRAR UNİVERSİTETİ
“AQROMEXANİKA” ELMİ-TƏDQİQAT İNSTİTUTU**

**HÜSEYN QURBANOV
AFİQ ZEYNALOV**

DƏQİQ SUVARMA
(tövsiyə)

GƏNCƏ-2021

**“Aqromexanika” Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Elmi-
Texniki Şurasında bəyənilərək (protokol №2,
17.03.2021-cü il) nəşr edilməsi məsləhət görülmüşdür.**

***Tərtib edənlər: Hüseyn Nürəddin oğlu Qurbanov
Afiq Marlen oğlu Zeynalov***

Rəy verənlər:

*Bitki Mühafizə və Texniki Bitkilər Elmi Tədqiqat
İnstitutunun “Texniki bitkilərin seleksiya” şöbəsinin
müdiri, a.e.d., professor Ə.Ə.Tağıyev*

*Bitki Mühafizə və Texniki Bitkilər Elmi Tədqiqat
İnstitutunun “Fitopotologiya” şöbəsinin müdiri,
H.A. Mahmudov*

H.N.Qurbanov,A.M.Zeynalov.

“DƏQİQ SUVARMA ” (təvsiyə). Gəncə şəhəri,
“Aqromexanika” Elmi Tədqiqat İnstitutu, 2021 –ci il,34
səh.

*Təvsiyədə müasir dəqiq suvarmanın mahiyyəti, bitkilər
üçün su tələbatının riyazi hesablanması Evapo-
transpirasiya (ET) metodundan istifadə etməklə,
suvarmanın dəqiq planlaması və İOT smart suvarma
texnologiyası, əsas cihazları, enerji təchizatı, sxemləri
verilmişdir. Təvsiyə Kənd təsərrüfatında fermerləri,
sahibkarları və bu sahədə təhsil alan tələbələr,
magistrləri, disertantları və müəllimləri maarifləndirmə
istiqamətində yardımçı olacaqdır.*

Ön söz

Azərbaycan Respublikasında kənd təsərrüfatının hərtərəfli inkişaf etdirilməsi üçün 2008-2015-ci illərdə Azərbaycan Respublikasında əhalinin ərzaq məhsulları ilə etibarlı təminatına dair Dövlət Proqramında torpaq və sudan istifadənin səmərəliliyinin artırılması nəzərdə tutulmuşdur.

Əhalinin kənd təsərrüfatı məhsullarına olan tələbatını ödəməyin əsas yollarından biri də torpaqların məhsuldarlığının artırılmasıdır. Bu da bir sıra aqrotexniki tədbirlərlə yanaşı suvarma işlərinin düzgün və vaxtında təşkil edilməsindən çox asılıdır.

Su bitkinin qidalanmasında və fotosintez prosesində həlledici rol oynayır. Dünyada şirin su ehtiyatlarının 70 % -ni yəni 2500 milyard m³ kənd təsərrüfatında hər il istifadə edilir. Əkinçilikdə suyun təxminən 40 % miqdarı digər amillərə görə itkiyə səbəb olur. Dünyada şirin su ehtiyatları getdikcə ildən-ilə azalır. Bu məqsədlə mikrosuvarma sistemləri; çiləyici və damla suvarma üsulları son 30 ildə daha geniş yayılmışdır.

Suvarma sisteminin səmərəliliyinin artırılması üçün su məsrəfinin qarşısını almaq, suvarmanın düzgün planlamasını tətbiq etməkdir. Suarmada əkin sahəsinə su sərfini optimallaşdırmaq və vaxtında ehtiyac olan miqdarda suyun verilməsi lazımdır.

Ekstremal iqlim dəyişikliyinə yağıntının az olması bir çox ölkələri quraqlıq ilə üzləşdirmiş və çətin vəziyyətdə qoymuşdur. Şirin su ehtiyatlarının tükənməsi, yeraltı çaylardan asılı bir vəziyyətə salmışdır. Belə su mənbələrindən uzun müddətli istifadənin nəticəsi isə, su miqdarının azalması və quruması riskini özündə daşıyır.

Yerüstü çaylardan eləcə də şirin su mənbələrindən qənaətlə istifadə, ekoloji çirklənmələrin qarşısını alınması hazırda prolihet istiqamətlərdən biri olmaqla diqqət mərkəzindədir. İnkişaf etməkdə olan ölkələrdə ərzaq təhlükəsizliyinə, xüsusən dənlili bitkilərin istehsalına müvəfəqqiyyətlə nail olmaq məqsədilə çoxsaylı innovativ suvarma layihələri yerinə yetirilmişdir. Asiya ölkələrində çəltiyin becərilməsində (HYV) “Yüksək-Məhsuldar və çeşidli” sort üçün suvarma sistemləri qurulmuşdur.

Ən-ənəvi suvarma sistemlərində suyu su ötürücü kanallara verilməsi üçün çox saylı nasoslardan istifadə olunur. Həmçinin torpaq kanallarında su itkiləri, enerji itkisi, uzun müddətdə su nasoslarının işləməsində istismar xərcləri və nəticədə bitkilərin suya tələbatının ödənilməsi problem olaraq qalmaqdadır. Bundan əlavə torpağın növünə və tərkibində mineral elementlərin miqdarına, həmçinin yerin mailliyinə görə əhəmiyyətli dərəcədə suya olan tələbat dəyişir. Suvarılma suyu tələb olunma səviyyədə ötürülmür.

Ölkəmizdə də bu problemə həsas yanaşılaraq şirin su ehtiyatlarından qənaətlə istifadə, itkilərin qarşısını almaq və səmərəli idarəetmək prioritet istiqamətlərdən biridir.

Ölkə başçısı 2020-ci il iyulun 23-də su təsərrüfatının vəziyyətinə həsr olunmuş videomüşavirədə söylədiyi giriş nitqində ölkənin su təchizatı məsələlərinə münasibət bildirmiş, vəziyyətlə bağlı narahatlığını ifadə etmiş və bu məqsədlə 27 iyul 2020-ci il tarixli Sərəncamı ilə “Su ehtiyatlarından səmərəli istifadənin təmin edilməsinə dair 2020-2022-ci illər üçün tədbirlər planı” təsdiq edilmişdir. Bu sənəddə 7 bölmə: su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi, mühafizəsi, su təsərrüfatının elektronlaşdırılması, suvarma üçün sudan səmərəli və qənaətlə istifadənin təmin edilməsi, su ehtiyatlarının yaradılması, içməli su təchizatı

sisteminin təkmilləşdirilməsi və s. məsələlər öz əksini tapmışdır.

Son illərdə sırf yerli mənbə üzərində inşa edilmiş və yeni su anbarlarının tikintisi və yenidən qurulması, ölkənin su ilə təminatında əhəmiyyətli rol oynayır.

Suvarma bir çox yerlərdə yeraltı çaylardan, subartezian quyuları vasitəsilə torpaq kanallarından ötürülərək istifadə olunur. Yerüstü çaylara, kanallara baxdıqda Kür və Araz çaylarından suarmada ən çox istifadə olunur.

Qlobal iqlim dəyişkənliyi təbii ki, ölkəmizin iqlim şəraitinə də təsir göstərmişdir. Belə ki, çayların axın səviyyəsi aşağı düşmüş, subartezian quyularından çəkilən suyun miqdarı azalmış, su nasosların və qurğuların qidalandığı səviyyədən aşağı düşməklə əkin sahələrinin suvarılmasında problemlər yaranmışdır.

Belə bir vəziyyətdə innovativ texnologiyalar xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Məlum olduğu kimi hal-hazırda dəqiq əkinçilik sistemi dünyada geniş inkişaf tapdığından bu sistemin əsas məqsədlərindən biri də dəqiq suvarma sisteminin olduğunu nəzərə alsaq, hesab edirik ki, bununla əlaqədar tərtib olunmuş tövsiyə oxucular üçün faydalı olacaqdır.

1. DƏQİQ SUVARMA

Dəqiq suvarma - dünya miqyasında suvarma sahəsində yeni bir konsepsiyadır. Dəqiq suvarma suyun dəqiq hər bir bitki üçün tətbiqidir. Dəqiq suvarma su mənbələrinin davamlı idarə edilməsidir. Hər bir bitkiyə lazımı zamanda və miqdarda tətbiq edilməsini əhatə edir. Sahədə su tələbatının dəyişkənliyini səmərəli idarə edilməsində zəmin yaradılır. Məhsulun məhsuldarlığını artırmaqla su istifadəsinin səmərəliliyi ilə yanaşı enerji xərclərinin də qarşısını alır.

Sahənin diferensial suvarmasına nail olmaq üçün sistem yanaşmasından istifadə edilir.

Dəqiq suvarmanın üstünlükləri

Dəqiq suvarma suya, enerjiyə qənaət etməklə, elmi cəhətdən qarşılıqlı potensiala malikdir. Dəqiq suvarmada damlama və çiləmə üsulunun tətbiqi çox əlverişlidir. Ənənəvi suvarmada torpaq qatında bitki üçün 40 - 45 % su faydalı tətbiq olunurdusa, dəqiq suvarmada 80 - 90 % suyun faydalı tətbiqi mümkündür. Suyu 50% qənaət olunur. Qarşılıqlı potensial elmi cəhətdən dəqiq suvarmanın məhsuldarlığının artmasıdır.

Dəqiq suvarmanın əsas məqsədi optimal miqdarda suvarmanı tətbiq etməkdir.

Dəqiq suvarmanın aşağıdakı komponentləri vardır.

1. Məlumat toplama

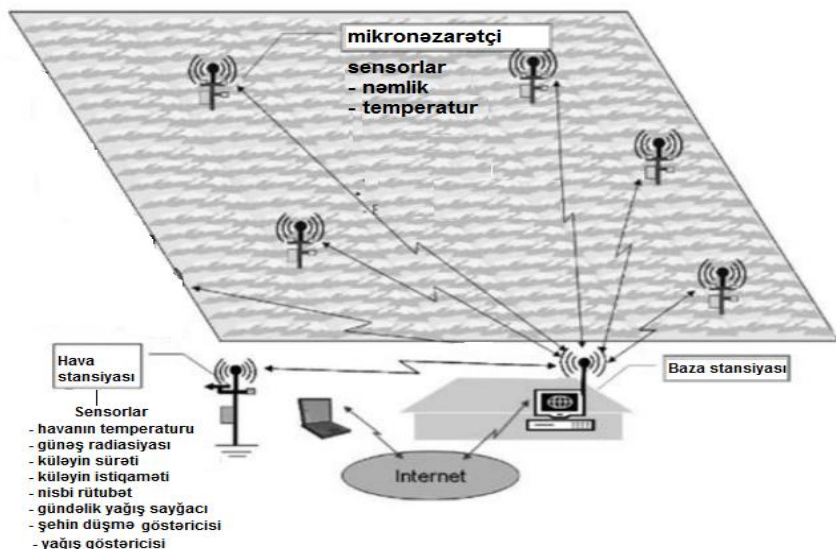
Dəqiq suvarmada tələbatın dəyişkənliyini təyin etmək üçün ölçmələr və müşahidələr aparmaqla, torpaq-iqlim şəraiti və əkiləcək bitkinin bioloji xüsusiyyətləri nəzərə alınır.

2. Təhlil

Götürülən məlumatlar və ölçmələr toplanmalı və düzgün təhlil edilməlidir.

3. Nəzarət

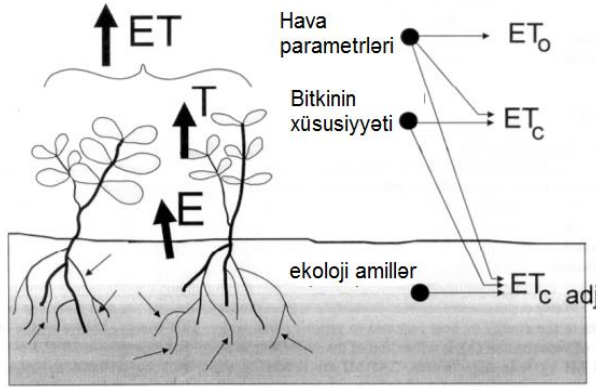
Su qəbulediciləri optimallaşdırmaq və suvarma idarəetməsini real vəziyyətə görə nizamlamaq. Real vaxt məlumatları mikronəzarətçilər tərəfindən əldə edərək, vəziyyətə uyğunluğu tam nəzarət etmək



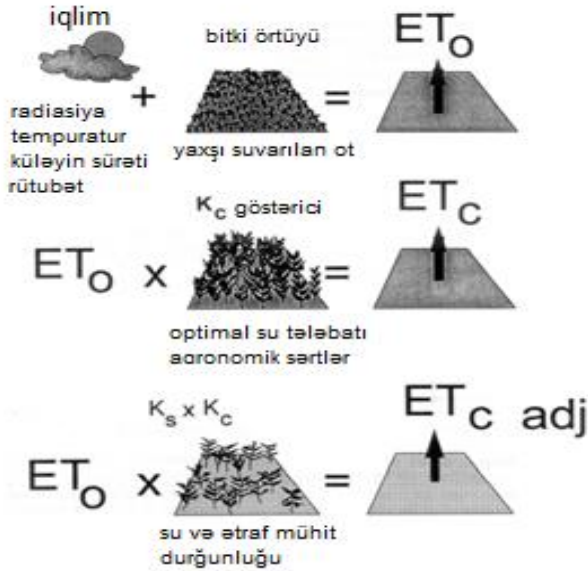
Şəkil 1. Müasir suvarma sisteminin əsas sxemi

1.1 Evapo-transpirasiya metodu ilə dəqiq suvarmanın planlaması

Suvarmanın planlaması - bitki və ya otlaq yeri üçün tətbiq ediləcək suvarma vaxtının və miqdarının təyin olunduğu bir prosesdir. 1981 –ci ildə Jensen tərəfindən aparılan metoddan istifadə edilərək suvarmanın riyazi üsulla planlaması aparılır.



Şəkil 1.1 *Evapo-transpirasiyaya təsir edən amillər*



Şəkil 1.2 *Evapo-transpirasiyasına təsir edən amillər*

Hər bir təsərrüfat rəhbəri əkindən əvvəl bu metoddan istifadə etməklə suvarmanın planlamasını apara bilər. Evapo-transpirasiya (ET) metodu ilə bitkinin suvarılmasında hər bir bitki üçün su sərfini və itkiləri təyin etmək olar. Evapo-transpirasiya 2 ayrı-ayrı prosesin birləşməsidir.

1. Torpağın səthində buxarlanma

2. Bitkinin səthində buxarlanma

Əkilən bitkilərin su sərfini riyazi düsturla hesabladıqdan sonra planlama aparıla bilər. Evapo-transpirasiyası aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad (1)$$

burada: ET_0 - Evapo-transpirasiyası, $mm \text{ gün}^{-1}$

R_n – bitki səthinə düşən günəş radiasiyası, $m^{-2} \text{ gün}^{-1}$

G – torpağın istilik keçirilməsi, $m^{-2} \text{ gün}^{-1}$

T – havanın 2 m hündürlükdə temperaturu, $^{\circ}C$

U_2 – 2 m hündürlükdə küləyin sürəti, m/san

e_s – doyma buxarın təzyiqi, kPa

e_a – faktiki buxarlanmanın təzyiqi, kPa

$e_s - e_a$ – doyma buxarın təzyiq kəsiri, kPa

Δ – buxarlanma əmsali,

γ – psixometrik sabiti, kPa

Evapo-transpirasiyası (ET_c) sahədə suvarılan bütün bitkilər nəzərə alınaraq, aşağıdakı düsturdan təyin edilə bilər.

$$ET_c = K_c ET_0 \quad (2)$$

burada: ET_c – *sahədə suvarılan bütün bitkilər üçün evapo-transpirasiyası, mm gün⁻¹*
 K_c – *bitki əmsalı,*

Su tələbatı bitki növündən, Evapo-transpirasiyadan, suvarılan əkin yerinin sahəsindən, klapanın növündən, borulardan, klapanlar arasındakı məsafədən və gündə suvarma sayından asılıdır.

Bütün bu parametrləri nəzərə alaraq (3) düsturundan istifadə edərək, əkin yeri üçün həqiqi suvarma vaxtını hesablamaq mümkündür.

$$T = \frac{A \times (K_c + ET) \times 60}{F \times N \times 1000} / P \quad (3)$$

burada: T - *suvarma vaxtıdır,*
 K_c - *bitki əmsalıdır,*
 $K_c = 6 \text{ L} / \text{m}^2$ *normal sahə üçün*
 F - *bir klapanın başlığından keçən su axını, m³ / s*
 N - *klapanların sayı ,*
 P - *suvarma dövrlərinin sayı,*
 A – *suvarılan yerin sahəsidir, m²*

$$A = [(0.5 \times N) - 1] \times D^2 \quad (4)$$

burada: D - *klapanlar arasındakı məsafə, m*

Sahədə Evapo-transpirasiyasının (ET) qiyməti havanın temperaturundan daha çox asılı olduğu üçün aşağıdakı düsturdan da istifadə edə bilərik.

$$ET = 0.0023 \times (T_{med} + 17.78)R_0 \times (T_{max} - T_{min}) 0.5 \quad (5)$$

burada: T_{med} - orta temperatur, °C

T_{max} - maksimum temperatur, °C

T_{min} - minimum temperatur, °C

R_0 - günəş radiasiyasıdır, sorğu kitablarından hər bir ölkə üçün ekvalenti götürmək olar,

Bu düsturda dəyişən yeganə parametrlər temperaturun olduğunu görmək mümkündür. Müəyyən bir gün üçün həm minimum, həm də maksimum qiymətlər qeydə alınır. Bu yerli məlumatların toplandığı vacib informasiyadır.

Toplanan ətraf mühit məlumatlarından bacardığımız qədər çox istifadə etmək və daha səmərəli bir sistem yaratmaqla, suvarma vaxtını, havada nisbi rütubəti və torpağın nəmliyini yazılmış düsturda nəzərə alaraq, aşağıdakı yeni düsturu (6) yazmaqla, daha dəqiq suvarma vaxtının optimal qiymətini hesablamaq olar.

$$T_{optimal} = T_{I_{soil}} \times 0.7 + T_{I_{hum}} \times 0.3 + T \times 0.1 \quad (6)$$

burada: I_{soil} – torpağın nəmliyi,

I_{hum} – havanın nisbi rütubəti,

Verilən düsturlardan göründüyü kimi suvarmanın vaxtını, dəyişən parametrləri dəqiq hesablamaq üçün ilkin məlumatları toplamalı və düzgün təhlil etməli və riyazi düsturlarla hesablamaq olar. Alınan nəticələr əsasında suvarmanın düzgün planlaması aparılır.

Evapo-transpirasiyanın riyazi üsulla hesablanması əsas mahiyyəti ondan ibarətdir ki, suvarma sisteminin qurulmasında su tələbatını ödəmək üçün zəruri sistemə su nasoslarının, avadanlıqlarının və cihazların seçilməsi, sistemin nizamlanmasında vacib olan amildir. Eyni zamanda Evapo-transpirasiya metodu suvarmanın planlamasında əlverişli imkan yaradır.

Sahələrin müşahidəsi çox vaxt dronlarla, GPS və GIS – sistemlərlə aparılır ki, bu da daha ətraflı informasiyanın əldə olunmasına imkan yaradır.

Düzgün suvarmanın əsas şərti suyun miqdarı və suvarmanın vaxtıdır. Suvarmanın əsas dörd kritik funksiyası var.

- 1.Havanın parametrləri;*
- 2.Torpağın parametrləri;*
- 3.Bitkinin növü;*
- 4.Bitkinin inkişaf mərhələsi;*

Hər bir bitkinin inkişaf mərhələsinə görə dəyişkən su tələbatı var.

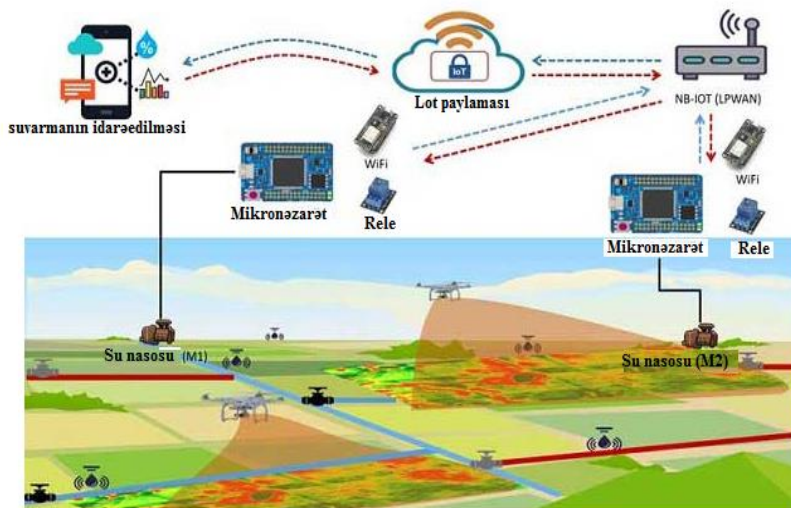
2. İOT TEXNOLOGİYASI

Hazırda internet insanların gündəlik həyatının ayrılmaz bir hissəsinə çevrilmişdir. İnternetdən istifadə insanlar arasındakı ünsiyyəti, məlumat paylaşmasını və qarşılıqlı təsiri artıraraq, gündəlik həyatımızı əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirmişdir. Bizi əhatə edən bütün faydalı əşyaların internet şəbəkəsinə qoşulması “Əşyaların İnterneti” termininin (Internet of Things, İoT) yaradılmasına gətirib çıxartmışdır. İoT şəbəkəsində təkcə insanlarla əşyalar arasında deyil, həmçinin əşyaların öz aralarında da qarşılıqlı əlaqələrinin qurulması nəzərdə tutulur . İoT konsepsiyasının mahiyyəti ondan ibarətdir ki, bizi əhatə edən predment və ya əşyalar (planşet, smartfon, ev avadanlıqları, geyimlər, avtomobillər, istehsal avadanlıqları, tibbi avadanlıqlar, dərman preparatları və s.) miniatur identifikasiya və sensor (həssas element) cihazlarla təmin olunaraq, naqillı və naqilsiz əlaqələr (sputnik, mobil əlaqə, Wi-Fi və Bluetooth) vasitəsilə qarşılıqlı əlaqədə olur və proseslərin tamamilə avtomatik yerinə yetirilməsini təmin edir.

İoT Dünya İqtisadi Forumunun qiymətləndirməsində dünyanı dəyişdirəcək texnologiyalar arasında ilk sıralarda yer alır və bu texnologiyanın yaxın 10 ildə dünya iqtisadiyyatında əsas trend olacağı proqnozlaşdırılır. İoT cihazların sayı 2017-ci ildə 31% artaraq, 8.4 milyarda çatmış və 2020-ci ildə bu say 30 milyard olmuşdur. İoT texnologiyası əsasən kənd təsərrüfatında səmərəli hasilat, suvarma və gübrələmənin aparılmasında geniş tətbiq edilir.

2.1 DƏQİQ SUARMADA İOT SMART TEXNOLOGİYASI

İot texnologiyası ilə suvarma sistemi həm açıq sahələrdə, həm də istixana şəraitində bitkilərin becərilməsi üçün tətbiqi əlverişlidir. İot texnologiyasında suya, enerjiyə qənaət olmaqla, internet üzərindən aparılan monitoringə şərait yaradır.

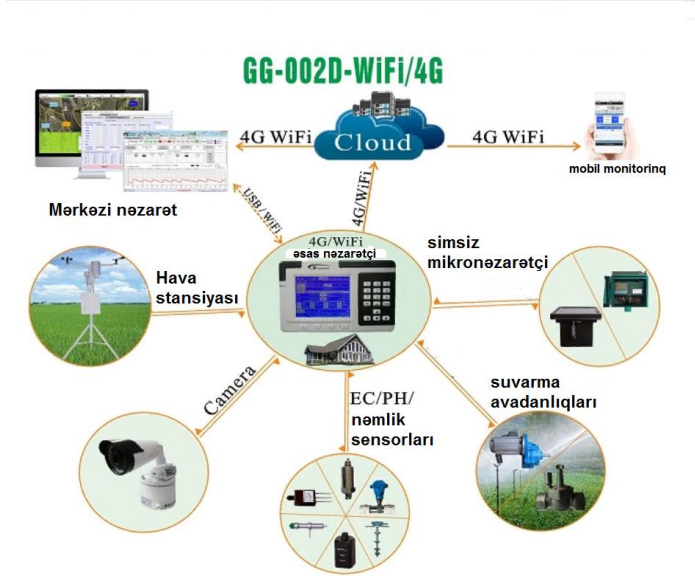


Şəkil 2.1 *İot smart suvarma texnologiyası*

İot suvarma sistemində nasosların idarə edilməsi mikronəzarətçilər tərəfindən yerinə yetirilir. Belə ki, torpaqda nəmliyi ölçən simsiz sensorlar Wifi ilə yüksək ötürücü fenotiplərlə nasosların işləməsini təmin edir.

Hər bir bitkinin suvarılması nəzarətdə olmaqla, sahənin relyefindən asılı olmayaraq, torpaqda bərabər faizdə nəmlik yaratmaqla, bitkinin kök sistemi üçün münbit şərait yaradılır. Bu sistemi damla və çiləmə üsulları ilə tətbiq etmək olur. İot suvarma sistemini tətbiq etmək üçün aşağıdakı cihazların olması zəruridir.

1. WiFi modulları
2. Günəş paneli
3. Relelər
4. Mikronəzarətçilər
5. Əsas nəzarətçi
6. Sensorlar (torpağın nəmliyini ölçən, nisbi rütubət ölçən)
7. Sayğaclar (su, gübrə)
8. Termometrlər (torpaq, hava)
9. Su nasoslari
10. Ötürücü boru xətləri
11. Gübrə çənləri



Şəkil 2.2 İot smart suvarma sisteminin şəbəkə sxemi

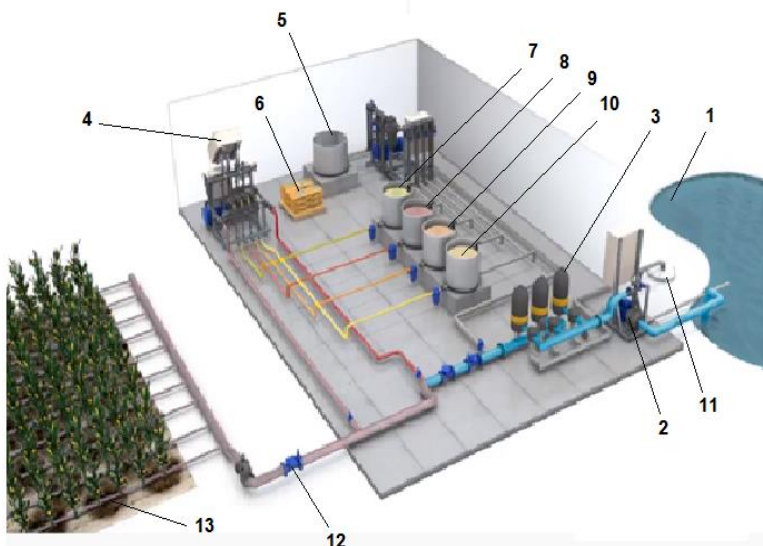
Sensorlar mikronəzarətçilərə elektron signal ötürməsi ilə relelər su nasoslarını cəryana qoşub-açır.

Bant (NB) – İot nəzarətçi stansiyası sahədə qoşularsa, smartfonlar ilə də nəzarət edilə bilər. NB –İot sistemi çox böyük sahələrdə (LPWAN) şəbəkəsindən istifadə edilə bilər.

Bu sistemə internet üzərindən istənilən yerdən nəzarət oluna və ya suvarılmağa müdaxilə oluna bilər. Belə ki, fermer əkin sahəsində vəziyyətlə bağlı daimi əlaqə saxlayır. Bitkinin inkişaf mərhələsi dövründə suvarılma aparılıqda və sistemdə yaranmış nasazlığın aşkarlanmasında çox əlverişlidir. Sahədə suvarılmanın planlaması üçün dronlardan da istifadə edilə bilər. Məlumatların əldə olunması ilə suvarma xəritələrin hazırlanması da mümkündür. Belə ki, torpaqların relyefinin müxtəlifliyi və quraqlığı suvarma xəritələrində qeyd olunaraq hazırlanır. Bu xəritələr sistemin əsas nizamlanmasında mütləq şəkildə nəzərə alınır.

2.2 İot smart suvarma sistemin texnoloji iş prosesi

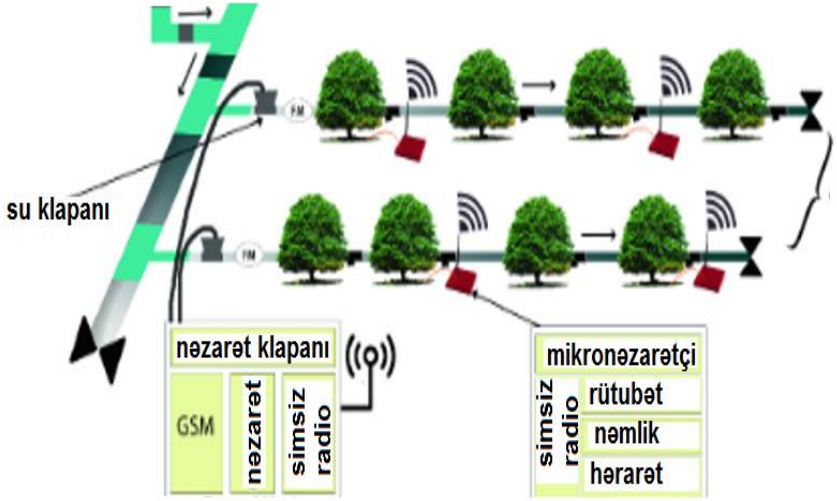
Sistem çox dəqiq suvarma işini yerinə yetirir (şəkil 2.3). Su mənbəyindən (1) boru vasitəsilə mərkəzdənqaçma nasos (2) suyu filtirlərdən (3) keçirərək, ümumi nəzarətçiyə (4) verir. Kislələrdə quru mineral gübrələr (6) gübrə girişi üçün olan çənə (5) boşaldılır. Nəzarətçi (4) gübrələri ayrı-ayrı normada su ilə məhlul halına gətirərək, azot çəninə (7) (10), fosfor çəninə (8) və kalium çəninə (9) doldurur. Həll olunmuş gübrələr nəzarətçi tərəfindən proqramçı ilə əlaqəli tələbata uyğun istifadə edilir. Hər bir çənin çıxış xəttində elektron klapan var. Sahənin ümumi suvarılması ümumi klapan (12) vasitəsilə aparılır.



Şəkil 2.3 İot smart suvarma sisteminin texnoloji işi

1 – su mənbəyi, 2 – mərkəzdənqayçma su nasosu, 3 – su süzgəci, 4 – ümumi nəzarətçi, 5 – sistemə gübrə verən çən, 6 – quru gübrə, 7, 10 – azot gübrə çəni, 8 – fosfor gübrə çəni, 9 – kalium gübrə çəni, 11 – su filtrinin yuyulmasında çirkli su ixrac borusu, 12 – ümumi klapın, 13 – suvarma boruları

Hər bir mikronəzarətçinin verdiyi siqnal əsasında ayrı-ayrı bitkilərin suya tələbatı təmin edilir (şəkil 2.4). Mikronəzarətçilər torpağı nəmliyinə, temperaturuna və bərkliyinə nəzarət etməklə suvarma klaplarını idarə edir. Hava stansiyasının verdiyi ölçmələr əsasında ümumi nəzarətçi “uManage” proqramının yaratdığı imkanlar daxilində PC fərdi kompüterlərlə və smartfon tipli telefonlarla uzaqdan idarə edilməsinə şərait yaranır.



Şəkil 2.4 İot smart suvarma sisteminin su ötürücü xətti

İot smart suvarma texnologiyasının əsas funksiyaları aşağıdakılardır

- sahənin monitorinqi;
- su və mineral maddələrin istifadəsinin izlənməsi;
- istənilən yerdə əlaqə;
- suvarmanın planlaması;

İot smart suvarma texnologiyasının özəlliyi aşağıdakılardır.

- operativ çevik idarəetmə;
- etibarlı məlumatların ötürülməsi;
- sadə quraşdırılma;
- yüksək dəqiqlik;
- xüsusi seçimlər;

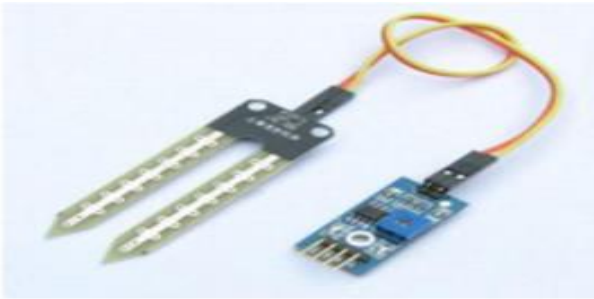
2.3 SENSORLAR

İlot smart suvarma sisteminin 2 əsas elementləri var.

1. “rSense” və “meteosense” sensorlar (həsas elementlər)
2. “uManage” suvarma sisteminin baza stansiyası

“rSense” sensorları sırasına aşağıdakılar daxildir.

- torpağın nəmliyi və temperatur sensorları;
- su sayğacı, mineral gübrə sayğacı və təzyiq sensorları;



Şəkil 2.5 Torpaqda nəmliyi qeyd edən sensor

“meteosense” sensorları sırasına aşağıdakılar daxildir.

- havanın temperaturu;
- nisbi rütubət;
- günəş radiyasiyası;
- küləyin sürəti;
- yağış göstəricisi;
- gündəlik yağış sayğacı;
- ET hesablanması;
- şəh düşməsinin hesablanması

“*uManage*” – bitkinin inkişaf mərhələlərində sensorlardan məlumatları toplamaqla, real vaxt ərzində suvarmanı idarə edir.

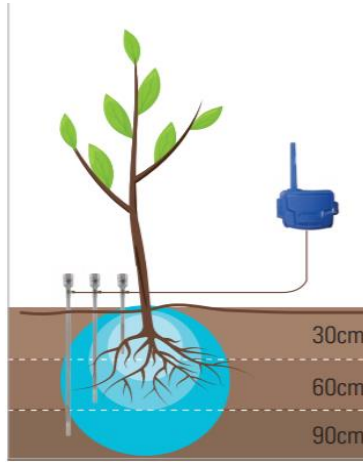
2.4 TENZOMETR

“*Tenzometr*” – torpaqda bitki üçün nəmliyi müəyyənləşdirən, torpağın gərilmə qüvvəsini ölçən cihazdır. Bu cihaz “*uManage*” baza stansiyası ilə tam inteqrasiya edilmişdir.

Torpaqda bitkinin kök sistemində sorucu qüvvəsini asanlıqla qeyd edir. Bu cihazın göstəricilərinə əsaslanaraq bitkinin inkişaf mərhələsinə görə suvarmanın planlaması, su və gübrə məsrəfinin qarşısını almaq olur.

Tenzometr cihazının özəlliyi aşağıdakılardır.

- *yüksək dəqiqlik;*
- *səmərəli və etibarlı suvarmanın planlaması;*
- *sahəni kalibirləşdirmədən və torpaqda düzluluq səviyyəsinin təsiri olmadan, torpaqda gərilmə qüvvəsinin ölçülməsi;*
- *qumlu və müxtəlif növlü torpaqlar üçün ayrı-ayrı modeldə olması;*
- *30 sm, 60 sm, 90 sm torpaqda olan dərinlikdə bitkinin kök sisteminin sorucu qüvvəsinə nəzarət;*



Şəkil 2.6 Tenzometrın müxtəlif dərinlikdə göstəriciləri

Tenzometrlə ölçmə 3 əsas məsafədən olur.

Yüksək tenzometr – torpağın üst qatından 30 sm dərinlikdə bitkinin kök sistemi yaxınlığına yerləşdirilməklə bitkinin kök sisteminin ətrafında torpağın gərilmə qüvvəsini qeyd edir.

Orta tenzometr – torpağın üst qatından 60 sm dərinlikdə bitkinin saçaqlı kök sisteminin ətrafında yerləşdirməklə torpağın gərilmə qüvvəsini qeyd edir.

Aşağı tenzometr – torpağın üst qatından 90 sm dərinlikdə bitkinin kök sisteminin altında yerləşdirməklə suyun az və ya çox tətbiq olunmasını, həmçinin torpaqdan suyun süzülmə vəziyyətini gərilmə qüvvəsinin qiyməti ilə bilmək olur.

Netasense V2 – torpaqda nəmliyi ölçən sensordur. “uManage” proqramçı ilə tam inteqrasiya olunmuşdur. Bu sensor torpaqda suyun miqdarını əks etdirməklə,

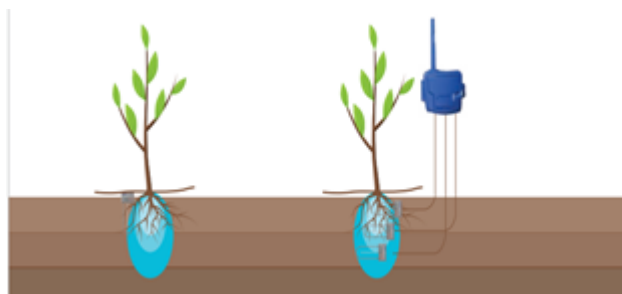
reflektometriya (TDR) texnologiyası əsasında işləyir. Torpaqda nəmlik səviyyəsini elektromaqnit dalğalarının dəqiq ölçmə metodu ilə dəyişirlikləri qeyd edir.



Şəkil 2.7 Netasense V2 torpaqda nəmliyi ölçən sensor

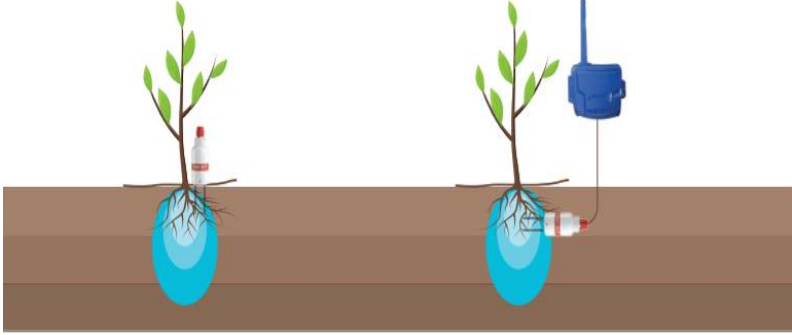
Xüsusiyyəti

- paslanmayan poladdan hazırlanmış;
- suya davamlı möhürlənmiş elektronik;
- yüksək dəqiqlik;
- quraşdırılması asan;
- uManage ilə integrasiya edilmiş;



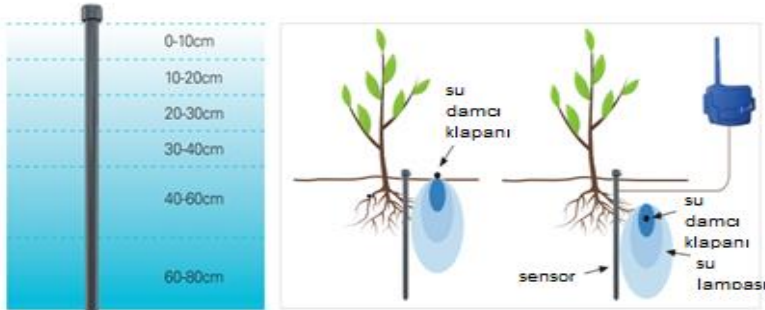
Şəkil 2.8 Netasense V2 sensoru

Delta T-SM 150T sensoru - torpağın nəmliyini qeyd edən sensordur. Kalibirlənmiş torpaqlara tətbiq edilir. "uManage" proqramçıya tam inteqrasiya olunmuşdur. 2 ədəd möhürlənmiş metal cubuq plastik gövdə görünüşü ilə yüksək dəqiqliklə qeyd edirlər.



Şəkil 2.9 Delta T-SM 150 T sensoru

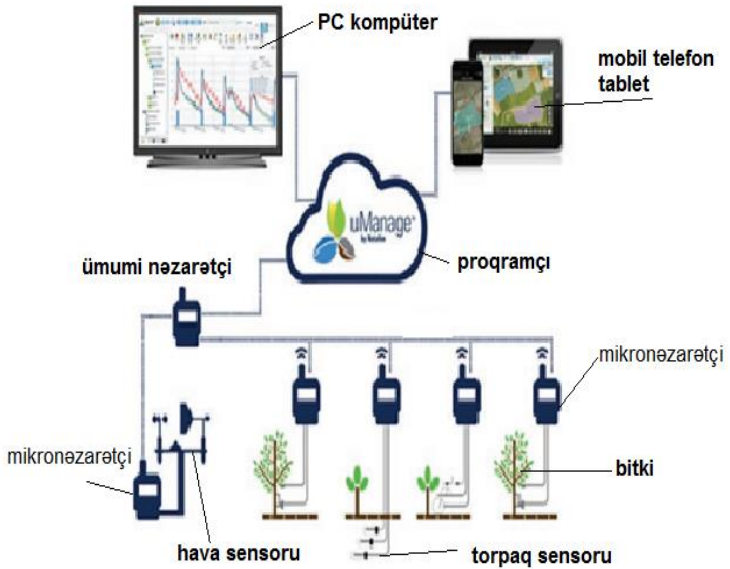
"NetaCap" sensoru – torpaqda temperatur ölçən sensordur. Bitkinin kök sisteminin yanında quraşdırılmaqla torpağın alt qatında yaranmış temperaturu qeyd edir. "uManage" ilə tam inteqrasiya olunmuşdur.



Şəkil 2.10 NetaCap sensoru

2.5 “uManage” ƏSAS NƏZARƏTÇİ

“uManage” – əsas nəzarətçi olub, məhsulun inkişaf mərhələsinə müvafiq suvarma proqramçısıdır. Bütün sensorlar integrasiya tam olunub. Sahədə RF əsaslı simsiz WiFi ilə əlaqə qurub, monitoringi ilə məlumatları toplamaqla, optimallaşdırıb idarə edir.



Şəkil 2.11 İot smart suvarma sistemində cihazların quraşdırılma sxemi

Nəzarətçilər – bunların əsas funksiyası mikronəzarətçilərdən alınan ölçmə informasiyaları toplayaraq, mərkəzi stansiya (uManage) ötürür. Nəzarətçilər müxtəlif markada ola bilər.

NMC-PRO Controller – nəzarətçi cihazı aşağıdakı xüsusiyyətləri var.

- 250 -ə qədər suvarma klapanını idarə edə bilər;
- 50 –yə yaxın nəzarət şəbəkəsinə nəzarət edə bilər;
- informasiya ötürücülüyü Bluetooth və ya naqillə;
- gübrələmə dəqiqliyi;



Şəkil 2.12 NMC-PRO nəzarətçi

NMC-PRO - ən müasir suvarma nəzarətçisidir. Bu nəzarətçinin həm açıq hava şəraitində, həm də istixana şəraitində tətbiq etmək olar.

NMC –Junior PRO Controller – kiçik həcmli çox funksiyalı suvarma nəzarətçisidir. Nəzarətçini həm açıq hava

şəraitində, həm də istixana şəraitində tətbiq etmək olar.15 konfuqrasiya üçün çıxışı var.



Şəkil 2.13 NMC – Junior PRO nəzarətçi

2.6 RADİONET MİKRONƏZARƏTÇİ

Radionet – cihazı nəzarəti və nasazlığın kombinasiyalarını əsas nəzarətçi stansiyaya ötürür. Radio bazalı olan cihaz suvarma klapanlarının idarə edilməsində, yeni nəslin göstəricisidir. Nəzarət funksiyaları radio əsaslı platformada yerləşdirilmişdir. Radionet sistemin uzaqdan idarə edilməsində əsas nəzarətçi və proqramçı ilə informasiya mübadiləsində olur.

Naqilsiz idarəetməni təmin edir.Bu cihazın istifadəsi açıq sahələrdə və istixana şəraitində nəzərdə tutulmuşdur.

Xüsusiyyətləri

- *naqilsiz nəzarət və izləmə;*
- *modulluq və əhatəlik;*
- *genişləndirilmiş diapozon;*
- *diagnostik və etibarlıq;*
- *məxsusi tədqiq üsulu;*
- *müxtəlif şərtlərdə etibarlıq;*



Şəkil 2.14 Radionet mikronəzarətçi

2.7 VANTAGE PRO2 - HAVA STANSİYASI

Real vaxt ərzində hava haqqında informasiyanı “uManage” proqramçıya çatdırır. Aşağıdakı əsas funksiyaları var.

1. *Havanın hərarəti*
2. *Nisbi rütubət*
3. *Günəş radiasiyası*
4. *Küləyin sürəti*
5. *Küləyin istiqaməti*
6. *Yağış göstəricisi*
7. *Gündəlik yağış sayğacı*
8. *ET hesablanması*
9. *Maksimum küləyin sürəti*
10. *Şeh düşməsinin hesablanması*



Şəkil 2.15 VANTAGE PRO2 - Hava stansiyası

3. İOT SMART SUVARMA SİSTEMİNİN ENERJİ TƏHCİZATI

İot smart suvarma sistemi günəş enerjisi ilə təmin olunur. Hesab etsək ki, 12 saat günəş işığının olmasını nəzərə alsaq, onun 5,5 saat faydalı enerjisindən istifadə edə bilərik. Bu enerjinin 80 % -ni elektrik enerjisinə çevirməklə, $\eta = 0,8$ olacaqdır. Günəş enerjisindən istifadə %-ni aşağıdakı düsturla hesablaya bilərik.

$$G = (H_d * \eta / n) * 100 \%$$

Burada: H_d – 1 gündə faydalı günəş işığı olan vaxt,

$$H_d = 5,5 \text{ saat}$$

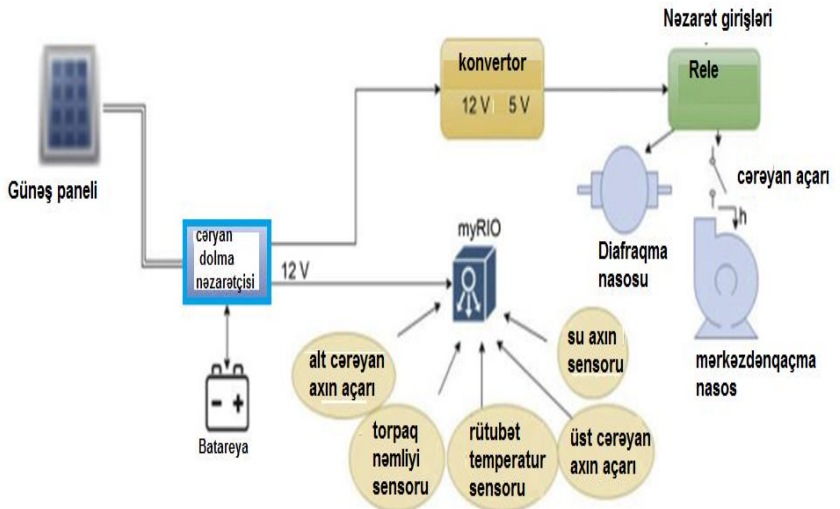
η - elektrik enerjisinə çevirmə əmsalı, $\eta = 0,8$

n – bir gündə günəş işığı olan ümumi vaxt, $n = 12$ saat

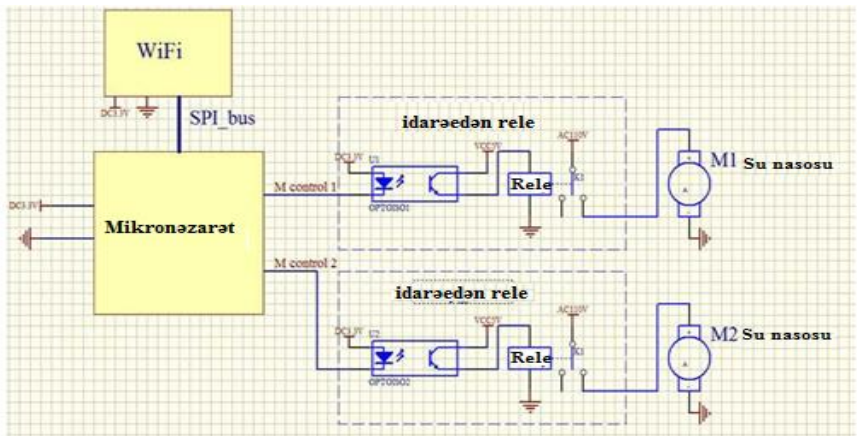
$G = 36,67 \%$ günəş enerjisindən istifadə olacaqdır. Bu da sistemi tam təmin edir

Enerji təchizatı aşağıdakı əsas hissələrdən ibarətdir.

1. *Günəş paneli*
2. *Batareya*
3. *Rele*
4. *Cəryan açarı*
5. *Konvertor*



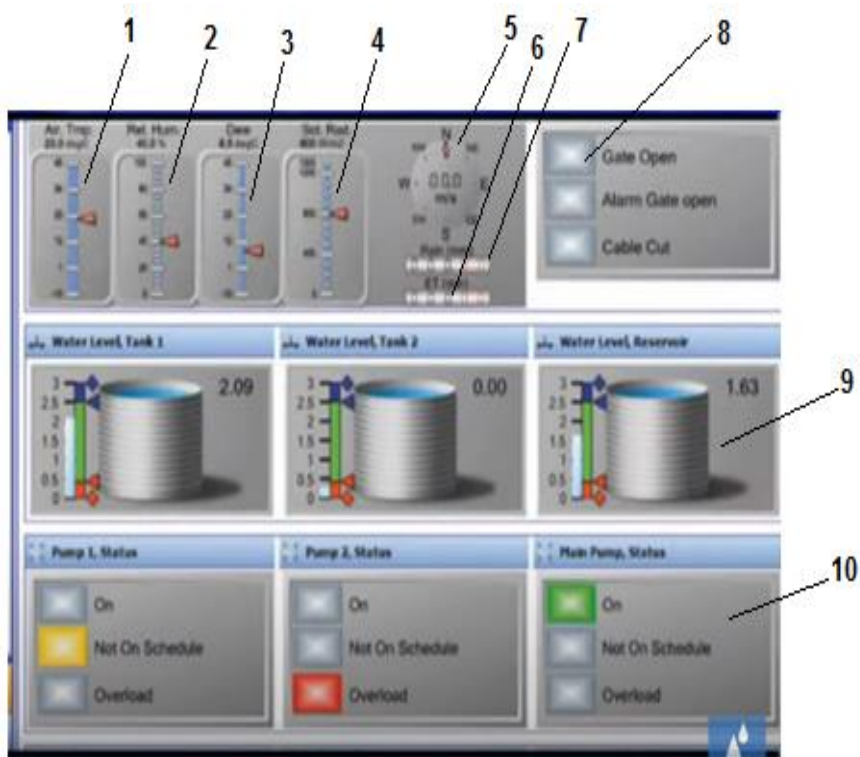
Şəkil 3.1 *İot smart suvarma sisteminin enerji təchizatı sxemi*



Şəkil 3.2 *İot smart sisteminin elektron idarəetmə sxemi*

4. İOT SMART SUVARMA SİSTEMİNİN KƏNARDAN İDARƏ EDİLMƏSİ

İot smart suvarma sistemi PC fərdi kompüterlərdən və smartfon tipli telefonlarla kənardan nəzarət oluna və ya idarə edilə bilər.



Şəkil 4.1 PC fərdi kompüterdə iot smart suvarma sisteminin idarəetmə göstəriciləri

1 – havanın temperaturu, 2 – nisbi rütubət, 3 – torpağın temperaturu, 4 – torpağın nəmliyi, 5 – küləyin sürəti və istiqaməti, 6 – Evapo-transpirasiyası, 7 – yağış göstəricisi, 8 – xəbərdarlıqlar, 9 – gübrə çənin göstəriciləri, 10 – su nasoslarının vəziyyəti

İot texnologiyası bizə imkan verir ki, suvarmanın və gübrələmənin tələbata uyğun yerinə yetirilməsində istənilən vaxtda və yerdə mümkün olsun. Fermerlərin rahatlığı, məmunluğunu və məhsuldarlığın yüksək olmasını bu innovativ texnologiya təmin edir. PC fərdi kompüterlə nəzarət aşağıdakı şəkildə öz əksini tapmışdır.

Ədəbiyyat

1. Stankovic, J.A. Research directions for the internet of things. IEEE Internet Things J. 2014, 1, 3–9. [CrossRef]
2. Routray, S.K.; Sharmila, K.P. Green initiatives in IoT. In Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advances in Electrical and Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB 2017), Chennai, India, 27–28 February 2017; pp. 454–457. [CrossRef]
3. Nasiri, M.; Tura, N.; Ojanen, V. Developing Disruptive Innovations for Sustainability: A Review on Impact of Internet of Things (IOT). In Proceedings of the 2017 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), Portland, OR, USA, 9–13 July 2017; Available online: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8125369> (accessed on 4 March 2020).
4. Kane, J.; Tang, B.; Chen, Z.; Yan, J.; Wei, T.; He, H.; Yang, Q. Reflex-tree: A biologically inspired parallel architecture for future smart cities. In Proceedings of the 2015 44th International Conference on Parallel Processing, Beijing, China, 1–4 September 2015; pp. 360–369. [CrossRef]
5. Brisimi, T.S.; Cassandras, C.G.; Osgood, C.; Paschalidis, I.C.; Zhang, Y. Sensing and Classifying Roadway Obstacles in Smart Cities: The Street Bump System. IEEE Access 2016, 4, 1301–1312. [CrossRef]
6. United States Environmental Protection Agency. Why Save Water? Statistics and Facts. 2018. Available online: <https://www.epa.gov/watersense/statistics-and-facts> (accessed on 4 March 2020).
7. Gloria, A.; Dionisio, C.; Simões, G.; Sebastião, P.; Souto, N. WSN Application for Sustainable Water Management in Irrigation Systems. In Proceedings of the 5th IEEE World Forum on Internet of Things

(WF-IoT 2019), Limerick, Ireland, 15–18 April 2019; pp. 833–836.

8. Roselin, A.R.; Jawahar, A. Smart agro system using wireless sensor networks. In Proceedings of the 2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS), Madurai, India, 15–16 June 2017; pp. 400–403. [CrossRef]

9. Mondal, A.; Misra, I.S.; Bose, S. Building A Low Cost Solution using Wireless Sensor Network for Agriculture Application. In Proceedings of the 2017 International Conference on Innovations in Electronics, Signal Processing and Communication (IESC), Shillong, India, 6–7 April 2017; pp. 60–65.

10. Savic, T.; Milutin, R. WSN Architecture for Smart Irrigation System. In Proceedings of the 23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology (IT), Zabljak, Montenegro, 19–24 February 2018; pp. 1–4.

Mündəricat

Ön söz	5
1. Dəqiq suvarma	7
1.1.Evapo-transpirasiya metodu ilə dəqiq suvarmanın planlaması	9
2. İot texnologiyası	14
2.1.Dəqiq suarmada iot smart texnologiyası	15
2.2.İot smart suvarma sisteminin texnoloji iş prosesi.....	17
2.3.Sensorlar	20
2.4.Tenzometr	21
2.5. uManage əsas nəzarətçi	24
2.6. Radionet mikronəzarətçi	26
2.7.Vantage PRO2	27
3. İot smart suvarma sisteminin enerji təchizatı	28
4. İot smart suvarma sistemini kəndən idarə edilməsi	30
Ədəbiyyat	32

Kompüter operatoru Ə.Həsənova

Kağız formatı A5 (148x210)
Kağız №1, uçot çap vərəqi 2.1 ç.v
Sifariş №58, tiraj -100

“Aqromexanika” ET İnstitutu
Əziz Əliyev 93



