

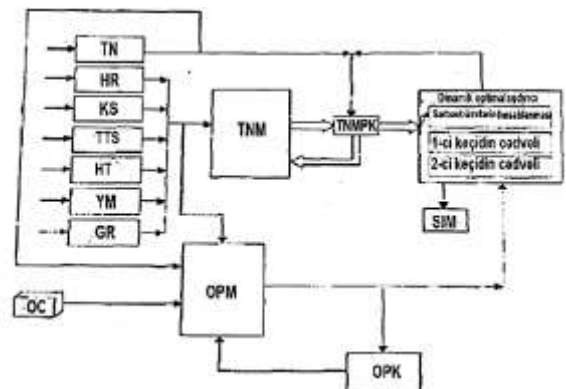
## DAMCI SUARMADA TEXNOLOJİ İRƏLİLƏYİŞLƏR

Son illərdə bütün dünyada olduğu kimi, Azərbaycanda da damcı suvarma üsulundan geniş istifadə olunur. Damcı suvarma üsulu su qıtlığı olan arid regionlarda sudan istifadəni optimallaşdırmağa, suyu birbaşa bitki köklərinə çatdırmaqla su sərfiyyatını minimuma endirməyə imkan verən qənaətli suvarma texnologiyasıdır.

İllər ərzində damcı suarmada bir çox texnoloji irəliləyişlər olmuşdur. Bunlardan ən əsası kompüterləşdirilmiş suvarma idarəetmə sistemlərinin yaradılmasıdır. Kompüterləşdirilmiş suvarma idarəetmə sistemləri fermerlərə və əkinçilərə suvarma sistemlərini daha səmərəli və effektiv şəkildə idarə etməyə imkan verən, sudan istifadəni optimallaşdırmaq üçün hava, su, torpaq haqında məlumatlar verən sensorlardan istifadə edən sistem olaraq suvarma sahəsində texnoloji irəliləyişdir. Bu sistemlər suvarma cədvəllərini tənzimləmək, torpağın rütubət səviyyəsinə nəzarət etmək və bitkilərin lazımi vaxtda lazımi miqdarda su almasını təmin etmək üçün sensorlardan və digər girişlərdən istifadə edir. Aşağıdakı şəkildə dinamik proqramlaşdırmadan istifadə edərək suvarmanı optimallaşdırma sisteminin blok sxemi göstərilmişdir (Алиев Б.Г., с.565). Şəkildə görüldüyü kimi suvarmanı optimallaşdırma sisteminin blok-sxeminin tərkibinə aşağıdakı cihazlar daxildir: TN torpağın nəmlik sensoru, HR havanın rütubət sensoru. KS-külək sürəti sensoru, SİM suvarmanın icraçı mexanizmi, TTS torpağın temperatur sensoru, HT hava temperaturu sensoru, yağıntının cari miqdarının YM-sensoru, günəş radiasiyasının intensivliyinin GR sensoru, TNM-torpağın nəmlik proqnozu modulu, TNMPK torpağın nəmlik modulu parametrlərinin korrektor, optimallaşdırmanın Optimizatoru, OPM-ontogenez proqnozlaş-

dırma modulu, OPK-ontogenez modulu parametrlərinin korrektor, OC-ontogenez dəyərlərini daxil etmə cihazı.

Eyni zamanda, suvarmanı optimallaşdırma sistemi: bitkilərin inkişafının proqnozlaşdırılmasındakı səhvləri minimuma endirməklə bitkilərin adaptasiyasını təmin edir vegetasiya dövründə yağıntının proqnozunu nəzərə almaqla bitkilərin vegetasiya dövründəki vəziyyətini göstərir.



Şək. 1. Dinamik proqramlaşdırmadan istifadə edərək suvarmanı optimallaşdırma sisteminin blok sxemi

Torpağın rütubətinin proqnozlaşdırılması xətarlarını minimuma endirməklə torpağın vəziyyət tənzimləmənin uyğunlaşdırır.

Suvarmanın yüksək keyfiyyətli idarə olunmasını təmin etmək üçün vaxtaşırı olaraq, hər vegetasiya mərhələsinin sonunda ontogenezin diferensial tənzimləmənin sağ tərəflərinin əmsalları, müvafiq dəqiqlik meyarlarına uyğun olaraq torpağın rütubəti üçün düzəldicilər tərəfindən düzəldilir. Tənzimləmə alqoritmləri-uyğunlaşma parametrləri - əmsallar - torpağın nəmlik modeli və bitki örtüyü üçün fərqlidir. Bunlar idarəetmə sisteminin qovşaqlarının adekvatlığına və ümumilikdə idarəetmənin dəqiqliyinə nail olur.

Kompüterləşdirilmiş suvarma idarəetmə sistemlərinin bəzi əsas xüsusiyyətlərinə aşağıdakılar daxildir:

- Sensor əsaslı suvarma cədvəli - bu sistemlər torpağın rütubət səviyyəsini, bitkinin sudan istifadəsini və digər ətraf mühit amillərini ölçmək üçün sensorlardan istifadə edir. Bu məlumat bitkilərin xüsusi ehtiyaclarına uyğunlaşdırılmış suvarma cədvəlini yaratmaq üçün istifadə olunur.
- Uzaqdan monitoring və nəzarət - kompüterləşdirilmiş suvarma idarəetmə sistemləri uzaqdan izlənilə və idarə oluna bilər ki, bu da fermerlərə və əkinçilərə internet bağlantısı olan hər yerdən suvarma sistemlərini tənzimləməyə imkan verir.
- Havaya əsaslanan suvarma cədvəli - bu sistemlər cari və proqnozlaşdırılan hava şəraitinə əsasən suvarma cədvəllərini tənzimləmək üçün hava məlumatlarından istifadə edir. Bu, hətta quraqlıq və ya güclü yağışlar zamanı bitkilərin lazımi miqdarda su almasını təmin etməyə kömək edir (Ash T. 2019: p.208).
- Avtomatlaşdırılmış hesabat və təhlil – kompüterləşdirilmiş suvarma idarəetmə sistemləri su istifadəsini təhlil etmək, məhsuldarlığı izləmək və suvarma səmərəliliyinin yaxşılaşdırılma biləcəyi sahələri müəyyən etmək üçün istifadə edilə bilən hesabatlar və məlumatlar yaradır.

Bütövlükdə, kompüterləşdirilmiş suvarma idarəetmə sistemləri müasir kənd təsərrüfatı üçün mühüm vasitədir, fermerlərə və əkinçilərə suya qənaət etməyə, xərcləri azaltmağa və məhsuldarlığı artırmağa kömək edir.

Simsiz suvarma nəzarət sistemləri fermerlərə smartfon və ya kompüterlərdən istifadə edərək suvarma sistemlərini uzaqdan idarə etmək və izləmək imkanı verir. Simsiz suvarma nəzarət sistemləri suvarma sistemlərini uzaqdan izləmək və idarə etmək üçün simsiz texnologiyadan istifadə edir. Onlar torpaq rütubəti səviyyəsi, temperatur və digər ətraf mühit amilləri haqqında məlumat toplayan, tarlalarda yerləşdirilən sensorlardan ibarətdir. Bu məlumatlar daha sonra kabelsiz olaraq mərkəzi idarəetmə sisteminə ötürülür və bu da alınan məlumatlara əsasən

suvarma cədvəlini və parametrlərini avtomatik tənzimləyə bilər.

Simsiz suvarma nəzarət sistemləri bir sıra üstünlüklərə malikdir, o cümlədən:

- Azaldılmış əmək məsrəfləri - Sistem avtomatlaşdırılmış olduğundan, suvarma sisteminin əllə monitorinqinə və tənzimlənməsinə ehtiyac yoxdur, bu da əhəmiyyətli əmək xərclərinə qənaət edə bilər.
- Artan səmərəlilik - Simsiz suvarma nəzarət sistemləri suyun səmərəli istifadə edilməsini və bitkilərin lazımi vaxtda lazımi miqdarda su almasını təmin edərək, ətraf mühit faktorlarına əsaslanaraq real vaxt rejimində düzəlişlər edə bilər.
- Təkmilləşdirilmiş məhsuldarlıq - Bitkiləri lazımi vaxtda lazımi miqdarda su ilə təmin etməklə, simsiz suvarma nəzarət sistemləri məhsuldarlığı yaxşılaşdırmağa kömək edə bilər.
- Azaldılmış su israfı - Suvarma cədvəlini və parametrlərini tənzimləmək üçün məlumatlardan istifadə etməklə, simsiz suvarma nəzarət sistemləri su israfını azaltmağa və davamlı su istifadəsini təşviq etməyə kömək edə bilər.

Ümumiyyətlə, simsiz suvarma nəzarət sistemləri fermerlərə suvarma təcrübələrinin səmərəliliyini, məhsuldarlığını və davamlılığını yaxşılaşdırmağa kömək edə biləcək perspektivli texnologiyadır.

Dəqiq suvarma texnologiyaları - Dəyişən nisbətdə suvarma və gübrələmə kimi bu texnologiyalar fermerlərə su və qida maddələrini daha dəqiq tətbiq etməyə imkan verir, israfı azaldır və məhsuldarlığı artırır (Solomon S. 2017: p.200). Dəqiq suvarma texnologiyaları məhsulun tələbatına və torpağın xüsusiyyətlərinə əsaslanaraq əkinlərə su və qida maddələrinin dəqiq və səmərəli çatdırılmasını təmin edən qabaqcıl texnologiyalara aiddir. Dəqiq suvarma texnologiyalarının bəzi nümunələri bunlardır:

- Torpağın nəmlik sensorları müxtəlif dərinliklərdə torpağın rütubət səviyyəsini ölçür və nə vaxt və nə qədər suyun tətbiq olunacağını müəyyən etmək üçün suvarma sisteminə məlumat verir.
- Hava stansiyaları suvarma cədvəlini hava

şəraitinə uyğunlaşdırmaq üçün istifadə olunan temperatur, rütubət, küləyin sürəti və günəş radiasiyası kimi hava şəraiti haqqında məlumatları toplayır.

- Dəyişən tezlikli suvarma (VRI) texnologiyası, dəqiq ucluqlardan və kompüterlə idarə olunan klapanlardan istifadə edərək, torpaq və məhsul ehtiyaclarına əsasən tarlanın müxtəlif sahələrinə su və qida maddələrinin dəyişkən tətbiqinə imkan verir.
- Dronlar - Sensorlarla təchiz edilmiş bu pilotsuz uçuş aparatları (PUA) suvarma və gübrələməni optimallaşdırmaq üçün istifadə edilə bilən məhsulun sağlamlığı, torpağın nəmliyi və digər parametrlər haqqında məlumat toplaya bilər.
- Uzaqdan zondlama texnologiyası suvarma və gübrələməni optimallaşdırmaq üçün istifadə oluna bilən məhsulun sağlamlığı, torpağın rütubəti və digər parametrlər haqqında məlumat toplamaq üçün peyklərdən və ya təyyarələrdən istifadə edir.
- Avtomatlaşdırılmış suvarma sistemləri real vaxt hava məlumatları və torpağın rütubət səviyyələri əsasında su tətbiqini tənzimləməklə suvarmanı avtomatik idarə etmək üçün sensorlar, nəzarətçilər və klapanlardan istifadə edir.

Bu texnologiyalar fermerlərə su və qida maddələrindən istifadəni optimallaşdırmağa, məhsuldarlığı və keyfiyyəti yaxşılaşdırmağa, su israfını azaltmağa və kənd təsərrüfatının ətraf mühitə təsirini minimuma endirməyə kömək edə bilər.

Təzyiq-kompensasiya edən emitentlər yerləşdiyi yerdən və ya hündürlüyündən asılı olmayaraq hər bir zavodun ardıcıl miqdar-da su almasını təmin edir. Təzyiq kompensasiya edən emitentlər, suvarma sistemində təzyiqin dəyişməsindən asılı olmayaraq, hər bir bitkiyə davamlı su axını təmin edən damcı suvarma texnologiyasının bir növüdür. Onlar bütün suvarma dövrü ərzində sabit qalan zaman vahidi üçün müəyyən bir həcmdə su buraxmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu texnologiya suvarma sistemində yerləşməsindən asılı olmayaraq hər bir bitkinin eyni miqdarda su almasını təmin etməyə kömək edir və bu, suyun daha səmərəli istifadəsinə

və bitkilərin daha yaxşı inkişafına səbəb olur. Təzyiq kompensasiya edən emitentlər geniş miqyaslı kənd təsərrüfatı suvarma sistemlərində geniş istifadə olunur, lakin kiçik miqyaslı yaşayış bağlarında da istifadə edilə bilər.

Özünü təmizləyən filtrlər avtomatik olaraq suvarma suyundan kir və zibilləri təmizləyir, tıxanma riskini azaldır və sistemin səmərəliliyini artırır. Özünü təmizləyən filtrlər damcı suvarma sistemlərində istifadə edilən bir növ filtrdir və suvarma suyundan zibil və hissəcikləri emitentlərə çatmadan əvvəl təmizləmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu filtrlər, hər hansı qapalı zibilləri təmizləyən və onu filtrdən çıxaran geri yuma dövründən istifadə edərək, vaxtaşırı özlərini avtomatik təmizləmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu, emitentlərin şəffaf və maneəsiz qalmasını təmin etməyə kömək edir ki, bu da suyun vahid paylanmasını saxlamaq və suvarma səmərəliliyini artırmaq üçün vacibdir. Özünü təmizləyən filtrlər su mənbələrində yüksək səviyyəli çöküntü və ya digər hissəciklərin ola biləcəyi ərazilərdə xüsusilə faydalı ola bilər ki, bu da adi filtrləri tez bir zamanda bağlaya və suvarma məhsuldarlığını azalda bilər.

Daxili sensorlar ilə damcı lenti torpağın rütubət səviyyəsini ölçür və məlumatları fermerə ötürərək, suvarma cədvəli və suyun istifadəsi ilə bağlı məlumatlı qərarlar qəbul etməyə imkan verir. Daxil edilmiş sensorlar olan damcı lenti, torpağın nəmliyi, temperaturu və qida maddələrinin səviyyəsi ilə bağlı müxtəlif parametrləri ölçə bilən damcı lentinin içərisinə quraşdırılmış sensorları özündə birləşdirən damcı suvarma sisteminin bir növüdür. Bu, fermerlərə suvarma və gübrələmə təcrübələrini daha dəqiq idarə etməyə imkan verir, nəticədə məhsuldarlıq artır, su və gübrədən istifadə azalır. Sensorlar alınan məlumatlar əsasında suvarma və gübrələmə dərəcələrini avtomatik tənzimləyə bilən mərkəzləşdirilmiş suvarma idarəetmə sistemində real vaxt rejimində məlumat verə bilər.

Damcı lenti bioloji parçalana bilən materiallardan hazırlanır, tullantıları və ətraf mühitə təsirləri azaldır. Bioloji parçalana bi-

lən damcı lenti, damcı suvarma sistemlərinin ətraf mühitə təsirini azaldan, istifadədən sonra parçalanmaq üçün nəzərdə tutulmuş, bioloji parçalana bilən materiallardan hazırlanmış damcı suvarma lentinin bir növüdür. Bioloji parçalanmayan plastikdən hazırlanmış ənənəvi damcı lentlərindən fərqli olaraq, bioloji parçalana bilən damcı lentləri zamanla karbon qazı, su və biokütlə kimi təbii elementlərə parçalana bilən materiallardan hazırlanır (Melinda M. 2021: p.42). Bu, plastik tullantıların və çirklənmənin azaldılmasına kömək edir, həmçinin ətraf mühitə təsirlərini minimuma endirmək istəyən fermerlər və bağbanlar üçün ekoloji cəhətdən təmiz alternativ təqdim edir. Bioloji parçalana bilən damcı lentləri xüsusi istehsalçıdan və məhsuldan asılı olaraq bioloji parçalana bilən plastiklər, təbii liflər və kompostlana bilən materiallar kimi müxtəlif materiallarda mövcuddur.

Bunlar damcı suarmada çoxlu texnoloji nailiyyətlərin yalnız bir neçə nümunəsidir. Texnologiya inkişaf etməyə davam etdikcə, fermerlərə suya qənaət etməyə və məhsuldarlığı artırmağa kömək edən daha innovativ həllərin ortaya çıxacağını gözləyə bilərik.

### **ƏDƏBİYYAT**

1. Алиев Б.Г. «Основы орошаемого земледелия в Азербайджане». Баку, 2009, 785 стр.
2. Ash T. "The Drip Irrigation Handbook", Berlin, "Springer", 2019, 473 p.
3. Elmo R.J. "The Drip Irrigation Bible", Sri Lanka, "International Water Management Institute", 2019, 421 p.
4. Kourik R. "Drip Irrigation for Every Landscape and All Climates", Florida, "CRC Press", 2020, 566 p.
5. Melinda M. "Drip Irrigation Made Easy", Michigan, "ASABE", 2021, 508 p.
6. Solomon S. "Drip Irrigation: A Practical Guide to Planning, Installing, and Mainta

ining Drip Systems", New Jersey, "Wiley-Blackwell", 2017, 414 p.

### **XÜLASƏ**

Damcı suarmada texnoloji irəliləyişlər suvarma sistemlərinin səmərəliliyini və effektivliyini əhəmiyyətli dərəcədə artıraraq, fermerlərə daha az su və daha dəqiqliklə məhsul yetişdirməyə imkan verib. Bu irəliləyişlərdən bəzilərinə kompüterləşdirilmiş suvarma idarəetmə sistemləri, simsiz suvarma idarəetmə sistemləri, təzyiqi kompensasiya edən emittentlər, özünü təmizləyən filtrlər, quraşdırılmış sensorlar olan damcı lenti və bioloji parçalana bilən damcı lenti daxildir. Bu yeniliklər su israfını azaltmağa və məhsuldarlığı artırmağa kömək edərək, damcı suvarmanı dayanıqlı kənd təsərrüfatı üçün getdikcə daha vacib alətə çevirdi.

**Açar sözlər:** *Damcı suvarma, Damcı suvarma texnologiyaları, müasir texnologiyalar.*

### **SUMMARY**

Technological advances in drip irrigation have significantly improved the efficiency and effectiveness of irrigation systems, enabling farmers to grow crops with less water and more precision. Some of these advances include computerized irrigation management systems, wireless irrigation control systems, pressure-compensating emitters, self-cleaning filters, drip tape with embedded sensors, and biodegradable drip tape. These innovations have helped to reduce water waste and improve crop yields, making drip irrigation an increasingly important tool for sustainable agriculture.

**Keywords:** *Drip irrigation, Drip irrigation technologies, modern technologies*

*Məqaləyə Meliorasiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu MMC-nin direktor müavini t.e.n., dosent E.S. Qənbərov rəy vermişdir.*