

QURUTMA–NƏMLƏNDİRMƏ SİSTEMİ (SUBİRRİQASIYA)

Qurutma–nəmləndirmə sistemi – torpaqda artıq rütubət olduqda ərazilərin qurudulmasını, rütubət çatışmazlığı olduqda isə əlavə nəmləndirilməsini təmin edən qurutma sisteminin bir növüdür.

Q.-N.S. (qurutma–nəmləndirmə sistemi) – iki istiqamətli təsirə malik qurutma sistemidir, burada həm qurutma, həm də nəmləndirmə funksiyalarını eyni sistem elementləri yerinə yetirə bilər. Bu sistemin tətbiqi vegetasiya dövründə bitkilərin kök zonasına yaxın optimal su rejimini saxlamağa imkan verir.

Qurutma–nəmləndirmə sisteminə əsas qurutma üsulu qapalı drenajdır, nəmləndirmə isə torpaqaltı suvarma və ya yağış yağdırma üsulu ilə həyata keçirilir. Torpaqaltı suvarma zamanı drenaj kanallarında və kollektorlarında suyun axınına dayandırmaq və ya azaltmaq üçün şlüzlər quraşdırılır.

Belə sistemlər yalnız yerli axım hesabına (şlüzlər yazda maksimum axın keçdikdən sonra və ya payızda bağlanır) işləyə bilər – bu “profilaktik şlüzləmə” adlanır, yaxud da suyun kənardan verilməsi ilə (kanallar, boru kəmərləri və bəzən su anbarlarından nasos stansiyaları vasitəsilə) işləyə bilər – bu isə “nəmləndirici şlüzləmə” adlanır.

Qurutma–nəmləndirmə sistemlərinin müxtəlif konstruksiyaları mövcuddur:

- kombine olunmuş sistemlər (drenlər və əlavə olaraq krotlama və ya dərin yumşaltma);
- ikiqat laylı sistemlər (drenlərin iki birləşmiş layda yerləşdirilməsi);
- su dövriyyəli sistemlər (dren suları nasosla yenidən şəkəyəyə qaytarılır);
- horizontal və vertikal drenajlı və yağışlandırma sistemləri;
- qapalı kollektorların yağışlandırma qurğularına su paylayıcı kimi istifadə olunduğu birgə sistemlər.

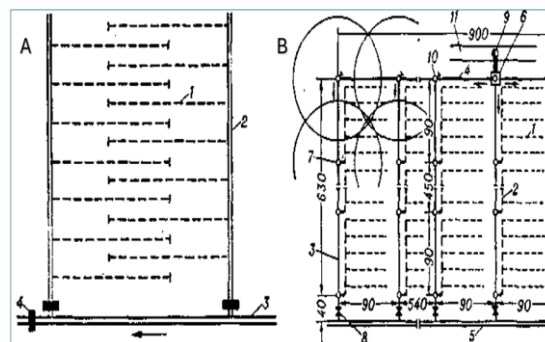
Ən üstün hesab edilən sistemlər torpaqaltı nəmləndirmə (şlüzləmə) ilə işləyən sistemlərdir. Onlar yağışlandırma ilə müqayisədə 2–5 dəfə ucuz, daha az enerji və metal tutumlu, həmçinin istismarı daha sadədir. Lakin onların tətbiqi əsasən filtrasiya qabiliyyəti yüksək olan torpaqlarla məhdudlaşır (filtrasiya əmsalı 0,5–0,8 m/gün-dən yuxarı olmalıdır).

Orta çoxillik məhsuldarlıq artımı 15–60% təşkil edir: ən az artım güclü torflu torpaqlarda, ən yüksək artım isə yüngül torpaqlarda müşahidə olunur.

Qurutma–nəmləndirmə sistemlərinin özünü ödəmə müddəti:

- tərəvəzçilikdə: 2–4 il,
- çoxbiçimli otlaq və biçənəklərdə: 5–8 il,
- dənli bitkilərdə: 20 il və daha çoxdur.

Bu sistemlər yüksək kənd təsərrüfatı mədəniyyətinə malik intensiv təsərrüfatlarda tətbiq olunur.



Şəkil 1. Qurutma–nəmləndirmə sistemi.

A – profilaktik şlüzləmə sisteminin hissəsi: 1 – drenlər; 2 – kollektorlar; 3 – magistral kanal; 4 – şlüzlər.
B – DDN-70 yağış yağdırma qurğuları ilə drenaj kollektorlarının birgə istifadəsi sistemi: 1 – drenlər; 2 – köməkçi kollektor; 3 – kollektor-paylayıcı; 4 – magistral boru-paylayıcı; 5 – qurutma magistral kanalı; 6 – paylayıcı quyusu; 7 – baxış quyusu; 8 – kollektor üzərində siyirtmələr; 9 – nasos stansiyası; 10 – su buraxıcı qurğular; 11 – su mənbəyi.

Qurutma–nəmləndirmə sistemi açıq və ya qapalı qurutma şəbəkəsindən və onun üzərində quraşdırılmış şlüzlər sistemindən ibarətdir. Bu şlüzlər qurutma ərazisindən drenaj sularının axınını dayandırmağa və ya yavaşlatmağa imkan verir. Qurutma şəbəkəsi şlüzlər və ya su səviyyəsini qaldıran qurğular vasitəsilə işdən çıxarılır və nəmləndirilən sahədə şəbəkə elementlərində yuxarı hissələrdən gələn drenaj suları toplanır (profilaktik şlüzləmə). Bu sular torpaqdan süzülərək qurult sularını qidalandırır və onların səviyyəsinin qalxmasına səbəb olur.

Profilaktik şlüzləmə o halda tətbiq edilir ki, qurutma sisteminin su toplanma sahəsi şlüzlənən sahədən 15–30 dəfə böyük olsun. Əks halda isə nəmləndirici şlüzləmə tətbiq olunur və bu zaman qurutma şəbəkəsinə su mənbəyindən əlavə su verilir.

Qurutma–nəmləndirmə sistemləri düz və hamar relyefə malik, həmçinin yaxşı su keçiriciliyinə malik torpaqlarda tətbiq edilir (filtrasiya əmsalı ≥ 1 m/gün). Bu sistemlərdə kök zonasının nəmləndirilməsi bir neçə üsulla həyata keçirilə bilər: bir kanal vasitəsilə suyun infiltrasiyası, açıq qurutma şəbəkəsi və ya borulu drenaj sistemləri vasitəsilə.

Bir kanaldan nəmləndirmə əsasən dar sahələrdə (300–500 m) yaxşı su keçiriciliyinə malik torpaqlarda və ya qum qatları ilə örtülmüş zəif qalınlıqlı torflu sahələrdə tətbiq edilir. Kanal boyunca zolağın bərabər nəmləndirilməsi şlüzlər arasındakı məsafənin düzgün seçilməsi ilə təmin olunur:

$$a_{\text{şlüz}} = \frac{\Delta h_{\text{yol}}}{i_k - i_z}$$

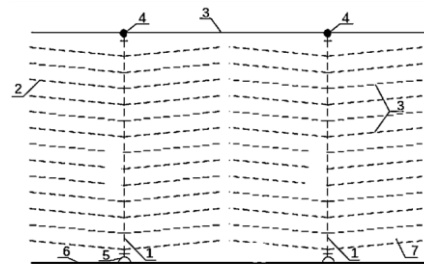
$a_{\text{şlüz}}$ – şlüzlər arasındakı məsafə; Δh_{yol} – yuxarı və aşağı şlüzlər arasındakı icazə verilən su səviyyəsi fərqi (0,3–0,4 m); i_k – kanalın uzununa mailliyi; i_z – yer səthinin mailliyi.

İnfiltrasiya yolu ilə tək kanaldan nəmləndirmə az səmərəlidir və məhdud şəkildə tətbiq olunur.

Açıq kanallar şəbəkəsindən infiltrasiya ilə nəmləndirmə zamanı quruducu–nəmləndirici sistem həm torpaqların qurudulması, həm də nəmləndirilməsi üçün xidmət edən

tənzimləyici kanallar şəbəkəsindən, artıq suların uzaqlaşdırılması və eyni zamanda suyun sistemə verilməsi üçün nəzərdə tutulan açıq ötürücü kanallardan, suqəbuledicidən, su mənbəyindən və şəbəkə üzərindəki qurğulardan ibarətdir.

Quruducu kanallar (drenlər) arasındakı məsafə torpaq suxurlarının su keçirmə qabiliyyətindən və torpaqların kənd təsərrüfatında istifadə formasından asılı olaraq qəbul edilir və 100–150 m-dən artıq olmamalıdır. Şlüz–tənzimləyicilər hər bir ötürücü kanalın başlanğıcında və sonunda yerləşdirilir. Böyük maililiklərdə, kanallarda tələb olunan su səviyyəsini təmin etmək mümkün olmadıqda və nəticədə sahənin bərabər nəmləndirilməsi pozulduqda, kanal boyunca əlavə aralıq şlüzlər qurulur. Nəmləndirmə zamanı tənzimləyici kanallar şəbəkəsində su səviyyəsi onların kənarlarından (bərabər səthindən) 30–60 sm aşağıda saxlanılmalıdır.



Şək.2. Kollektorların əlavə qidalanması ilə qurutma–nəmləndirmə sisteminin sxemi:
1 – kollektorlar; 2 – drenlər; 3 – suvarma kanalı;
4 – şlüz–tənzimləyicilər; 5 – kollektorların mənsəbləri; 6 – yan ötürücü kanal

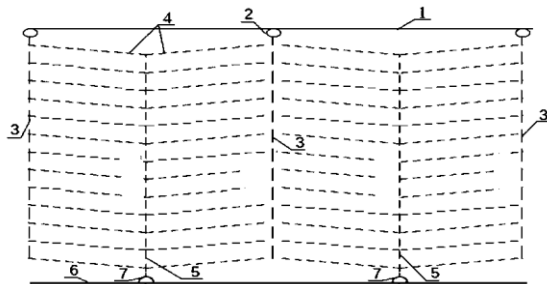
Yeraltı (subtorpaq) nəmləndirmə həmçinin qapalı drenajla qurudulan sahələrdə də tətbiq olunur. Material drenajlı quruducu–nəmləndirici sistemlərin konstruksiyaları müxtəlif olur və onlar torpaq–topoqrafik və hidrogeoloji şəraitdən asılı olaraq seçilir. Ən sadə nəmləndirmə üsulu kollektorun çıxışında tənzimləyici qurğunun quraşdırılmasıdır. Bu üsul kiçik maililikli (0,003–ə qədər) və güclü yeraltı su təzyiqi ilə qidalanan sahələrdə effektivdir.

Drenaj axınının həcmi az olduqda bu üsul məqsədəuyğun sayılır. Buna görə də əksər hallarda kollektorlara əlavə su verilməsi tələb olunur.

Su kollektorlara ötürücü quruducu kanaldan (üzərindəki şlüzlər bağlandıqda) kollektorun maililiyinə əks istiqamətdə təzyiq altında verilə bilər. Kollektordan su drenlərə, oradan isə torpağa daxil olur.

Daha təkmil sistemlər kollektorların və paylayıcıların başlanğıc hissələrinə su verilməsi ilə işləyən sistemlərdir. Bunun üçün şlüzlər həm kollektorların çıxışında, həm də başlanğıcında qurulur (şəkil 2).

Bəzi hallarda nəmləndirmə üçün xüsusi suvarma kollektorlarından istifadə edilir və su birbaşa drenlərin başlanğıc hissəsinə verilir. Bu variant daha səmərəli hesab olunur, çünki torpağın daha bərabər nəmləndirilməsini təmin edir, lakin əlavə kollektorların tikilməsini tələb edir (şəkil 3).



Şəkil 1.3. Drenlərin başlanğıcına su verilməsi ilə qurutma-nəmləndirmə sisteminin sxemi: 1 – suvarma kanalı; 2 – qəbul quyuları; 3 – suvarma kollektorları; 4 – nəmləndirici drenlər; 5 – qurutma kollektorları; 6 – yan ötürücü kanal; 7 – kollektorların mənsəbləri.

Suvarma suyu ya açıq paylayıcı kanaldan, ya da təzyiqli suvarma boru kəməri vasitəsilə verilir. Qapalı drenaj sistemlərindən nəmləndirmə məqsədilə istifadə edildikdə, drenlər arasındakı məsafə 1,3–1,5 dəfə azaldılır. Bunun nəticəsində torpağın daha bərabər nəmləndirilməsi təmin edilir.

İki istiqamətli (qurutma-nəmləndirmə) sistemlərində drenlərin yerləşdirilmə dərinliyi daha aşağı qurult suyu səviyyəsinə ehtiyacı olan kənd təsərrüfatı bitkiləri nəzərə alınmaqla müəyyən edilir. Bu bitkilərə kartof, çuğundur, qarğıdalı və kətan daxildir. Drenlərin dərinliyi onların su rejiminə olan tələblərinə əsasən təyin edilir: qumlu torpaqlarda 0,8–0,9 m, qumsal torpaqlarda 0,9–1,0 m, gillicəli torpaqlarda isə 1,0–1,2 m qəbul olunur.

Drenlər arasındakı məsafə a_{dr} , m, torpaqaltı nəmlənmə şəraitində aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$a_{DR} = 4 \sqrt{H_{f/s, \text{ümumi}}^2 + \left(\frac{H_{hesab} J_{lay}}{2 J_{inf}} \right) - H_{f/s, \text{ümumi}}}$$

$H_{f/s, \text{ümumi}}$ – layın açılma dərəcəsi və xarakterinə görə ümumi filtrasiya müqaviməti, m; H_{hesab} – hesablanmış təzyiq, m; J_{lay} – layın keçiriciliyi, m²/gün; J_{inf} – infiltrasiya qidalanmasının intensivliyi, m/gün.

Ümumi filtrasiya müqavimətləri $H_{f/s, \text{ümumi}}$, m, aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$H_{f/s, \text{ümumi}} = \frac{h_{dr-v/up}}{\pi} \left[\ln \frac{2 \cdot h_{dr-v/up}}{\pi \cdot D_{dr}} + \frac{2h_0}{h_{dr-v/up}} \times \ln \frac{4 \cdot h_{dr-v/up}}{\pi \cdot D_{dr}} + \left(1 + \frac{2h_0}{h_{dr-v/up}} \right) \cdot H_{f/s, vskr} \right]$$

$$h_0 = H_{v, dr} - 0.5 \cdot H_{hesab}$$

$$H_{hesab} = H_{v, dr} - 0.4 \cdot h_{dr-gr/v, 1} - 0.6 \cdot h_{dr-gr/v, 2}$$

$$J_{inf} = \frac{H_{dr} + 5 \cdot \left(h_{dr} - \frac{gr}{v}, 2 - h_{dr} - \frac{gr}{v}, 1 \right) \cdot k_{v/otd} - h_{ist, sut}}{6 \cdot t_{nəml} - h_{c/c \text{ ök}, sut}}$$

Burada: $H_{v, dr}$ – drendə su təzyiqi (napor), m; $h_{dr-gr/v, 1}$, $h_{dr-gr/v, 2}$ – drenlə qurult suyu arasındakı məsafələr, m; $t_{nəml}$ – nəmlənmə müddəti, sutka; $k_{v/otd}$ – su ayrılma əmsalı; $h_{ist, sut}$ – sutkalıq istifadə olunan su həcmi; $h_{c/c \text{ ök}, sut}$ – sutkalıq çökmə həcmi.

Layın açılma xarakterinə görə filtrasiya müqavimətləri. Filtrasiya müqavimətləri drenlərin quruluşuna görə aşağıdakı kimi qəbul edilir:

- Keramika borular, birləşmə yerləri rulet tipli qoruyucu-filtr materialı ilə sarılmış – 3,0
- Eyni borular, lakin tam sarılmış – 1,0
- Qofrlaşdırılmış plastik borular, rulet tipli ZFM (qoruyucu-filtr materialı) ilə sarılmış – 0,5
- 20 sm və daha çox qalınlıqda həcmi filtr qurulduqda – 0,0

Açıq drenlər üçün hesablamalarda qəbul edilir:

$$H_{f/s, vskr} = 0 \text{ və } D_{dr} = 0,53 \cdot L_{z, k}$$

burada $L_{z, k}$ – kanalın islanmış perimetri, m. $h_{v/up}$ – kanaldakı su səviyyəsindən ölçülür.

Subtorpaq nəmləndirmə zamanı drenlər vasitəsilə suvarma norması tədricən verilir və torpağa daxil olan suyun miqdarı qrunտ sularının dərinliyinin dəyişməsi ilə dəyişir. Buna görə də qrunт sularının səviyyəsi müəyyən bir intervalda saxlanılmalıdır ki, bitkilərin normal inkişafı üçün kök zonasının tələb olunan rütubəti təmin edilsin.

Netto nəmləndirmə norması (N , m^3/ha) aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$N_{pol,nt} = 100 * (h_{gr/v,bas/c} - h_{gr/v,son}) * k_{v/otd}$$

burada, $k_{v/otd}$ – su ayrılma əmsalı; $h_{gr/v,bas/c}$ – nəmlənmədən əvvəl qrunт sularının başlanğıc dərinliyi, mm; $h_{gr/v,son}$ – nəmlənmədən sonra qrunт sularının son dərinliyi, mm.

Quraq dövrlərdə qrunт sularının ilkin dərinliyi aşağıdakı kimi qəbul edilə bilər: qumlu torpaqlarda – 70 sm; qumsal və qum üzərində yerləşən zəif torflu torpaqlarda – 70–80 sm; gillicəli torpaqlarda və yaxşı parçalanmış dərin torflu sahələrdə – 80–90 sm.

Qrunт sularının son səviyyəsi torpağın kapilyar xüsusiyyətlərindən və bitkilərin kök sisteminin dərinliyindən asılı deyil.

Son qrunт suyu səviyyəsi üçün qəbul edilir: qumlu torpaqlarda – 30–40 sm; qumsal və torflu torpaqlarda – 40–45 sm; gillicəli torpaqlarda – 45–50 sm.

Suvarma əmsalı eksperimental yolla və ya aşağıdakı düsturlarla müəyyən edilir:

G.D. Erkin – mineral torpaqlar üçün:

$$k_{v/otd} = 0.056 * K_f^{1/2} * h_{gr/v,bas/c}^{1/3}$$

A.İ. İvitski – torf torpaqları üçün:

$$k_{v/otd} = 0.115 * K_f^{3/8} * h_{gr/v,bas/c}^{3/4}$$

Burada: K_f – torpağın filtrasiya əmsalı, m/sutka; $h_{gr/v,bas/c}$ – nəmlənmədən əvvəl qrunт sularının başlanğıc dərinliyi, m.

Brutto suvarma norması netto suvarma normasından 20–40% çox qəbul edilir. Suvarmalar arasındakı vaxt (T , sutka) aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$t_{m/pol} = \frac{N_{pol,br} + 10 * h_{yagis/c}}{10 * h_{bux}}$$

Burada: $h_{yagis/c}$ – yağıntı miqdarı, mm; h_{bux} – buxarlanma miqdarı, mm/sutka.

Təxmini olaraq suvarma modulu aşağıdakı kimi qəbul edilir: qum və qumsal torpaqlar üçün – 6–8 l/(s·ha); orta gillicəli və torflu torpaqlar üçün – 4–6 l/(s·ha); ağır gillicəli torpaqlar üçün – 3–5 l/(s·ha). Sistemin istismarı üçün əlverişli şərait yaratmaq məqsədilə suvarma müddəti 2 sutkadan artıq olmamalıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Meliorasiya torpaqların suvarılması və drenajı. – Dərslik. Bakı, 2015.
2. “Torpaqların meliorasiyası” – Ali məktəb dərsliyi. Bakı, 2012.
3. Айдаров А.П., Голованов А.И. Основы мелиорации земель. Москва, 2008.
4. Веригин Н.Н., Асланов Г.К. Подземное орошение и регулирование грунтовых вод. Москва, 1970.
5. Исаев С. Гидромелиорация орошаемых земель Центральной Азии. Ташкент, 2010.
6. Караджи Ф., Мухамеджанов В. Управление водными ресурсами в аридных зонах. Ташкент, 2014.
7. Иброхимов М., Ишчанов Р., Жаббаров Х. Применение субиригации в орошаемом земледелии. Ташкент, 2016.
8. Суванов Б., Машарипов Ж. Мелиоративные системы и их эксплуатация. Ургенч, 2013.
9. Койбакова Е. Использование дренажных вод в сельском хозяйстве. Москва, 2011.
10. Чембарисов Э.И., Жакыпова А.Ж. Водооборотные технологии в мелиорации. Алматы, 2017.
11. Эркин Г.Д. Гидравлика и фильтрационные процессы в грунтах. Москва, 2005.
12. Ивицкий А.И. Теория водоотдачи почв. Ленинград, 1989.
13. Мелиорация земель: учебник для вузов. Москва, 2018.

14. Методические указания по курсовому и дипломному проектированию по мелиорации земель. Баку, 2020.

UOT 631.67:626.86

Zəkiyeva R.E., Həmidli F.Ş.

*Azərbaycan Memarlıq və İnşaat
Universiteti*

*zakiyeva64@internet.ru,
faiqhamidli99@gmail.com*

**Qurutma–nəmləndirmə sistemi
(subirriqasiya)**

XÜLASƏ

Bu məqalədə subirrigasiya şəraitində qurutma–nəmləndirmə sisteminin nəzəri əsasları və hesablamaları izah olunur. Əsas diqqət drenlər arasındakı məsafənin düzgün müəyyən edilməsinə, filtrasiya müqavimətlərinin torpaq və dren quruluşuna görə qəbul edilməsinə yönəldilir. Suvarma norması netto qrunut sularının başlanğıc və son dərinlikləri arasındakı fərqə əsasən hesablanır, brutto norma isə bitkilərin su tələbatını tam ödəmək üçün 20–40 % artırılır. Su ayrılma əmsalı torpaq növündən asılı olaraq müxtəlif düsturlarla təyin edilir: mineral torpaqlarda Erkin, torf torpaqlarında isə İvitski düsturu tətbiq olunur. Suvarmalararası vaxt yağıntı və buxarlanma göstəricilərinə əsasən hesablanır ki, torpağın rütubət balansı qorunsun. Məqalədə göstərilir ki, bu sistem torpağın su rejiminin tənzimlənməsini təmin edir, bitkilərin kök zonasında optimal şərait yaradır və kənd təsərrüfatında məhsuldarlığın artırılmasına xidmət edir.

Açar sözlər: Subirriqasiya, qurutma–nəmləndirmə sistemi, drenaj məsafəsi, filtrasiya müqaviməti, suvarma norması (netto, brutto), su ayrılma əmsalı, mineral torpaq, torf torpağı, yağıntı və buxarlanma, məhsuldarlıq və su ehtiyatları

Redaksiyaya daxil olma/Received 03.06.2026

Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 06.06.2026

UCD 631.67:626.86

Zakiyeva R.E., Hamidli F.SH.

*Azerbaijan University of Architecture and
Construction*

*zakiyeva64@internet.ru,
faiq.hamidli99@gmail.com*

Drying–irrigation system (subirrigation)

ABSTRACT

This article explains the theoretical foundations and calculations of the drainage–irrigation system under subirrigation conditions. The main focus is on correctly determining the spacing between drains and accounting for filtration resistances depending on soil and drain construction. The irrigation norm (netto) is calculated based on the difference between the initial and final groundwater depths, while the brutto norm is increased by 20–40% to fully meet crop water requirements. The water yield coefficient is defined according to soil type: Erkin's formula is applied to mineral soils, and Ivitsky's formula to peat soils. The interval between irrigations is determined by precipitation and evaporation indicators to maintain soil moisture balance. The article shows that this system ensures regulation of the soil water regime, creates optimal conditions in the root zone, and contributes to increased agricultural productivity.

Keywords: Subirrigation, drainage–irrigation system, drain spacing, filtration resistance, irrigation norm (netto, brutto), water yield coefficient, mineral soil, peat soil, precipitation and evaporation, productivity and water resources

*Məqaləyə Su və Meliorasiya Elmi Tədqiqat
İnstitutu, PHŞ-də sektor müdürü, a.e.ü.f.d.,
dosent, S.M. Şahmaliyeva rəy vermişdir.*