



Sudan İstifadədə yaşıl texnologiyaların tətbiqinin faydası

Kür II layihəsi üçün hesabat

Vania Pakagnan
Beynəlxalq Məsləhətçi

İyul 2018



Mündəricat

Cədvəllərin siyahısı	3
Şəkillərin siyahısı	4
Qısaltmaların Siyahısı	5
1. Giriş	6
2. Yaşıl texnologiyalar anlayışı	9
3. Məişət su təchizatı	10
Su səmərəliliyinin artırılması üçün avadanlıqların yenidən quraşdırılması	10
Smart monitoring və smart su ölçmə qurğuları	13
Desentralizasiya edilmiş təmizləmə sistemləri	16
4. Kənd təsərrüfatı	20
Təzyiqli (hermetik) Suvarma Sistemləri (Damcılı və yağış yağdırmaqla suvarma)	21
Dəqiq Suvarma	24
Smart Su Sayğacları	26
Maqnitlənmiş su	26
Lazerlərin düzəldilməsi	27
Aquaponiklər	28
Qeyri-ənənəvi su mənbələrinin istifadəsi: tullantı sularının vəziyyəti	31
Torpaq və suyu mühafizə təcrübələri	38
5. Sənaye	40
Suya qənaət cihazlarının quraşdırılması	43
Suyun təkrar istifadəsi	46
6. Enerji istehsalı	50
Soyutma qülləsi səmərəliliyinin artırılması	50
Enerji stansiyalarında təkrar istilik istifadəsi	52
Hidroenerji istehsalının azaldılması tədbirləri	53
Mənbə : Halleraker et al., 2016, cədvəl 4, səhv. 30-32.7. Praktiki tətbiq etmədə maneələr and təyinatlar	57
8. Kür çayı hövzəsi üçün əməkdaşlıq siyasəti	60
9. Növbəti tədqiqat üçün mülahizə və məsləhətlər	63
İstinadlar	65



Cədvəllərin siyahısı

Cədvəl 1 – Bu hesabatda təhlil edilmiş texnologiyalar	9
Cədvəl 2 – Mərkəzləşdirilmiş və desentralizasiya edilmiş tullantı suları təmizləmə sistemlərinin əsas xüsusiyyətləri	17
Cədvəl 3 – Süni yaradılmış bataqlıqların funksiyaları və onlarla əlaqədar təmin edilən xidmətlər	19
Cədvəl 4 – suyun daşınmasının effektivliyi , adekvat vəziyyətdə saxlanılan kanallar(%)	21
Cədvəl 5 – Sahədə tətbiq etmə effektivliyinə görə indikativ müəyyən edilmiş dəyərlər (%)	22
Cədvəl 6 – Suvarmanın müxtəlif səviyyələrində suvarılmış tərəvəz bitkilərindən xalis mənfəət	Error! Bookmark not defined.
Cədvəl 7 – Müvafiq bazar qiymətlərinə uyğun olaraq fermalardakı akvapunlarda hesablanmış istehsalat xərcləri	30
Cədvəl 8 – Akvapunlara qoyulmuş investisiyaların gəlirliliyi və öz mayasını bərpa etməsi, hesablanmış investisiya xərcləri	30
Cədvəl 9 – Sudan təkrar istifadənin faydaları	35
Cədvəl 10 – Sənaye sahələrində sudan istifadə	Error! Bookmark not defined.
Cədvəl 11 – Sənayedə suya qənaət potensialı	42
Cədvəl 12 – Sənaye məqsədləri üçün suya qənaət tədbirlərinin siyahısı	60
Cədvəl 13 – Əsas sənaye proseslərində tullantı suyunun həcmi	43
Cədvəl 14 – Saxlanılan hidroenerjinin əsas təsirləri və azaldılması tədbirləri ..	47
Cədvəl 15 – Gürcüstan və Azərbaycandakı ümumi su məhsuldarlığı(vahid 2010 USD, ümumi təmiz su çıxarılışının hər m ³ -i üçün ÜDM) 1997-2012	55
Cədvəl 16 – 2016-cı ildə Azərbaycanda sənaye fəaliyyətlərində istifadə edilən su (milyon m ³)	60
Cədvəl 17 – Azərbaycamda sənaye su məhsuldarlığı	63



Şəkillərin siyahısı

Şəkil 1 – Sektorlar üzrə illik su istehlakının proqnozlaşdırılan artımı.....	6
Şəkil 2 – Su təchizatı xərclərinin ierarxiyası.....	8
Şəkil 3 – Smart monitoring texnologiyalarının qəbul edilməsinin maliyyə faydaları	15
Şəkil 4 – Barriers to smart monitoring adoption ..	Error! Bookmark not defined.
Şəkil 5 – Meliorativ tədbirlər ilə bağlı intensiv və ekstensiv texnologiyalar	18
Şəkil 6 – Kənd təsərrüfatında suyun səmərəliliyinin artırılması üçün BCR – Azərbaycan(solda) və Gürcüstan (sağda)	23
Şəkil 7 – Tullantı sularının təmizlənməsi və onunla əlaqəli istifadələr	31
Şəkil 8 – Su qıtlığının sənaye əməliyyatlarına təsiri	36
Şəkil 9 – Su çatışmazlığının sənaye əməliyyatlarına təsiri	40
Şəkil 10 – Sənaye suyunun məhsuldarlığı (2010 €/m ³), 2004 və 2014.	Error! Bookmark not defined.
Şəkil 11– Kalundburq sənaye simbioz mübadiləsi	Error! Bookmark not defined.
Şəkil 12 – Soyutma texnologiyaların tətbiqi ilə illik OPEX	51
Şəkil 13 Elektrik istehsalı, soyutma texnologiyaları üzrə xərclərin təsnifatı	52
Şəkil 14–ENGIE zavodunda suyun səmərəliliyinin layihəsinin ümumi faydası	53
Şəkil 15 – Neft və qaz sənayesində istehlak olunan suyun suvarma məqsədilə yenidən istifadəsi	Error! Bookmark not defined.



Qısaltmaların Siyahısı

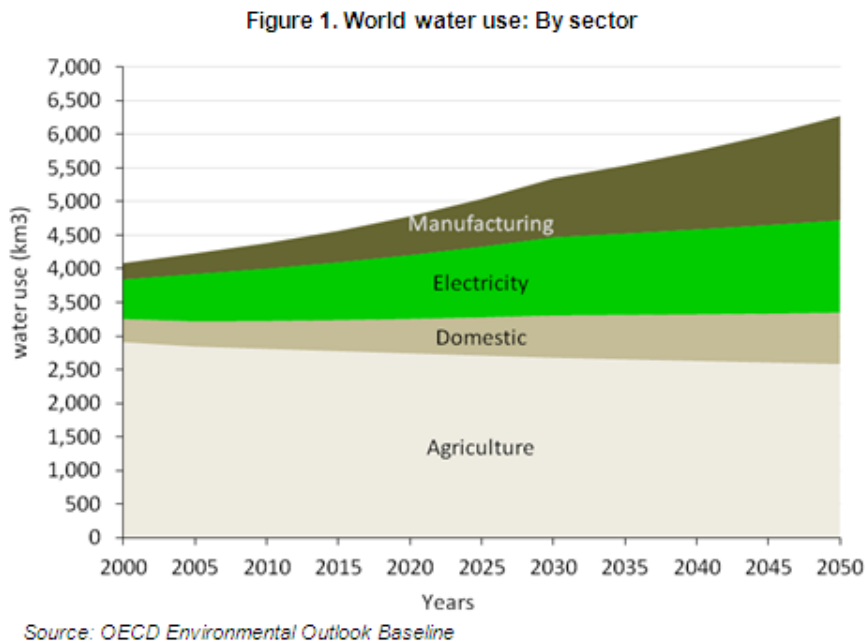
TS	Tətbiqatın Səmərəliliyi
TSİ	Təkmilləşdirilmiş Sayğaclaşdırma İnfrastruktur
SAO	Sayğaclaşdırmanın Avtomatlaşdırılmış Oxunması
AUSD	Avstraliya Dolları
BAT	Əldə Edilən Ən yaxşı Texnologiyalar (Best Available Technologies)
GXN	Gəlir – Xərc Nisbəti
CAPEX	Kapital xərclər (Capital Expenditures)
CE	Suyun daşınmasının effektivliyi (Conveyance Efficiency)
CHP	İstilik və enerjinin birge istehsalı (Combined Heat and Power)
EPA	ABŞ ətraf mühit mühafizə agentliyi (US Environmental Protection Agency)
ESA	Ekosistem xidmətlər yanaşması (Ecosystem Services Approach)
FAO	Ərzaq və kənd təsərrüfatı təşkilatı (Food and Agriculture Organization)
GNRC	Gürcüstan milli enerji və su təchizatı tənzimləmə komissiyası (Georgian National Energy and Water Supply Regulatory Commission)
GWP	Gürcüstan su və enerji şirkəti (Georgia Water and Power Ltd)
HP	Hidroenerji
IEA	Beynəlxalq energetika agentliyi (International Energy Agency)
MAR	Yeraltı suların qidalanmasının idarə olunması (Managed Energy Agency)
MWT	Maqnitləşdirilmiş su təmizləməsi (Managed Aquifer Recharge)
NBS	Təbii metodlara əsaslanan həll yolları (Nature-based Solutions)
NPV	Təmiz cari dəyər (Net Present Value)
O&M	Əməliyyat və saxlanma (Operation and Maintenance)
PI	Dəqiq suvarma (Precise Irrigation)
PIS	Fermetik suvarma sistemləri (Pressurised Irrigation Systems)
PWS	Məişət su təchizatı (Public Water Supply)
RO	Dəyişkən osma (Reverse Osmosis)
SME	Kiçik və orta sahibkarlıq subyektləri (small and medium sized enterprise)
TDS	Ümumi həll olmuş bərk maddələr (Total Dissolved Solids)
TOR	Texniki tapşırıq (Terms of Reference)
UF	Ultrafiltrasiya
UNEP	Birləşmiş Millətlər Təşkilatı Ekoloji proqramı (UN Environment Program)
UNIDO	Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Sənaye inkişafı təşkilatı (United Nations Industrial Development Organisation)
UNWSCG	Birləşmiş su təchizatı şirkəti, Gürcüstan (United Water Supply Company)
USD	ABŞ dolları (US Dollar)
WFD	Su çərçivə direktivi (Water Framework Directive)
WHO	Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı (World Health Organization)
WWT	Tullantı suların təmizlənməsi (Waste Water Treatment)



1. Giriş

2050-ci ilə qədər qlobal miqyasda su ehtiyatlarından istifadənin artması proqnozlaşdırılır (Şəkil 1). Bu əsasən əhali artımı, iqtisadi inkişaf və istehlak ilə bağlı dəyişən tendensiyalar ilə əlaqəlidir. Sənaye və məişət su təchizatı da artmaqda davam edəcəkdir. Belə ki, kənd təsərrüfatı sahəsində suya olan tələbatın artımı dəqiq proqnozlaşdırılmayıb: FAO (Ərzaq və kənd təsərrüfatı Təşkilatı) 2008 – 2050-ci illərdə suvarma məqsədi ilə su götürümündə 5.5 % artım hesabladığı halda OECD (İqtisadi Əməkdaşlıq və İnkişaf Təşkilatı) təşkilatı suvarma texnologiyalarının tətbiqi ilə su səmərəliliyinin artırılması sayəsində (Dünya Su Ehtiyatlarının Hesablanması Hesabatı, 2018) 2000 – 2050-ci illər üçün kənd təsərrüfatında suya tələbatın bir qədər azalacağı proqnozunu verir. Sudan səmərəli istifadə üzrə tədbirlərin həyata keçirilməsi üçün potensiallar tam aşkar edilməyib və bu da ümumi sudan istifadəyə birbaşa təsir göstərəcək.

Şəkil 1 – Sektorlar üzrə illik su istehlakının proqnozlaşdırılan artımı



Mənbə: OECD, 2016

BMT Ekoloji Proqramı tərəfindən (2011) səmərəliliyin əldə edilməsi üzrə tədbirlər görülmədiyi halda qlobal miqyasda suya olan tələbatın təchizattan 40 % çox olacağı ehtimal edilir. İstehlak edilə biləcək su ehtiyatlarının həcmində



artım müəyyən qədər bu boşluğu doldura bilsə də əsas etibarı ilə su siyasəti sahəsində aparılacaq islahatlar, həmçinin yeni infrastruktur və texnologiyalara qoyulan investisiyalar mühüm rol oynayacaq. Bu cür investisiyaların iqtisadi dayanıqlılığının tam aydın olması üçün bu prosesləri müşayiət edən xərclərin və bundan əldə edilən faydaların tam araşdırılıb mənimsənilməsi çox vacibdir. Məxsusi olaraq ümumilikdə cəmiyyət üçün iqtisadi faydalar hesablanarkən kənar təsirlər də daxil olmaqla (istər müsbət, istərsə də mənfi) yaşıl texnologiyaların tətbiqinin təsirləri nəzərə alınmalıdır.

Kür 2 layihəsinin bir hissəsi olan bu hesabatın əsas məqsədi Kür çayı hövzəsində beynəlxalq təcrübələrin və milli səviyyədə əldə edilmiş nailiyyətlərin nəzərdən keçirilməsi ilə sudan istifadədə yaşıl texnologiyaların iqtisadi faydalarını nəzərdən keçirməkdən ibarətdir. Bu hesabat sudan təkrar istifadə və suyun yenidən dövriyyəyə buraxılması texnologiyasını nəzərdən keçirməklə hazırlanılmışdır. Həmçinin bura sudan istifadədə əldə edilməsi mümkün ola bilən ən yaxşı texnologiyaların adaptasiyası daxildir.

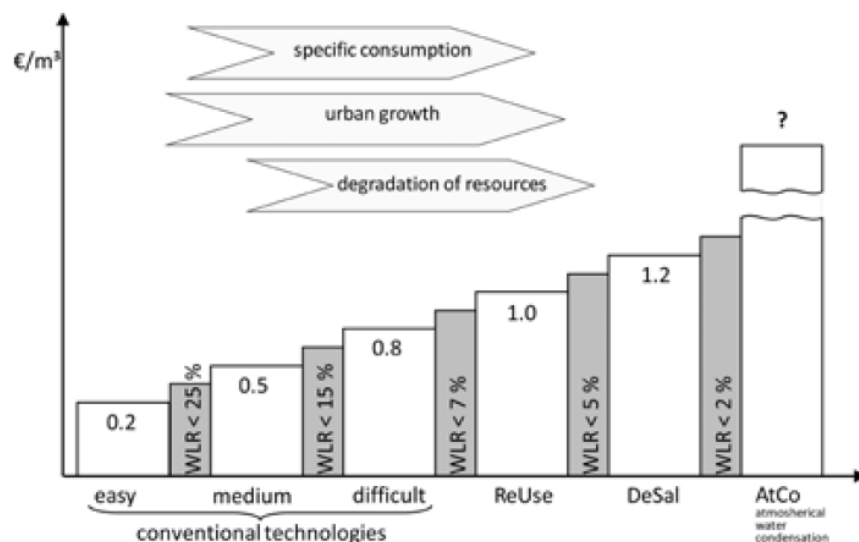
İqtisadi səmərəlilik faydalardan düzgün istifadənin yolları əsasında təhlil edilmişdir. Səmərəli istifadə baxımından bu qeyd edilən üsullar suyun hər bir ölçü vahidinin verdiyi təmiz gəlir və ya istehsalatda sudan istifadədə, ona xərclərin qənaət edilməsinə hesablanmışdır. Dövlət tərəfindən su təchizatı və sudan istifadənin effektivliyinin təkmilləşdirilməsi baxımından hal-hazırda bu istiqamətdə görülən fəaliyyətlər uzun müddətli su təchizatı infrastrukturunu ilə bağlı investisiyaları tamamlayır. Bir çox hallarda sudan qənaətlə istifadə üzrə uğurlu strategiyaların tətbiq edilməsi imkan vermişdir ki, su ilə bağlı yeni infraqurukturlara investisiya yatırmaq və daha bahalı texnologiyalar məsələn, dəniz suyunun duzsuzlaşdırılması kimi texnologiyaların həyata keçirilməsini təxirə salmaq mümkün olsun. Beləliklə, yaşıl texnologiyaların tətbiqi yalnız əməliyyat və saxlanılma xərclərinin azaldılması ilə kifayətlənmir, eyni zamanda kapital investisiya xərclərindən də azad olmağa imkan yaradır. BMT-nin Su Bölməsinin 2011-ci ildə verdiyi məlumata görə su təchizatı üçün istehsalat xərcləri artdıqca sudan səmərəli istifadə ilə bağlı tədbirlər üzrə də rəqabətlik daha da artır.

Sudan təkrar istifadə texnologiyaları su ehtiyatlarının çatışmazlığı qeyd olunan ərazilərdə daha da böyük rəqabətin olmasına gətirir. Şəkil 2-də göstərildiyi kimi



texnoloji seçimlər istehsalat xərcləri və suyun qənaətli istifadəsi üzrə hədəflərə köklənməklə müəyyən edilə bilər. İqtisadi fayda həmçinin yaşıllıq texnologiyaların tətbiqi ilə müsbət kənar təsirləri də özündə cəmləşdirir.

Şəkil 2 – Su təchizatı xərclərinin ierarxiyası



Mənbə: BMT-Su bölməsi (2011), Şəkil 2, Səh. 15.

Su ehtiyatlarının idarə edilməsi kontekstində sudan effektiv istifadə tədbirlərinin iqtisadi dəyəri və ya su keyfiyyətinin təkmilləşdirilməsinin iqtisadi təsirləri bazar dəyərləri verilən əmtənin (məsələn, yetişdirilməsinə su sərf edilən məhsul növünün bazar qiyməti) bazar dəyəri və cəmiyyətin fərdlərinin seçimləri nəzərə alınmaqla pul ilə ifadə edilə bilər.

Yerli bazar şərtlərindən və cəmiyyətin fərdlərinin seçimlərindən asılı olaraq bu kəmiyyət dəyişdiyinə görə verilən texnologiyaların faydasının mütləq iqtisadi dəyərini hesablamaq qeyri-mümkündür. İqtisadi ədəbiyyatlarda suyun ölçü vahidinin iqtisadi dəyərinin hesablanması və müəyyən edilməsi istiqamətində nəzəri təkliflər uzun müddət çünəkirə mövzusu olmuşdur. Lakin bu tapşırığı üzərimizə götürmək bir qədər real olmadığı üçün hesabatda biz çalışdığımız suyun pul ilə ifadədə dəyərini elmi əsaslandırmağa aid olmayan digər ədəbiyyatlar əsasında təhlil edək və yaşıllıq texnologiyalara qoyulan investisiyaların verəcəyi faydaların təqribi amplitudunu müəyyən etməyə çalışaq.

Nağd pul dəyərində hesablanma yerinə yetirilmədikdə bu cür investisiyaların müsbət təsirlərinin fiziki olaraq müəyyən edilməsi məhsul yığımının artırılması



və ya keyfiyyətin təsviri nöqteyi nəzərdən hesabatda təhlil edilib təqdim edilmişdir.

Bu hesabatın tərtib edilməsində əsasən ikinci dərəcəli məlumat mənbələrindən istifadə edilmişdir. Qeyri – elmi ədəbiyyat və ekspertlərin təhlilləri əsasında hazırlanmış hesabatlar metodoloji yanaşmaları və gəlidiyi nəticələrə görə bir – birindən fərqlənirlər. Müvafiq olaraq təqdim edilmiş məlumatlar mütləq olaraq bircins və müqayisə edilən deyil lakin əvvəlki tədqiqatların gəlidiyi nəticələr yaşıl texnologiyalara investisiya üçün uyğun olan iqtisadi modelləri dəstəkləyir. Bu hesabatda Kür çayı hövzəsi miqyasında qısa müddətdə tətbiq edilə biləcək suyun ölçü vahidinin iqtisadi dəyərini müəyyən etmək məqsədi qarşıya qoyulmamışdır.

Birincisi, sudan istifadədə yaşıl texnologiyaların tərfi təqdim edilmişdir. Texnologiyaların məişət su təchizatı, kənd təsərrüfatı, sənaye və elektrik enerjisi istehsalı sektorlarında tətbiqi nəzərdən keçirilmiş və Kür çayı hövzəsində mövcud olan iqlim şəraitlərinə ölkələrin təcrübəsindən nümunələr verilmişdir. Bütün nəzərdən keçirilmiş üsulların hər biri üçün maneələr və imkanlar təmin edən şəraitlər diqqətlə nəzərdən keçirilmişdir. Hesabatın yekun hissəsində beynəlxalq təcrübələrdən nümunələrin Kür hövzəsi ərazisində tətbiq edilmə imkanları müzakirə ediləcək və yekun qənaətlər qeyd ediləcəkdir.

2. Yaşıl texnologiyalar anlayışı

Aşağıdakı cədvəldə hər bir sektor üzrə bu hesabatda nəzərdən keçiriləcək texnologiyaların təsviri verilmişdir.

Su sektorunda yaşıl texnologiyaların tətbiq edilməsi ilə əlaqədar nümunələrə aşağıdakılar daxil etmək olar. Yağış suyunun toplanıb saxlanması Yüksək effektivliyə malik malik ultra bənövşəyi dezinfeksiya sistemləri, texniki suyun istehsalatda və enerji əldə edilməsi üçün yenidən istifadəsi, məişətdə istifadə olunan tullantı suyunun təkrar istifadəsi. Qeyd olunmalıdır ki bu texnologiyalar istər təchizat nöqteyi nəzərdən istərsədə tələbat nöqteyi nəzərdən adaptasiya edilə bilər.



Cədvəl 1. Hesabatda təhlil edilmiş texnologiyalar

Sektor	Siyasət sənədi ilə bağlı vəzifələr	Texnologiyalar
PWS	sudan istifadənin azaldılması, su itkilərinin azaldılması, suyun təmizlənməsi, su təchizatı üzrə normativlər	Su səmərəliliyinin retrofit edilməsi , smart monitoring, nano-texnologiyalarla filtrasiya, desentralizasiya edilmiş tullantı suyunun emal edilməsi(süni yaradılmış göllər daxil olmaqla)
Suvarma	Sudan istifadənin azaldılması , suyun təkrar istifadəsi təkrar istifadənin təsirləri,	Hermetik suvarma sistemləri , dəqiq suvarma sistemləri, smart su sayğacları, lazer nivelirləmə, maqnitləşdirilmiş su təchizatı , akvoponiks, tullantı suyunun təkrar istifadəsi, torpaq və suyun qorunub saxlanması təcrübələri.
Elektrik enerjisinin əldə edilməsi və sənaye	Sudan istifadənin azaldılması , suyun təkrar istifadəsi	Tullantı suyunun təkrar istifadəsi,
Hidro elektrik eenerjisi istehsalı	ətraf mühitlə bağlı təsirlərin azaldılması	yumşaldıcı tədbirlər

3. Məişət su təchizatı

Su səmərəliliyinin artırılması üçün avadanlıqların yenidən quraşdırılması

Binalarda su səmərəliliyini artırılması, binanın dizaynı, konstruksiyasının təkmilləşdirilməsi ilə həyata keçirilə bilər ki burada su səmərəliliyini artıran doğru birləşmələr rol oynayır bununlada su istifadəçiləri sudan daha effektiv istifadə edirlər . Sudan istifadə üzrə nümunələr şərsivəsində doğru birləşmə dəstlərinə aşağıdakılar aiddir(2008)



- kran və duş sistemlərinin quraşdırılması, həmçinin su axinini boruda təmzinləyən və kranı dəyişik yönəyə keçirən qurğular , tualet çənlərinin dəyişdirilməsi ilə suyun axıdılması potensialının təkmilləşdirilməsi.
- Yeni tualetlər təqribən 3 litr su sərf edir ki əvvəlki 1989 cu ilə qədər quraşdırılan tualet çənləri ilə müqayisədə 9 litr dən çox edir.
- köhnə paltaryuyan maşınların və qabyuyan maşınların dəyişdirilib yeni modellərlə daha suya effektiv qənaətlə suyu istifadə edən modellərlə əvəz olunması. Buda 3 də bir və ya 5də 1 hissəsinin qənaət edilməsinə gətirə bilər ki , köhnə modellərlə müqayisədə suya qənaət etməyə imkan verir
- yağış suyunun toplanması üçün üstü açıq su çənləri və şlankların ağzının daha qənaətcil istifadə etməyə imkan verən başlıqları ki, buda bağçaların suvarılmasında istifadə edilə bilər

Bir çox hallarda bu quraşdırılma işləri bir ildən 3 ilə qədər vaxt apara bilər buda ondan asılıdır ki nə dərəcədə suyun istifadəsinə nə dərəcədə qənaət etməyə imkan verir və bu müdaxiləyə sərf edilən xərclərin ödənilməsinə nə dərəcədə doğruldu. Bununla da əlaqədar Fidar və başqaları(2016) qeyd edirlər ki bu qurğular üçün “ konkret iqtisadi əsaslandırma qeyd edilmir lakin onların dəyişdirilməsinin tezləşdirilməsi və daha müasir yeni modellərlə əvəz olunması son illər tez –tez həyata keçirilir və buda əvvəlki 10 illiklərlə müqayisə etdikdə su və enerji xərclərinin azaldılmasına müsbət təsir edir. Bununlada onların səmərəliliyinin periodu uzunmüddətli qəbul edilir. Ağ təmizlik qurğuları(paltaryuyan və qabyuyan maşınlar)onların ödənilmə periodu daha uzundur. Su təchizatı qurğuları yenidən quraşdırılması istər yaşayış , istərsədə qeyri- yaşayış otel, qonaq evləri və s hər ikisinə aid edilir.

Bir çox kiçik və orta biznes müəssisələri üçün su təchizatı borularının yenidən quraşdırılması, əməliyyat və saxlanma xərclərinin qənaət edilməsi, sudan istifadəyə sərf edilən xərclərin qənaət edilməsinə faydalı su ola bilər. Məsələn, çox maraqlı bir fakt göstərir ki istifadə edilən suyun 4 də 1 hissəsi otellər tərəfindən su səmərəliliyi məqsədilə ilə boruların yenidən quraşdırılması həyata keçirilərkən qənaət edilə bilər və bu ümumilikdə suya olan xərclərin 10 faizdən 30 faizə qədər azaldılmasına töhvə verə bilər.



Regional və milli səviyyədə qiymətləndirmə məqsədilə aparılan təhlillərin nəticələri göstərir ki bu cür qənaət məqsəd daşıyam proqramlar öz nəticəsini verir.

ABŞ-ın ətraf mühitin mühafizəsi agentliyi (2002) tərəfindən aparılan araşdırma göstərmişdir ki 17 şəhərdə su dan istifadənin səmərəliliyi üzrə həyata keçirilmiş proqramlar nəticəsində bu proqramların uğurlu olduğu və suya olan tələbatın azaldılmasını əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirməklə (7, 3 dən 87 faizə qədər) və 260 milyon ABŞ dolları dəyərində , həmçinin xərclərə qənaət etməyə imkan vermişdir

Yeni Zelandiyada (Bekon 2009) milli səviyyədə aparılan araşdırma nəticəsində hesablanmışdır ki, su təchizatı ilə bağlı boruların yenidən quraşdırılması üzrə təbirlər müsbət xərc nisbətində qənaətə nail olmağa imkan vermişdir.

Bu cür su təchizatı boruların yenidən quraşdırılması üzrə proqramlar 90- ci illərin ortalarından ABŞ-da geniş şəkildə həyata keçirilmişdir ki (Green 2001) bu layihələrində müsbət fayda, gəlir, xərc nisbəti əldə olunmuşdur (4-20 : 1 nisbətində).

Yalnız Nyu York şəhərində aparılmış layihə çərçivəsində 1.5 milyon kiçik tualet çənlərinin dəyişdirilməsi ilə su təchizatı həcmində çox böyük fərq əldə edilmişdir.

AN və digərləri (2006) müəyyən etmişdir ki, su effektivliyindən su istifadəçiləri üçün əlavə xərclərdən azad olmaq üçün metod tətbiq edilə bilər. Su istifadəsinin effektivliyi tədbirləri çərçivəsində suya olan tələbatın azaldılması məqsədilə su təchizatına investisiya və su təmizləyici qurğuların təkmilləşdirilməsi bununlada azaldıla bilər.

Ümumi kommunal xərclərin azaldılması nöqtəyi nəzərdən Kaliforniyadada digər bir tədqiqat keçirtməklə su ehtiyatlarına qənaət strategiyalarının iqtisadi faydaları araşdırılmışdır (tualetlərdə sudan istifadənin yüksək effektivliyi, qabyuyan və paltaryuyan maşınların yeniləri ilə əvəz edilməsi, bağça və həyatıyanı bağ sahələrində suvarma) bu göstəricilər 561-900.000 ABŞ dolları 1 hektar torpağa nisbətində hesablanmışdır bir il üçün (1 akr = 1.233 kub metr).



Koli və Furi Sabundan (2016) tərəfindən aparılan tədbiqatlar həmçinin göstərir ki, su istifadəsinin effektivliyini artıran təbirlər yeni su təchizatı imkanlarını, investisiyanı tətbiq etməklə müqayisədə daha effektivdir və xərclərə qənaət etməyə imkan verir. Bu da indiki və gələcək təlabatı qarşılamaq baxımından faydalıdır.

Onlar həminin müəyyən etmişlərki bunun mənfi təsirləridə ola bilər (çünki saxlanma xərclərinin azaldılması, investisiya xərclərini üstələyə bilər) və bununlada əlaqədar hər iki tərəfin fayda əldə etməsi seçimi su çatışmazlığı məsələsinin aradan qaldırılmasında təsir edə bilər.

Smart monitoring və smart su ölçmə qurğuları

Yuneskonun 2019-cu ildə verdiyi məlumata əsasən infrastrukturun köhnəlməsi, yüksək həcimdə su itkilərinə səbəb olur bu həтта paylaşdırılan su təchizatı şəbəkəsində paylaşılan suyun 50 faizinə qədər itkisini nəzərdə tutur.

Sızmalar əsasən paylayıcı şəbəkənin həssaslığı ilə müəyyən edilir və həmçinin su borularının özünün tərkibindəndə asılı ola bilər ki, buda əgər böyük həcmli sızmalar və qəzalar olarsa tımir işləri aparmaqla sızmanın qarşısını almağa kömək edir.

Bununlada gözə görünən böyük həcmli su itkilərinin qarşısı alınmış olur.

Su itkilərinin qarşısının alınması suyun israf edilməsinin qarşısının alınması üçün çox vacib amildir lakin bununla belə cəmiyyət üçün zərərli olacaq digər təsirlərdən də ehtuyatlı olmaq lazımdır. Buna misal olaraq , məişət su təchizatında ləngimələrin və uzunmüddətli intervalların suyun təchiz edilməməsi , intervallarının olmaması və ya yol infrastrukturunun dağılması kimi faktorların borularda sızmalara səbəb ola bilər.

Smart monitoringin tətbiq edilməsi su itkilərinin yerlərinin müəyyən edilməsi üçün imkanlar yaradır ki, şəbəkədə su ehtiyatlarının daha effektiv şəkildə ötürülməsinə kömək etmiş olur. Burada 2 əsas monitoring metodu nəzərdən keçirilir(Martişeva 2014):



- Avtomatlaşdırılmış sayğac oxuyucusu su sayğacı məlumatlarını radio dalğalarla ötürülən siqnallar vasitəsilə əldə edir. Toplanmış məlumatlara sayğacın seriya nömrəsi və sərf edilmiş suyun həcmi daxildir. Sayğac əgər su mütəmadi olaraq dayanmadan istifadə edilmişdirsə bu faktı qeydə alırkı buda sistemdə hər hansı bir sızmanın olmasını həmin anda müəyyən etməyə imkan verir. Bundan başqa istehlakçılara daha çox məlumat verməklə onların su istehlakı ilə bağlı vərdislərini onlara göstərir və buda gələcəkdə istehlaka qənaət etmələri üçün onlara kömək olur
- Təkmilləşdirilmiş sayğaqlama infrastrukturu (TSİ) elektrik təchizatı, qaz təchizatı və su təchizatı şəbəkələrində tətbiq edilə bilər. Bunlar əsasən smart sayğaqlardan ibarət integrasiya edilmiş sistemlərdir. Bunlar kommunikasiya şəbəkəsidir və məlumat idarəetmə sistemləri ilə əlaqədirlər. TSİ sistemi ilə ümumi paylayıcı şəbəkə davamlı olaraq monitorinq edilə bilər və bir neçə saatlıq intervallarla məlumatların oxunması həyata keçirilə bilər

Sistemin əsas üstünlüklərindən biri odur ki sistem təmir xərclərinin minimallaşmasına kömək edir və hətta kiçik sızmalar müəyyən edildikdə bilə o sızma nəticəsində daha çox itkinin baş verməsindən əvvəl vaxtında paylama şəbəkəsində təmir həyata keçirilə bilər. Bu resursların idarə olunmasını optimallaşdırır ki, belə olan halda konkret borunun təmirə ehtiyac olan hissəsi müəyyən edilərək təmir edilir bununlada kapital xərclərin qənaət edilməsinə nail olmaq və uzun müddətdə kapital xərclərini azaltmaq mümkündür



Şəkil 3 – Smart monitoring texnologiyalarının qəbul edilməsinin maliyyə faydaları

Category	Savings as Percentage of Baseline Cost
Leakage and Pressure Management	2.3 - 4.6 (3.5%)
Strategic Capital Expenditure Prioritization	3.5 - 5.2 (12.5%)
Water Quality Monitoring	0.3 - 0.6 (0.4%)
Network Operations and Maintenance	1.0 - 2.1 (1.6%)
Total Smart Water Savings Opportunity	7.1 - 12.5 (7.4%)

Mənbə: Əhali siyahıya alınması (2012)

Smart sayğaclarıdırma təkmilləşdirilmiş məlumat bazasının su ehtiyatlarının planlaşdırılması proseslərinin idarə edilməsinə daha mükəmməl şəkildə daxil etdirilməsini mümkün edir və real zamanda su istifadəçilərinə məlumatları təmin etməklə istehlakçıların cəlb edilməsinin təkmilləşdirə bilər. Bundan əlavə su istehlakı yanaşmaları üzrə təkmilləşdirilmiş məlumatlar sayğac göstəriciləri əsasında ödənişlərin toplanmasını tətbiq etmək imkanı verir. Həmçinin bu daha çevik su tarifləri təyin etmək baxımından faydalı olmaqla su tələbatının idarə edilməsi üzrə bir alət rolunu oynaya bilər. Bu istehlakçı tərəfindən sudan intensiv istifadə və təchizat prosesində borudan sızmaları da müəyyən edir. Smart sayğaclarıdırma təklif edilməsinin daha bir səbəbi istehlaka sərf edilən zaman və son istifadəçi haqqında məlumatı sayğac oxunması üçün insan əməyi sərf edilməsinin azaldılması ilə birlikdə istifadə edərək məlumatın dəqiqliyini artırmaqdır (Boyle və digərləri., 2013; EA, 2008).

Bu faydalar mövcud infrastrukturunu yeniləmək üçün nəzərdə tutulmuş xərcləri də özündə ehtiva edir. Smart su texnologiyaları böyük həcmdə ilkin xərclər (hətta ənənəvi sayğaclarıdırmadan 6-7 dəfə baha) tələb edir ki, nəticə etibarilə bu yatırımın geri dönüşü bir neçə il ərzində özünü doğruldur. ABŞ-da su təchizatı şirkətlərinin yalnız 20 faizi bu yeni texnologiyaları tətbiq etməyə nail



olmuşdur¹. Smart sayğaclarla nəzarəti məhdudlaşdıran əsas faktorlar kifayət qədər maliyyənin olmamasıdır. ABŞ su təchizatı operatorlarının ölkədə keçirilən Əhali Siyahıya Alma (2012) çərçivəsində keçirdiyi sorğunun nəticələrinə əsasən maliyyə ilə yanaşı digər faktorlar maarifləndirmənin aşağı olması və siyasi iradənin olmamasıdır.

Dünya miqyasında icra edilmiş bəzi layihələrdə su təchizatı paylama sistemlərində Smart Su Torları tətbiq edilmişdir ki, bu da müsbət nəticələr vermişdir. Smart sayğaclarlaşdırma ilə əlaqədar proqramlar əksər hallarda enerji sektoru ilə əlaqəli olur ki, onların tətbiqinin təqdimatı daha geniş olur (Boyle və digərləri, 2013). Hesablamara görə 2009-cu ildə dünyada ağıllı sayğaclarlaşdırma layihələrinin ümumi sayının 18 %-i su və enerji təchizatı sahələrini əhatə etmişdir (Sidney Su Tədbiri, 2009). İlkin olaraq bu cür layihələrin yalnız kiçik miqyaslı layihələr ilə məhdudlaşdırdı, lakin London (Temza çayında sudan istifadə) və Nyu Yorkda icra olunmuş layihələr kimi bəzi iri həcmli layihələrə aid də nümunələr verilə bilər. Avstraliyada və dünyada smart sayğaclarlaşdırma tətbiq edilən layihənin icrasına aid təfərrüatlı icmal Boyle və digərlərinin (2013) tədqiqatlarında verilmişdir.

Desentralizasiya edilmiş təmizləmə sistemləri

Texnoloji innovasiyalar və elmi tədqiqatların verdiyi üstünlüklər effektiv desentralizasiyaya köklənmiş tullantı suların təmizlənməsi prosesinin genişlənməsinə gətirib çıxardı ki, bu da aşağıdakılarla nəticələnir:

- Tullantı sularının təmizlənməsi üçün sərf edilən enerji ehtiyatlarının həcmnin 2 dəfəyə qədər azaldılmasına imkan verməklə aktivləşdirilmiş lil ötürücüləri və filtirlərinin tətbiq etməyə kömək etdiyi nəticədə nutruentlərə ayırmaq mümkün oldu.
- Zəif infiltrasiyaya malik suni yaradılmış bataqlıqlar yaratmaq imkanı verdi.

Hər iki texnologiyalar mərkəzləşdirilmiş sistemlərə istinad edən (Nogueira və digərləri), daha az xərc tələb edən texnologiya kimi xarakterizə edilir, lakin aktivləşdirilmiş lil həcmi daha çox enerji sərf ediləsinə tələb edir, çünki aerasiya avadanlığı burada tətbiq edilir. Texnologiyalarının üstünlüklərinin tətbiq edilməsi çirkləndiriciləri təhlükəsiz şəkildə ayırmağa imkan verir lakin yüksək investisiya xərcləri burada bir qədər məhdudlaşdırıcı faktor rolunu oynayır. (

¹ <https://www.bna.com/high-cost-smart-n73014451587/>



yeraltı suların götürüləsi və istifadəsi ilə müqayisədə) Məhs bu səbəblərdən desentralizasiya tətbiq edilən tullantı suların təmizlənməsi sistemləri daha çox nəzərdən keçirilən alternativə çevrilir nəinki ənənəvi sistemlər hansıki mərkəzləşmiş tullantı suların təmizlənməsi qurğularından ibarətdirlər. Misal üçün deyə bilərik, ABŞ-ın əhalisinin istifadə etdiyi suyun təmizlənməsi desentralizasiyalaşmış sistemlər tətbiq edilməklə həyata keçirilir (Nelson, 2005)

Desentralizasiya sistemin əsas çatışmazlıqlarından biri burada təmizləndən sonra alınan axar suların nəql edilməsi xərclərindən çəkinilir və bunlar local olaraq ərazidə yenidən istifadə etmək potensialı olur.

Aşağıda təqdim edilmiş cədvəldə qeyd edilən bu iki sistemin əsas xarakteristikalarının ümumi icmalı verilmişdir. Cədvəl 2: Mərkəzləşdirilmiş və desentralizasiya edilmiş tullantı suları təmizlənmə (TST) sistemlərinin əsas xüsusiyyətləri.

Cədvəl 1 – Mərkəzləşdirilmiş və desentralizasiya edilmiş tullantı suları təmizləmə sistemlərinin əsas xüsusiyyətlər

Parameter	Centralised system	Decentralised system
Collecting system	Large diameters, long distances	Small diameters, short distances
Requirements space	Large area in one place	Small areas in many places
Operation and maintenance	Full time technical staff requirements	Less demanding, can be monitored remotely
Uniformity of water	Many types of water	More uniform water
Dilution grade	Less control over the storm water, more dilution	More control over the storm water, more concentrate
Risk	Risk on a larger scale	Risk distributed
Water transfer	Increase the needs for water transfer	Water is used and reused in the same area
Social control	Social control is lost	More social control
Ease of expansion	High costs, more complexity to implementation	Low cost, less complexity to implementation
Potential to reuse	All water is concentrated in one point	Water can be reused locally

Mənbə: Çirisa və digərləri, 2017

JRC (2014) enerji və məkana olan ehtiyac ilə əlaqədar meliorativ tədbirlərin texnologiyaları ilə bağlı təsnifat aparmışdır (bax, Şəkil 4): intensiv texnologiyalar daha çox enerji və daha az məkan tələb edir və sürətləndirilmiş süni proseslərdən ibarətdir. Misal üçün deyə bilərik ki, ultra filtrasiya və dəyişən osmos kontekstində nanotexnologiyalar aşağı keyfiyyətə malik su ehtiyatlarının təmizlənməsi və mütamadi istifadə üçün münasib etmək məqsədi ilə tətbiq edilə bilərlər. Buna baxmayaraq ekstensiv texnologiyalar təbii proseslərə istinad edir, lakin enerjiyə tələbatı azaltsalar da onlarla bağlı layihələr daha böyük



ərazilər tələb edir. Onlar sonrakı dövrlərdə yenə əməliyyat və saxlanma xərcləri tələb edirlər.

Şəkil 4 – Meliorativ tədbirlər ilə bağlı intensiv və ekstensiv texnologiyalar

Intensive technologies	Extensive technologies
Physical-chemical systems (coagulation-flocculation, sand filters)	Waste stabilisation ponds (maturation ponds, stabilisation reservoirs,...)
Membrane technologies (ultrafiltration, reverse osmosis, membrane bioreactor, ...)	Constructed wetlands (vertical-flow, horizontal-flow,...)
Rotating biological contactors	Infiltration-percolation systems
Disinfection technologies (ultraviolet radiation, chlorine dioxide, ozone, peracetic acid, ...)	

Mənbə: JRC, 2014

Texnologiyaların verdiyi üstünlüklər investisiya xərclərini azaltmağa nail olmağı mümkün edir. Bir nümunə olaraq kompozit nanohissəciklərdən istifadə etməklə filtrasiya üçün prototiplər göstərilə bilər. Bunlar Hindistanın Mədrəs Texnologiya İnstitutu² tərəfindən hazırlanmışdır və məqsədi mikrob, bakteriyalar və digər çirkləndiricilər ayrılmasını təmin edir. Bu yalnız il ərzində 2,5 ABŞ Dolları dəyərində xərc tələb edir və bu kommersion baxımından sərfəli hesab edilə bilər³. Bu texnologiya ucqar ərazilərdə bir birindən uzaq məsafədə yerləşən yaşayış məntəqələri üçün yaxşı alternativ ola bilər ki, bu cür yerlərdə mərkəzləşmiş təmiz su təchizatı və suyun istifadədən sonra təmizlənməsi iqtisadi və ya texniki səbəblərdən demək olar ki, qeyri - mümkündür.

Tullantı su təmizləyici qurğularının fəaliyyəti üçün tələb olunan enerji ehtiyatlarının azaldılması həmçinin texnologiyaların verdiyi üstünlüklərin tətbiq edilə biləcəyi sahədir ki, buna eyni zamanda ətraf mühitlə bağlı təsirlərdə azaldılmasına kömək edə bilər. Hesablamalara görə Avropa Birliyinin 27 üzv ölkəsində tullantı suların təmizlənməsi ilə əlaqədar ümumilikdə 15021 gvat ildə enerji sərf edilir⁴. Ənənəvi tullantı suları təmizləmə qurğuları bioloji proseslərlə əlaqəli olduğuna görə intensiv enerji istehlak edirlər. Fiziki və

² <http://www.dstuns.iitm.ac.in/pradeep-research-group.php>

³ <https://www.theguardian.com/sustainable-business/new-water-technologies-save-planet>

⁴ <http://www.enerwater.eu/enerwater-project-waste-water-treatment-plants/>



kimyəvi proseslər daha az enerji intensivliyinə malik seçim verən üsullar kimi nəzərdən keçirilir. Pilot olaraq Gikas tərəfindən (2017) tətbiq edilən yeni proses karbonu neytrallaşdırmağa əsaslanır və tullantı suyundan 0,172 kilovat saat kub metr enerji istehsal etməyə imkan verir. Dünyada çoxlu sayda nümunələr vardır ki süni yaradılmış bataqlıqlarda tullantı sularının təmizlənməsi və yenidən istifadə olunması sxemləri tətbiq edilir (Mixiyov, 2004). Son 10 illik dövr ərzində çoxlu sayda elmi ədəbiyyat yazılmış ekosistem xidmətləri yanaşması (cədvəl 3 -ə bax).

Cədvəl 3- Süni yaradılmış bataqlıqların funksiyaları və onlarla əlaqədar təmin edilən xidmətlər

bataqlığın funksiyası	təmin edilən xidmətlər
Hidroloji/su keyfiyyəti	təkrar istifadə edilməsi mümkün olan suyun təmin edilməsi, səth sularının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması yeraltı suların qidalandırılması
balıqçılıq və vəhşi təbiət	ərzaq və digər məhsulların istehsalı, akvakultura və balıqçılığın qorunması, təhsil/mədəniyyət ilə əlaqədar fəaliyyətlər, biomüxtəlifliyin qorunması,
rekriasiya və estetik məsələlər	rekriasiya fəaliyyətləri
landşaftın gücləndirilməsi və bərpası	ərazinin inkişaf etdirilməsi

Mənbə: Ghermandi (n.d.)

Bir neçə tədqiqatlarında misal gətirsək, məsələn Dünya və başqaları (2015) müəyyən etmişlər ki, süni yaradılmış bataqlıqların ekosistem xidmətlərindən gələn faydalar nütrogenin ayrılması nöqteyi-nəzərdən təhlil edilsə, xərclərin 2 dəfədən çox azaldılmasına gətirə bilər.

Ghermandi və başqaları (2009) ekosistem xidmətlərinin 186 bataqlıqda dəyərinin metoanalizlərini həyata keçirmişlər və müəyyən etmişlər ki, əmtəələr və xidmətlərlə əlaqədar əldə edilmiş fayda hansıki süni yaradılmış bataqlıqlardan əldə edilir antropogen təzyiqlər nəticəsində bir azda artır. Tədqiqatlar süni yaradılmış bataqlıqların dəyərinin ölçü vahidində ifadəsinin yüksək dəyişkənliyinin tətbiq edilməsini nəzərdən keçirmişlər. Buda öz növbəsində miqyas, coğrafi mövqe faydalar və s nöqteyi nəzərdən



müxtəlifliyi özündə əks etdirir. Hesablamalar 100-39, 100 \$ / hektar intervalında həyata keçirilmişdir.

Dünya su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi proqramları proqramı (2018) ilə bağlı tullantı sularının təmizlənməsi proseslərində təbii amilə əsaslanan həll yollarının adaptasiyasıda öz növbəsində müxtəlif faydalar təmin edir daha dəqiq desək biomüxtəlifliyin çoxalmasına, torpaq degradasiyasının azaldılmasına canlı aləmin yaşıllaşdırılmasına karbon qazının ayrılmasına, torpağın stabilləşməsinə , yeraltı suların qidalanmasına və daşqınların təsirinin azaldılmasına aid təsirlər buna əlavə edilə bilər.(seh59) . Digər sosial – iqtisadi faydalara həmçinin sağlamlıqla bağlı risklərin azaldılmasında əlavə etmək mümkündür.

4. Kənd təsərrüfatı

Quraq və yarıq quraq iqlimə malik ölkələrdə suvarma metodlarının seçilməsi fiziki amillər və sosial – iqtisadi şərtlərin təsirinə məruz qala bilər. Təsdiq edilmişdir ki, gələcək tələbatları qarşılamaq üçün dünya miqyasında kənd təsərrüfatı istehsalı 60 % artırılmalıdır və bu məqsəd resursların (su və torpaq) istifadəsinin təkmilləşdirilməsinə nail olmağa imkan verə bilər (Pandya, 2018). Buna baxmayaraq su təchizatında intensivliyin artmasına su ehtiyatlarına qənaət edilməsinə yönəlmiş mühəndis həlləri (suvarma sistemlərinin modernizasiyası da daxil olmaqla) və torpağın düzgün idarə edilməsinin kombinasiyası ilə məhdud həcmdə nail olmaq mümkündür. Əli və Talukdər (2008) arqument gətirirlər ki, iqtisadi faktorlar (məs. gəlirlilik) su təchizatı məhsuldarlığının artırılmasında vacib rol oynayır. Kənd təsərrüfatında suyun qənaətli istifadəsi şoranlaşma və torpaq degradasiyasının qarşısının alınmasında çox vacibdir ki, bu da su təchizatı səmərəliliyinin artırılmasına müsbət təsir edir.

Yaşıl texnologiyaların tətbiqi kifayət edəcək qədər həcmdə çay axımı formalaşmasına və ya yeraltı su ehtiyatlarının azalmasının bərpasına heç bir təminat vermir. Fişman və digərlərinin (2015) tədqiqatlarına əsasən sudan istifadə səmərəliliyinin suya qənaət ilə əlaqəli faydası suvarma ərazilərinin genişləndirilməsi nəticəsində itirilə bilər. Onlar xüsusi olaraq vurğulayırlar ki, su ehtiyatlarına qənaət edilməsi strategiyaları su ehtiyatlarının dayanıqlı idarə edilməsini təmin etmək baxımından böyük əhəmiyyətə malikdirlər.



Suvarma effektivliyini təkmilləşdirmək üçün əsas innovativ suvarma texnologiyaları aşağıdakılardır: damcılı və şırnaqlarla suvarma, dəqiq suvarma (sensorların tətbiqi ilə), maqnitləşdirmənin tətbiqi ilə suvarma, hidroponlu və smart sayğaclarla suvarma. Bu məsələlər növbəti fəsillərdə fermerlərin işinə və gəlirinə verdiyi fayda göstərilməklə təfərrüatlı şəkildə təsvir ediləcək. Tam təsəvvürün olması üçün həmçinin torpaqdan səmərəli istifadə və suya qənaət üzrə təcrübələr də nəzərdən keçiriləcəkdir.

Müxtəlif suvarma texnologiyalarını təhlil edərkən biz FAO (ƏKTT) tərəfindən suarmada suyun nəql edilməsi (ötürülmə effektivliyi, ÖE) və ya tətbiqi (ərazi üzrə tətbiqinin effektivliyi, TE) zamanı itkiyə getməyən suvarma suyu həcmnin faiz nisbəti kimi müəyyən edilmiş suvarma effektivliyinin artırılması üzrə konsepsiyaları nəzərdən keçirəcəyik.

Ötürülmə effektivliyi (ÖE) əsasən kanalların uzunluğundan, torpaq kanalın məcrasında torpağın növündən və kanalın müvafiq qaydada saxanmasından (bax, Cədvəl 4) asılı olduğu halda Ərazi üzrə Tətbiqin Effektivliyinə (TE) fərqli suvarma təcrübələri və fermerlərin suya qənaət etmə yanaşmaları təsir göstərir. Bununla əlaqədar bu fəslin qalan hissəsində biz diqqəti əsasən Tətbiqin Effektivliyinə (TE) yönəldəcəyik.

Cədvəl 2 – Suyun daşınmasının effektivliyi, adekvat vəziyyətdə saxlanılan kanallar(%)

Uzunluq	Yer əsaslı Kanallar (torpaq tipli)			Betonlaşdırılmış Kanallar
	Qum	Loam	Gil	
Uzun (> 2000m)	60	70	80	95
Orta (200-2000m)	70	75	85	95
Qısa (< 200m)	80	85	90	95

Mənbə: FAO (ƏKTT)

Təzyiqli (hermetik) Suvarma Sistemləri (Damcılı və yağış yağıdırmaqla suvarma)

Qlobal miqyasda ağırlıq mərkəzinə istinad edən (qravitasiyalı) suvarma sistemlərinin tətbiqi ümumi suvarılan ərazilərin 86 %-ni əhatə etdiyi halda, şırımlar ilə suvarma 11 % ərazini, mikro – irriqasiyanın tətbiqi isə yalnız 3 % ərazini (Madramootoo, 2015).



Hermetik (təzyiqli) Suvarma Sistemləri (HSS) səth suvarma sistemləri ilə müqayisədə daha effektivdirlər (bax Cədvəl 5). Bu sistemlər ilə suyun nəql edilməsinin effektivliyi 100 %-ə bərabərdir və tətbiq etmə effektivliyi 75 – 90 % həddindədir. Yağış yağıdırma ilə suvarma bütün sahə boyu su təmin etmək iqtidarında olduğundan damcılı suvarma ilə müqayisədə daha az suya qənaət etməyə imkan verir. Səthaltı damcılı suvarma yerüstü damcılı suvarmaya baxanda daha effektivdir (Morad Hassanli və digərləri, 2009).

Sıra ilə becərilən toxumlar (tərəvəz və yüngül meyvələr), ağaclar və üzümlüklər üçün damcılı suvarma daha münasibdir, həmçinin bir çox torpaq tipləri üçün rahat adaptasiya ediləndir (FAO). Damcılı suvarma sistemlərinin quruması bir qədər böyük capital xərclər tələb etdiyini nəzərə alsaq bu texnologiya ilə yalnız yüksək dəyərə malik toxumların suvarılması həyata keçirilir.

Yağış yağıdırma ilə suvarmanın tətbiqi sıralarla becərilən toxumlar, sahədə əkilən toxumlar və ağaclar üçün daha münasibdir və onlar qeyri – bərabər topoqrafik yayılmaya malik narın qumlu torpaqlara adaptasiya ediləndirlər ki, belə yerlərdə, xüsusilə də işçi qüvvəsi və su ehtiyatları çatışmazlığı mövcud olan regionlarda nivelirləmə özünü doğrultmur (Yadvinder-Singh və digərləri, 2014). Hövzə miqyasında suvarma ilə müqayisədə bu buğda, qarğıdalı, şəkər çuğunduru və pambıq kimi toxumların becərilməsində su səmərəliliyini artırır (hər hektara sərf edilən suya görə məhsuldarlıq).

Cədvəl 3 – Sahədə tətbiq etmə effektivliyinə görə indikativ müəyyən edilmiş dəyərlər (% ilə)

Suvarma metodları	Sahə üzrə tətbiqin effektivliyi
Səth suvarması (sərhəd, furrow, basin)	60
Yağış yağıdırma ilə suvarma Hand and Wheel Moved əl ilə və ya təkər ilə hərəkət etdirilən Yağış yağıdırma ilə suvarma qurğusu	75 60-85 75-95
Damcılı suvarma Micro-damcılı az enerji aparan	90 70-95 75-98

Mənbə: FAO (NA) və Madramootoo (2015)



Səth suvarması ilə müqayisədə damcılı suvarma sistemləri 20 – 70 % arası suvarma suyu tələblərini azaltmağa kömək edə bilər. Adaptasiya variantları üzrə bir sıra tədqiqat aparıb və digərləri arasında fərqli iqlim dəyişikliyi ssenarilərində səmərəli suvarma texnologiyalarına 20 – 40 % sərmayə yatırmaları nəzərdən keçirilmişdir (Yadvinder-Singh et al., 2014).

Cədvəl 6 – Suvarmanın müxtəlif səviyyələrində suvarılmış tərəvəz bitkilərindən xalis mənfəət

Irrigation levels	Total cost (us\$ ha ⁻¹)				Net return (us\$ ha ⁻¹)			
	Tomato	Pepper	Green bean	Eggplant	Tomato	Pepper	Green bean	Eggplant
20	1630	1483	495	1024	834	757	715	1433
40	1685	1548	556	1065	2072	2844	2167	2922
60	2255	1685	585	1120	3927	4891	2495	5225
80	2514	1748	610	1218	6770	7356	3515	7125
100	2605	1810	634	1273	6960	7614	3436	6071

Mənbə: Kuşçu və digərləri, (2009)

Bənzər bir tədqiqatda, İmtiyaz et al. (2000) bildirib ki, rap (yem kimi istifadə edilən toxumundan yağ çıxarılan ot bitkisi) kələm, brokoli və kökdən sonra ən çox gəlirli məhsul idi. Hər iki tədqiqatın nəticələrinə görə, artan suvarma (100% buxarlanma qabiliyyətli) məhsulların məhsuldarlığını artırmırdı, lakin suvarma məhsuldarlığını əhəmiyyətli dərəcədə azaltmışdır. Buna görə suvarma üsullarının iqtisadi faydalarını maksimum dərəcədə artırmaq üçün doğru suvarma proqramı seçilməlidir.

PİS-in qəbul edilməsi digər O & M qənaətləri də tələb olunur: məhsul ehtiyaclarına uyğun şəkildə su təmin etməklə, damcılı suvarma gübrə və qida hasilatını və torpaqların buxarlanmasını azaldır (Kulkarni, 2005). Damcı və püskürdücü suvarma da yerüstü suvarma ilə əlaqədar torpaq eroziyasını azaldır. Damcı suvarmasının bir üstünlüyü də budur ki, o daha yaxşı kök oksigenasiyası və minimum yapışqan islanma səbəbindən xəstəliyin nəzarətini yaxşılaşdırır.

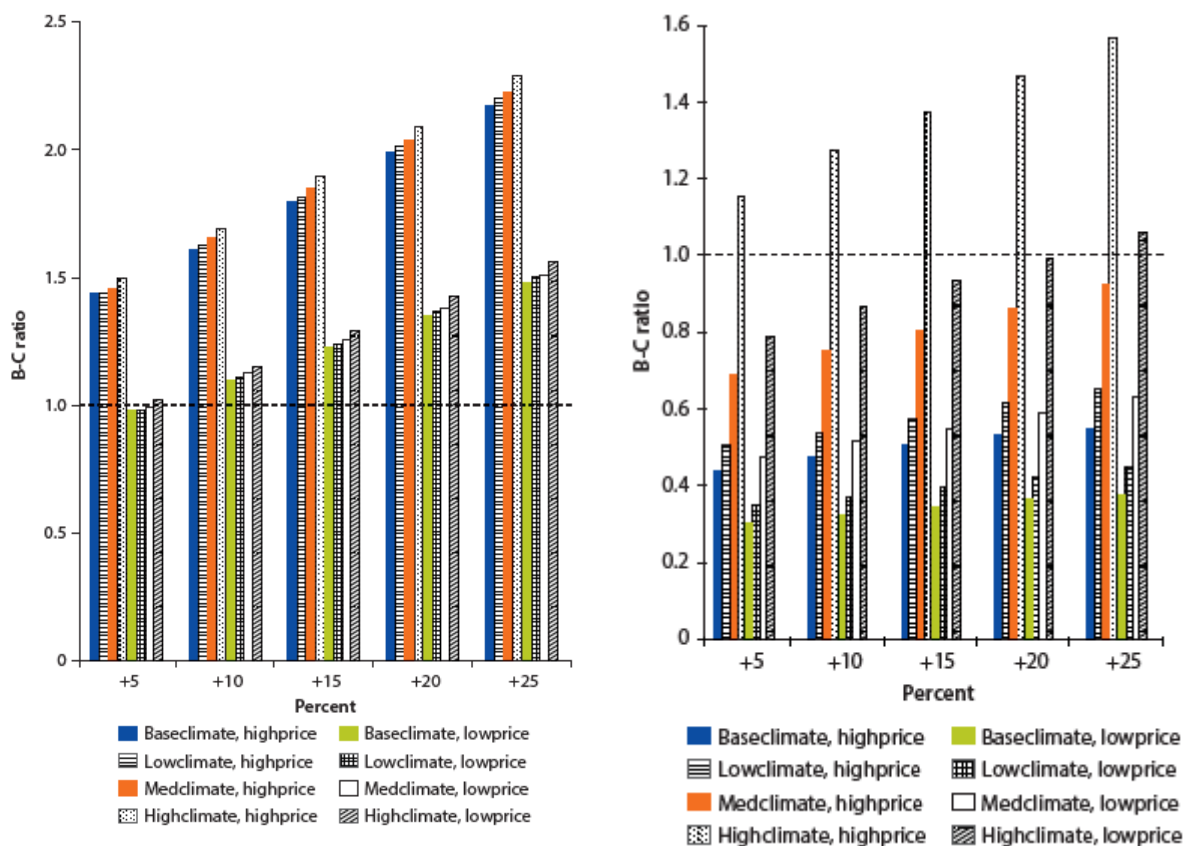
PİS-in iqtisadi cəhətdən davamlılığı müxtəlif amillərdən asılıdır. PİS-də sərmayələr yüksək dəyərli məhsullar üçün faydalıdır. Narayanmoorthy (2009), Hindistanda PİS suvarması banan, üzüm və şəkər çörəyi üçün tədqiq etmiş və investisiyalar bütün məhsullar üçün təxminən 2 -ə yaxın müsbət NPV və BCR ilə nəticələnmişdir (net faydaların PİS-in ümumi xərclərinin təxminən iki dəfə olması deməkdir). Kuşçu et al., (2009) təhlilində PİS investisiyasının BCR'si



badımcıan və yaşıł lobya üçün 5.8, bibər və pomidor üçün 4.2 və 2.67 olduđunu göstərir.

Dünya Bankı Gürcüstan və Azərbaycan üçün kənd təsərrüfatında adaptasiya variantları üzrə bir sıra tədqiqat aparıb və digərləri arasında fərqli iqlim dəyişikliyi ssenarilərində səmərəli suvarma texnologiyalarına sərmayə yatırmaları nəzərdən keçirilmişdir. Nəticələr göstərir ki, suyun səmərəliliyinin artırılması hesab edilən bütün iqlim dəyişikliyi tənzimləmələrinə görə xeyli xərc tələb edir və Azərbaycanda BKR məhsuldarlıq hədəfinin artması ilə artır, Gürcüstanda investisiya yalnız yüksək iqlim tənzimlənməsində mövcuddur (bax Şəkil 6).

Şəkil 6 - Kənd təsərrüfatında suyun səmərəliliyinin artırılması üçün BCR - Azərbaycan (solda) və Gürcüstan (sağda)



Mənbə: Dünya Bankı, 2014a və 2014b

Dəqiq Suvarma

Əvvəlki bənddə təsvir edilən suyun effektiv texnologiyaları suyun səmərəliliyinin daha da artması üçün dəqiq suvarma sistemləri ilə birləşdirilə bilər. PIS daxil olmaqla ənənəvi suvarma üsulları torpaq və atmosfer şəraitini



nəzərə almadan suvarma suyunu vahid bir şəkildə tətbiq edir. Nəticədə sahənin bir hissəsi artıq suvarılır, digərləri kifayət qədər su qəbul etmir.

Dəqiq suvarma (DS) "dəqiq müəyyənləşdirmə, məhsul su ehtiyaclarının dəqiqləşdirilməsi, optimal suyun həcmnin tələb olunan vaxtda dəqiq tətbiqi" ilə bağlı "əvvəlcədən təyin edilmiş xəritələr və ya sensor reaksiya əsasında suvarma tətbiqinin dəyişkən tətbiqi" (Adeemi və s., 2017: 353) müəyyən edilmişdir. DS ilə bağlı üstünlüklər məhsuldarlığın artması, məhsulun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması, suyun istifadəsinin səmərəliliyinin artırılması, enerji xərclərinin azaldılması və ətraf mühitə mənfi təsirlərin azaldılması (Şah və Das, 2012) daxildir.

Bir çox texnoloji üsuldən istifadə edilə bilər. İT texnologiyalarında irəliləyişlər suvarma ilə bağlı qərarlarına dəstək olmaq üçün torpağın nəmləndirilməsi (bitki köklərinə yaxın yerləşdirilən ötürücülər vasitəsilə) və iqlim şəraiti (peyk vasitəsilə) məlumat toplamaq və işləməyə imkan verir. Ötürücülər torpaq nəmləndiricisi və temperaturunu su bitkiləri üçün optimal vaxt müəyyən etmək üçün nəzarət edə bilər. DS sistemlərinin son inkişafında IOS / Android ilə inteqrasiya edilmişdir (Işık et al., 2017). Bu smart telefonların sistemini nəzarət etməyə imkan verir, beləliklə onun mövcudluğunu artırır. Torpaq, hava və bitki ötürücülərinin düzgün birləşməsi daxil olmaqla, monitoring vasitələrinin canlı dizaynı DS sistemlərinin düzgün işlənməsi üçün vacibdir. Bitkiləri həddsiz sulamaqdan çəkinmək və buxarlanma üçün su itkilərini azaltmaqla, DS suyun saxlanması kömək edir.

DS sisteminin qurulmasının yüksək qiyməti onların alınmasına mane ola bilər. Bu yüksək qiymətlərə baxmayaraq, El Nahri et al. (2011), Misirdə qarğıdalı becərilən bir sahə üçün DS və gübrə tətbiqi ilə əldə edilən məhsullarla müqayisədə ənənəvi əkinçilik məhsullarını müqayisə etdi və məhsuldarlığın artması səbəbindən tədqiqat sahəsindəki əkinçilik məhsuldarlığının təxminən 30% artdığını bildirdi.

McGuckin (1992), nəmlənmənin tənzimləmələrinin quraşdırılması ilə verilən məlumatın dəyərini qiymətləndirdi və bunun fermerin texniki səmərəliliyindən asılı olduğunu və effektiv bir fermer üçün hər hektara 58,23 dollardan təsirsiz istehsalçıya 40,29 dollara qədər dəyişdiyini təsbit etdi.



Almas et al. tərəfindən edilən tədqiqat (2003) DS-nin məqsədəuyğunluğu sahənin dəyişkənliyinə, məhsul dəyərinə, ölçülü iqtisadiyyata və avadanlıqların faydalı ömrünə asılıdır. Onlar hesab edirlər ki, investisiya dəyəri 35-70 USD / hektardır (avadanlıqların faydalı ömrü 5 il). Bu, yalnız yüksək dəyər və daha çox suya həssas məhsullar üçün maliyyə cəhətdən etibarlı bir seçimdir.

Smart Su Sayğacları

İctimai su təchizatı ilə yanaşı, ağıllı su sayğacları da yerli və ya regional səviyyədə suvarma sistemlərinə də tətbiq oluna bilər. Ağıllı suvarma ölçmə su sərfinin ölçülməsi ilə məhdudlaşmır. Məsələn, Kaliforniyadakı ağıllı elektrik sayğacları, su pompalarına, damcı suvarma sistemlərində su itkiləri aşkar etmək üçün elektrik istifadə məlumatlarını toplayır: proqramları sızmalar kimi anomaliyaları müəyyənləşdirir və daha sonra SMS ilə cütçüləri xəbərdar edir.

Regional ağıllı su sayğacları nümunəsi olaraq, İranda min ağıllı su və elektrik sayğacları (Arsangan və Sarvestan quraq bölgələrində) quraşdırılmışdır ki, bunun da 830 nəfəri pik saatlarında kəsilmişdir. Su qənaəti gündə 60 min m³ təşkil edib (Jahromi et al., 2014). Esfaraïen-də su quyusunun elektro-nasosunun 90% -i üç ay və ya daha çox müddətə suvarma mövsümlərində elektrik kəsilərkən, yeraltı suyun səviyyəsinin 75 sm-dən 28 sm-dək azaldılmasına və 30 milyon m³-dən 10 milyon m³-ə qədər suyun çəkilməsinin azaldılması illik 2 milyon ABŞ dolları pul qənaətinə bərabərdir. (Vaseteh və Nazarboland, 2010).

Maqnitlənmiş su

Son on ildə **maqnitləşdirilmiş** su bitki inkişafını və məhsuldarlığını artırmaq üçün bir üsul olaraq tədqiq edilmişdir (Maheshwari and Grewal, 2009). Maqnitləşmiş suvarma suyu ilə suvarma maqmitsiz suvarma sularına nisbətən daha yüksək torpaq nəmi yaradır, lakin səmərəli suvarma metodu kimi qəbul edilə bilməz, çünki istifadə edilən ümumi suya əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərmir (Maheshwari və Grewal, 2009). Əksinə, o kənd təsərrüfatı üçün aşağı keyfiyyətli (yəni təkrar və ya salın) sudan istifadə etmək mümkünlüyünü yaradır (Surendran və s., 2016).

Bu suvarma texnikasını sınaqdan keçirmək üçün dünyada pot və sahə təcrübələrindən bir neçə nümunələr mövcuddur. Maqnetik təmizlənmənin



təsiri bitki növünə və istifadə olunan suvarma suyuna görə dəyişir (Maheshwari və Grewal, 2009). Misirlə bağlı əvvəlcədən araşdırma (Hozayn et al., 2011), maqnitləşmiş su ilə suvarma, buğda, mərcimək və noxud üçün sırasıyla 31.33%, 24.92% və 38.46% bitki istehsalının miqdarı və keyfiyyətini artmışdır. Surendran et al. (2016), maqnetik təmizləmənin normal və şoran su üçün sırasıyla 25.8 və 17.0% nisbətində brinjal üçün məhsuldarlığı artırdığını təsbit etdi. Maheshwari və Grewal (2009) tərəfindən aparılan glasshouse eksperimentlərinin nəticələri göstərir ki, istifadə olunan suyun keyfiyyətindən asılı olaraq, karbamid üçün 12-23%, qar qarışığı üçün isə 6-7.8% məhsul artmışdır.

Mövcud işlərin nəzərdən keçirilməsi Teixeira da Silva və Dobránszki (2014) tərəfindən həyata keçirilir. Bu, əksər bitkilər üçün maqnitləşdirilmiş su məhsul məhsullarına müsbət təsir göstərir. Ancaq onlar maqnitləşmiş suyun istifadəsinin iqtisadi nəticələrini diqqətlə nəzərdən keçirəcəkləri barədə xəbərdarlıq edirlər.

Maqnetikləşdirilmiş suyun tətbiqi "çox həll olunan duzların aradan qaldırılması, torpaq qatlarının pH dəyərlərinin azalması və fosfat karbonat və sulfat kimi az miqdarda tərkibli komponentlərin həll edilməsi" baxımından (Ali və digərləri, 2014) faydalı təsirlərə malikdir (p 699). Həm də gübrələrin məhsuldarlığını artırdığına işarə edirlər, çünki P, K, N və Fe-lərin bitki tərəfindən çıxarılması və alınmasını artırır.

Maqnitləşdirilən su aşağı əməliyyat xərclərinə malikdir, lakin onun tətbiqi maqnitlərin suvarma komponentlərinə səmərəli integrasiyasından asılıdır və maqnit su sistemlərinin texniki və sahə tələblərinə uyğun nasosların hazırlanması tələb olunur (Ali və digərləri, 2014).

Miqyasız suyun təmizlənməsi Misirdə təxminən 115 ABŞ dolları / hektara başa gəldi və buğda üçün (0,138-0,6 mövsüm) çox qısa geri ödəmə müddəti təqdim etdi ki, bunun da dəyəri qurulduğu ilin eyni mövsümündə əldə edilən gəlirlər ilə ödənilir.

Lazərlərin düzəldilməsi

Torpaq səthinin qeyri-bərabərliyi məhsulların cücərmə, dayanıq və məhsuldarlığına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Torpaqların düzəldilməsinin ənənəvi metodları yorucudur və çox vaxt aparır. Lazer torpaq



düzəldicisi lazerlə idarə olunan sürükləyici kovada təchiz edilmiş bir maşındır və düz, hətta səthi təmin etməkdə daha effektivdir. Müdaxilə düzgün aparıldığı təqdirdə, bütün sahəni ən azı səkkiz ildən on ilədək yenidən bərpa etmək lazım olmayacaqdır. Sübutlar göstərir ki, lazerin düzəldilməsi suvarma müddətini azaldır və suyun 25-30% -dək azaldır.

Thomson Reuter Fondu tərəfindən maliyyələşdirilən bir tədqiqat göstərir ki, buğda məhsulu lazerlə zənginləşdirilmiş sahələrdə 7-9% artmışdır və enerji qənaəti Hindistanda təxminən 755 Kwh / ha təşkil etmişdir. Həmin tədqiqatın nəticələrinə əsasən, (daha yüksək məhsuldarlıq və su və enerji qənaətinə görə) ildə bir hektara 143,5 ABŞ dolları təşkil edir. Bu vəziyyətdə kiçik sahibkarlar fəhlələri ya icarəyə götürdülər və ya xərcləri bölüşdürmək üçün bir kooperativ təşkil edirdilər (bir günlük iş üçün 10 ABŞ dolları). Mərkəzi hökumət bir çox hallarda cütçü qrupları və ya kooperativlər tərəfindən xərclənən xərclərin bir hissəsini subsidiyalaşdırdı. Qadınlara qarşı ayrı-seçkilik və gender bərabərsizliyi qadın fermerləri sosial-mədəni maneələrə görə yeni texnologiyayı qəbul etmək ehtimalı az olduqları üçün tam bir alıcılıq üçün çıxış etmişlər: onlar məlumat əldə etmək imkanına malik deyillər və qiymətləri müzakirə etmək üçün kişilərə etibar etməlidirlər.

Abdullaev et al. (2007) bildirmişdir ki, Tacikistanda kiçik özəl sahələrdə pambıq yataqlarının lazerlə düzəldilməsinin üç illik təcrübəsi 24% azalmış və 333-1509 M3 / ha səviyyəsində su qənaətinə səbəb olmuşdur. Nəticədə fermerlərin xalis gəliri 22% artmış, ümumi marjlar isə nəzarət sahələrindən 92% çox olmuşdur. Alınması üçün əsas maneələr fermerlərin ilkin kapitalının və səpələnmiş torpaq sahəsinin olmaması idi.

Aquaponiklər

(əkilən balıq və ya digər su heyvanları tərəfindən istehsal edilən atıqların hidrofoniq olaraq yetişdirilən bitkilər üçün qidalandırdığı və buna görə də suyu təmizləyən bir balıqçılıq sistemi.)

Aquaponiklər quraq olan ölkələrdə kiçik miqyasda bitkiçilik məhsulları yetişdirmək üçün istifadə olunan ekoloji bir dost texnologiyadır. Balıqçılıq (balıqçılıq) və torpaqsız (su hidroponik) bitkilərin becərilməsi prosesini birləşdirən bir dövriyyə sistemidir. Buna görə də su balıq və bitki yetişdirilməsi qəbul etmək üçün istifadə olunur: balıqların üzvi tullantıları bitkilərin



suvarılması üçün istifadə olunan suyu gübrə verir və balıqların içəcəyi su bitkilərdən təmzilənir. Bu səbəbdən akvaponiklər həmin resursla daha çox qida istehsal etməyə imkan verir.

Aquaponiklər, tilapia, sazan, barramundi, bas, jade perch, qızıl perch, gümüş perch və pomidor, xiyar, göyərti və yaşıl yarpaqlı tərəvəzlər, yüksək bahalı otlar və digər bahçıvan məhsulları kimi bir çox balıq saylarına görə uyğundur (FAO, NAA). FAO-nun məlumatına görə, bəzi hallarda integrasiya olunmuş təsərrüfatlar su istehlakını ənənəvi kənd təsərrüfatı ilə müqayisədə 90% azalda bilər.

Aquaponiklər iqtisadiyyatı ilə bağlı bir neçə mövcud araşdırmaya əsasən Avstriya və ABŞ-da (akvaponiklərin bütün suvarma təsərrüfatlarının 2% -ni təmsil edən Egle, 2015) təmsil etdiyi təcrübələrə nəzər yetirir və aquaponik təsərrüfatlarının iqtisadi cəhətdən mövcudluğuna diqqət ayırır. Quagrainie et al. (2018), akvaponik sistemlərin yüksək investisiya və əməliyyat xərcləri tələb etməsinə baxmayaraq, hidroponik sistemlə müqayisədə tərəvəz üçün istehsal xərclərini aşağı saldıqlarını göstərdi. Onların Tədqiqatına görə akvaponik yalnız orqanik istehsal üçün gəlirlidir.

İqtisadi baxımdan, balıq və bitki istehsal sisteminin integrasiyası tək sistemdə iqtisadi qənaət təmin edir. Paylaşılan xərc qənaətləri iki sistem üzərində əməliyyat xərclərini və kapital xərclərini yaymaqdan gəlir (Goddek və digərləri, 2015). Engle (2015), aquaponik təsərrüfatlarının əsas iqtisadi göstəricilərini özündə əks etdirir və istehsal xərclərinin bazar qiymətləri ilə əhatə olunduğunu göstərir (bax Cədvəl 7) və fermer təsərrüfatlarının gəlirli müəssisələridir (Cədvəl 8).



Cədvəl 7 - Aquaponik təsərrüfatları üçün müvafiq bazar qiymətləri ilə qiymətləndirilmiş istehsal xərcləri

	Literature source				
	Baker (2010)	Bailey et al. (1998)	Rakocy & Bailey (1998)		Tokunaga et al. (2015)
Location	Hawaii	Virgin Islands	Virgin Islands		Hawaii
Plant type	lettuce	lettuce	lettuce	basil	lettuce
Production cost	\$1.50/lb	\$11.14–\$12.40/case ^a	\$6.15/case	\$0.75/lb	not calculated
Market price	not reported	\$20/case	\$20/case	\$10.20/lb	\$2.15/lb
Fish type	tilapia	tilapia	tilapia	tilapia	tilapia
Production cost	\$4.99/lb	\$3.17–\$3.78/lb	\$1.46/lb	\$2.50/lb	not calculated
Market price	not reported	\$2.50/lb	\$1.46/lb	\$2.50/lb	\$5.00/lb

^aA case of lettuce typically contains 24 heads of lettuce.

Mənbə: Egle (2015)

Cədvəl 4 – Estimated investment costs, profitability and returns of investment of aquaponics

Literature source	Location	Total investment cost (\$)	Profitability		
			Annual net returns (\$)	Internal rate of return	Modified internal rate of return
Bailey et al. (1998)	Virgin Islands				
Large scale		\$1,030,536	\$278,038	22%	n.a.
Small scale		\$285,134	\$30,761	11%	n.a.
Chaves et al.	Scotland	\$58,760	\$16,701	27%	n.a.
Holliman et al. (2008)	Alabama				
Catfish		\$70,640	-\$11,579	n.a.	n.a.
Tilapia		\$70,640	\$4,222	n.a.	n.a.
Rupasinghe and Kennedy (2010)	Australia	n.a.	n.a.	0%–57%	n.a.
Tokunaga et al. (2015)	Hawaii	\$217,078	n.a.	n.a.	7.36%

Source: Egle (2015)

Aquaponiklər əmək qabiliyyətli bir texnologiyadır və iş imkanları yarada bilər, həm də yüksək əmək xərclərini göstərir. Üstəlik, yüksək enerji xərclərinə də malikdir. Adler və digərlərinin etdiyi maliyyə təhlilinin nəticələri. (2000) həmçinin akvaponiklərin 20 il ömrü ərzində 12,5% -i qaytarılması ilə gəlirli olduğunu təsdiqlədi. Ödəniş müddəti 7,5 il idi. Cəmi sabit xərclər demək olar ki,



245 min ABŞ dolları təşkil edirdi və dəyişən xərclər demək olar ki, 290 min ABŞ dolları idi. İnvestisiya NPV nəzərə alınan bütün faiz dərəcələri üçün müsbət olmuşdur. Heidemann et al. tərəfindən təhlil edilən bir kommersiya akvaponik sisteminin xərcləri. (2015) dəyişkən xərclər üçün 67 min ABŞ dolları və sərmayə xərcləri üçün 40,5 min ABŞ dolları məbləğindədir. Gəlirlər təxminən 48 min ABŞ dolları olan ikinci ilin net gəliri ilə təxminən 115 min ABŞ dolları səviyyəsində qiymətləndirilir. Buna görə Aquaponiklər ABŞ-da potensial istehsalçılar üçün iqtisadi cəhətdən etibarlı bir seçimdir.

Aquaponikanın əsas ekoloji faydaları qida maddələrindən istifadə və suyun təkrar emalı ilə bağlıdır. Bundan əlavə, ənənəvi balıqçılıq suyunun əlavə xərcləmədən təmizlənməsi mümkündür. Rizal və ark. (2018), resursların çatışmazlığı, iqlim dəyişikliyinə azaldılması kimi digər mühüm faydaların digər sosial aspektlər ilə yanaşı, nəzərə alınmır. Onlar bu aspektlərin keyfiyyət analizini aparmışlar. Onlar ex-ante və ex post-fayda qiymətləndirmə metodlarının hələ hazırlanmadığı qənaətinə gəlirlər.

Maliyyə yükündən başqa, bu texnologiyanın alınması üçün başqa bir əsas maneə birləşmiş sistemin idarə olunması üçün lazım olan bacarıq və bilikdir. Rizal və ark tərəfindən qeyd edildiyi kimi (2018), "akvaponik texnologiya, sərmayə intensivliyidir və qida istehsalı üsulunun bilik intensivliyi üsuludur" (s. 2). Buna görə, bu texnologiyanın alınması üçün potensial akvaponik fermerlərə təlim və yardım vacibdir. Bundan başqa, akvaponiklər qida təhlükəsizliyinə potensial olaraq kömək edə bilər, xərcləri yoxsulları istisna etmir və elektrik və suya olan asılılığı kənar ərazilərdə istifadəsini məhdudlaşdırma bilər (Riza və digərləri, 2018).

Qeyri-ənənəvi su mənbələrinin istifadəsi: tullantı sularının vəziyyəti

Su qıtlığı vəziyyətində qeyri-ənənəvi su mənbələrinin istifadəsi suvarma təmin etmək üçün bir seçim ola bilər. Yağış sularının toplanmasından başqa, çirkab suyunun (təmizlənmiş və ya təmizlənməmiş) istifadəsi də bir seçimdir. Dünya miqyasında **xam və suludlaşdırılmış** çirkab suları ilə 5 və 20 milyon hektar arasında ərazi suvarılır (Drechsel and Evans, 2010). Tullantı suları asılı bərk maddələr və həll olmuş qida maddələri ilə zəngindir, bu da onu əkinçilik üçün şirin sudan daha əlverişli hala gətirir.

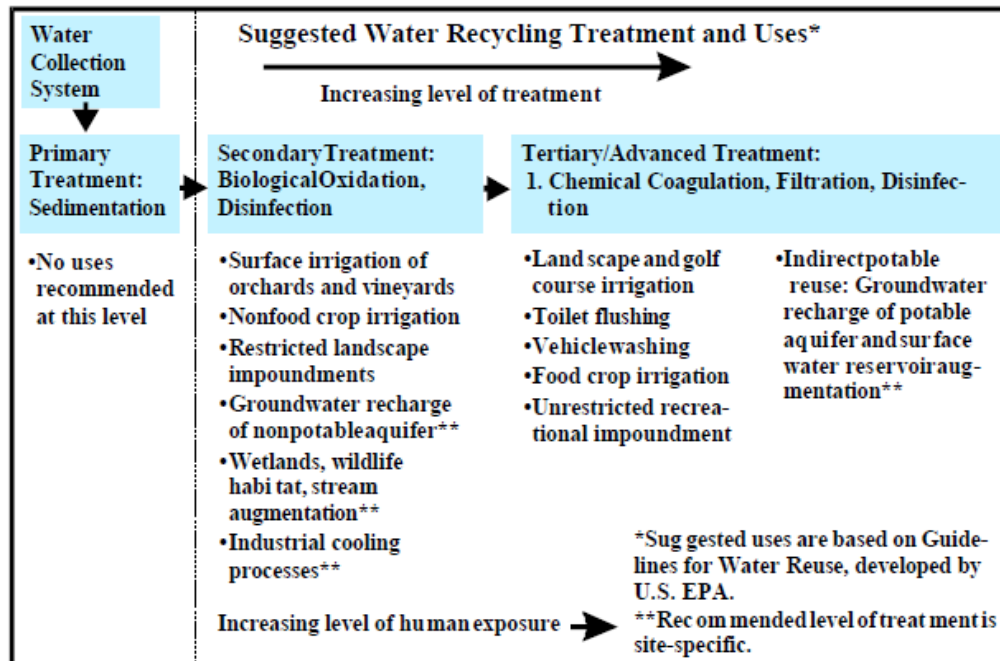


Təmizlənmiş çirkab suların təkrar istifadəsi xüsusilə məhdud su mənbələri olan ərazilərdə kənd təsərrüfatı məqsədləri üçün mövcud su miqdarını artırmaq üçün getdikcə daha çox istifadə edilir (Kfouri et al., 2009). Avropa Komissiyasının hesablamalarına görə Avropada təmizlənmiş olunan şəhər tullantı sularının yalnız 2,4% -i illik Avropa Birliyi şirin su ehtiyatının 0,5%-dən az lakin potensial olaraq 6 mlrd. kubmetr yenidən istifadə edilə bilər. Xüsusilə də, Kipr və Malta artıq müvafiq olaraq tullantı sularının 90 və 60 faizindən çoxunu təkrar istifadə edir. Əksinə Şimali Afrika ölkələri kimi digər quraq bölgələrdə suyun təkrar istifadəsi təəccüblü dərəcədə qeyri-bərabər və yavaşdır slow (Kfouri et al., 2009).

Suyun təkrar istifadə planlarının inkişafını sürətləndirən əsas amillər şirin sulardan soyutma, alınan suyun qida maddələrinin çirklənməsindən və alternativ su anbarları ilə bağlı istixana qazı istehsalıdır (Hamilton et al., 2006).

Tullantı sularının "təkrar istifadə edilməsi" dərəcəsi, Şəkil 7-də göstərildiyi kimi, təmizlənmə səviyyəsindən asılıdır. Sağlamlıq risklərini ən azı endirmək üçün əlavə təmizləmə lazımdır və tullantı sularının təmizləmə qurğularında əlavə və ya xüsusi bir proses olaraq həyata keçirilə bilər. 100 min əhalisi olan kiçik bir qəsəbənin təmizlənmiş tullantı sularının 100 hektarlıq bir ərazini becərmək üçün istifadə oluna biləcəyi düşünülür (van Lier and Huibers, 2010). Yuxarıda da müzakirə olunduğu kimi texnologiyalar mərkəzi səviyyəsində tullantı suları təmizləmə qurğusunda və ya mərkəzi olmayan səviyyədə daha kiçik və ya uzaq cəmiyyətlərdə tullantı su mənbəyinə yaxın olaraq tətbiq oluna bilər.

Şəkil 5 – Tullantı sularının təmizlənməsi və onunla əlaqədar istifadələr



Mənbə: EPA (1998)

Tullantı suyunun təkrar istifadəsi cəmiyyət üçün müxtəlif faydalar yaratmağa imkan verir (see **Error! Not a valid bookmark self-reference.**). Birincisi, davamlı və etibarlı su mənbəyi təmin edir və buna görə də su çatışmazlığı ilə xarakterizə olunan ərazilərdə digər mənbələrin inkişaf variantlarına investisiya qoyulmasına mane ola bilər (Kfoury et al., 2009; Anderson, 2003). Sudan istifadənin digər ətraf mühitə olan faydaları su keyfiyyətindəki yaxşılaşma ilə bağlıdır: suyun təkrar istifadəsi səbəbindən su soyudulmaları azaldığına görə səth suyunun keyfiyyəti yaxşılaşır (Anderson, 2003). Bundan əlavə tullantı sularının təkrar istifadəsi istirahət məqsədli də istifadə oluna bilər, məsələn, ictimai parkları sulayaraq: Parkların suvarılmağa ehtiyacı olmadığına görə şirin su sərfiyyatı azalır və torpaq keyfiyyəti qorunur. Bundan əlavə karbon ayrılması bitki örtüyündəki artım üçün yaxşılaşdırılmışdır. De la Cueva Bueno və digərləri tərəfindən də qeyd edildiyi kimi. (2017), UF və RO kənd təsərrüfatı istifadəsi üçün kifayət qədər keyfiyyətdə su təmin edərkən bunlar bütün təbii tərkibi tullantı sudan təmizləyir və bu səbəblə gübrələrin əlavəsi lazım olur.

Tullantı suyu təkrar istifadənin önündə böyük bir maneədir, sağlamlıq və ətraf mühit ilə əlaqəli narahatlıqlardan irəli gəlir. Təmizlənən tullantı sularında olan mikro çirkləndiricilər istehsal olunan qidaları çirkləndirə bilər. Bu baxımdan texnoloji inkişaf müsbət perspektivlər təqdim edir. Məsələn, Battilani və dig. mərkəzləşdirilməmiş kompakt təzyiqli bir membran bio-booster dizayn etdi və



çinqıl filtrlə tamamlandı və E.coli və ağır metalın WHO standartlarına uyğun olaraq qaldıra bildi.



Cədvəl 5 – Suyun təkrar istifadəsinin faydaları

Sektor	Faydalar
Kənd təsərrüfatı	Azaldılmış yayınma xərcləri Təchizatın təhlükəsizliyi və etibarlılığı Kənd təsərrüfatı istehsalının artması Gübrə istifadəsində qənaət Şoranlığın azalması səbəbindən xassələrin dəyərinin artması
Şəhər Su Təchizatı	Kənara çıxma strukturlarının və quraqlığın saxlanması üçün kapital xərcləri O & M xərclərində qənaət və pompa enerjisi və təmizləyici kimyəvi maddələr daxildir Alt istifadəçilər üçün aşağı təmizləmə xərcləri
Sənaye	Təkrar istifadə edilən çirkab sulardan əlavə dəyər
Ətraf mühit	Tullantı kənara çıxmasında qənaət Çirkləndirici tullantılarda azalma Daha yaxşı aşağı axın suyu keyfiyyəti Su yollarının rahatlıq dəyərinin artırılması Bataqlıq sahəsi və çay sahili yaşayış ərazilərinin yaradılması və inkişaf etdirilməsi Yeraltı su layları doldurulması

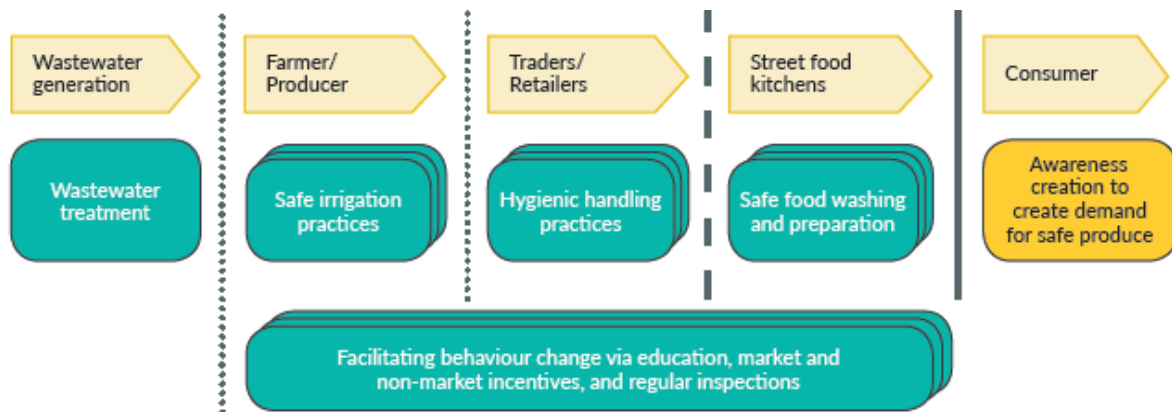
Mənbə: Kfourı və digər. (2009), Anderson (2003) və EPA (1998)

Tullantı sularının istifadəsi fermerlər üzərində, çirklənmiş su ilə birbaşa əlaqədə olması, cəmiyyətin sağlamlığı, istehsal olunan qida istehlakı və tullantılardan çirkləndirici maddə alaraq ətraf mühitə mənfi təsirləri ola bilər (Hussain et al., 2001). Riskləri daha da azaltmaq üçün, suvarma infrastrukturu düzgün tərtib



olunmalı və Şəkil 7-də göstərildiyi kimi qidalanma zənciri boyunca profilaktik tədbirlər qəbul edilə bilər.

Şəkil 6 – Suvarmada tullantı suyundan təkrar istifadədə ərzaq təchizatı zənciri ilə əlaqədar istehlak risklərinin azaldılması



Mənbə: Dünya Su Ehtiyatları Hesabatı, 2017 (Şək. 7.1a, p. 17)

Təkrar istifadə olunan tullantı sularının iqtisadi faydaları bir neçə tədqiqatda qiymətləndirilmişdir. Garcia ve Pargament (2015) İsraildəki Yarqon çayından şirin su əldə etmək yerinə suvarmada istifadə olunacaq bir tullantı sularının təkrar istifadəsi planının iqtisadi təsirlərini nəzərdən keçirdilər və layihənin 4.83 milyon USD / il NPV-yə malik olduğunu gördülər. Xüsusilə, layihə xərcləri 0.16 USD / m³, bərpa edilən tullantı suları üçün bazar qiyməti isə 0.24-0.31 USD / m³ arasında dəyişir. Ən vacib iqtisadi fayda istehsal xərcləri 0,99 ilə 1,26 USD / m³ arasında dəyişən şoranlaşmadan təmizlənmiş suyun əvəz dəyəridir.

Molino-Senante və dig. (2011) 13 ədəd təkrar istifadə edilən suyun istifadə layihəsini ətraf mühit məqsədləri üçün düşünür və daxili faydaların sadəcə layihəni iqtisadi cəhətdən doğrultmayacağını, ancaq xarici xərclərin nəzərə alınmasının layihənin ictimai baxımdan faydalı olacağını aşkar etmişdir. Weldesilassie və dig (2009) Efiyopiyadakı Addis Ababa ətrafındakı ərazidə təmizlənməmiş tullantı suları istifadə edən fermerlər üçün tullantı sularının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasının əhəmiyyətini qiymətləndirdi: əldə etdikləri nəticələr orta hesabla fermerlərin gəlirlərinin 0.37%-ni yaxşılaşdırma



proqramlarına ya da 4.5-4.85 USD / ha-ya qədər ödəməyə hazır olduqlarını göstərir.

Təmizlənmiş tullantı sularının kənd təsərrüfatı və suvarma sahəsində təkrar istifadəsi tullantı suları təmizlənsə belə risklərdən daha çox fayda gətirər. Simmons və dig. (2010) Pakistandakı Faisalabad bölgəsində suvarma üçün işlənməmiş tullantı su istifadəsinin uzunmüddətli faydalarını araşdırdı və şirin su əvəzinə tullantı suyunun istifadəsi nəticəsində buğda və samanın məhsuldarlığının 19.5% və 18.6% artdığını gördü.

Maton Crete-dəki tərəvəzləri suvarmaq üçün istifadə olunan təmizlənmiş tullantı su istifadəsinin faydalarını qiymətləndirdi. Onlar su qıtlığı səviyyəsi ilə əlaqəli olaraq faydaların 0.02 €/m³ to 2 €/m³ arasında olduğunu tapdılar.

Torpaqların şoranlığı və məhsuldarlığı baxımından RO-nin istifadəsinin təsirləri ədəbiyyatla yaxşı formada təsdiqlənmişdir. Silber və dig. (2015) suvarma suyunun şoranlığını idarə etmək üçün banan məhsuldarlığını iki fərqli yanaşma istifadə edərək müqayisə etdi: sahədən duz qələviləşdirmə ("şərti" idarəetmə) və sahə tətbiqindən əvvəl suyun təmizlənməsi ("alternative" idarəetmə). Onlar su tətbiqindən əvvəl təmizləmənin su tələblərini yarıya endirdiklərini, məhsulun keyfiyyətini artırdığını və yeraltı suların duzluluğunu azaltdığını və məhsuldarlığın artırdığını təsbit etdilər.

Təmizlənmiş suyun təkrar istifadəsi normal olaraq Avropada subsidiya edilir. Məsələn, İspaniyadakı fermerlər bütün tədarük xərcləri 0.40 €/m³ olduğunda suyu istifadə etmək üçün 0.12 €/m³ ödəyir (BIO, 2015). Bununla belə alternativ təchizat mənbəyi 1 €/m³ istehsal xərci olan duzdan təmizlənmiş su olacaqdır. Bu halda təmizlənməmiş suyun təkrar istifadəsində sosial faydalar iki texnologiyanın istehsal xərcləri arasındakı fərkdir, yəni 0.60 €/m³.

Qida və kənd təsərrüfatı təşkilatı İspaniyada mövcud tullantı suları təmizləmə təchizatının üçüncü səviyyəyə yüksəldilməsi və kənd təsərrüfatında və rekreasiya istifadəsində təkrar istifadəsi mənasına gələn 2 halda çalışması və ya tullantı suyunun təkrar istifadəsinin nəticələrini bildirmiş və hər iki halın da xərcləri baxımından faydalı olduğunu öyrənmişdirlər, 2.85 və 5.35 BRC ilə.



Torpaq və suyu mühafizə təcrübələri

Torpaq qoruma tətbiqləri dar miqyaslı texnologiyalar deyildir, ancaq suya qənaət və torpaq xüsusiyyətlərinin qorunmasına kömək etdiklərinə və əvvəlki paraqraflarda analiz edilən texnologiyalar ilə birlikdə qəbul edilə bildiklərinə görə burada adı çəkilməkdədir. Təbiətə əsaslanan həllərin istifadə olunmasının əhəmiyyəti Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Dünya Su İnkişafı Hesabatında 2018-ci ildə iki səbəbdən vurğulanmışdır: birinci səbəb onlar şərti texniki su infrastrukturuna ekvivalent və ya oxşar fayda verirlər; ikinci səbəb bir çox hallarda onlar texniki infrastrukturun işini yaxşılaşdırırlar. Mühafizəkarlıq Təşəbbüsünün ənənəvi olaraq əsas üstünlükləri bunlardır: təkmilləşdirilmiş torpaq quruluşu və sabitliyi; artan drenaj və su tutma qabiliyyəti; yağış suyunun azalması riski; 100% -ə qədər pestisidlər və 70% -ə qədər gübrələrlə səth sularının çirklənməsinin azaldılması; daha aşağı karbon emissiyaları (Stagnari et al. (2009) quoted in WWAP, 2018).

Əsas torpaq mühafizəsi təcrübəsi iki kateqoriyaya bölünə bilər (Shock et al., 2013; WWDR, 2018):

1. Torpaqdan istifadəyə görə:

- Su sızmasını və süzülməni yaxşılaşdırmaq üçün təbii gübrələri istifadə etmək;
- Eroziyanı azaltmaq üçün bitki mənşəli zolaqlar;
- Ağacların ənənəvi bitki və otlaqlarla yetişdirildiyi əkinçilik meşə təsərrüfatı;
- Mühafizə torpaqları minimum tərəvəzçilik şəklindədir, gəzinti və ya heç bir torpaq sahəsi deyil. Hatfild və dig. (2001)bəzi tədqiqatlar göstərir ki, torpaqda torpaq suyunun buxarlanması enmə zonalarına nisbətən artmışdır. əvvəlki məhsul yığımından əldə olunan məhsul qalıqları torpaq səthində saxlandıqda su itkiləri azalır və torpaq nəmliyi 34% ilə 50% arasında artar (Sauer et al. (1996). Nəticə olaraq məhsuldarlıq da artar.

2. Sudan istifadəyə görə:



- Həddən artıq suvarmadan qaçın və torpaq suyunun tərkibinə əsasən suvarma planlaşdırın: bu, yuxarıda təsvir edilmiş sensor texnologiyasından istifadənin bir nəticəsidir.
- Açıq suvarma tətbiq edin. Badam, üzüm və yonca kimi bəzi bitkilər daha böyük bir dərinlikdən su çəkə bildiklərinə görə su çatışmazlığı vəziyyətində böyüyə bilirlər. Bəzi bitkilər üçün artan mövsüm ərzində məhsuldarlıq və keyfiyyət bəzi su çatışmazlığı ilə müsbət əlaqəlidir. Kartof və soğan kimi digər məhsullar üçün su stressi məhsuldarlığa mənfi təsir göstərir.

Digər bir mühafizə strategiyası tullantıların qrunut sularına, kanallara, kiçik göllərə və ya inyeksiya quyularına sızmasına imkan verən təmizlənmiş akvarium yüklənməsidir (Dillon et al., 2012). Tullantılar torpaq və doymamış zonaların çirkləndiricilərini aradan qaldırmağa kömək edir və buna görə də yeraltı suları yenidən istifadə edilə bilər. bu yenidən axıdılan tullantı suların daha sonra bitkiləri sulamaq üçün istifadə olunduğunda kənd təsərrüfatında aşağı keyfiyyətli suyun yenidən istifadəsi formasında düşünülə bilər.

Avropada MAR tətbiqlərinin əksəriyyəti induksiya bank filtrasiya və səth yayma metodlarına əsaslanır və göllərdən və ya çaylardan gələn səth sularından yararlanır. İcməli su təchizatını artırmaq üçün təkrar suyun istifadə olunduğu yerdə yalnız bir neçə nümunə mövcuddur.

Məsələn, cənub-qərb Kiprdə yerləşən dördüncü böyük şəhər olan Papos şəhərində istehsal edilmiş təmizlənmiş çirkab suların miqdarı Ezousa akiferinin tədarükü üçün istifadə edilir və daha sonra suvarma kanalında kənara çıxma yolu ilə suvarma üçün pompalanır (Qadir and Sato, 2016). Kür çayının hövzəsində heç bir MAR tətbiq edilməmişdir.

Maliva (2018) qeyd edir ki, MAR-nin su ehtiyatlarının idarə olunması baxımından bilinən faydalarına baxmayaraq, onun məhdud tətbiq edilməsi siyasətçilərin bu cür layihələrin iqtisadi cəhətdən mümkünlüyünə dair sübutlarının olmaması ilə bağlıdır. MAR-nin faydaları torpaqda saxlanılan suyun miqdarı və əldə edilən potensial faydalar ilə əlaqəlidir (Khan et al., 2008). Digər üstünlüklər isə "yeraltı suyun azaldılması və xammalın dəyişdirilməsi və ya dərinləşdirilməsi, ətraf mühit axınının bərpası və ya saxlanması, torpağın çökməsinin qarşısının alınması və şoran suyunun istifadəsinin qarşısının alınması" ehtiyacından



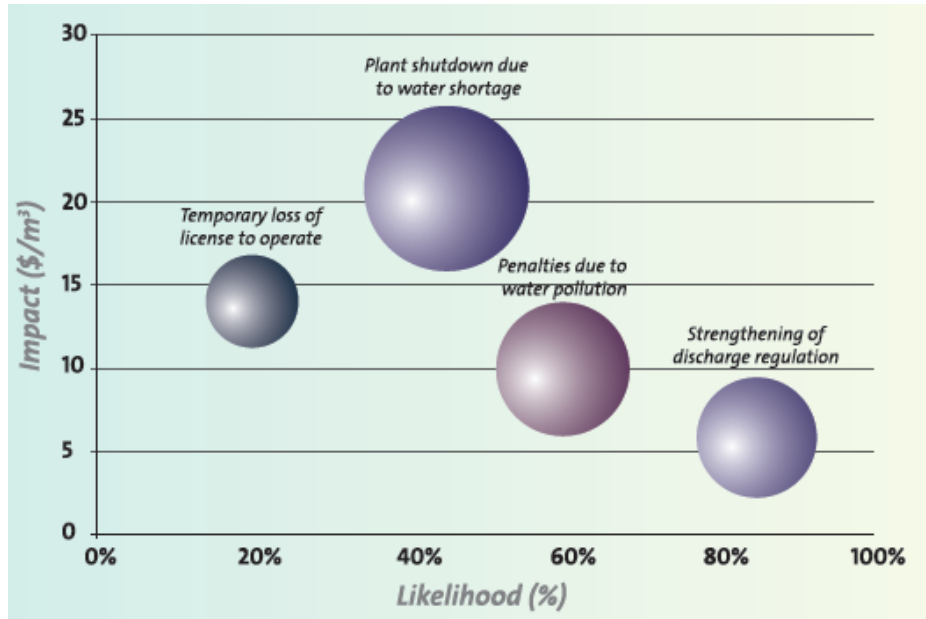
qaçınılmadır (Maliva, 2018). Yeni Cənubi Gallerin Murrumbidgee (Avstraliya) bölgəsində edilən bir süni saxlama və toplama tədqiqatında Khan və dig. (2008) quraqlıq zamanlarında mal güvənliyi baxımından infiltrasiya hovuzları vasitəsilə MAR-nin təxmini faydasının xərcinin 3 ilə 7 qatı arasında olduğunu öyrəndi (onların xərcləri təxminən 62 ilə 174 AUD / ML arasındadır). Donovan və dig. (2002) Las-Veqas Vadisində Aquifer MAR-ni nəzərdən keçirdi və yalnız daha əlverişli yeraltı su mənbəyinə sahib olmaq üçün fərdi faydaları (çəkilən xərclər baxımından) qiymətləndirdi. Xüsusilə, MAR-nın enerji qənaətini hər abstraksiyaya (təxminən 0,4 centUSD / m³) görə təxminən 5 ABŞ dolları / illik qazanc hesablayırdılar və quyu dərinliyinin azaldılması üçün lazım olan xərclər 2.2 centUSD/m³ olacaqdı. Fərdi quyuya görə xalis faydalar təxminən 700 ABŞ dolları / ildir. Nəhayət, Damiqos və dig. (2017) tədqiqatı göstərir ki, MAR tətbiqlərinin istifadə olunmayan komponentləri vacibdir.

5. Sənaye

Avropada və Şimali Amerikada sənaye sektoru şirin suyun ikinci böyük istehlakçısıdır (Birləşmiş Millətlərin Sənaye İnkişafı Təşkilatı, 2007). İqtisadi Əməkdaşlıq və İnkişaf Təşkilatının (2012) proqnozuna əsasən, 2000-ci ildən 2050-ci ilə qədər emal sənayesində global su tələbatı 400% artacaq. Su qıtlığı bəzi əsas sənaye sektorlarına (YUNESKO, 2016) çox ciddi təsir göstərə bilər. Veolia (2014) su çatışmazlığı ilə əlaqədar sənaye müəssisələrinin əsas əməliyyat risklərini müəyyən edir, qurumun verdiyi proqnozlara əsasən baş vermə ehtimalı 40%-dən çox olmaqla bu, 15 ABŞ dolları/kub metr dəyəridən daha çox həddə olacaq (bax Şəkil 8).



Şəkil 8 - Su qıtlığının sənaye əməliyyatlarına təsiri



Mənbə: Veolia EpE (2018) qiymətləndirməsi.

Su sənaye istehsalı proseslərində müxtəlif məqsədlər üçün və müxtəlif sahələr üzrə istifadə edilə bilər (bax: Cədvəl 10).

Cədvəl 10-Sənaye sahələrində sudan istifadə

Məqsəd	Sənaye Sahəsi	Qeydlər
Enerji istehsalı	Hidroenergetikanın generasiyası	kənd təsərrüfatı, daşqına nəzarət və su anbarı kimi digər məqsədlərə xidmət edir
Suyun soyudulması	Termal enerjinin əldə olunması	Ən böyük vahid sənaye suyu istifadəçiləri
Texniki su	Müxtəlif	Buxar enerjinin istehsalı və ya kimyəvi reaksiyalar üçün istifadə olunur
Ərzaqlar üçün su	Qida məhsulları, əczaçılıq və içkilər	Hazır məhsullara əlavə olunan su
Yumaq üçün istifadə olunan su	Mexaniki və toxuculuq	Istehsal proseslərinin tullantılarının yuyulması və aradan qaldırılması

Mənbə: Birləşmiş Millətlər Təşkilatı Sənaye İnkişaf Təşkilatı (UNIDO 2007)



Səmərəlilik tədbirlərindən potensial su qənaəti Cədvəl 11-də göstərilmişdir. Bu rəqəmlər su sərfinin 20-50% arasında azalmasını proqnozlaşdıran Tullantıların Azaldılması Planının - WRAP (2005) nəticələrinə uyğun gəlir.

Cədvəl 11 - Sənayedə suya qənaət potensialı

Efficiency measures	Potential savings (%)
Closed loop reuse	~ 90%
Closed loop recycling with treatment	~ 60%
Automatic shut-off valves	~ 15%
Counter-current rinsing	~ 40%
High-pressure, low-volume upgrades	~ 20%
Reuse of wash water	~ 50%

Mənbə: Afed, n.d5. , s. 39, cədvəl 3.1

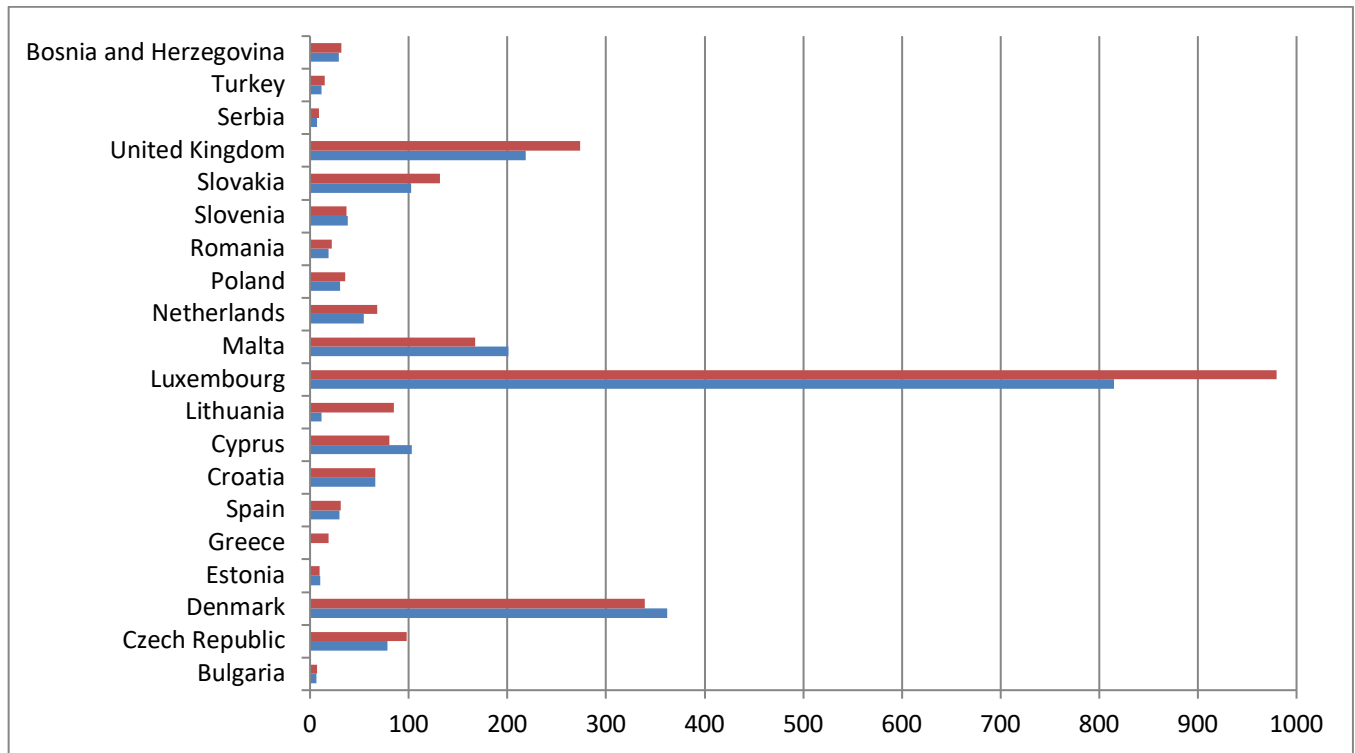
Sənaye proseslərində suyun istifadəsinin səmərəliliyinin artırılması nəticəsində istifadə olunan suyun hər kub metrə daha çox məhsul istehsal edilir. İstehsal proseslərini, suyun məhsuldarlığını və sairəni müqayisə etmək üçün təmiz suyun hər kub metrə çıxarılan məhsul istifadə olunur. Bu "suyun çıxarılması dəyərinin (kub metrə və ya hər adam başına kub metrə) bu sudan istifadə edilən sənaye fəaliyyətlərindən çıxma dəyərinə nisbəti" ifadəsidir (UNIDO, 2007: 14).

Sənaye suyunun məhsuldarlığına dair məlumatlar Avropa ölkələri üçün Eurostat tərəfindən dünya miqyasında seçilmiş ölkələr üçün isə və Dünya Bankı tərəfindən nəşr olunur. Şəkil 9 bir sıra Avropa ölkələri üçün sənaye məhsuldarlığını göstərir: Lüksemburq və Danimarka müvafiq olaraq hər kub metrə 1000 və 340 avro ilə ən yüksək nisbətdədir. Bolqarıstan və Serbiya müvafiq olaraq kub metrə 7.3 və 7.4 avro ilə ən aşağı sənaye suyu məhsuldarlığını göstərir. Bütün ölkələr Danimarka, Kipr və Malta (indiyədək sənaye suyunu çox səmərəli istifadə edən) istisna olmaqla, bu göstəricini 2004-14-cü illərdə yaxşılaşdırmışdır.

⁵ http://www.afedonline.org/water%20efficiency%20manual/PDF/4Chapter%203_Industry.pdf



Şəkil 10 - Sənaye suyunun məhsuldarlığı (2010 € / m³), 2004 və 2014.



Mənbə: Eurostat məlumatlarına əsasən şəxsi araşdırmalar⁶

Bu göstərici yalnız suyun səmərəliliyi tədbirlərindən meydana çıxan xüsusi faydaların bir hissəsini əhatə edir. Suyun səmərəliliyinin yaxşılaşdırılması, elektrik enerjisi, qaz, kimyəvi maddələr və tullantı sularının təmizlənməsi (EPA, 2000) üçün qənaət xərcləri baxımından üstünlüklər ilə bərabər sudan istifadənin azaldılması nəticəsində maye halında olan sənaye tullantılarında çirkləndiricilərin konsentrasiyasında artım kimi bəzi çatışmazlıqların da meydana gəlməsinə səbəb olur. Sosial səviyyədə suyun səmərəli istifadəsi içməli su ehtiyatlarının qorunmasına və suyun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına və nəticədə də su ekosistemlərinin qorunub saxlanmasına yardım etməklə əsas ekoloji, ictimai səhiyyə və iqtisadi faydalara səbəb olur.

Kür çayı hövzəsinə dair heç bir məlumat yoxdur.

Suya qənaət cihazlarının quraşdırılması

Cədvəl 12 suyun səmərəliliyinin artırılması üçün sabit səviyyədə tətbiq oluna biləcək əsas variantları xülasə edir. Bəzi tədbirlərin istehsal sxemlərinin təkmilləşməsindən və ya əməliyyatlarda daha çox su rutinlərindən ibarət

⁶ http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/t2020_rd210



olmasına baxmayaraq, bir çox hallarda əsas əməliyyat dəyişiklikləri və ya avadanlığın dəyişdirilməsi zəruridir. Mövcud variantlar istehsal prosesləri və suyun keyfiyyəti tələblərindən asılıdır.

Sənaye sahəsi üçün suya qənaət strategiyalarının xərcləri və faydaları haqqında məlumatlar məxfilik səbəbindən azdır (Dworak və digərləri, 2006). Bu tədqiqat, təxmin edilən xərclər və faydalar göstəricisi ilə Avropada suya qənaət təcrübələrinin bir nümunəsi olaraq tərtib edilmişdir. Əksər tədbirlər istehsalda qapalı dövrənin qurulması istisna olmaqla (daha uzun ödədiyi müddət) 2 ildən az müddətə geri qaytarma müddətinə malikdir. UNIDO saytında su qənaət tədbirlərinin həyata keçirilməsinin bəzi təcrübələri və müxtəlif sənaye sahələri ilə əlaqədar maliyyə xərcləri də bildirilir⁷.

Cədvəl 12 - Sənaye məqsədləri üçün suya qənaət tədbirlərinin siyahısı

Növü	Qeydlər	Müdaxilələr
Ümumi İdarəetmə Tətbiqləri	İdarəetmə öhdəliyini tələb edir	- Missiya bəyanatını və planını hazırlayın. - Suyun səmərəliliyinin artırılması səylərinə əməkdaşları öyrətmək və cəlb etmək. - Suyun səmərəliliyinin prioritet olması haqqında kimyəvi təchizatçılarınizi və ya xidmət podratçılarını (soyutma qülləsi, çamaşırxana, qabyuyan maşın, landşaft) məlumatlandırın.
Avadanlıqlar dəyişdirilməsi	Su, kanalizasiya və enerji borclarına əhəmiyyətli qənaət	- Yüksək səmərəli tualetləri quraşdırın və ya mövcud olanlarda suya qənaət avadanlıqlarını quraşdırın - Kran aeratorları və duş başlıqlarını quraşdırın. - Sprey qurğularda yüksək təzyiqli, aşağı həcmli brandspoyt quraşdırın - Bütün sprej başlıqlarında çıxarıla bilən süzgəcləri quraşdırın; brandspotların tıxanıb-tıxanmadığını mütəmadi olaraq yoxlayın - Yüksək həcmli şlanqları yüksək təzyiqli, aşağı həcmli təmizləyici sistemlərlə əvəz edin.

⁷ <https://www.unido.org/resources/publications/safeguarding-environment/water-management>



		- Avadanlıqlar köhnəldikcə onları suya qənaət edənləri ilə əvəz edin - Brandspoytları
Əməliyyat və saxlama prosedurları	Ümumiyyətlə aşağı sərmayə xərcləri. Davranış dəyişikliyi lazımdır	Bütün sızıntıları aşkarlayın və təmir edin. Yenidən istifadə oluna biləcək çirkab suları müəyyənləşdirin və suyun təkrar istifadə olunması təcrübələrindən istifadə edin. Nümunələr: -Sonda çəndən, balaca çəllək və fermentlərdən istifadə edilməsi - suya batırmaq və yaxalamaq olar - soyuducu yuyucu maye (qazma zamanı), fileri yenidən yuma - pasterizə və sterilizə olunmuş su - son yaxalama mərhələsi - - - döşəmə və damın yuyulması
Landşaftın suvarılması	Quraqlıq şəraitində açıq hava məhdudiyyətləri	- Suvarma sistemlərində bütün sızmaların aşkarlanması və təmiri. - Mövcud olduğunda suvarma üçün düzgün qaydada təmizlənmiş çirkab sulardan istifadə edin. - Günün ən sərin vaxtında (səhər tezdən daha yaxşı olardı) qazon və ya bağa su verin. Küləkli günlərdə su verməyin. - Ağacları və kolları ehtiyaca görə sulayın. - Səmərəli suvarma sistemlərini quraşdırın və yağmurlama qurğularını yalnız qazon və bağda quraşdırın - küçə və ya səkidə yox. - Əlavə sulamaya gətirib çıxaran gübrələməni minimuma endirin və ya aradan qaldırın
Digər açıq hava fəaliyyətləri	Quraqlıq zamanı fəaliyyət göstərmir	- Asfaltlanmış sahələri yumaq yerinə süpürün və ya təmizləyin. - Sunun təzyiqini avtomatik bağlanan başlığı olan şlanqla idarə edin. - Minik vasitələri az yuyun; Avtomobilinizi təkrar emal olunan sudan istifadə edən



		ödənişli avtoyumaya aparın - Su təkrar emal edilməmiş dekorativ su xüsusiyyətlərini quraşdırmayın və istifadə etməyin.
--	--	---

Mənbə: EPA-dan (2000) əldə olunmuşdur.

Suyun Məhsuldarlığı üzrə İttifaqın 2012-ci ildəki hesabatında ABŞ-da Böyük Göllər Bölgəsində (pivə demirləmə, istehsal, metal örtmə, plastik kompozisiya və dəri səthini təmsil edən) beş sənaye ərazisində su qənaəti potensialı nəzərdən keçirilmiş və təxminən 20 il müddətində demək olar ki, 4 milyon dollara qənaət edilməsi proqnozlaşdırılır.

Suyun təkrar istifadəsi

Son illərdə suyun idarə olunması siyasətinin əsas məqsədi suyun istifadəsini sadəcə azaltmaqdan, dairəvi iqtisadiyyat yanaşmasına keçdi. Davamlı İnkişaf üzrə Dünya İş Şurası (WBCSD) riskli strategiya ilə sənaye proseslərində su çatışmazlığını aradan qaldırmaq üçün 5R yanaşmasını (su resurslarını azaltmaq, təkrar istifadə, yenidən istehsal, bərpa etmək və yeniləmək)⁸ inkişaf etdirdi.

Sənayedə təmizlənmiş çirkab suyunun təkrar istifadəsi xüsusilə suyun yüksək səviyyədə istifadə olunduğu sahələrdə əhəmiyyətli dərəcədə vacibdir, misalçün metal istehsalı, kağız və plastik sənayelərdə (Rebhun və Gideon, 1988). Suyun təkrar istifadəsi mineral emalı, tozun toplanması, çirkab suyunun nəqli və soyutma da daxil olmaqla, bir sıra fəaliyyətlərin dəstəklənməsi üçün vacib bir komponentdir. Suyun çox hissəsi drenaja çıxarılır və ya hasilatın yan məhsuludur və asidik ola bilər və zəhərli metalların və ya digər çirkləndirici maddələr təşkil edir.

Təbii mühitdən əldə edilən suyun miqdarının azaldılması ilə yanaşı, sənaye proseslərində suyun təkrar istifadəsinin su fakturasının aşağı olması və əlavə məhsulların yenidən istifadə edilməsi və ya köməkçi xidmətlərin mübadiləsi ilə əlaqədar xərclərin azaldılması kimi digər üstünlükləri var. Ekoloji baxımdan suyun təkrar istifadə edilməsi çirkləndirici təsiri azaldır, belə ki çirkləndiricilər birbaşa axıdılmır. Nəhayət, təkrar suyun istifadə istilik enerji istehlakını və potensial emal xərclərini azaldır. Təkrar və ya dövr edən su daxili (yəni proses suyu) və ya xarici mənbələrdən (məsələn, çirkab sularından) gələ bilər. Su

⁸ <https://www.wbcsd.org/Clusters/Water/Resources/spotlight-on-reduce-reuse-and-recycle>



sənaye proseslərinin xammal suyun (məsələn, soyutma və isitmə kimi) keyfiyyətini dəyişdirməməsi nəticəsində yenidən istifadə oluna bilər və beləliklə də təkrar emal edilə və ya təmizləndikdən sonra istifadə edilə bilər. Təkrar istifadə üçün lazım olan suyun keyfiyyəti, tullantı sularını yaradan sənaye fəaliyyəti ilə birlikdə, suyun təmizlənmə səviyyəsini müəyyənləşdirir. Əsas sənaye proseslərinin çirkləndirici yükləri Cədvəl 14-də verilmişdir.

Sənaye məqsədilə suyun təkrar istifadəsi üçün daha sadə sistemlərdən (məsələn, su stabilizasiya gölləri, tikilmiş sulak sahələr və əkilməmiş filtrlər) anaerobik həzm istifadə edən daha qabaqcıl texnologiyalara qədər (məsələn, anaerobik tənəffüslü reaktorlar, bioqaz məskunlaşanlar və anaerobik həzm) və ya membran filtrasiyası, aktivləşdirilmiş karbon, inkişaf etmiş oksidləşmə prosesləri və s. kimi digər təmizlənmə metodları (Ranade and Bandhari, 2014) da daxil olmaqla bir neçə mərkəzləşdirilmiş çirkab sularının təmizlənməsi imkanları mövcuddur.

Su fəaliyyət sahəsinin özündə və ya eyni ərazidə yerləşən müxtəlif istehsal yerlərində (Bruni, 2012) yenidən istifadə edilə bilər. Bu ikinci proses adətən üç əsas formanın, yəni yan məhsulları və ya proses suyunun mübadiləsi, təmizləyici qurğuların və ya digər köməkçi xidmətlərin bölüşdürülməsini təmin edən sənaye simbiozu (SSWM, n.d.) olaraq etikətlənir. Sənaye prosesləri nəticəsində yaranan çirkab suları kənd təsərrüfatı və ya suyun keyfiyyətinin aşağı olmasını tələb edən digər sahələrdə (UNIDO, 2007) yenidən istifadə edilə bilər.

Cədvəl 6 – Əsas sənaye proseslərində tullantı suyunun həcmi

Sənaye	Çirkab Sularının Səciyyəvi Tərkibi
Pulpa və kağız	• xlorlu lignosulfonik turşusu, xlorlu qatran turşusu, xlorlu fenollar və xlorlu hidrokarbonlar-təxminən 500 müxtəlif xlorlu üzvi birləşmə təsbit edildi. • rəngli birləşmələr və absorbsiyalı üzvi halogenlər (AÜH) • Çirkləndiricilər BOD,COD,kənarlaşdırılmış bərk cismlər,toksik və rənglər vasitəsilə xarakterizə olunur.
Dəmir və Polad	• ammonyak və siyanid tərkibli sərinlədici su. • qazlaşdırma məhsulları-benzin, naftalin, antrasen,



	siyanür, ammonyak, fenollar, kresollar, polisiklik aromatik hidrokarbonlar • hidravlik yağlar, dana, parçacıqlı bərk cisimlər • Suyla qarışdırılmış Asid su və tullantı turşusu (hidroklorik və kükürdlü)
Mədən və daş karxanları	• Qaya parçacıklarının çöküntüsü • Sürfatlayıcılar • Yağlar və hidravlik yağlar • Arzu olunmayan minerallar və s. mərgümü • Çox incə hissəcikli lillər
Qida Sənayesi	• BOD və SS konsentrasiyalarının yüksək səviyyəsi • Tərəvəz, meyvə, qida və fəsillərdən asılı olan dəyişkən BOD və pH • Bitki emalı-yüksək hissəciklər, bəzi həll olunan orqaniklər, sürfatlayıcılar • Qida-güclü orqaniklər, antibiotiklər, böyümə hormonları, pestisidlər, insektisidlər • Hazırlanma-bitki üzvi material, duz, aromalar, boyayıcı material, turşular, qələvilər, yağ və piy
Pivəbişirmə	• BOD, COD, SS, azot, fosfor, fərdi proseslər ilə dəyişən • Asit və alkaline görə pH dəyişənliyi • Yüksək temperatur
Südçülük	• Həll olunan şəkərlər • BOD COD SS, azot, fosfor
Üzvi Kimyəvi Maddələr	• Pestisidlər, dərman preparatları, boyalar və boya maddələri, petrokimyəvi maddələr, yuyucu vasitələr, plastiklər və s. • Yem məhsulları, məhsullar ilə, həllolunmaz məhsul materialları və ya forma hissəciyi, yuyucu və təmizləyici maddələr, həlledicilər və plastikleştiricilər kimi əlavə edilmiş qiymətli məhsulları
Manufaktura	• BOD COD SS, metallar, kənarlaşdırılmış bərk cisimlər, üre, duz, sulfid, H₂O₂, NaOH • Dezinfeksiyaedici vasitələr, biokidlər, həşəratöldürücü qalıqları, yuyucu vasitələr, yağlar, toxuculuq yağları, hərəkətin bitməsi, xərclənən həlledicilər, anti-statik birləşmələr, stabilizatorlar, sürfatlayıcılar, Üzvi emal köməkçiləri, katyonik materiallar, rənglər



Mənbə: DSEH, 2017 (Cədvəl 6.4, p. 63)

- ### Şəkil 11 - Kalundburg sənaye simbioz mübadiləsi



49



biyodizel və bioplastikanı yarada bilər. Bu biznes imkanlarından istifadəyə verildikdən sonra, əlaqədar xalis mənfəət potensial faydalarını təşkil edir. WWAP (2017: 64) qeyd etdiyi kimi sənaye suyu təmizləyici texnologiyalar bazarının 2020-ci ilə qədər 50% artacağı proqnozlaşdırılır.

İlk açıq bəziyer, həm də investisiya (yəni, dizayn və layihə idarəetməsi, avadanlıq alışı və quraşdırılması) və istismar xərclərinin (işçilərin təhsili, tullantıların təmizlənməsi və monitorinqi) daxil olduğu ilkin layihə xərcləridir. Bu baxımdan, bəzi tədbirlər minimum ödəniş ilə yerinə yetirilə bilər, qısa müddətli geri qaytarmalar ilə, digərləri isə əhəmiyyətli investisiyalar tələb edir. Bir çox hallarda hökumətlərin su qənaət təşəbbüslərini qəbul etməsində özəl firmalara dəstəyi lazımdır. Məsələn, Böyük Britaniyada Gücləndirilmiş Sərmayə Ödənişi (GSÖ) sxemi, müəssisələrin investisiyanın ilk ilində müəyyən edilmiş davamlı texnologiyalara və vergilərə qarşı məhsulların 100% -ni silməsinə imkan verir (WRAP, 2005). Su qənaət cihazlarının quraşdırılmasından əldə olunan fərdi faydalar nasos, suyun istiliyi və soyutma azalması səbəbindən elektrik fakturasının azaldılmasından ibarətdir.

Sənaye suyunun təkrar istifadəsinin monetar məbləğdə qiymətləndirilməsinə dair heç bir tədqiqat tapılmadı.

6. Enerji istehsalı

Enerji dünyada çəkilən bütün şirin suların 8%-ni və bəzi inkişaf etmiş ölkələrdə çəkilən şirin suyun 40%-ni istifadə edir (IRP, 2012). 2010-cu ildən 2030-cu ilə qədər enerji tələbatının üçdə birə qədər artacağı, su tələbatının enerji tələbatından 2 dəfə çox olacağı düşünülür (IEA, 2012).

Buna görə də, enerji şirkətlərinin enerji resurslarının su ehtiyatlarına təsirinin minimuma endirilməsi üçün enerjiden səmərəli istifadə olunması çox vacibdir.

Soyutma qülləsi səmərəliliyinin artırılması

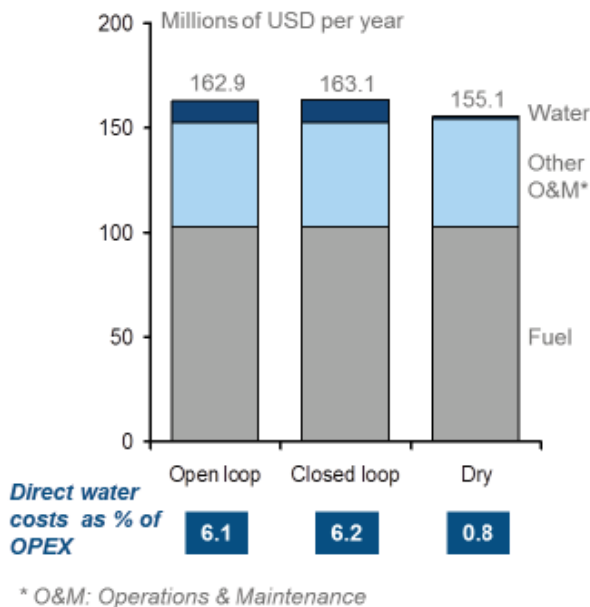
Enerji istehsalında suyun yenidən istifadəsi soyutma üçün proses suyu baxımından geniş yayılmış bir təcrübədir. Bir soyutma qülləsi kondenser vasitəsilə təkrar istifadə edilərək suyun qənaəti üçün nəzərdə tutulmuşdur. Lakin, soyuducu qülləsindən buxarlanaraq itirilən su bu şirin su ilə dəyişdirilməlidir. Konsentrasiyalı dövrlərdə soyutma qüllələrinin səmərəliliyi,



şirin sudan hansı aralıqda istifadə olunması ölçülür. Çox soyutma qülləsi 3 ilə 10 konsentrasiya dövrü ərzində işləyir, burada 3 dövr əsasən minimum səmərəlilik, 10 isə yaxşı səmərəlilik olaraq qəbul edilir (EDF, 2013). Soyutma qülləsinin səmərəliliyi müəyyən suya kimyəvi maddələrinin əlavə edilib təmizlənərək kalsium duzlarının həllini artırmaq, korreziyanı azaltmaq, çirklənməni minimuma endirmək və su yosunları, bakteriyalar və s. kimi mikrobioloji orqanizmlərin artımına nəzarət və s. ilə artırıla bilər.

Kablouti (2015) qlobal enerji istehsalının təxminən 90% -i hazırda suyun səviyyəsindədirsə də, mövcud su qiymətləri nəzərə alınmaqla, əksər bölgələrdə qısamüddətli və orta müddətli qapalı və quru soyuducuya keçidin mümkün görünmədiyini söyləyir. Quru sistemlər suya qənaət texnologiyaları ilə müqayisədə daha aşağı ümumi O & M xərclərini göstərir (Şəkil 11), lakin yüksək investisiya və yanacaq xərcləri bu texnologiyaları özəl investorlar üçün cəlbedici hala gətirmir, çünki quru soyutma sistemlərində elektrik istehsalının dəyəri alternativ texnologiyalardan daha yüksəkdir (bax Şəkil 12). Onun sözlərinə görə, ABŞ və Çində quru soyutma sistemləri daha çox inkişaf edir və bu kontekstdə tənzimləyici təzyiqlər və artan su qıtlığı bu texnologiyaların alınmasında müsbət rol oynayır.

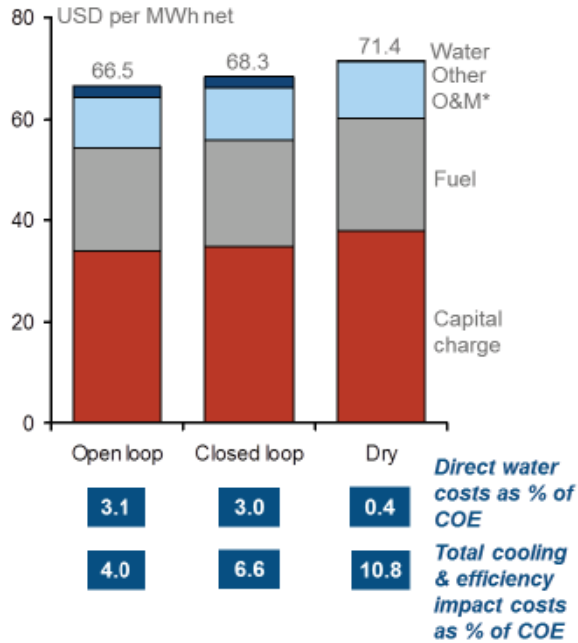
Şəkil 7 –Soyutma texnologiyaların tətbiqi ilə illik OPEX



Mənbə: Kablouti, 2015



Şəkil 8 – Elektrik istehsalı, soyutma texnologiyaları üzrə xərclərin təsnifatı



Mənbə: Kablouti, 2015

Daha artıq suya qənaət texnologiyaları yönündə enerji sektorunda su sərfinin azaldılmasına zəmanət verə bilməyəcəyi unudulmamalıdır. İRENA və WRI tərəfindən edilən son araşdırmaya görə Hindistanda bir dəfəlik təkrar dövriyyəyə buraxılan soyuducu sistemlərə keçişin geri çəkilməni böyük ölçüdə azaldacağı, lakin ümumi mütləq su sərfiyyatını artıracağı qənaətinə gəldi (suyun sıxlığının artmasına baxmayaraq, 2014-cü il 2.09 m³/MWh-dan 2030-cu il 1.57-1.92 m³/MWh qədər). Çin üçün Lin və Çen (2018), ABŞ üçün NETL SU Enerji Proqramı tərəfindən oxşar nəticələr çıxarıldı.

Enerji stansiyalarında təkrar istilik istifadəsi

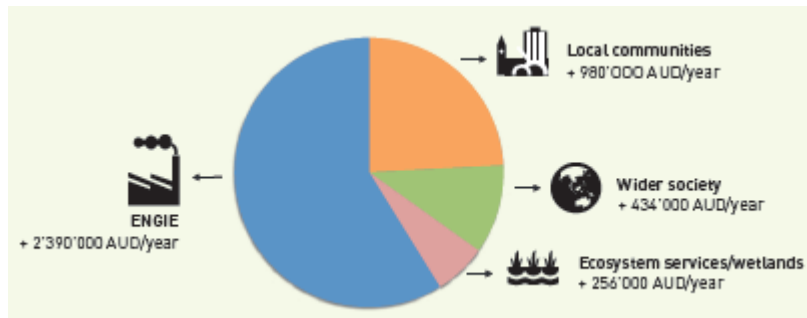
Kojenerasiya (və ya Kombinə edilmiş istilik və enerji, CHP) qurğuları enerji və istilik istehsalını birləşdirir. Onlar ənənəvi elektrik qurğularına nisbətən daha səmərəli olur çünki istehsal zamanı istilik istifadə olunur və soyutma prosesləri üçün lazım olan su azalır.

Suyun iqtisadi mənfəətindən pul qazanılmasının bir nümunəsi Avstraliyadakı Kwinana Kojenerasiya zavodudur. Qurğu əsasən təbii qazla qidalanır və həm buxar həm də elektrik enerjisi təmin edir. Qaz turbinindən çıxan tullantıların istiliyi istehsalat səmərəliliyini artıran bir buxar turbini çəkmək üçün istifadə olunur. Suyun təkrar emalı layihəsindən əldə olunan ümumi suya qənaət təxmini 4,000 m³/günə çatır. Vahid faydaları 3.27 AUD / m³ olaraq



qiymətləndirilir (bütün paydaşları nəzərə alaraq təxmin edilir). Şəkil 13-də ümumi faydalar təsvir edilmişdir.

Figure 9 – ENGIE zavodunda suyun səmərəliliyinin layihəsinin ümumi faydası



Mənbə: EpE (2018), səh 77

Bundan əlavə, soyutma qüllələrində su səmərəliliyinin artırılması integrasiyalı bir formada ələ alınması lazım olan ətraf mühit təsirlərini də özü ilə gətirə bilər. ABŞ-da bir pilot layihə suyun soyudulması üçün bataqlıq sahələrini bərpa etməyi düşünürdü. Şirin su istifadə etmək əvəzinə duzlu su kimi digər su ehtiyatları, tullantılardan təmizlənmiş çirkab sular və ya mədən suyu istifadə oluna bilər. Tək keçişli sistemlərdə bataqlıq ərazilər çaya boşaldılmadan əvvəl suyu soyutmaq üçün bir termal yer kimi istifadə oluna bilər. Sirkulyasiyalı soyutma sistemlərində bataqlıq ərazilər suyun keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün tampon vəzifəsi görür. Layihədə karbonatların, sulfatların, fosfatların, kalsiumun və sodyum səviyyələrinin artması ilə nəticələnən qapalı dövriyyəli təkrar sirkulyasiya edən soyutma su sistemi nəzərdən keçirildi və pH-in 9-dan 7-yə qədər azaldılması, keçiricilik və ümumi həll olunan qatılarda əhəmiyyətli dərəcədə azalma ilə nəticələndi (TDS). Tədqiqatın nəticəsi “bataqlıq ərazinin ənənəvi səth sularına və yeraltı su ehtiyatlarına olan tələbatın azaldılmasına səbəb ola bilər” idi (AES et al., 2013: 89).

Hidroenerji istehsalının azaldılması tədbirləri

- Hidroenerji təmiz, bərpaolunan bir enerji mənbəyidir və qlobal aşağı karbonlu enerji hədəflərinə birbaşa və dolayı yolla iqlim dəyişikliyinin azaldılmasına köməklik edir. Hidroenerji stansiyaları həmçinin daşqınların azaldılmasını təmin edir, suvarma və digər məqsədlər üçün suyun qorunmasını yaxşılaşdırır və sabit axın rejimi yaradır. Hidroenerji stansiyalarının tikintisi və istismarı həmçinin ətraf mühit təsirlərini də öz



bərabərində gətirir. Bənd inşaatı və təsirə məruz qalan ekosistemlər arasındakı kompleks qarşılıqlı əlaqələr, çayların ekologiyasının mühəndislik işlərindən necə təsirləndiyini anlamaq üçün 80-ci illərin əvvəllərindən etibarən tədqiqatlar aparmışdır. Goodwin və digərləri (2006) olduqları yerə görə ətraf mühitə təsirləri təsnif edir:

- Aşağı axın: morfoloji dəyişikliklərdən başqa (kanal yatağının yamacındakı azalma, çimərlik bitki örtüyünün pozulması, kanalın ötürmə qabiliyyətində azalma, kanal modelində və ya fasonundakı dəyişikliklər, çay yatağının deqradasiyası kimi) digər təsirlər əsas daşqın hadisələrinin olmaması səbəbindən yaranan bioloji müxtəliflik itkisi və yaxşı üzvi maddələrin artması üçün su keyfiyyətindəki pisləşməni göstərir.
- Yuxarı axın: əsas təsirlər sedimentasiya və təbii məcburi maneələrin boğulmasıdır
- Hövzə səviyyəsində qida balansının dəyişməsi və xarici narahatlıqlara, yəni quraqlığa, yanğına və s. ekosistemin ümumi dayanıqlığının pisləşməsi əsas mövzu mənbəyidir.
- Sahilyanı ərazilər: tənzimlənmiş axın rejimi, bataqlıq ərazilərə və ya sahilyanı bataqlıqlara şirin su axını müddətini dəyişdirir və quraqlıq kimi su stressi dövrü balıq populyasiyasına ciddi formada təsir edə bilər.

Bu təsirlər hidroenerji inkişafının ilk mərhələsində çox sıxılıqla nəzərə alınmamaqla yanaşı, bənd tikintisinin potensial zərərli təsirlərinin azaldılması, bu təsirlərin azaldılması üçün səyləri artırmışdır. Avropada Su Çərçivə Direktivinin tətbiqi Avropa çaylarındakı yaxşı ekoloji potensiala nail olmaq üçün zəruri təsirlərin azaldılması üzrə (milli, çay hövzəsi və ya Avropa Birliyi səviyyəsi) tədqiqat və siyasət müzakirəsinə səbəb olmuşdur. Cədvəl 14-də göstəriləndiyi kimi, müvafiq təsirlərin hər biri üçün yumşaldıcı tədbirlər müəyyən edilmişdir.

Ümumiyyətlə sabit su axınları ilə işləyən və elektrik əsas yükləri istehsal edən çay su obyektləri saxlama qurğularından fərqli təsirə malikdir. Bu hidroenerji stansiyalarının əsas xarici təsirləri azaldılmış keçiddir. Nəticə olaraq, su axarı və istirahət fəaliyyəti təsirlənə bilər, axınlar isə dəyişməz.

Bundan əlavə, beynəlxalq səviyyədə Beynəlxalq Enerji Agentliyi ətraf mühit təsirlərinin qəbul edildiyi və mümkün təsir azaldıcı tədbirlərin müəyyən olunduğu, hidroenerji (2012) üçün bir texnoloji yol xəritəsi hazırlandı. Beynəlxalq Yenilənəbilən Enerji Agentliyi (2015) hidroenerji inkişafı üçün ən böyük maneələrdən biri kimi ətraf mühit təsirlərini vurğulayır. Son günlərdə, Mekonq Çayı Komissiyası ətraf mühit təsirlərini necə ələ alacağına aid təklifləri



elan etdi. Onlar bir “azaltma iyerarxiyası” yanaşması tətbiq edirlər, 1. Planlaşdırmada təsirlərin qarşısını almaq lazımdır; 2. Bu təsirlərin qarşısını almaq mümkün olmadıqda, bunların azaldılması lazımdır; 3. Təsirlərin azaldılması mümkün deyilsə, onları kompensasiya etmək lazımdır (MRC, 2018). Wang hidroenerji layihələri üçün fayda paylaşımı yanaşmasını mənimsəmək üçün iddia qaldırdı.

Təsirlərin azaldılma tədbirlərinin həyata keçirilməsinin əsas faydaları, yuxarıda sıralanmış qarşısı alınan təsirlərdir. İqtisadi cəhətdən bu təsirləri qiymətləndirən müxtəlif tədqiqatlar mövcuddur.

Mattmann 29 qiymətləndirmə tədqiqatının bir meta-analizini aparmış və hidroenergetika ilə əlaqədar landşaft, bitki örtüyü və canlı həyatın pozulmasına qarşı ictimaiyyətin maraqsız olduğunu və bu təsirləri yumşaltmaq üçün məhdud bir WTP'nin mövcudluğunu qeyd etmişdir. Müəlliflər bunu hidroenerji inkişafı üçün böyük bir maneə olaraq görür və “hidroenerji qurğularının ətrafdakı landşaft, bitki örtüyü və yabanı həyatda mümkün olduğunca az təsirə malik olduqları ərazilərdə planlanması lazım olduğu nəticəsinə gəldilər” (p. 74).

MRC-dən edilən bir araşdırma enerji, su və qida arasındakı ticarətin əhəmiyyətini təyin etdi. Təklif edilən hidroenerji inkişafının bir tərəfdən 160 milyard ABŞ dollarlıq iqtisadi fayda yaratması, lakin balıqçılıq da başda olmaqla digər sektorlara da mənfi təsirlərə səbəb olması gözlənilir (25-30 milyard dollarlıq iqtisadi ziyan çəkəcək). Hidroenerji inkişafı ilə bağlı digər mənfi təsirlər ekosistem xidmətləri (Yang and Chen, 2014), və ərzaq təhlükəsizliyi üçün sənədləşdirilir (Sparkes, 2013).

Cədvəl 7 – Saxlanılan hidroenerjinin əsas təsirləri və azaldılması tədbirləri

Təsir	Azaldılma tədbirləri
Yuxarı axın balıq davamlılığı	Eniş Balıq keçidi (məsələn lift, nərdivan və s.) Baypas kanalı Tutmaq, nəqliyyat və balıqların sərbəst buraxılması Balıqartırmadan olan ehtiyat
Aşağı axın Balıq davamlılığı	Balıq dostu turbinlər Balıq lövhələri/torları Tələ, nəqliyyat və sərbəst buraxmaq Balıq keçidi Baypas kanalı
Zəif axın	Çaya əlavə axın təmin edin



	Çay morfologiyası mövcud axından ən yaxşı formada faydalanmaq üçün dəyişir
Balıq axını	Balıq miqrasiyası üçün azaltma axınları
Dəyişkən axın	Passiv axın dəyişkənliyi (məsələn, V-notch weir ilə təbii dəyişkənliyi istifadə edərək) Aktif olaraq axın dəyişkənliyi (məsələn, bənddən zamanlı sərbəst buraxma)
Sürətlə dəyişən axınlar	Çay kanalına xarici tənzimləmə rezervuarı quraşdırın Dəniz, göl, daha böyük bir çay və ya orqinal yenidən yaradılan bir çay kanalının yanında ayrı bir kanal da daxil olmaqla quyruq zonasını yenidən yerləşdirin Aşağı enişlərin sürətini azaldın (bir baypas qapağı istifadə etməklə) Çay morfologiyasını dəyişdirin, məs. sürəti azaltmaq və balıq sığınacaqları təmin etmək üçün strukturların tətbiqi Çay kanalında balanslı su anbarlarını quraşdırın Balıq ehtiyatı
Çöküntü dəyişiklikləri	Yataq zirehlənməsinin mexaniki pozulması Çöküntü yığılmasının mexaniki çıxarılması (məsələn, hovuzları düzəltmək) Çay giriş qurğularının aşağı axınlarını yenidən tətbiq edin (məsələn, zirehli qapı boyunca; passiv olaraq bənd dizaynı; aşağı axından dərinliyə qayıdır) və ya su anbarları Çaydakı yan erroziya prosesini bərpa edin (məsələn mühəndisliyi çıxarmaq) Çöküntüləri hərəkətə keçirmək üçün kifayət qədər axınların tətbiqi Balıq ehtiyatı
Gölməçə çaylar (bəndlər)	Bəzi axan su mühitini təmin etmək üçün süni bir baypas kanalı yaradın Su axınını artırmaq üçün saxlama səviyyəsini azaldın (məsələn, yatağı qaldırın və ya bəndi aşağı endirin) Kanalda yaşayış yerlərinin yaxşılaşdırılması Yenidən təkrarlanma (məsələn, qolları, daşqın xüsusiyyətləri) axmazlar kimi
Göl səviyyəsində dəyişiklik	Ekoloji cəhətdən həssas dövrlərdə abstraksiyanın azaldılması və ya soyudulması ilə artan axınlarla (məsələn, başqa bir su anbarından köçürülməklə və s.) balans səviyyəsini dəyişməsi Səviyyələrin qorunduğu ayrı bir sahə (körfəz) yaradaraq su anbarının bir hissəsindəki limit səviyyəsi dəyişimləri



	Sahil / dayaz yaşayış yerlərini idarə et (məsələn, e.g. nəzarət erroziyası, bitki böyüməsi. Göl sahilinin və ya süni yaşayış sahələrinin yeniləşdirilməsi. Balıq hərəkəti üçün su anbarı və qolları arasındakı əlaqəni qoruyun Sahil / dayaz yaşayış yerləri ilə əlaqəli süni üzən adalar yaradın İtirilmiş yumurtlama/yetişdirmə sahələri üçün balıq ehtiyatlarını kompensasiya etmək
Fiziki-kimyəvi dəyişiklik	Əsnək suqəbuledici (yəni su anbarının səthindən üzən suqəbuledici su ala bilər) Bir çox suqəbuledicilər fərqli hündürlüklərdə su anbarı səviyyələrini dəyişə bilər Su anbarı səviyyələrini səth təbəqələrindən gələn suyun ekoloji cəhətdən həssas dövrlərdə çay axınının azaldılmasını təmin etmək üçün idarə edin.

Mənbə : Halleraker et al., 2016, cədvəl 4, səhv. 30-32.7. Praktiki tətbiq etmədə maneələr and təyinatlar

Su ehtiyatlarına davamlı nəzarətinin tətbiq edilməsi üçün lazımi texnologiyaların əksəriyyəti artıq sınaqdan çıxarılıb və daha geniş miqyasda tətbiq edilməyə hazırdır. Bununla belə, onlardan istifadə qaydalarının mənimsənilməsində hələ də, bir çox çatışmazlıqlar mövcuddur. Bunun mümkün səbəbləri, əksər aşağı maliyyə potensiallı ölkələrin innovativ su texnologiyalarından istifadəsinə mane olan iqtisadi və maliyyə problemləri və eyni zamanda, məlumatın azlığıdır.

Al-Su(2011) tərəfindən də qeyd edildiyi kimi, “texnoloji olaraq təyin edilmiş və dəyişməkdə olan su istifadəsi hazırkı texnologiyanın alternative texnologiya ilə əvəz edilməsini tələb edir. Buradakı maliyyə xərcləri əhəmiyyətli şəkildə çox ola bilər” (p. 21).

Texnologiyanın uğurla dəyişdirilməsi ən azı 3 faktordan asılıdır: fiziki texnologiyanın və ya avadanlıqların mövcudluğu, avadanlıqlardan istifadə bacarığı; eləcə də, təşkilatçılıq bacarığı və əməliyyatı necə tətbiq etmə və davam etdirə bilmə səriştəsi (Still Well, 1994).



Suvarma sahələrində, su toplama texnologiyalarının potensialının müəyyən edilməsi zamanı, su təchizatı və suvarma texnologiyaları arasında fərqləndirilmə aparılmalıdır. Hər iki halda mövcud faktorlar müxtəlif olduğundan bu fərqləndirmə vacibdir. Maliyyələşdirmə və infrastrukturun tətbiqi adətən hökumət/maliyyə təşkilatları tərəfindən həyata keçirildiyi halda, suvarma texnologiyası fermerlərin özləri tərəfindən maliyyələşdirilərək tətbiq edilir. Bu səbəbdən də, sahə avadanlıqlarına ayrılmış xərclər olduqca məhduddur. Bundan başqa, “Lang”da da qeyd edildiyi kimi, fermerlər tərəfindən tətbiq ediləcək texnologiya effektiv, əlçatan, lazımı miqdarda, yerli imkanlar hesabına tətbiq edilib davam etdirilə biləcək və eyni zamanda büdcəyə uyğun olmalıdır”.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, sosial-iqdisadi faktorlar da vacibdir. Baba Kpadonou et al. (2017), müəyyən etmişdir ki, fermerləri su toplanmasına cəlb edən əsas faktorlar ailədə uşaqların olması(6-14 yaş arası), torpaq sahəsinin mövcudluğu, məlumatlılıq və təcrübədir. Onlar həm də, müəyyən ediblər ki, pul köçürməsi və nəgd fermerçilik kimi, alternativ pul mənbələrinə keçid imkanı da vacibdir.

Qadir və Sato (2016) çirkab sulardan yenidən istifadə üçün qarşıya çıxan əsas çətinliklərin ətraflı xülasəsini təqdim ediblər. əsas məhdudlaşdırıcı faktoru emalın çatışmazlığı olan, birbaşa olaraq çay hövzələrinə ötürülən və ya məhsulların suvarılmasında istifadə edilən çirkab suları qidalı maddələrlə zəngindir və nasoslama xərcləri tələb etmir və bunun nəticəsi olaraq da, fermerlər adekvat keyfiyyətli suvarma suları istifadə etmirlər. İqdisadi ədəbiyyatda vurğulanan digər məhdudiyyətlər aşağıdakılardır.(Kfourı et al., 2009; Qadir and Sato, 2016):

Maliyyə çatışmazlıqları:çirkab sularından yenidən istifadə təmiz sudan istifadədən daha çox xərc tələb edir. Hökumətin büdcə çatışmazlıqları çirkab sularının effektiv şəkildə toplanmasını məhdudlaşdırır və eyni zamanda, aşağı su tarifləri mövcud emal və toplama avadanlıqlarının adekvat şəkildə saxlanılmasını sığortalamır.

İqdisadi təsirlərin tam anlaşılması. Yenidən istifadə siyasətinin həqiqi xərclərini(ekoloji xərclər də daxil olmaqla)təyin etmək üçün aparılan uyğunluq tədqiqatının və iqdisadi təhlillərin çatışmazlığı səbəbindən yenidən istifadə edilən suyun biznes tərəfi adətən ortaya qoyulmur.



Potensial çikab suları və onlardan yenidən istifadə ilə bağlı məlumatın azlığı

Yenidən istifadə siyasətini dəstəkləməyən tənzimləyici ətraf mühit və tənzimləyici qurumlar arasında yetərsiz uyğunluq.

Səhiyyə problemləri: Emaldakı çatışmazlıqlar səbəbindən ortaya çıxan təhlükəsizlik narahatlıqları çirkab sularından istifadə ehtimalının qarşısını alır və hətta suvarma üçün çirkab sularından istifadənin qadağasına da yol açar (baxmayaraq ki, bu hər zaman mürciət edilən üsul deyil)

Çirkab su əvəzinə təmiz sudan istifadəyə üstünlük verilməsi. Nəticə etibarilə də, yenidən emal edilən suya olan tələbat alternative təmiz su mənbələrinə olan tələbatdan daha aşağıdır.

Çirkab suların yenidən istifadəsi sxemini inkişaf etdirmək üçün lazımı bacarıqların azlığı

Qadir və Sato (2016) Tunis, İordaniya, İsrail və Kiprdəki su dövriyyəsinə və yenidən istifadə siyasətini təhlil etdikdən sonra bu nəticəyə gəliblər ki, bu məhdudiyyətlərin qarşısını almaq üçün tənzimləmə əsas rol oynayır. Həmin ölkələrdə çirkab suları ekoloji yük deyil də, iqtisadi nemət hesab edilir və onun yenidən istifadəsi su və çirkab suların strateji planlaşdırılması və tətbiqinin vacib hissəsidir. Bu səbəbdən Dünya Səhiyyə Təşkilatı adıçəkilən çirkab su istifadəsi təlimatları və monitoring proqramlarını inkişaf etdirmək üçün tənzimləyici agentliklərə çirkab sularından yenidən istifadə ilə bağlı ümumi direktiv və standartlar hazırlayıb. (DST, 2006). Avropa səviyyəsində urban çirkab suları emalı ilə əlaqədar olan münasib qanunvericilik Direktiv 91/271/EEC-dir (1991) (Dalahmeh and Baresel, 2014) və SÇD.

DİDBK (2017: 18) tərəfindən aşkar edilən və sənayelərdə su toplama təşəbbüslərinin qəbulunun qarşısını alan əsas çətinliklər su keyfiyyəti tələbləri və ya tənzimləyici maneələr, eləcə də, mövcud mənbələrə girişin məhdudiyyəti ilə bağlıdır. Təkrar istifadədən sonra su keyfiyyətinin proses ehtiyaclarına cavab verməməsi və ya konsentrasiya əsaslı axım məhdudiyyətlərinin azaldılmış su istifadəsi ilə üst-üstə düşməməsi riski yenidən su istifadəsinin qarşısı alına bilər. Buna görə tənzimlənmənin uyğunluğunu təmin etmək üçün əlavə investisiyalar tələb oluna bilər, çünki suyun səmərəliliyi sənayenin əsas şərtlərindən birinə çevrildikcə çirkli suyun miqdarı artır və emal prosesi də daha çox xərc tələb edir. Bunun başqa itki və qalıq axımların düzgün idarəsi də çətinlik törədə bilər. Digər



məhdudlaşdırıcı faktor insanların alternative təmiz su ehtiyatlarına (xüsusilə də, ərzaq və içki sənayesində) münasibətidir. Son olaraq, su toplanması əməliyyatlarının yerinə yetirmək üçün maliyyə, fiziki (məsələn, müklər) insan ehtiyatları maneələr yarada bilər.

8. Kür çayı hövzəsi üçün əməkdaşlıq siyasəti

İctimai su ehtiyatlarında suyun qorunması son illərdə Kür çayı hövzəsindəki hər iki ölkənin milli su siyasəti tərəfindən dəstəklənməkdədir. Ümumi su məhsuldarlığını nəzərə alaraq, ümumi inkişaf müşahidə edilməkdədir. Cədvəl 15-ə nəzər yetirin.

Cədvəl 8 – Gürcüstan və Azərbaycandakı ümumi su məhsuldarlığı (vahid 2010 USD, ümumi təmiz su çıxarılışının hər m³-i üçün ÜDM) 1997-2012

	1997	2002	2005	2008	2012
Azərbaycan	0.8	1.6	2	-	5
Gürcüstan	-	-	5	6.2	-

Mənbə: Dünya Bankı⁹

Hazırkı tikililərdə su səmərəliliyinin artırılması üçün hər hansı genişləndirilmiş proqramlar olmasa da, sayğaclarıma penetrasiyası artırılıb və artıq müsbət nəticələr verməkdədir. Məsələn, Bakıda yaradılan və hazırda əhalinin 77%-ni əhatə edən sayğaclar istifadə edilən suda təxminən 15% azalmaya gətirib çıxarıb ki, bu da illik 5 milyon m³-ə bərabərdir. (Mr. Maqsud Babayev, pers. comm.).

Sayğaclarıma Gürcüstanda da inkişaf etdirilib: Bu proses ölkənin ayrı-ayrı yerlərində fərqlidir. Məsələn, Rustavi Suyun 72% faizi sayğaclarıma halda, Tibilisidə (GNRC, 2017) bu 23% təşkil edir. 2010-cu ilin sentyabrında qeyri-məişət istifadəçiləri üçün sayğaclarıma məcburi (əvvəllər könüllü idi) tətbiq edildiyi halda, məişət sahələrində bu proses addımbaaddım tətbiq edilib. Tibilisidə sayğaclarıma tədricən həyata keçirilib. Hazırda, QSƏ Qsc real-vaxt su istifadəsi məlumatına girişə icazə verəcək qabaqcıl su sayğaclarıma sistemini sınaqdan çıxarmaqdadır. Bundan əlavə, GBSTŞ xüsusi alətlə (akustik metodlardan istifadə etməklə) su itkisini müəyyən edən diaqnostik xidmət

⁹ <https://data.worldbank.org/indicator/ER.GDP.FWTL.M3.KD>



hesabına su itkilərini yoxlayır və işlərə müvafiq şəkildə üstünlük verir. (Mr. Misha Tataradze, pers. comm.).

Ucqrar və uzaq ərazilərdə heç bir çirkab suları emalı tətbiq edilmədiyindən, mərkəzləşdirilmiş emal sistemləri üçün potensial daha sonra tədqiq edilməlidir.

Kənd təsərrüfatı fəaliyyətlərinin müasirləşdirilməsini hər iki Kür çayı hövzəsi ölkəsinin milli kənd təsərrüfatı strategiyasının əsasını təşkil edir və köhnəlməkdə olan irriqasiya və drenaj infrastrukturlarının yenilənməsi üçün ətraflı tədqiqatlar aparılır (Azərbaycanda suvarma kanallarının çəkilməsi və damcı və çiləyici- suvarma kimi su-səmərəlili suvarma texnologiyalarının tətbiqi vasitəsilə). Bu şəbəkə itkilərini azaltsa da, suvarılan ərazilərin lazımı artımı su məhsuldarlığındakı artımla balanslaşdırılmalıdır. Daha su-səmərəlili suvarma sistemlərinə keçid, məhsuldarlığın yaxşılaşdırılmasını tələb edəcək. Hazırda hər iki ölkə oxşar iqlimli Avropa ölkələri ilə müqayisədə çox aşağı məhsuldarlığa sahibdir. Kənd təsərrüfatı su istifadəsi və məhsuldarlıq haqqında daha ətraflı məlumat “Paccagnan” (2018) dan əldə edilə bilər. Bəzi layihələr daha səmərəli su texnologiyalarına keçid ediləcəyi təqdirdə daha çox səmərə vermə ehtimalını göstərdi.

Azərbaycanda digər təşkilatlarla əməkdaşlıq çərçivəsində davamlı fermer təcrübəsinin tətbiqinin möhkəmləndirilməsi cəhdi artıq ölkədəki bu sahədə aktiv şəkildə fəaliyyət göstərir. Bunlar FAO, ADB, DB, and AI-nın maliyyələşdirdiyi layihələr idi. Onların hər biri öz ehtiyatlarını və təcrübələrini ƏKT-i ilə bölüşərək CA-nın tətbiqinin tamamlanması üçün bir-biri ilə çalışdı. Məsələn, Azərbaycanda QƏKTBM tərəfindən bir sıra layihələr həyata keçirilib. Layihələrin məqsədi CA təcrübələrini təqdim etməklə kənd təsərrüfatının davamlılığının möhkəmləndirilməsini torpaq strukturunda və səhiyyədə inkişaf, külək və su eroziyasının azaldılması, suyun toplanması və məhsulların əlverişsiz iqlim şərtlərinə davamlılığını artırmaqla həyata keçirməkdir. Yuxarıda qeyd edilən layihələrin nəticəsi olaraq, CA nəzarəti altındakı ərazi 2013-cü ildə 2,421.5 ha-a çatıb. CA –da ƏKT layihəsinin nəticələri siyasətçiləri Azərbaycanda da CA-nın təqdim edilməsinə və qəbuluna sövq etdi. Bu gün ölkə milli kənd təsərrüfatı inkişaf planında da nəzərdə tutulduğu kimi, mənbələrin qorunub saxlanması texnologiyasında proqramların tətbiq edilməsi üçün addımlar atıb. (Mr. Elchin Mamedov, pers. comm). Digər uğurlu nümunə isə Dünya Bankı



tərəfindən maliyyələşdirilmiş, su istifadəçisi təşkilatlarının əsasını qoyan və təxminən 31,000 ha kənd təsərrüfatı sahəsini bərpa edən Şimal-Şərq İnkişaf Layihəsidir. Layihələrin əsas nəticələri bunlardır: su təchizatı artırıldı və su istifadəsi səmərəliliyi inkişaf etdirildi (nəql edilən suda itki 29-50% arasında azaldı); yüksək dəyərli məhsullar təqdim edildi, məhsuldarlıq artırıldı və mal-qara fəaliyyəti genişləndirildi. SIT-ları yenilənmiş suvarma sistemlərinə nəzarət edərək suyun irriqatorlara bərabər şəkildə paylanmasını təmin etdi. Bununla da, məhsul, yem və mal-qara məhsullarlığında artım müşahidə olunub: hesabatlarla əsasən artım məhsullarda 30% , bağ meyvələrində isə 60% arası dəyişir (BKTIF, 2013).

2014-cü ildə Gürcüstanda su səmərəlilikli suvarma texnologiyalarının təqdimatı Kənd Təsərrüfatı Nazirliyinin hədəf proqramı olan “Gələcəyi Yetiştir”-in bir hissəsi idi. Burada mərkəzi hökumət ortaq maliyyələşdirmə sxemi vasitəsiylə su səmərəliliyi metodlarının yenilənməsinin intensivləşdirdi: planın təqdim edilməsi ilə fermerlərə becərmə xərclərinin 70%-ni, suvarma sistemi xərclərinə 50%-ni ödəyəcək maliyyə təklif edildi. Ümumilikdə 3,343 hektar ərazini əhatə edən tam təchizatlı 506 bağ sahəsi də hökumət tərəfindən maliyyələşdirilib.

Gürcüstanda suyun yenidən istifadəsi hələ ümumi təcrübəyə tətbiq edilməsə də, bəzi müsbət hallar qeyd edilə bilər. Məsələn, Cənubi Qafqazın ən böyük quşçuluq istehsalçısı olan Gürcüstanın Biu Biu şirkəti, quşçuluq palçıqlarını suvarma üçün yenidən istifadə edir. Cədvəl 2 də göstərildiyi kimi Azərbaycanda sənayedə suyun yenidən istifadəsi kifayət qədər çox müşahidə edilir. Dağ-mədən sənayesi ümumi sənaye dəyərinin 66%-ni, manufaktura sənayesi 28%-ni, elektrik, qaz və su istehsalı və bölüşdürülməsi isə 6%-ni təşkil edir. Gürcüstandakı sənaye su istifadəsi ilə bağlı hər hansı statistik məlumat mövcud deyil.

Cədvəl 9 – 2016-cı ildə Azərbaycandakı sənaye fəaliyyətləri tərəfindən istifadə edilən su (milyon m³)

	Dağ-mədən sənayesi	Manufaktura sənayesi	Elektrik, qaz və suyun istehsalı və paylaşdırılması
Təbii ehtiyatlardan çıxarılma	275.2	16.6	1358.8



Təmiz su istifadəsi	277.7	46	2089.2
Yenidən emal edilən və istifadə olunan suyun həcmi	270.3	252.9	1797.4
Nəql etmə zaman itirilən su	2.7	2	309.9
Yağış sularının boşaldılması	270.6	14.7	1079.6
Emal edilməmiş çirkab suları	21.9	2.8	84.6

Mənbə: Azstat veb saytı

Azərbaycanın Dövlət Statistika Komitəsinin internet sahifəsində yerləşdirilən sənaye məhsullarının dəyəri haqqında məlumatları nəzərə alaraq, əsas sənaye sahələri üçün sənaye suyu məhsuldarlığı Cədvəl 17-də göstərildiyi kimi hesablanı bilər.

Cədvəl 10 – Azərbaycanda Sənaye Su Məhsuldarlığı

Sənaye sahələri	Sənaye İstehsalının Dəyəri (ml AZN)	Çıxarılan Su (ml m ³)	Su Məhsuldarlığı (AZN/ m ³)	Su Məhsuldarlığı (USD/ m ³)
Dağ-mədən sənayesi	21192	275.2	77	45
Manufaktura sənayesi	8899	16,6	536	316
Elektrik, qaz və buxar istehsalı və paylaşımı	1938	1358.8	1.43	0.84

Mənbə: Azstat data –da şəxsi təkmilləşdirmələr

Buna görə də, yarım-sənaye sahələri üçün su məhsuldarlığını nəzərə alaraq, manufaktura sahəsinin əksər Avropa ölkələrinə oxşar göstəricilərinin olması qeyd edilməlidir. Digər yarım-sahələrdə də su istifadəsinin inkişafı ehtimalları gələcəkdə tədqiq edilməlidir.

9. Növbəti tədqiqat üçün mülahizə və məsləhətlər

Bu hesabatda kənd təsərrüfatı, sənaye və enerji kimi sudan başlıca istifadə sahələrində suyun istifadəsini və bunun ətraf-mühitə olan təsirini minimuma endirəcək bir neçə texnoloji qurğu araşdırılıb. Bu kimi texnoloji qurğuların



istifadəsinin əsas üstünlükləri müəyyənləşdirilib, istehlak artımı üçün həll olunmalı problemlər vurğulayarkən bu da yaddan çıxmamalıdır ki, bununla bağlı universal həll yolu mövcud deyil. Su- enerji-ərzaq baxımından uzun müddətli həll yolları nəzərə alınaraq əraziyə məxsus tədbirlər müəyyənləşdirilməlidir.

Həmçinin enerji və su istehlakı arasında əsas qarşılıqlı əlaqələri vurğuladıq, lakin sudan istifadədə səmərəliliyin artırılması, enerji istehlakı və torpaqdan istifadə sahəsində əsas qarşılıqlı əlaqələrin daha yaxşı anlaşılması üçün əlavə tədqiqatlara da ehtiyac var. Bu baxımdan, bu vəzifənin icrası üçün 2018-ci ilin iyulunda Kür çayı hövzəsindəki su-enerji-ərzaq rabitə nöqtələrini müvəffəqiyyətlə müəyyənləşdirən seminar keçirildi. Əvvəlki tədqiqatlara Alazani /Qanix (UNECE,2015) ərazilərindəki rabitə nöqtələrinin dəyərləndirilmələri aiddir. Rabitə dəyərləndirmələri yüksək təzyiq emalının artması, yanacaqdan istilik məqsədilə istifadə olunması və kənd təsərrüfatı fəaliyyətlərinin su mənbələrinə olan təsiri nəzərə alınmaqla, enerji, su və torpaq istifadəsi arasındakı başlıca əlaqələr hesab olunur. Kənd təsərrüfatı sahəsində daha səmərəli suvarma texnikasının istifadəsi və suyun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və ekstremal vəziyyətlərə qarşı dayanıqlılığın artırılması üçün təbii həll yollarının tətbiq olunması baxımından rabitənin digər yönələri də araşdırılmalıdır.



İstinadlar:



Abdullaev, I., Ul Həsən, M. & Jumaboev, K. (2007), Suya qənaət və torpağın bərpasının iqtisadi təsirləri: Tacikistanda pambıq istehsalının tədqiqi. Suvarma və Kanalizasiya Sistemləri, 21: 251. <https://doi.org/10.1007/s10795-007-9034-2>

Adeyemi O., I. Grove, S. Peets and T. Norton, 2017, Həssas suvarma sahəsində ətraf mühitin qorunmasını təmin etmək üçün qabaqcıl monitoring və idarəetmə sistemləri. Ətraf mühitin qorunması, 9, 353. DOI: 10.3390/su9030353

Adler, P.R.; Harper, J.K.; Wade, E.M. Göyqurşağı alabalığının və süsənin integral istehsalı üçün akvapon sisteminin iqtisadi təhlili. Beynəlxalq jurnal 2000, 1, 15–34. [17.05.2018]: <https://ejournals.lib.vt.edu/ijra/article/view/1359/1854>

İnkişaf etmiş Şifrələmə Standartı et al., 2013, Bataqlıq sularının qurudulması əməkdaşlığı: Termoelektrik generatorlarının soyudulması və səth sularından istifadəni azaltmaq üçün bataqlıqların yenidən istifadəsinin yekun hesabatı. Milli Enerji Texnologiyaları Laboratoriyası hesabatı.

Ali M.H. və M.S.U. Talukder (2008), məhsul istehsalında suyun səmərəliliyinin artırılması. Kənd təsərrüfatında Suyun İdarə olunması. 95-ci cild(1): 1201-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.06.008>

Ali Y, Samaneh R, Kavakebian F. Fermerlik və Kənd Təsərrüfatının İnkişafında Maqnetik Su Texnologiyalarının tətbiqi: əldə olunan irəliləyişlərin gözdən keçirilməsi. Cari ətraf mühit 2014;9 (3). DOI: <http://dx.doi.org/10.12944/CWE.9.3.18>

Sudan Səmərəli İstifadə üzrə İttifaq (2012), böyük göllərin ərazisində sənaye sularından səmərli istifadənin iqtisadi və ətraf mühitə olan faydalarının dəyərləndirilməsi <http://glpf.org/wp/wp-content/uploads/2011/03/950-Full-Project-Report-For-Public-Dec-2012.pdf>

Almas L.K., Amosson S.H., Marek T., Colette W.A., 2003, Şimali Texasın yüksək düzənliklərində həssas suvarma sistemindən istifadənin iqtisadi mümkünlüyü. Cənub Kənd Təsərrüfatı İqtisadi Birliyinin 2003-cü il 1-5 fevral tarixində baş tutan illik yığıncağında təqdim olunan hesabat. <https://ageconsearch.umn.edu/bitstream/35249/1/sp03al02.pdf> istifadə tarixi 19.05.18



Anderson J., 2003, “ Suyun təkrar emalının və istifadəsinin ətraf mühitə faydaları”, Su Elm və Texnologiyaları: Su təchizatı 3-cü cild(4): 1-10.

Andrews, M., Berardo, P. and Foster, D., 2011, sənaye sularının davamlı dövriyyəsi- iqtisadiyyatın və yanaşmaların icmalı. Su elm və texnologiyaları: Su təchizatı, 11-ci Cild (1).

Hindistanın şimal-qərbi indo-qanget düzənliklərinin düyü-buğda sistemlərində lazer torpaq bərpası təsirləri. Ərzaq təhlükəsizliyi, 725. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0460-y>

A & N Texniki xidmətləri qurumu və Gary Fiske və Əməkdaşlığı, 2006. Sudan səmərəli istifadənin aradan qaldırdığı xərclər. Kaliforniya Su Mühafizə Şurası. http://www.allianceforwaterefficiency.org/uploadedFiles/Hidden_Pages/Direct_Utility_Avoided_Cost_Final_Report.pdf istifadə tarixi 29.03.18

Baba Kpadonou R.A., Owiyo, T., Barbier, B., Denton, F., Rutabingwa, F., Kiema, A. (2017), bərpa olunan quraqlıq ərazilərdə iqliməsaslı ağıllı kənd təsərrüfatının inkişafı: Qərbi Afrikanın Sahel şəhərində çoxsaylı təsərrüfat torpaqlarının istifadəsinin və suyun mühafizəsi texnologiyalarının tətbiqinin birgə analizi, torpaqdan istifadə siyasəti, 61-ci cild , fevral 2017, səh 196-207 <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.10.050>

Battilani A., Steiner M., Andersen, M., Nohr Back S., Lorenzen J., Schweitzer A., Dalsgaard A., Forslund A., Gola S., Klopmann W., Plauborg F., Andersen M.N. (2010), suvarma sistemində istifadə üçün çirkab sularının emalı, Kənd Təsərrüfatında Suyun İdarə olunması, 98-ci cild , mövzu 3, Dekabr 2010 , səh 385-402 <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.10.010>

Barnard P., T. Darkins, B. Earl, K. Adeyeye, (2014), suyun səmərəliliyini artırmaq üçün avadanlıqların genişləndirilməsi: Otel tədqiqatı. Suyun səmərəliliyi ilə bağlı konfransda təqdim olunan sənəd: <http://eprints.brighton.ac.uk/13581/1/WATEFCON2014Proceedings.2.pdf> istifadə tarixi 29.03.18

Bikon, 2009, ətraf mühitə zərəri olmayan evlərin texnoloji cəhətdən bərpasının xərcləri. TE106/19 hesabatı:



[http://www.beaconpathway.co.nz/images/uploads/Final_Report_TE106\(19\)Cost_Benefits_of_Sustainable_House_Retrofits.pdf](http://www.beaconpathway.co.nz/images/uploads/Final_Report_TE106(19)Cost_Benefits_of_Sustainable_House_Retrofits.pdf) [istifadə tarixi 29/03/18]

AB-də suyun təkrar istifadəsini optimallaşdırmaq - Avropa Komissiyası üçün hazırlanmış yekun hesabat [istifadə tarixi 19/05/18]:
<http://ec.europa.eu/environment/water/reuse.htm>

Bixio D., De Heyder B., Chikurel H., Muston M., Miska V., Joksimovic D., Schäfer A.I., Ravazzini A., Aharoni A., Savic D. and C. Thoeve (2004) In: 4-cü Beynəlxalq Su Dərnəyi; 19-24 Sentyabr 2004, Mərakeş, Moroko

Boyle T., Giurco D., P. Mukheibir, A. Liu, C. Moy, S. White and R. Stewart, 2013, şəhər sularının ağıllı ölçümü icmalı. Water, 5, 1052-1081; DOI:10.3390/w5031052

CRD əməkdaşlığı (2014), yenidən emal olunan suyun səmərəli istifadəsi ilə bağlı danışıqlar: Kolaradonun qərb yamacında yenidən emal olunan suyun istifadəsinin yaratdığı imkan və problemlər: [istifadə tarixi 29/05/18]
https://www.coloradomesa.edu/water-center/documents/ProducedWaterBeneficialUseDialogue_Forma.pdf

Cooley H. and R. Phurisamban, 2016, Kaliforniyada alternativ su təchizatı və səmərəliliyinin xərcləri: [istifadə tarixi 29/05/18] http://pacinst.org/wp-content/uploads/2016/10/PI_TheCostofAlternativeWaterSupplyEfficiencyOptionsinCA.pdf

De La Cueva Bueno P., L. Gillerman, R. Gehr, G. Oron (2017), çirkab sularının təmizlənməsi və kənd təsərrüfatı məhsullarının istifadəsi üzrə nanotexnologiya: Uzunmüddətli müqayisəli tədqiqat, Su Araşdırmaları, cild 10 , səh 66-73, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.11.060>

Dalahmeh S., C. Baresel, 2014, bərpa olunmuş çirkab sularının istifadəsi alternativləri və keyfiyyət standartları. Qlobal-ölkə perspektivi: İspaniya və Əbu Dabi əmirliyi: <https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b76f5/1449742331280/C24.pdf> [istifadə tarixi 24.05.2018]

Damigos D. G. Tentes, M. Balzarini, F. Furlanis, A. Vianello, 2017, yeraltı qaya qatlarında suyun depolanmasının iqtisadi dəyərinin üzə çıxarılması: İtaliyada



şerti qiymətləndirmə tədqiqatından əsaslar, Cild 53(8): 6597-6611. Doi: <https://doi.org/10.1002/2016WR020281>

De Lange M., (2004), kiçik miqyaslı suvarma üçün ucuz və səmərəli texnologiyaların artırılması. FAO (BMT-nin Ərzaq və Kənd Təsərrüfatı Təşkilatı)

Delgado A., 2012, elektrik enerjisi istehsalında istifadə olunan saf suyun miqdarı: həmin suların gələcəkdəki su qıtlığı zamanı alternativ istifadəsi. Magistr dissertasiyası, Massachusetts Texnologiya İnstitutu, [istifadə tarixi 28.05.2018]:

Dillon P., E. Fernandez Escalante, A. Tuinhof., 2012, yeraltı qayalıqlara suyun doldurulması və boşaldılması və yeraltı qayalıqlarda suyun saxlanma balansı. Qlobal Ətraf Mühitin Qorunması Müəssisəsi Yeraltı sularının idarə olunması tematik sənəd 4. Camberra Millətlər Birliyinin Elmi və Sənaye Tədqiqatı Təşkilatı: [istifadə tarixi 24.05.2018] <http://www.fao.org/3/a-i6040e.pdf>

Donovan, D.J.; Katzer, T.; Brothers, K.; Cole, E.; Johnson, M. Las Vegas Vadisi, Nevada'daki yeraltı qayalıqların süni şəkildə suyla doldurulmasının xərclərinin analizi. Su mənbələrinin planlama idarəçiliyi. 2002, 128, 356–365.

Drechsel P., Evans A.E.V. (2010), çirkab sularının suvarma sistemində istifadəsi, Suvarma və Kanalizasiya sistemləri. Cild 24 (1-2): 1-3 <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10795-010-9095-5>

Dunne, E., Coveney, M., Hoge, V., Conrow, R., Naleway, R., Lowe, E., Battoe, L. and Wang, Y., 2015, (2015). Etrofik göl suları ilə qidalan böyük miqyaslı müalicə bataqlıqlarından fosforun təmizlənməsi. Ekologiya mühəndisliyi, 79, pp.132 - 142. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2015.02.003

Dworak, T., Berglund, M., Laaser, C., Strosse, P., Roussard, J., Grandmougin, B., Kossida, M. Kyriazopoulou, I., Berbel, J., Kolberg, S., Rodríguez-Díaz, A., və Montesinos, P., 2007. Avropa Birliyi suya qənaət imkanı: 1-ci hissə- Yekun hesabatı. ENV.D.2/ETU/2007/0001r. Ekoloji - Beynəlxalq və Avropa Ətraf Mühit Siyasəti İnstitutu: http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water_saving_1.pdf



Echchelh A. , T. Hess R. Sakrabani, 2018, Quru ərazilərdə qida bitkilərinin suvarma suyunun yenidən istifadəsi, Kənd Təsərrüfatı Su Resurslarının İdarə olunması. Cild 206: 124-134

Avropa İnkişaf Fondu, 2013, soyutma qülləsi səmərəliliyinin təlimat kitabçası. Soyutma qülləsinin fəaliyyətinin artırılması: [istifadə tarixi 28.05.2018]: http://business.edf.org/files/2014/03/Cooling-Tower-Handbook_FINAL.pdf

El Nahry A.H., R.R. Ali, A.A. El Baroudy, 2011, məsafədən zondlama və coğrafi xəritə üsullarından istifadə etməklə pivot suvarma sisteminə əsaslanan həssas əkinçilik metodu, Kənd təsərrüfatı Suyun idarə olunması: cild 98 (4): 517-531.

Ətraf-mühitin Mühafizəsi Departamenti, 2002, su ehtiyatlarının mühafizəsi ilə bağlı məsələlər: su ehtiyatlarının qorunması və xərclərin minimuma endirilməsi üçün səmərəli proqramlar: [istifadə tarixi 12.05.18] <https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-03/documents/ws-cases-in-water-conservation.pdf>

Ətraf-mühitin Mühafizəsi Departamenti, 2000, sudan səmərəli istifadə: Sənaye ideyaları: [istifadə tarixi 22.05.18]: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-03/documents/ws-ideas-for-industry.pdf>

Ətraf-mühitin Mühafizəsi Departamenti (1998), suyun yenidən emalı və istifadəsi: resuslardan səmərəli istifadə: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1009AAO.PDF?Dockkey=P1009AAO.PDF> [istifadə tarixi 21.05.2018]

Ətraf-mühitin qorunması üzrə şirkətlər (2018), Davamlı İnkişaf üzrə Dünya İş Şurasının saytında mövcud olan su idarəçiliyi: <http://docs.wbcsd.org/2018/03/From-a-to-w-water-stewardship-march-18.pdf>

Ərzaq və Kənd Təsərrüfatı Şurası, 2010, tullantılarından əldə olunan sərvət və kənd təsərrüfatında çirkab sularının istifadəsinin iqtisadi yönələri: [istifadə tarixi 24.05.2018]: <http://www.fao.org/docrep/012/i1629e/i1629e.pdf>

Ərzaq və kənd təsərrüfatı şurası, suvarma idarəsi: suvarma metodları. 5 nömrəli təlimat kitabçası: <http://www.fao.org/docrep/s8684e/s8684e00.htm> [istifadə tarixi 15 May 2018]



Ərzaq və kənd təsərrüfatı şurası Akvaponika. Məhdud sayda resurslarla və az miqdarda suyla məhsul istehsal etmək üçün balıq yetişdirilməsinə əsaslanan həll yolu: [istifadə tarixi 17.05.2018]: <http://www.fao.org/3/a-br812e.pdf>

Fidar A. M., F. A. Memon & D. Butler (2016) sudan səmərəli istifadə tədbirlərinin iqtisadi nəticələri: mikro komponentlərin xərc və metodologiyasının qiymətləndirilməsi, Urban Water Jurnalı, 14:5, 522-530, DOI: 10.1080/1573062X.2016.1223859

Fishman, R., Devineni, N., Raman, S. (2015), kənd təsərrüfatında sudan səmərəli istifadə texnologiyasının inkişafı Hindistanın yeraltı sularınanə dərəcədə qənaət edəcək? Ətraf-mühitə tədqiqatı sənədləri, doi:10.1088/1748-9326/10/8/084022, <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/10/8/084022/pdf>

Garcia, X. and Pargament, D., 2015, su qıtlığı problemini aradan qaldırmaq üçün çirkab sularının yenidən istifadəsi: Qərar qəbul etmək üçün iqtisadi, sosial və ətraf mühit məsələləri. Resurslar, mühafizə və yenidən emal 101: 154 - 166. DOI: 10.1016/j.resconrec.2015.05.01

Ghermandi A., J. C.J.M. van den Bergh, L. M. Brander, H. L.F. de Groot, P.A.L.D. Nunes, təbii və suni bataqlıqların maliyyəti: Meta-Analiz Tinbergen İnstitutu 2009-080/3 Tinbergen İnstitutunun müzakirə sənədi: <https://papers.tinbergen.nl/09080.pdf> [15 May 2018]

Gikas, P. (2017). Çirkab sularının təmizlənməsi qurğuları. ətraf mühitin idarəetmə jurnalı , 203: 621-629.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.05.0>

Goddek, S., Delaide, B., Mankasingh, U., Ragnarsdottir, K.V., Jijakli, H., Thorarinsdottir, R. (2015), ətraf mühitə zərərsiz və ticari akvaponikanın törətdiyi çətinliklər, ətraf mühitin qorunması, 7(4), 4199-4224; DOI: 10.3390/su7044199

Goodwin P., K. Jorde, C. Meier and O. Parra (2006), hidroenergetika qurğusunun ətraf mühitə təsirininin minimuma endirilməsi: əvvəlki layihə nümunələrinin Çili üçün irəli sürülən strategiyalarda tətbiq olunması, Hidroinformatika jurnalı; 08.4; 2006.



Green, C., 2001, su iqtisadiyyatı kitabçası: Prinsiplər və praktika. Viley

Halleraker et al., 2016, ciddi dəyişikliklərə məruz qalmış su qaynaqlarında ekoloji potensiala nail olmaq üçün təsirlərin azaldılması tədbirlərinin ümumi anlaşıqlılığı barədə ECOSTAT işçi qrupu hesabatı

1-ci hissə: su anbarlarının təsirləri; EUR 28413 ; doi:10.2760/649695

Hamilton A. J., V. L. Versace, F. STAGNITTI, P. Li, W. Yin, P. Maher, K. Hermon, R. R. Premier and D. Ierodiaconou, 2006, çirkab sularının yenidən istifadəsi və ətraf mühit: neqativ təsirlərin aradan qaldırılması nəticəsində mənfəət əldə olunması. 2006 IASME / WSEAS Beynəlxalq Su Təchizatı, Hidravlik və Hidroloji Konfransının Təlimatları, Kalkidə, Yunanıstan, 11-13 May 2006 (s. 71-80). [istifadə tarixi 21.05.18]

Heidemann K., Bailey D., (2015), ticari akvaponika tədqiqatı #3: Virginia Universitetinin ticari akvaponika sistemi barədə iqtisadi analizi. Cənub şərqə Asiya dövlətləri Assosiasiyasının İqtisadi Birliyi 2015-18 layihə hesabatı. [17.05.18] <https://www.uky.edu/Ag/AgEcon/pubs/extaec2015-1821.pdf>

Hozayn M., Abdel-Monem A. A. and Abdul Qados A. M.S., 2011, məqnitləşmiş su ilə suvarma: Misirdə məhsul istehsalını artırmaq üçün innovativ qurğu. 15-ci Beynəlxalq Su Texnologiyası Konfransında təqdim olunmuş sənəd, 15-ci Beynəlxalq Su Texnologiyası Konfransı 2011, Alexandria, Misir.

Hussain, I., L. Raschid, M.A. Hanjira, F. Marikar and W. Van der Hoek., “ İnşaf etməkdə olan ölkələrdə kənd təsərrüfatında çirkab sularının istifadəsinin sosial-iqtisadi, sağlamlıq və ətraf mühitə olan təsirlərinin analizi üzrə heyət” 26 sayılı işçi sənədi. Beynəlxalq Su Təsərrüfatı İnstitutu, Kolumbiya, Şri Lanka, 2001.

Beynəlxalq Enerji Agentliyi, 2012, Dünya enerji görünümü. [17.05.18] <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/English.pdf>

Kənd Təsərrüfatının İnşafı üzrə Beynəlxalq Fond, 2013, Azərbaycan respublikasının şimal-şərqə inşaf layihəsinə ilkin baxış. Layihə dəyərləndirilməsi: <https://webapps.ifad.org/members/ec/79/docs/EC-2013-79-W-P-4.pdf> [23.07.2018]



İmtiyaz M, Mgadla NP, Manase SK, Chendo K, Mothobi EO, 2000, müxtəlif suvarma texnikasına əsaslanan tərəvəz bitkilərinin məhsuldarlığı və iqtisadi gəlirləri. Suvarma Texnikası , 19: 87-93.

Beynəlxalq Bərpaolunan Enerji Agentliyi və Dünya Resuslar İnstitutu (2018) Hindistanın elektrik istehsalı sahəsində sudan istifadəsi: bərpa olunan resusların və 2030-cu ilədək təkmilləşdiriləcək soyutma texnologiyasının təsirləri, [28.05.18]: <https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENAIndiapowerwater2018.pdf.pdf>

Beynəlxalq Bərpaolunan Enerji Agentliyi, 2015, Beynəlxalq Bərpaolunan Enerji Agentliyi hidroenergetika texnologiyası 2015. [30.05.18] [http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA-ETSAP Tech Brief E06 Hydropower.pdf](http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA-ETSAP_Tech_Brief_E06_Hydropower.pdf)

Beynəlxalq Resuslar Paneli (2017): Yaşıl Texnologiyaa alternativləri: aşağı karbonlu texnologiyaların ətraf mühitə və resuslara təsirləri. Suh, S., Bergesen, J., Gibon, T. J., Hertwich, E., Taptich M. Beynəlxalq Resuslar Panelinin hesabatı. Birləşmiş Millətlərin ətraf mühit proqramı , Nairobi, Kenya.

Beynəlxalq Resuslar Paneli, 2012, yaşıl iqtisadiyyatda sudan istifadə miqdarının müəyyənəşdirilməsi.

Işık M. F., Y. Sönmez, C. Yılmaz, V. Özdemir and E. N. Yılmaz, 2017, həssas suvarma sistemi. İOS/Android proqramı ilə integrasiya olunmuş sensor şəbəkə texnologiyasının istifadəsi, tətbiqi elmlər , 7, 891; DOI:10.3390/app7090891

Jahromi H.N., M.J. Hamedani, S.F. Dolatabadi, P. Abbasi (2014), su və enerji istehlakı ölçüm cihazı: yeraltı sularının monitorinqi və idarə olunması üçün yeni bir qurğu, 12-ci Beynəlxalq Su Sənayesinin İnkişaf və İdarəetmə Konfransı, Beynəlxalq Su Sənayesinin İnkişaf və İdarəetmə Konfransı 2013, proses mühəndisliyi 70: 877 – 881, DOI: 10.1016/j.proeng.2014.02.097

Kablouti, G. (2015), sudan istifadə xərcləri: suyun səmərəli istifadə olunduğu istilik elektrik stansiyalarına gələcək yatırımlar. Akvatika prosesi 5-ci cild, oktyabr 2015, səh 31-43. DOI:



Kfourri C., Pier Mantovani, and Marc Jeuland, 2009, Orta Şərq və Afrika regionunda suyun yenidən istifadəsi: məhdudiyyətlər, təcrübələr və siyasi məsləhətlər, in Jagannathan N.V., A. Shawky Mohamed, A. Kremer (eds.), Ərəb ölkələrində sudan istifadə: perspektivlərin və innovasiyaların idarə olunması. Yenidən qurma və inkişaf üzrə beynəlxalq bank- dünya bankı 24.05.2018]:

Khan, S.; Mushtaq, S.; Hanjra, M.A.; Schaeffer, J. Yeraltı qayalıqlarında suyun depolanmasının xərc və gəlirlərinin hesablanması və Avstraliyadakı bərpa proqramı. Kənd təsərrüfatı suyun idarə olunması 2008, 95, 477–488.

Kharrou et al., 2011, yarı quraq ərazidə sudan səmərəli istifadə və müxtəlif suvarma sistemlərinə əsaslanan qış fəslində buğda məhsuldarlığı. Kənd təsərrüfatı elmi 2 (2011) 273-282

Kulkarni, S. A. 2005. 8 suvarma sistemi. Mikro suvarmaya həsr olunmuş konfransda təqdim olunan sənəd. G.B. Pantagar Kənd Təsərrüfatı və Texnologiya Universiteti, Pantagar, Hindistan, 3-5 iyun, 2005.

Kuşçu H., B. Çetin and A. Turhan (2009) Türkiyədə damcı suvarma sistemində əsaslanan tərəvəz istehsalının iqtisadi gəliri və məhsuldarlığı, bağçılıq və məhsul elminin Yeni Zenlandiya jurnalı, 37:1, 51-59, DOI: <https://doi.org/10.1080/01140670909510249>

Lee, T., Oliver, J.L., Teneere, F., Traners, L., and Valiron, W.F., 2001. Su resurslarının iqtisadi və maliyyəvi aspektləri. In: C. Maksimovic and J.A. Tejada-Guibert (eds.), Şəhərdə suyun idarə olunması məhdudiyyətləri: ümitsizlik yoxsa çarə. Beynəlxalq Su Assosiasiyası nəşriyyatı, London, Birləşmiş Krallıq, 313-343.

Libralato G., Ghirardini A.V., Avezzu F., 2012, çirkab sularının bərpa olunmasında ən yeni tendensiyaların icmalı. Ətraf mühitin idarə olunması 94(1):61–68.

Lin, L., Chen, Y.D. (2018), Çində müxtəlif Enerji İnkişafı üsullarına əsaslanan elektrik enerjisi istehsalı ilə bağlı gələcəkdə suyun istifadəsinin dəyərləndirilməsi, ətraf mühitin qorunması 2018 , 10(1), 30, [28.05.18] <http://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/30>



Madramootoo C., 2015, qida təhlükəsizliyini təmin etmək üçün yeni yaranan texnologiyalar, Woodhead Nəşriyyat.

Maheshwari, B., Grewal, H.S., 2009, suvarma sistemində istifadə olunan suların maqnetik bərpası: bunun tərəvəz məhsuldarlığına və sudan səmərəli istifadəyə təsirlər, Kənd təsərrüfatı Su İdarə olunması, cild 96, 8-ci mövzu, avqust 2009. Səh 1229-1236, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.016>

Maton L., G. Psarras, G. Kasapakis, J. Lorenzen, M. Andersen, M. Boesen, S. Nohr Bak, K. Chartzoulakis, S. M. Pedersen, W. Kloppmann, 2010, Krit adasında yetişdirilən tərəvəzlərin sulanması üçün istifadə olunan membran bio-reaktorlar ilə təmizlənən çirkab sularının istifadəsindən əldə olunan xalis gəlirin dəyərləndirilməsi. Kənd Təsərrüfatı Suyun idarə olunması. Cild 98 (3): 458-464. DOI:

McGuckin T., 1992, kənd təsərrüfatında suyun mühafizəsi: stokastik istehsalın məhdud nümunəsi. Su resusuları tədqiqatı, cild 28 (2): 305-312. DOI: <https://doi.org/10.1029/91WR02676>

Mekon Çayı Hövzəsi Ölkələrin Komissiyası (2018), Əsas təklif və qərarların xülasəsi. Mekonq çay yatağı və qollarında hidroenergetikanın ətraf mühitə təsirlərinin azaldılması və risklərin idarə olunması üçün Mekon Çayı Hövzəsi Ölkələrin Komissiyasının təlimatları. [31.05.18] <http://www.mrcmekong.org/assets/Uploads/Key-Findings-and-Recommendations>

Molinos-Senante M., Hernandez-Sancho F., R.Sala-Garrido (2011), ətraf mühitin qorunması üçün istifadə olunan suyun yenidən emalı layihəsinin xərc-fayda analizi: İspaniyada çirkab sularının bərpası qurğuları ilə bağlı tədqiqat. ətraf mühitin idarə olunması jurnalı. Cild 92 (12): 3091-3097 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.07.023>

Morad Hassanli A., M. A. Ebrahimizadeh, S. Beecham (2009), quraqlıq ərazilərdəki məhsuldarlıq və sudan səmərəli istifadə ilə bağlı çirkab suların yenidən istifadəsi və suvarma proqramları kimi suvarma üsullarının təsirləri, Kənd Təsərrüfatı Suyun İdarə olunması, cild 96 (1): 93-99. DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377408001649?via%3Dihub>



Narayanamoorthy, A., 2009. "Hindistanda yağış və damcı suvarma sistemlərinin faydaları, imkanları və gələcək istiqamətləri," Beynəlxalq Su İdarəetmə İnstitutu kitabları, hesabatlar H042043. [15 May 2018]
<http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Other/PDF/Paper%2015%20of%20NRLP%20series%201.pdf>

Nelson K.L., 2005, çirkab sualrının yenidən emalı və istifadəsi üçün kiçik və mərkəzləşdirilmiş sistemlər. Suyun mühafizəsi, yenidən emalı və istifadəsi: İran-Amerika seminarının icrası: nap.edu [21.05.2018]

Nogueira, R., A. G. Brito, A. P. Machado, J.J. Salas, L. Vera, G. Martel, çirkab sularının yenidən emalı üçün nəzərdə tutulan kiçik və mərkəzləşdirilmiş sistemlərin iqtisadi yönünün və ətraf mühitə faydalarının dəyərləndirilməsi, [15 May 2018]
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.588.2993&rep=rep1&type=pdf>

Norwood, C.A. 1999. Quraqlıq ərazilərdəki bitkilərin məhsuldarlığı və sudan istifadə. Agron. J. 91:108–115.

İqtisadi Əməkdaşlıq və İnşaf Təşkilatı (2012), İqtisadi Əməkdaşlıq və İnşaf Təşkilatı 2050-ci ilə qədər ətraf mühitin vəziyyəti: durğunluğun nəticələri. ISBN 978-92-64-122161. <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49844953.pdf>

İqtisadi Əməkdaşlıq və İnşaf Təşkilatı, n.d., Water- düzgün qiymətlər səmərəliliyin və investisiyaların artımına sövq edə bilər: <http://www.oecd.org/env/resources/water-the-right-price-can-encourage-efficiency-and-investment.htm> [21.04.2018]

Paccagnan V., 2018, Kür çayı hövzəsindəki suvarma texnologiyasında sudan istifadənin iqtisadi yönü, UNDP GEF Kür II Layihəsi hesabatı.

Pandya A.B., 2018, yeni yaşıl inqilab üçün suvarma və kanalizasiya sistemlərinin müasirləşdirilməsi: 23-cü Beynəlxalq İnfeksiya Xəstəlikləri Konqresinin nəticələri. <https://doi.org/10.1002/ird.2226>

Qadir M. Və Sato T., 2016, quraqlıq ərazilərdə suyun yenidən istifadəsi. 66-cı fəsil şəhərlərdə suyun yenidən istifadəsi kitabı. Boca Raton: CRC Press, 867-874.



Quagraine, K. K., R. M. Valladão Flores, H.J. Kim, V. McClain, 2018, ABŞ-ın Midwest şəhərində akvaponik və hidroponik məhsulların iqtisadi yöndən analizi. Tətbiqi akvakultur jurnalı, cild 30 (1): 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1080/10454438.2017.1414009>

Rizal A., Y. Dhahiyat, Zahidah, Y. Andriani, A. A. Handaka and A. Sahidin, 2018, Balıq və su bitkilərinin inteqral istehsalına görə akvapon sisteminin iqtisadi və sosial faydaları. Fizika İnstitutu konfrans silsiləsi: Yer və ətraf mühit elmi 137 DOI:10.1088/1755-1315/137/1/012098

Birləşmiş Millətlər, 2014, sudan və enerjiyə səmərəli istifadə ilə bağlı qısa məlumat [28.05.2018]: http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/01_2014_water_energy_efficiency.pdf

UNESCO, 2009, faktlar və göstəricilər. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/> [27/03/18]

Birləşmiş Millətlər Ətraf Mühit Proqramı, 2011, Yaşıl İqtisadiyyata Doğru: Davamlı İnkişaf Yolları və yoxsulluğun aradan qaldırılması: www.unep.org/greeneconomy [17/03/18]

UN-Water, 2016, Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Dünya Su İnkişafı Hesabatı 2016. SU və Tapşırıqlar. Faktlar və göstəricilər. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244041e.pdf>

BMT-nin Sənaye İnkişafı Təşkilatı, 2007, Texnologiya sammitinin əsas hesabatı, 27-29 sentyabr 2007, Budapeşt. [17/05/18] https://www.unido.org/sites/default/files/2009-04/Technology_foresight_summit_2007_0.pdf

Ranade V.V. və Bandhari V.M., 2014, Sənaye çirkab sularının yenidən emalı və istifadəsi.

Reimers A., 2017, Teksasda duz emalı zavodunun və inteqrasiya edilmiş enerjinin texniki və iqtisadi yöndən analizi. Teksasda təqdim olunmuş sənəd: [29/05/18] <http://www.texasdesal.com/wp-content/uploads/2017/09/ReimersAndrew.pdf>



Sauer, T.J., J.L. Hatfield, and J.H. Prueger. 1996a. Məhsulun torpaq istiliyi və buxarlaşma ilə bağlı qalıqlanması və yerləşdirmə təsirləri. Amerika jurnalı Torpaq Elmi Cəmiyyəti 60:1558–1564.

Sensus (2012), Water 20/20. Diqqət mərkəzinin ağıllı su şəbəkələrinə yönəldilməsi. https://www.ncsafewater.org/resource/collection/A0650A28-4C94-471B-B98E-B0DFD4F76C35/Water_T_AM_09.10_Walsby.pdf [27/03/18]

Shah, N.G.; Das, I. Həssas suvarma: suvarmaya əsaslanan sensor şəbəkəsi. Kənd təsərrüfatı suyun idarə olunmasının yaratdığı problemlər, perspektivlər və çətinliklər; InTech: Rijeka, Croatia, 2012; pp. 217–232.

Shock C.C., B.M. Shock, and T. Welch, 2013, suvarma sistemində sudan səmərəli istifadə üçün strategiyaları. ətraf mühitə zərərsiz kənd təsərrüfatı texnikaları. EM 8783. [30/04/18]
<https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8783.pdf>

Silber A., Y. Israeli, I. Elingold, M. Levi, I. Levkovitch, D. Russo və S. Assouline, 2015, duzdan təmizlənmiş suyun suvarma sistemində istifadəsi: suya qənaət və məhsuldarlığın artırılması üçün tədbir. Su resursları tədqiqatı, 51, 450–464, doi:10.1002/2014WR016398

Simmons R.W., W. Ahmad, A.D. Nicole, M. Blummel, A. Evans, P. Weckenbrock, 2010, Uzun müddət təmizlənməmiş təsərrüfat sularının təkrar istifadəsinin torpaq keyfiyyəti, buğda dənəsi və saman məhsullarına təsiri və yemlik məhsulların keyfiyyət göstəricisi, suvarma və kanalizasiya sistemləri, cild 24 (1-2): 95-112. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10795-010-9095-5>

Soliz, D., Glenn, E.P., Seaman, R., Yoklic, S., Nelson S. G., Brown, P. (2011), Çöl suvarma məntəqəsində tərs osmozlu duzlu suda yetişdirilən atripleks bitkisinin su istehlakı, suvarma səmərəliliyi və qida dəyəri, Kənd Təsərrüfatı, Ekosistemlər və Ətraf Mühit, cild 140, 3-4-cü buraxılış, mart 2011, səh 473-483. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.01.012>

Sanitariya və Su İdarəçiliyi, n.d., ümumi icmal: sənayedə su istehlakının azaldılması: [22.05.18] <https://www.sswm.info/water-nutrient-cycle/water->



[use/hardwares/optimisation-water-use-industries/reduce-water-consumption-in-industry](#)

Surendran U Sandeep O., Joseph E.J. (2016), suvarma suyunun maqnetik bərpasının bitki, su və torpağa təsirləri, Kənd Təsərrüfatı Su İdarəçiliyi, cil 178, dekabr 2016, səh 21-29, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.08.016>

Sidney suyu. İş axınının tələbi üzrə beynəlxalq ağıllı ölçüm proqramının müzakirə sənədi; Sidney Suyu: Paramatta, Avstraliya, 2009; pp. 1–22.

van Lier J.B., and F.H. Huibers, 2010, planlı və plansız istehlak: çirkab sularından mənfəət əldə etmək. Suvarma və Kanalizasiya sistemləri cild 24: 143-152. DOI: 10.1007/s10795-009-9090-x.

Vaseteh V., Nazarboland H. (2010). Esfaryen düzənliyində yeraltı suların səviyyəsinə nəzarət olunması. Su istehlakı illik hesabatı, Şimali Xorasan, İran

Veolia, 2014, su istehlakının əsl xərci. Suyun istehlakı ilə bağlı risklərin və mənfəətlərin iqtisadi yöndən qiymətləndirilməsi [23.05.2018]: http://www.veoliawatertechnologies.com/sites/g/files/dvc471/f/assets/documents/2014/10/32794True-Cost-of-Water-2014-LR_0.pdf

Wang C., 2012, Hidroelektrik Layihələrində Yerli mənfəət bölgüsünə dair təlimat kitabçası., sosial inşafəla bağlı işçi sənədi no 128, Dünya Bankı [31.05.2018] <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/18366/70844ONWP0Box300Hydropower0Projects.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Weldesilassie, A. B.; Fror, O.; Boelee, Eline; Dabbert, S. (2009). Suarmada istifadə olunan bərpa edilmiş çirkab sularının iqtisadi dəyəri: Addis Ababa, Efiopiyada şərti bir qiymətləndirmə tədqiqatı. Kənd təsərrüfatı və Resurs İqtisadiyyatı jurnalı, 34(3):428-449.

Dünya Səhiyyə Təşkilatı, 2006, çirkab sularının təhlükəsiz istifadəsi üçün Dünya Səhiyyə Təşkilatının təlimat kitabçası. 1-ci cild, İsveçrə. [23.05.2018]: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/78265/9241546824_eng.pdf;jsessionid=38B25854CA4A9DEAC6AB10F4439DF210?sequence=1



Dünya Bankı, 2014a, Azərbaycan Kənd Təsərrüfatı sitemində iqlim dəyişkənliyi təhlükəsinin azaldılması. Dünya Bankı araşdırması: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/18239> [27/04/18]

Dünya Bankı, 2014b, Gürcüstan Kənd Təsərrüfatı sitemində iqlim dəyişkənliyi təhlükəsinin azaldılması. Dünya Bankı araşdırması: <https://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/978-1-4648-0184-6>

WRAP, 2005, Dalğa effekti: ucuz suya qənaət cihazları üçün suyun səmərəliliyi və sənaye sahələri üçün tətbiqlər: [23.05.2018] http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/GG523_industrial%20Cost-effective%20water%20saving%20devices%20and%20practices%20-%20for%20industrial%20sites.pdf

WWAP, 2017, Birləşmiş Millətlərin Dünya sularının yaxşılaşdırılması hesabatı 2017. Çirkab suları: istifadə edilməmiş resurs. Paris, UNESCO: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002471/247153e.pdf> [22.03.18]

WWAP 2018. Birləşmiş Millətlərin Dünya sularının yaxşılaşdırılması hesabatı 2018. Birləşmiş Millətlərin Dünya sularının yaxşılaşdırılması hesabatı 2018: Suyun bərpası üçün təbii həll yolları. Paris, UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002614/261424e.pdf> [22.05.18]

Yadvinder-Singh, Surinder S. Kukal, Mangi Lal Jat, Harminder S. Sidhu, 2014, Cənubi Asiyada davamlı məhsuldarlıq əldə etmək üçün buğda əsaslı əkinçilik sistemlərində suyun səmərəliliyinin artırılması, Aqronomiyada gedən inkişaf, cild 127, səh 157-258