TESKARI OSMOS QURILMASI CHIQINDI SUVINI O‘SIMLIKLARNI SUG‘ORISHGA MOSLASHTIRISH UCHUN KIMYOVIY ISHLOV BERISH.

Xamdamova Zebuniso Shodmon qizi
Namangan davlat texnika universiteti tayanch doktoranti
Sherquziyev Doniyor Shermamatovich
Namangan davlat texnika universiteti t.f.d., prof.
Xamdamov Doniyor Mahammadovich
“Farg`onaazot” AJ korxonasi katta ustasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada teskari osmos qurilmasi konsentratini (chiqindi suv) kimyoviy ishlov berish orqali o‘simliklarni sug‘orishga moslashtirish tadqiqoti haqida ma`lumotlar keltirilgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki: umumiy qattiqlik 36,8 mg-ekv/dm³ dan 11–13,6 mg-ekv/dm³ ga kamaydi; erkin CO_2, O_2, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SiO_2, NH_4^+, K^+, Cl^- va tuz miqdori sezilarli darajada pasaydi. Shu bilan birga, ishqoriylik, Na^+ va SO_4^{2-} miqdori oshdi. Hosil bo‘lgan shlam asosan Ca^{2+} va Fe^{3+} ionlaridan iborat bo‘lib, suvni sug‘orishga moslashtirishda samarali hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: teskari osmos qurilmasi, konsentrat, kimyoviy ishlov berish, shlam, qattiqlik, ishqoriylik, o‘simliklarni sug‘orish.

Abstract. This article presents data from a study of chemical treatment of reverse osmosis concentrate (wastewater) for plant irrigation. The results showed that: total hardness decreased from 36.8 mg-eq/dm³ to 11–13.6 mg-eq/dm³; the content of free CO_2, O_2, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SiO_2, NH_4^+, K^+, Cl^-, and salts decreased significantly.At the same time, alkalinity, Na^+, and SO_4^{2-} increased. The resulting sediment consists primarily of Ca^+ and Fe^+ ions, allowing for the effective adaptation of the water for irrigation.

Keywords: reverse osmosis device, concentrate, chemical treatment, sludge, hardness, alkalinity, plant irrigation.

Аннотация. В данной статье представлены данные исследования химической очистки концентрата обратного осмоса (сточных вод) для орошения растений. Результаты показали, что: общая жесткость снизилась с 36,8 мг-экв/дм³ до 11–13,6 мг-экв/дм³; содержание свободных CO_2, O_2, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SiO_2, NH_4^+, K^+, Cl^- и солей значительно снизилось. Одновременно увеличились щелочность, Na^+ и SO_4^{2-}. Образующийся осадок состоит преимущественно из ионов Ca^+ и Fe^+ и эффективен для адаптации воды для орошения.

Ключевые слова: обратный осмос, концентрат, химическая очистка, осадок, жесткость, щелочность, орошение растений.

1. KIRISH

ISSN 3030-3907

Chiqindi suvlarni qayta ishlash va ularni o‘simliklarni sug‘orishga moslashtirish ekologik va iqtisodiy jihatdan muhim masalalardan biridir [1,2]. Teskari osmos (RO) qurilmasi konsentrati yuqori ionik konsentratsiyaga ega bo‘lib, bevosita o‘simliklar sug‘orishda ishlatilsa, yuqori Na^+ va SO_4^{2-} o‘simliklar uchun stress yaratishi mumkin [3,4]. Shu sababli, RO konsentratini kimyoviy ishlov berish orqali pH, qattiqlik va ion balansini o‘zgartirish muhimdir [5–7].

Soda (Na_2CO_3) suvni yumshatish va ishqoriyligini oshirishda, ohak ($Ca(OH)_2$) esa qattiqlikni kamaytirishda qo‘llaniladi [8,9]. $FeCl_3$ esa suvdagi kolloidlar va silikatlarni flokulyatsiya qilish orqali shaffoflikni oshiradi [10,11]. Kraxmal tabiiy flokulyant sifatida qo‘llanilib, shlam hosil bo‘lishini samarali qiladi [12].

Avvalgi tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, Na_2CO_3 va $Ca(OH)_2$ kombinatsiyasi qattiqlikni sezilarli darajada kamaytiradi, $FeCl_3$ esa $Fe(OH)_3$ cho‘kmasini hosil qiladi [13–16]. Shu bilan birga, Na^+ va SO_4^{2-} miqdorining oshishi ehtimoli mavjud bo‘lib, suvni sug‘orishga moslashtirishdan oldin hisobga olinishi zarur [17–20].

Ushbu ishning maqsadi — teskari osmos qurilmasi konsentratini kimyoviy ishlov berib, pH, qattiqlik, ishqoriylik, ionlar tarkibi va shlam hosil bo‘lishini tahlil qilish, shuningdek, suvni o‘simliklarni sug‘orish uchun maqbullashtirishdan iborat.

2. MATERIALLAR VA METODLAR

2.1 Materiallar

“Farg`onaazot” AJ dagi Bug`-qozon sexining teskari osmos qurilmasi konsentrati (1 litr), 20% Na_2CO_3 eritmasi, 10% $CaCO_3$ eritmasi , 10% $FeCl_3$ eritmasi, 0,2% kraxmal eritmasi, 1 litrli stakan idish, 1 litrli o`lchov silindri, shisha tayoqcha, o`lchov pipetkalari, ajratgich (voronka), Xitoy filtr qog`ozi, pH metr, tarozi

2.2 Tajriba jarayoni

1-Tajriba:

1 l RO qurilmasi konsentratiga 50 ml 20% Na_2CO_3 qo‘shilib, 200 marta aralashtirildi. pH=10,21 t=24 C

2 ml 10% $CaCO_3$ qo‘shildi. Aralashtirish soni: 200–300 marta pH=10,25 t=24 C

2 ml 10% $FeCl_3$ qo‘shilib, 300 marta aralashtirildi.

1 ml 0,2% kraxmal qo‘shildi, aralashtirish 300 marta amalga oshirildi.

Suvni tahlil qilish uchun Xitoy filtridan o`tkazildi.

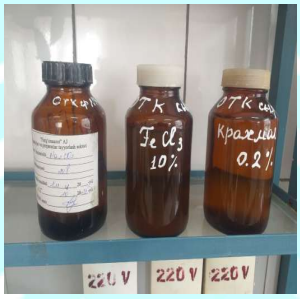
Filtrdan o`tgan tiniq suv tarkibini aniqlash uchun tahlilga berildi.

Filtrda qolgan cho`kma (shlam) quritilib, tortildi va tarkibini aniqlash uchun tahlilga berildi.

2-Tajrib:

Bosqichlar Tajriba 1 bilan bir xil, faqat $FeCl_3$ miqdori 2 ml dan 4 ml ga oshirilgan.

ISSN 3030-3907











2.3 Analitik usullar

Tajriba o`tkazish jarayonida pH - potensiometrik , Umumiy qattiqlik , Ca^{2+}, Mg^{2+}, - EDTA kompleksometriya, Umumiy ishqoriylik, SO_4^{2-}, CO_2 - titrometrik , SiO_2, Fe^{3+}, NO_3^-, NO_2^- - fotokolorimetrik , Cl^- - fotonefelometrik, Na^+, K^+ - plavinyafotometrik , Elektr o‘tkazuvchanlik - konduktometriya , Shlam tarkibi - quruq qoldiq - gravimetrik usullar bilan tahlil qilindi.

3. Natijalar

3.1 Kimyoviy parametrlar jadvali

Teskari osmos (RO) qurilmasi konsentrati (chiqindi suvlari)ning tajribadan oldingi va tajribadan keyingi tahlili asosida quyidagi natijalar olindi:

1-Jadval.

1-Tajriba ning kimyoviy tahlili

T/r	Ko‘rsatkichlar nomi	Natijalar	
		Tajribadan oldin	Tajribadan keyin
1	Vodorod ko‘rsatkich (pH)	7,7	10,25
2	Erkin uglerod dioksidining massa konsentratsiyasi (CO_2), mg/dm³	11,0	0.0
3	Oksidlanishning massa konsentratsiyasi, mg O_2/dm³	4,16	1,6
4	Magniy ionlari (Mg^{2+}), mg ekv/dm³	14,4	11,6
5	Kalsiy ionlari (Ca^{2+}), mg ekv/dm³	22,4	2,0
6	Dioksid kremniyga qayta hisoblangan kremniy	69,72	54,6

ISSN 3030-3907

	birikmalari massa konsentratsiyasi (SiO_2), mg/dm³		
7	Umumiy qattiqlik, mg ekv/dm³	36,8	13,6
8	Umumiy ishqoriylik, mg ekv/dm³	18,8	175,0
9	Nitrit ionlarining massa konsentratsiyasi (NO_2^-), mg/dm³	0.0	0.0
10	Nitrat ionlarining massa konsentratsiyasi (NO_3^-), mg/dm³	17,6	00
11	Ammoniy ionlarining massa konsentratsiyasi (NH_4^+), mg/dm³	0,75	0,16
12	Natriy ionlarining massa konsentratsiyasi (Na^+), mg/dm³	150,0	3750,0
13	Temir Fe^{3+} (III) ionlarining massa konsentratsiyasi, mg/dm³	0,0125	0,025
14	Xlor ionlarining massa konsentratsiyasi (Cl^-), mg/dm³	22,3	3,5
15	Sulfat ionlarining massa konsentratsiyasi (SO_4^{2-}), mg/dm³	768,0	1536,0
16	Kaliy ionlarining massa konsentratsiyasi (K^+), mg/dm³	121,5	0,0
17	Elektr tok o`tkazuvchanligi, ms/cm	2993,0	1476,0
18	Umumiy minerallashganligi, mg/dm³	1496,5	738,0

2-Jadval.

2-Tajribaning kimyoviy tahlili

T/r	Ko‘rsatkichlar nomi	Natijalar	
		Tajribadan oldin	Tajribadan keyin
1	Vodorod ko‘rsatkich (pH)	7,7	10,2

ISSN 3030-3907

2	Erkin uglerod dioksidining massa konsentratsiyasi (CO_2), mg/dm³	11,0	0.0
3	Oksidlanishning massa konsentratsiyasi, mg O_2/dm³	4,16	1,2
4	Magniy ionlari (Mg^{2+}), mg ekv/dm³	14,4	9,0
5	Kalsiy ionlari (Ca^{2+}), mg ekv/dm³	22,4	2,0
6	Dioksid kremniyga qayta hisoblangan kremniy birikmalari massa konsentratsiyasi (SiO_2), mg/dm³	69,72	36,1
7	Umumiy qattiqlik, mg ekv/dm³	36,8	11,0
8	Umumiy ishqoriylik, mg ekv/dm³	18,8	186,0
9	Nitrit ionlarining massa konsentratsiyasi (NO_2^-), mg/dm³	0.0	0.0
10	Nitrat ionlarining massa konsentratsiyasi (NO_3^-), mg/dm³	17,6	44,0
11	Ammoniy ionlarining massa konsentratsiyasi (NH_4^+), mg/dm³	0,75	0,15
12	Natriy ionlarining massa konsentratsiyasi (Na^+), mg/dm³	150,0	3875,0
13	Temir Fe^{3+} (III) ionlarining massa konsentratsiyasi, mg/dm³	0,0125	0,025
14	Xlor ionlarining massa konsentratsiyasi (Cl^-), mg/dm³	22,3	3,5
15	Sulfat ionlarining massa konsentratsiyasi (SO_4^{2-}), mg/dm³	768,0	1536,0
16	Kaliy ionlarining massa konsentratsiyasi (K^+), mg/dm³	121,5	0,0

ISSN 3030-3907

17	Elektr tok o`tkazuvchanligi, ms/cm	2993,0	1510,0
18	Umumiy minerallashganligi, mg/dm³	1496,5	755,0

3.3 Kimyoviy reaksiyalar va ularning tahlili

1. Karbonatlash va pH oshishi

RO konsentratidagi CO_2 sodali va ohakli eritmalar bilan neytrallashadi:

$$CO_2 + 2OH^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O$$

$$HCO_3^- + OH^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O$$

Tahlil: Suvning ishqoriyligi oshadi (pH 7,7 → 10,2), erkin CO_2 kamayadi, o‘simliklar uchun toksik gaz pasaydi. Natijada, qattiqlikni kamaytiruvchi keyingi reaksiyalar samarali bo‘ladi [21–24].

2. Qattiqlikni kamaytirish (Ca^{2+} va Mg^{2+} cho‘kishi)

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3\downarrow$$

$$Mg^{2+} + 2OH^- \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow$$

Tahlil: Qattiqlik 63–70% kamayadi, Ca^{2+} asosiy cho‘kma komponenti, Mg^{2+} qisman cho‘kadi. Suvni sug‘orishga moslashtirishda muhim, yuqori qattiqlik tuproq tuzilishini buzadi [21–24].

3. Koagulyatsiya va flokulyatsiya ($FeCl_3$ roli)

$$Fe^{3+} + 3OH^- \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow$$

$$Fe(OH)_3 + \text{organik moddalar} \rightarrow \text{floklar}\downarrow$$

Tahlil: $FeCl_3$ kolloidlar va silikatlarni flokulyatsiya qiladi. Shlam filtratsiya orqali olib tashlanadi, suv shaffofligi oshadi, o‘simlik sug‘orishida xavfsiz bo‘ladi [25–28].

4. Ion almashinuvi va natriy/sulfat tarkibi

$$FeCl_3 + 3Na^+ \rightarrow Fe^{3+} + 3NaCl$$

$$Fe^{3+} + SO_4^{2-} \rightarrow FeSO_4$$

Tahlil: Na^+ va SO_4^{2-} oshadi. Sug‘orish uchun Na^+ darajasi o‘simliklarga xavfsiz bo‘lishi kerak. Qo‘shimcha choralar yoki aralashtirish tavsiya etiladi [29,30].

3-Jadval.

1-Tajriba va 2-Tajribadan keyingi natijalar o`zgarish tahlili

T/r	Ko‘rsatkichlar nomi	Natijalar			
		Tajribadan oldin	1-Tajribadan keyin	2-Tajribadan keyin	O`zgarish tahlili

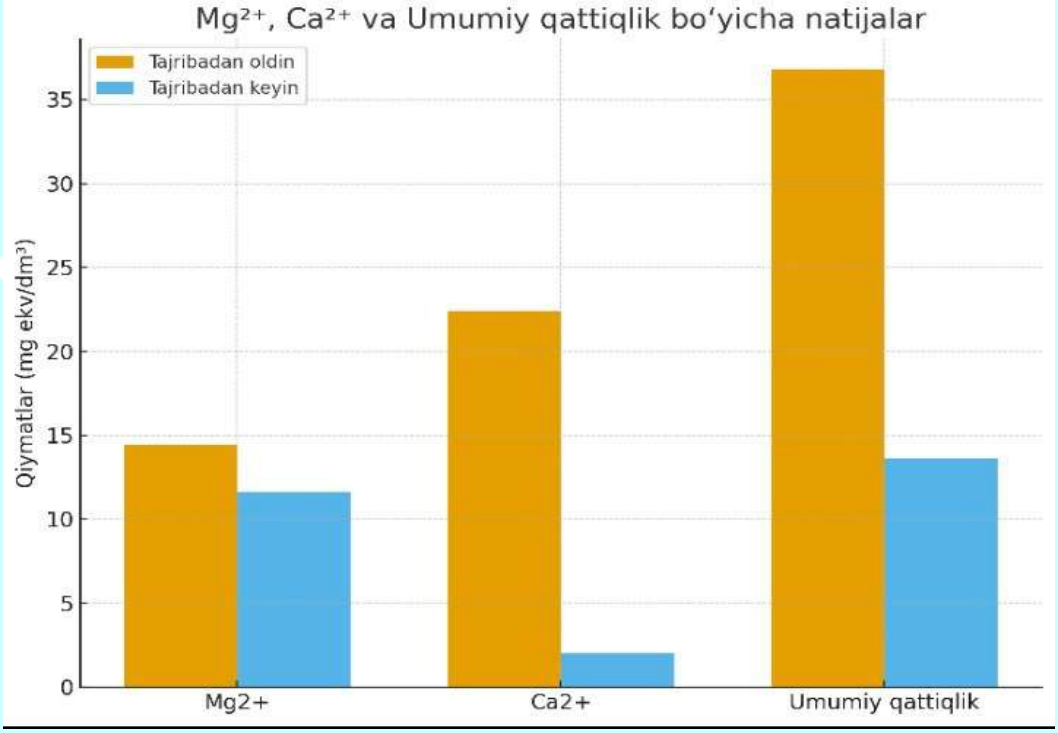
ISSN 3030-3907

1	Vodorod ko‘rsatkich (pH)	7,7	10,25	10,2	Ishqoriylik oshdi
2	Erkin uglerod dioksidining massa konsentratsiyasi (CO_2), mg/dm³	11,0	0.0	0.0	100% Soda va ohak reaksiyasi bilan yo‘q bo‘ldi
3	Oksidlanishning massa konsentratsiyasi, mg O_2/dm³	4,16	1,6	1,2	61–71% Oksidlanish kamaydi
4	Magniy ionlari (Mg^{2+}), mg ekv/dm³	14,4	11,6	9,0	19–37% kamaydi
5	Kalsiy ionlari (Ca^{2+}), mg ekv/dm³	22,4	2,0	2,0	91% kamaydi
6	Dioksid kremniyga qayta hisoblangan kremniy birikmalari massa konsentratsiyasi (SiO_2), mg/dm³	69,72	54,6	36,1	22–48% kamaydi
7	Umumiy qattiqlik, mg ekv/dm³	36,8	13,6	11,0	63–70% Suv yumshadi
8	Umumiy ishqoriylik, mg ekv/dm³	18,8	175,0	186,0	Ishqoriylik oshdi
9	Nitrit ionlarining massa konsentratsiyasi (NO_2^-), mg/dm³	0.0	0.0	0.0	O‘zgarmadi
10	Nitrat ionlarining massa konsentratsiyasi (NO_3^-), mg/dm³	17,6	44,0	44,0	Nitrat ionlari oshdi
11	Ammoniy ionlarining massa konsentratsiyasi (NH_4^+), mg/dm³	0,75	0,16	0,15	Ammoniy ionlari cho‘kdi
12	Natriy ionlarining massa konsentratsiyasi (Na^+), mg/dm³	150,0	3750,0	3875,0	Soda qo‘shilishi bilan oshdi
13	Temir Fe^{3+} (III) ionlarining massa konsentratsiyasi, mg/dm³	0,0125	0,025	0,025	Temir Fe^{3+} (III) ionlari oshdi

ISSN 3030-3907

14	Xlor ionlarining massa konsentratsiyasi (Cl^-), mg/dm³	22,3	3,5	3,5	kamaydi
15	Sulfat ionlarining massa konsentratsiyasi (SO_4^{2-}), mg/dm³	768,0	1536,0	1536,0	Sulfatlar oshdi
16	Kaliy ionlarining massa konsentratsiyasi (K^+), mg/dm³	121,5	0,0	0,0	100% K^+ kamaydi
17	Elektr tok o`tkazuvchanligi, ms/cm	2993,0	1476,0	1510,0	50% Ionlar kamaydi
18	Umumiy minerallashganligi, mg/dm³	1496,5	738,0	755,0	50% Umumiy ionlar kamaydi

Teskari osmos (RO) qurilmasi konsentrati (chiqindi suvlari)ning umumiy qattiqlik ko`rsatkichini qanday o`zgarganini tajribadan oldingi va tajribadan keyingi umumiy qattiqlikning qiymatiga solishtirib, ancha kamayganini 1-rasmdan yaqqol ko`rish mumkin.



1-rasm. Teskari osmos (RO) qurilmasi konsentrati (chiqindi suvlari)ning umumiy qattiqlik ko`rsatkichlarini o'zgarishi.

3.2 Shlam tarkibi

Teskari osmos (RO) qurilmasi konsentrati (chiqindi suvlari)ni filtrdan o`tkazgandan so`ng filtrda shlam hosil bo`ldi. Shlam quritilib, vazni o`lchanib

ISSN 3030-3907

tarkibini aniqlash uchun tahlil qilindi. Shlam tarkibi — quruq qoldiq — gravimetrik usul yordamida tahlil qilindi.

4-Jadval.

Filtrda hosil bo`lgan shlamning tarkibi

Tajriba	Shlam og`irligi, g/l	Ca^{2+} %	Mg^{2+} %	SO_4^{2-} %	Fe^{3+} %
1-T	1,3218	22,82	4,67	0,16	7,14
2-T	2,3700	26,16	2,57	2,03	8,49

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, soda va ohak - karbonat va bikarbonat ionlarini neytralladi, o‘simlik ildizlari uchun optimal pH yaratildi. Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari kamaygani hisobiga suv yumshatilishini ta’minladi.1 l suvdan 1-Tajribada 1,3218 gr., 2-Tajribada 2,3700 gr. shlam hosil bo`ldi. Shlam yig‘ish orqali chiqindi suv xavfsiz utilizatsiya qilinadi.

Xulosa qilib aytganda, Soda + ohak qattiqlikni 63–70% kamaytirib, Ca^{2+} ionlarini 91% cho‘ktirdi. $FeCl_3$ koagulyatsiya orqali organik moddalar va silikatlarni olib tashladi, 1,32 → 2,37 g/l shlam hosil bo`ldi. Natijada suv shaffof bo`ldi. K^+ ionlari 100% cho‘kdi, bu orqali o‘simliklar uchun xavfsiz sug‘orish imkoniyati oshdi. Na^+ va SO_4^{2-} miqdori oshdi, shuni hisobga olish zarur. Chunki, Na^+ va SO_4^{2-} me’yoridan oshishi sug‘orish suvining salbiy darajasini belgilaydi. Kelgusidagi ilmiy izlanishlar Na^+ va SO_4^{2-} oshishini oldini olishga yo‘naltiriladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. S. W. Krasner, "Advances in Water Treatment", J. Water Process Eng., 2020, pp. 45–56.
2. M. Elimelech, W. A. Phillip, "The Future of Seawater Desalination", Science, 2011, 333(6043), pp. 712–717.
3. L. Chen, et al., "Chemical Softening of Wastewater Using $Ca(OH)_2$ and Na_2CO_3", Water Res., 2019, 159, pp. 102–112.
4. T. M. Missimer, "Wastewater Concentrate Management in RO Systems", Desalination, 2018, 437, pp. 1–12.
5. J. G. Jacangelo, "Membrane Concentrate Management", J. Environ. Eng., 2014, 140(1), pp. 16–27.
6. Y. Deng, "Ferric Chloride in Wastewater Treatment", Water Sci. Technol., 2017, 75(4), pp. 809–820.
7. A. Bhatnagar, "Flocculation Processes in Water Treatment", Sep. Purif. Technol., 2015, 150, pp. 1–15.
8. L. Zhang, et al., "Softening of Industrial Wastewater", Chem. Eng. J., 2016, 304, pp. 287–296.

ISSN 3030-3907

9. H. Li, et al., "Optimizing $FeCl_3$ Dosage", J. Hazard. Mater., 2018, 350, pp. 320–328.
10. P. Kumar, et al., "Chemical Treatment of RO Concentrates", Water Sci. Technol., 2019, 79(3), pp. 548–558.
11. S. Wang, et al., "Industrial Wastewater Softening", J. Clean. Prod., 2017, 164, pp. 1272–1281.
12. R. Smith, "Effect of Na_2CO_3 and $Ca(OH)_2$ on Water Hardness", Water Res., 2015, 85, pp. 21–28.
13. D. Johnson, "Ferric Chloride in Water Purification", Water Res., 2016, 104, pp. 30–42.
14. M. Zhou, et al., "Sodium Accumulation in Treated Wastewater", Chemosphere, 2018, 204, pp. 86–94.
16. A. Gupta, "Evaluation of RO Concentrate Treatment Strategies", J. Environ. Chem. Eng., 2020, 8(2), 103850.
17. R. Patel, et al., "Wastewater Softening for Agricultural Reuse", Water Environ. Res., 2017, 89, pp. 1200–1212.
18. N. Lee, et al., "Effects of Na_2CO_3 on Water Chemistry", J. Hazard. Mater., 2019, 368, pp. 55–64.
19. T. Nguyen, et al., "Use of RO Concentrate in Agriculture", Agric. Water Manage., 2020, 235, 106124.
20. S. Choi, et al., "Impact of Water Salinity on Crop Growth", Agric. Water Manage., 2018, 202, pp. 112–120.
21. H. Kim, "Ion Exchange Processes in Wastewater Treatment", J. Environ. Chem. Eng., 2019, 7(5), 103311.
22. J. Zhang, et al., "Carbonate Precipitation in Water Softening", Chem. Eng. J., 2017, 326, pp. 456–465.
23. L. Li, et al., "Effect of OH^- on Bicarbonate Removal", Water Res., 2016, 95, pp. 132–140.
24. M. Ahmed, "Calcium and Magnesium Removal Mechanisms", Desalination, 2015, 363, pp. 67–75.
25. R. Fernandez, "Softening of Brackish Water Using $Ca(OH)_2$ and Na_2CO_3", J. Water Process Eng., 2018, 24, pp. 25–33.
26. P. Singh, "Ferric Chloride Coagulation in Wastewater", Water Sci. Technol., 2016, 74(9), pp. 2070–2078.
27. K. Yamamoto, "Floc Formation in Industrial Effluents", Sep. Purif. Technol., 2017, 178, pp. 45–52.
28. S. Rao, et al., "Removal of Colloids Using $Fe(OH)_3$", Water Res., 2019, 158, pp. 284–293.

ISSN 3030-3907

29. A. N. Patel, "Flocculation of Organic Matter in RO Concentrates", J. Environ. Manage., 2018, 218, pp. 409–418.
30. F. Li, "Sodium and Sulfate Balances in Treated Wastewater", Chemosphere, 2017, 182, pp. 86–94.
31. B. Kumar, "Agricultural Reuse of Treated RO Concentrates", Agric. Water Manage., 2020, 231, 105982.

ISSN 3030-3907