2-SHO‘BA SHO‘RLANISH MONITORINGI

Nukus · 16.10.2026

Моделирование водно-солевого баланса для мониторинга засоления почв и оценки его влияния на урожайность сельскохозяйственных культур

Жураева Наргиза Хусанбоевна научный сотрудник · **Широкова Юлия Илларионовна** кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник · **Палуашова Гаухарай Калбаевна** доктор философии (PhD) по техническим наукам, старший научный сотрудник

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

juraevanargiz885@gmail.com

DOI 10.66073/ReFocus-Conf/1610029

Для цитирования: Жураева Наргиза Хусанбоевна, Широкова Юлия Илларионовна, Палуашова Гаухарай Калбаевна. Моделирование водно-солевого баланса для мониторинга засоления почв и оценки его влияния на урожайность сельскохозяйственных культур // Разработка инновационных климатоустойчивых технологий для мониторинга и контроля эффективности водопользования и влияния засоления на урожайность сельскохозяйственных культур и жизнедеятельность населения Приаралья: материалы Международной научно-практической конференции. – Нукус, 2026. – С. 126–129. – DOI: 10.66073/ReFocus-Conf/1610029

Аннотация. Статья посвящена проверке метода ВСБ (зарубежный подход) при применении его для расчёта промывной доли, предназначенной для выщелачивания солей из корневой зоны растений в период вегетации. Тестирование модели проведено для повторной культуры маша. Пределы солеустойчивости нового сорта маша «Баркарор» были приняты по экспериментальным данным, полученным в Узбекистане. Расчёты показали, что применение метода ВСБ позволяет достаточно точно определить необходимый объём промывной воды для эффективного удаления солей из корневой зоны, что способствует улучшению условий роста и повышению урожайности культуры. Полученные результаты подтверждают практическую применимость метода для агротехнического планирования и управления орошением в условиях солевых нагрузок.
Ключевые слова: засоление почвы, расчет баланса солей, промывные нормы, дренажный сток.

Введение

В условиях возрастающего дефицита водных ресурсов и распространения процессов вторичного засоления особую актуальность приобретает совершенствование методов регулирования водно-солевого режима орошаемых почв. Одним из перспективных направлений является применение расчётных подходов, основанных на определении промывной потребности (LR) и фактической промывной доли (LF), позволяющих учитывать солеустойчивость сельскохозяйственных культур, минерализацию оросительной воды и особенности почвенно-мелиоративных условий. При этом эффективность удаления солей из корнеобитаемого слоя во многом определяется состоянием дренажной системы, водопроницаемостью почвы и интенсивностью инфильтрационных процессов [2, 3, 7–9].

В научной литературе отмечаются ограничения традиционных методов определения промывных норм, основанных на стационарном водно-солевом балансе. Достижение максимальной урожайности не всегда экономически оправдано, особенно при использовании минерализованных оросительных вод. Современные технологии орошения позволяют сократить расход воды, однако недостаточная промывная доля может способствовать накоплению солей в корнеобитаемом слое и снижению продуктивности культур. В связи с этим особое значение приобретает применение динамических моделей, обеспечивающих прогнозирование засоления почв и обоснование рациональных режимов орошения [4, 6]. На

формирование водно-солевого режима существенно влияют глубина залегания и минерализация грунтовых вод, состояние дренажной системы и способы орошения. Неблагоприятное сочетание этих факторов повышает риск вторичного засоления, увеличивает потребность в промывной воде и снижает эффективность водопользования. Возникающий при этом солевой стресс отрицательно воздействует на развитие растений и приводит к потерям урожайности сельскохозяйственных культур [1, 6].

Вместе с тем существующие методы определения промывных норм имеют определённые ограничения. В ряде расчётных подходов недостаточно учитываются диффузионный перенос солей, неоднородность почвенного профиля, глубина грунтовых вод и особенности водопроницаемости. Интенсивность вымывания солей зависит от гранулометрического состава, плотности и структуры почвы, а также равномерности распределения оросительной воды. Например, при бороздковом поливе неравномерное увлажнение отдельных участков поля может снижать эффективность рассоления [6, 7].

Исследования математических моделей Бреслера и Бернса показали, что точность прогнозирования солевого режима во многом определяется водно-физическими свойствами почв. Установлено, что модель Бреслера обеспечивает удовлетворительные результаты для супесчаных почв, тогда как применение обеих моделей на суглинистых почвах ограничивается сложностью процессов влагопереноса и перераспределения солей [5]. В связи с этим совершенствование методов расчёта водно-солевого баланса с учётом почвенно-мелиоративных условий, минерализации оросительной воды и солеустойчивости сельскохозяйственных культур приобретает особую актуальность для засолённых земель Приаралья, где рациональное управление солевым режимом является важным условием эффективного водопользования, сохранения плодородия почв и обеспечения устойчивой урожайности.

Таблица 1. Классификация ФАО по оценке степени засоления почвы

Код	Степень засоления почв	ECe, dS/m
1	Незасоленные	0-2
2	Слабозасоленные	2-4
3	Среднезасоленные	4-8
4	Сильнозасоленные	8-16
5	Очень сильнозасоленные	>16

Для определения степени засоления почв в международной практике широко применяется классификация ФАО, основанная на показателях электрической проводимости экстракта насыщенной почвенной пасты (ECe). В зависимости от содержания растворимых солей выделяют несколько категорий почв — от незасолённых до очень сильнозасолённых, каждой из которых соответствует определённый диапазон значений ECe. Использование данной классификации позволяет объективно оценивать солевое состояние почв, отслеживать динамику засоления и сопоставлять результаты исследований, полученные в различных почвенно-климатических условиях. Такой подход имеет важное практическое значение для мониторинга мелиоративного состояния орошаемых земель, обоснования промывных мероприятий и разработки рекомендаций по рациональному использованию водных ресурсов.

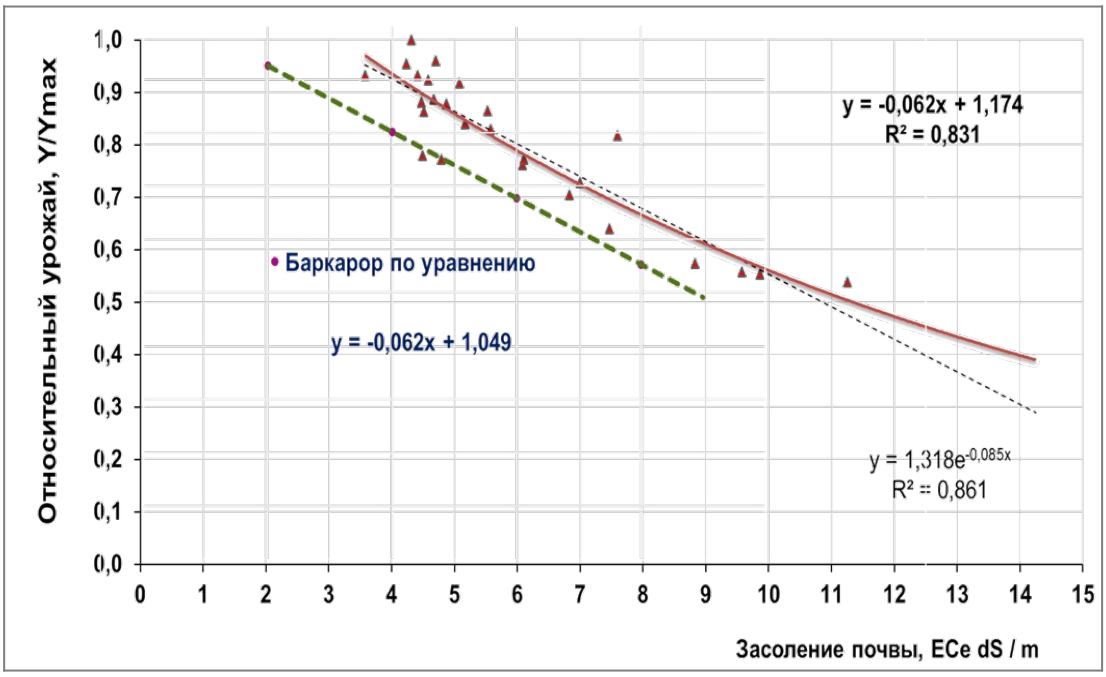


Рисунок 1. Влияние засоления почвы на урожай маша сорта «Баркарор»

Результаты проведённых исследований свидетельствуют о существенном влиянии почвенного засоления на продуктивность маша сорта «Баркарор». Повышение концентрации растворимых солей в корнеобитаемом слое отрицательно сказывается на росте и развитии растений, сопровождаясь снижением урожайности. Установленная зависимость подтверждает необходимость регулирования солевого режима почв и разработки научно обоснованных мероприятий, направленных на создание благоприятных условий для возделывания сельскохозяйственных культур.

В лаборатории почвенных исследований и мелиоративных процессов Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем на протяжении ряда лет проводятся исследования по оценке влияния почвенно-мелиоративных условий на продуктивность сельскохозяйственных культур. Полученные результаты подтверждают отрицательное воздействие засоления на урожайность хлопчатника и маша, что обусловливает необходимость совершенствования методов управления водно-солевым режимом орошаемых земель [9].

В рамках исследований на опытном поливном участке выполнены расчёты промывной доли (LF) для маша с использованием модели водно-солевого баланса. Определены расчётные объёмы оросительной воды, необходимые для вымывания избыточных солей из корнеобитаемого слоя почвы (0–60 см), с учётом исходной степени засоления, требуемого снижения концентрации солей и допустимых потерь урожайности культуры.

Анализ полученных результатов показал, что при повышенной электропроводности почвы возрастает потребность в промывной воде для достижения заданного уровня рассоления. Применение расчётного подхода позволяет дифференцировать промывные нормы в зависимости от почвенно-мелиоративных условий и требований культуры, создавая научную основу для рационального использования оросительной воды, снижения солевой нагрузки и поддержания устойчивой продуктивности сельскохозяйственных культур на засолённых землях.

Выводы

Результаты исследований подтверждают эффективность применения модели водно-солевого баланса для определения промывных норм и регулирования засоления орошаемых почв. Вместе с тем для повышения точности расчётов необходимо более полно учитывать

глубину залегания и минерализацию грунтовых вод, влияющих на процессы вымывания солей и формирование дренажного стока.

Совершенствование модели с использованием экспериментальных данных, полученных в условиях Узбекистана, позволит адаптировать расчётный метод к региональным почвенно-мелиоративным особенностям, оптимизировать расход оросительной воды и создать благоприятные условия для устойчивой урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе на засолённых землях Приаралья.

Список литературы

1. Ayers, R.S. and Westcott, D.W. Water Quality for Agriculture. // FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1, Rome. 1989. https://www.fao.org/3/t0234e/T0234E03.htm
2. Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas FAO. Irrigation and Drainage Paper No.61. Food and agriculture organization of the united nations Rome, 2002. https://www.fao.org/3/y4263e/y4263e00.htm
3. Bresler, E., McNeal, B.L., Carter, D.L. Management. In: Saline and Sodic Soils. // Advanced Series in Agricultural Sciences, vol. 10 (1982). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-68324-4_3. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-68324-4_3 ст.238-239.
4. Cucci G., Lacolla G., Mastro M.A., Caranfa G. Leaching effect of rainfall on soil under four-year saline water irrigation. // Soil & Water Res., (2016): 11: 181-189. https://doi.org/10.17221/20/2015-SWR.
5. Kumar, N. Madan; Oswal, M. C. Tests on one-dimensional models for predicting salt dynamics in soils. // Soil science 137(6):p 408-414, June 1984. https://journals.lww.com/soilsci/abstract/1984/06000/tests_on_one_dimensional_models_for_predicting.5.aspx.
6. Letey J., Hoffman G.J., Hopmans J.W., Grattan S.R., Suarez D., Corwin D.L., Oster J.D., Wu L., Amrhein C. Evaluation of soil salinity leaching requirement guidelines. // Agricultural Water Management, Volume 98, Issue 4, 2011, Pages 502-506, ISSN 0378-3774,https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.08.009. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377410002763
7. SALINE SOILS AND THEIR MANAGEMENT https://www.fao.org/3/x5871e/x5871e04.htm
8. Tekin Kara and Lyman S. Willardson, 2006. Leaching Requirements to Prevent Soil Salinization. // Journal of Applied Sciences, 6: 1481-1489. DOI: 10.3923/jas.2006.1481.1489 URL: https://scialert.net/abstract/?doi=jas.2006.1481.1489
9. Широкова Ю.И., Палуашова Г.К., Абдуллаев Ф.Х., Кодиров Д.Т., Садиев Ф.Ф. Выращивание маша в условиях засоленных почв Ферганской области Узбекистана с применением био- и химмелиорантов. // Журнал Проблемы агрохимии и экологии №3. 2024.