ФЕРМЕР ХЎЖАЛИКЛАРИДА ЧЕКЛАНГАН СУВ РЕСУРСЛАРИНИ ТАҚСИМЛАШ, АГЕНТГА АСОСЛАНГАН МОДЕЛЛАШТИРИШ ВА ЎЙИН НАЗАРИЯСИ ИНТЕГРАЦИЯСИ

Жарилканов Бахтияр Пишенбаевич

Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети таянч докторанти

Аннотация. Модель сув тақчиллиги, қурғоқчилик ва ижтимоий-иқтисодий омиллар шароитида фермерларнинг рационал қарорларини оптимизация қилишга ёрдам беради. Ушбу ёндашув бошқа минтақаларга мослаштирилиши мумкин, аммо тарихий маълумотлар сифати ва кооперация даражасига боғлиқлик каби чекловлар мавжуд.

Калит сўзлар: сув ресурсларини тақсимлаш,агентга асосланган моделлаштириш,уйин назарияси,кооперация,фермер хўжаликлари,рудбал ҳавзаси,барқарор сув бошқаруви,Оптимизация моделлари,ер ости сувлари,иқтисодий фойда.

Аннотация. Модель помогает оптимизировать рациональные решения фермеров в условиях дефицита воды, засухи и социально-экономических факторов. Этот подход может быть адаптирован к другим регионам, но существуют ограничения, такие как качество исторических данных и зависимость от уровня сотрудничества.

Ключевые слова: распределение водных ресурсов,моделирование на основе агента,теория игр,кооперация,фермерские хозяйства,рудбальский бассейн,устойчивое управление водными ресурсами,модели оптимизации,подземные воды,экономическая выгода.

Annotation. The model helps to optimize the rational decisions of farmers in the context of water shortages, drought, and socio-economic factors. This approach can be adapted to other regions, but there are limitations, such as the quality of historical data and dependence on the level of cooperation.

Keywords: Water resource allocation,agent-based modeling,game theory,cooperation,farms,rudbal basin,stable water management,optimization models,groundwater,economic benefits.

Кириш

Фермер хўжаликларида чекланган сув ресурсларини тақсимлаш глобал миқёсдаги муҳим муаммолардан бири бўлиб, бу масала аграр иқтисодиёт, экологик барқарорлик ва ижтимоий адолатга бевосита таъсир кўрсатади. Сув тақчиллиги, қурғоқчилик, қонунчилик чекловлари ва рақобатbardosh манфаатлар фермерлар учун сув ресурсларидан самарали фойдаланишни қийинлаштиради. Мохаммад Садеғ Хоршиди ва бошқаларнинг 2024 йилда

ISSN 3030-3907

Journal of Cleaner Production журналида чоп этилган “Мураккаб иерархик тизимларда сув ресурсларини оптимал тақсимлаш учун агентга асосланган моделлаштириш ва ўйин назариясини интеграция қилиш” мақоласи ушбу муаммога инновацион ечим таклиф этади. Ушбу обзор мақола фермер хўжаликларида чекланган сув ресурсларини тақсимлашда агентга асосланган моделлаштириш (ABM) ва ўйин назарияси (GT) интеграциясининг аҳамиятини Эроннинг Рудбал ҳавзаси мисолида кўриб чиқади.

Мақоланинг асосий ёндашуви

Мақолада Рудбал ҳавзасидаги фермер хўжаликларида сув ресурсларини тақсимлашни оптимизация қилиш учун ABM ва GT интеграциясига асосланган модель тақдим этилган. Рудбал ҳавзаси 8000 км² майдонни эгаллайди ва асосий сув манбалари Рудбал сув омбори (82 млн м³) ва 996 насосли қудуқлар орқали ер ости сувларидан иборат. Ҳавзадаги 13000 га қишлоқ хўжалиги ерлари сўнгги йигирма йилда қурғоқчилик ва нотўғри бошқарув туфайли 4000 га камайган, ер ости суви сатҳи йилига 4-5 м пасайган. Модель ушбу муаммоларни ҳал қилиш учун фермерлар, ирригация бирлашмалари ва давлат идоралари ўртасидаги ўзаро муносабатларни симуляция қилади.

Модель компонентлари

1. **Агентга асосланган моделлаштириш (ABM)**

   Модель учта асосий агент турини қамраб олади:

   - **Authority Agents** (давлат идоралари): Сув ресурсларини бошқариш ва тақсимлаш бўйича йўриқномаларни белгилайди.
   - **Delegate Agents** (ирригация бирлашмалари): Фермерлар ва давлат идоралари ўртасида воситачи сифатида хизмат қилади.
   - **Farmer Agents** (фермерлар): Сув ҳуқуқларини бошқа фермерлар билан алмашиш ёки коалицияга қўшилиш орқали ўз фойдасини максималлаштиради.

   ABM фермерларнинг кооперация даражасини (Ic) ва уларнинг иқтисодий, экологик ва ижтимоий омилларга жавобан қабул қиладиган қарорларини симуляция қилади.

2. **Ўйин назарияси (GT)**

   GT фермерлар ўртасидаги рақобат ва кооперация муносабатларини моделлаштириш учун ишлатилади. Модель тўртта кооператив ўйин усули – Shapley Value (SV), Least Core (LC), Weighted Least Core (WLC) ва Proportional Least Core (PLC) – орқали кооперациядан олинган фойдани адолатли тақсимлайди. Delegate агентлари Borda Scoring Method (BSM) ёрдамида ушбу ўйинларнинг

ISSN 3030-3907

самарадорлигини баҳолайди ва фермерлар учун оптимал фойда тақсимотини аниқлайди.

3. **Оптимизация моделлари**

Модельда учта асосий оптимизация алгоритми қўлланилган:

Non-Cooperative Optimization Model (NAOM): Сувни фермерларга талабга асосан тенг тақсимлайди, лекин кооперацияни ҳисобга олмайди.

Cooperative Reallocation Optimization Model (CROM): Фермерлар томонидан умумий коалицияга тақдим этилган сув ҳуқуқларини қайта тақсимлаш орқали умумий фойдани оширади.

Cooperative Sub-Coalition Reallocation Optimization Models (CCROMs): Кичик коалицияларда фойда тақсимотини таҳлил қилиб, фермерларни умумий коалицияга жалб қилади.

4. **Гидрологик моделлаштириш**

Ер ости сувлари динамикасини симуляция қилиш учун Multi-Layer Perceptron Artificial Neural Network (MLP-ANN) ишлатилган. Бу усул ер ости суви сатҳининг йилига 0.3 м дан ошмаслигини таъминлайди, бу Рудбал ҳавзаси учун максимал рухсат этилган пасайишдир.

Тадқиқот натижалари

Модель 2001–2016 йиллардаги тарихий маълумотлар асосида Рудбал ҳавзасида синовдан ўтказилди. Асосий натижалар қуйидагича:

Кооперация динамикаси: Зона 1 ва 2 (юқори иқтисодий потенциалга эга) фермерлари нам йилларда кооперация даражасини пасайтирса, зона 3 ва 4 (паст иқтисодий потенциал) фермерлари сув тақчиллигида кооперацияни оширди. Сув тақчиллиги мавсумида кооперация умумий фойдани 150% га оширди.

Иқтисодий фойда: Толук кооперация (CROM) умумий фойдани 105% га, қисман кооперация эса 62% га оширди. Бу фермерларнинг рационал қарорлари умумий фойдани сезиларли даражада оширишини кўрсатади.

Сув тақсимоти: NAOM моделида сув талабга асосан тақсимланса, CROM моделида кооперация орқали сув оптимал қайта тақсимланди. Мисол учун, нам йилларда (2-йил, 155 млн м³ сув оқими) тақсимот талабга тўлиқ жавоб берди, қуруқ йилларда (11–12-йиллар, 41 млн м³) эса кооперация фойдани оширди.

Барқарорлик: Модель ер ости сувини олишни оптималлаштириб, йилига 0.3 м пасайиш чегарасида ушлаб турди, бу барқарор сув бошқарувига ёрдам берди.

Модель афзалликлари ва чекловлари

Афзалликлар

ISSN 3030-3907

Реализм: ABM-GT модели фермерларнинг номақбал рационаллиги ва ижтимоий омилларни ҳисобга олиб, реал хулқ-атворни аниқ симуляция қилади.

- **Иқтисодий самара**: Кооперация орқали фермерлар фойдаси, айниқса, сув тақчиллиги шароитида сезиларли ошади.
- **Экологик барқарорлик**: Ер ости сувларининг барқарор бошқарилиши узоқ муддатли экологик муаммоларнинг олдини олади.
- **Умумий қўлланиш**: Модель бошқа минтақалардаги фермер хўжаликларига мослаштирилиши мумкин.

Чекловлар

- Модель фермерларнинг кооперация даражасига ва тарихий маълумотлар сифатига боғлиқ.
- Бошқа минтақаларга мослаштириш қўшимча тадқиқот ва маълумотларни талаб қилади.
- Ижтимоий ва экологик омилларнинг тўлиқ интеграцияси модельни янада мураккаблаштириши мумкин.

Хулоса

Хоршиди ва бошқаларнинг тадқиқоти фермер хўжаликларида чекланган сув ресурсларини тақсимлашда ABM ва GT интеграциясининг самарадорлигини кўрсатди. Рудбал ҳавзаси мисолида модель кооперация орқали иқтисодий фойдани ошириш ва барқарор сув бошқарувини таъминлаш имконини берди. Келгусида ушбу модельни бошқа минтақаларга мослаштириш, қўшимма ижтимоий ва экологик омилларни киритиш ва прогноз аниқлигини ошириш бўйича тадқиқотлар давом эттирилиши керак. Ушбу ёндашув иқлим ўзгариши ва ресурслар тақчиллиги шароитида фермер хўжаликлари учун барқарор ва самарали сув тақсимоти стратегияларини ишлаб чиқишга хизмат қилади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Ashofteh, P. S., Far, S. M., & Golian, F. (2023). Application of multi-criteria decision making of CODAS and SWARA in reservoir optimal operation using marine predator algorithm. *Soft Computing*, 27(24), 19051–19069.
2. Berglund, E. Z. (2015). Using agent-based modeling for water resources planning and management. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 141(11), 04015025.
3. Dinar, A., & Hogarth, M. (2015). Game theory and water resources: Critical review of its contributions. *Water Resources and Economics*, 11, 1–13.

ISSN 3030-3907

4. Kicsiny, R., Piscopo, V., Scarelli, A., & Varga, Z. (2014). Dynamic programming for optimal water allocation. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 58(3), 151–157.
5. Nematollahi, B., & Sanayei, A. (2023). A system dynamics approach to developing a cause-and-effect relationship model for improving water resource management. *Environment, Development and Sustainability*, 25(8), 8313–8336.
6. Olatunji, O. O., & Joubert, J. W. (2022). Agent-based simulation for water allocation in a transboundary river basin. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 148(5), 04022016.
7. Sechi, G. M., & Zucca, R. (2015). Water resource allocation in critical scarcity conditions: A bankruptcy game approach. *Water Resources Management*, 29(2), 541–555.
8. Talebbeydokhti, N., et al. (2017). Groundwater management in Roodbal basin: Constraints and allowable drawdown limits. *Technical Report*, Shiraz University, Iran.
9. Wu, X., et al. (2016). Integrated water resource management: Challenges and opportunities. *Water Policy*, 18(S1), 1–15.
10. Xu, J., et al. (2019). Advances in water resource allocation models: A review. *Hydrological Sciences Journal*, 64(10), 1205–1220.

ISSN 3030-3907