



Review Report on the Doctoral Dissertation of Marzhan Nurlankyzy Tursyngali

PhD Programme: 8D05203 – Hydrology

Dissertation title: *“Investigation of the influence of environmental changes on the erosion-channel systems of the Ile Alatau rivers”*

1. General Assessment of the Dissertation

The dissertation focuses on the dynamics of erosion–channel systems in the small mountain rivers of the Ile Alatau, examining how these systems respond to both natural climatic variability and anthropogenic environmental changes. These rivers, despite their relatively modest catchment areas, play a disproportionately important role in the hydrological balance of the region, supplying water to local communities, sustaining biodiversity, and shaping the ecological and geomorphological stability of the Almaty foothills. They are also directly linked to urban safety, since their morphodynamic changes influence flood risks, bank erosion, and the reliability of stormwater and sewage infrastructure.

The study is highly relevant, as the Ile Alatau rivers are increasingly exposed to the combined effects of glacial retreat, shifts in precipitation and temperature regimes, and the pressures of intensive urbanisation. By placing these systems at the centre of scientific investigation, the dissertation responds to a pressing need to better understand and anticipate the transformations that threaten both natural ecosystems and human settlements.

The work is both timely and significant. On the one hand, it contributes to scientific knowledge in hydrology and fluvial geomorphology by refining the theoretical and methodological tools used to study small mountain rivers, a field still underdeveloped in Kazakhstan. On the other hand, it provides a practical basis for sustainable urban and regional planning, with implications for water management, ecological monitoring, and hazard prevention.

By integrating long-term hydrological observations with remote sensing data, GIS-based modelling, and statistical analysis, the dissertation offers a comprehensive framework for describing, analysing, and forecasting channel processes in



mountainous environments. This combination of empirical evidence and methodological innovation allows the candidate to capture both historical dynamics and likely future trajectories of river morphology, making the work scientifically robust and practically impactful.

2. Structure and Content

The dissertation is well-organised, progressing from a clear formulation of research aims and objectives to a detailed methodological framework, data analysis, results, and conclusions. It begins with a comprehensive review of scientific and regulatory literature on erosion–channel processes, situating the study within both international research and the specific conditions of Kazakhstan. This section highlights not only the theoretical foundations of fluvial geomorphology but also the practical challenges faced by the Ile Alatau rivers, which flow through densely populated and rapidly urbanising areas.

The empirical analysis is based on an integrated approach that combines hydrological series, cartographic materials, and high-resolution satellite imagery to evaluate the spatial and temporal transformations of river morphology. By systematically processing long-term monitoring data and remote sensing materials, the candidate identifies trends in channel erosion, accretion, and morphometric changes. A significant methodological achievement is the determination of channel-filling and channel-forming discharges, as well as the quantification of relationships between liquid and solid runoff, which are crucial for understanding morphodynamic stability.

The work also includes the digitisation and cartographic representation of river channels such as Kaskelen, Ulken and Kishi Almaty, Talgar, Esik, and Turgen. This allows for a precise assessment of spatial variability across different river types and geomorphological settings. Of particular importance is the development of predictive channel outlines for 10- and 20-year horizons, based on the application of GIS tools (notably DSAS 5.1) and the Kalman filter. These forecasts provide an innovative perspective on how river morphology may evolve under conditions of climate change and urban pressure, and they represent one of the most original contributions of the dissertation.

Overall, the work is presented with clarity and consistency, supported by abundant figures, tables, and maps that strengthen the empirical base of the research. The candidate demonstrates the capacity to combine conceptual analysis, methodological innovation, and applied perspectives in a coherent and scientifically robust manner. The scope and structure are fully appropriate for a doctoral dissertation and contribute to the quality and impact of the results.



3. Scientific Publications

The dissertation is defended on the basis of **three core international journal articles**, all published in reputable international journals indexed in *Scopus* and *Web of Science* (Q1–Q2). Together, these papers form a coherent and complementary body of scientific evidence. They demonstrate the candidate's ability to address complex hydrological and geomorphological problems through diverse methodological approaches and to present the findings in respected international venues.

A notable feature of this dissertation is the strong international collaboration underpinning its publications. The studies were coauthored with researchers affiliated with the **Universitat Politècnica de València (UPV, Spain)** and other foreign institutions, reflecting the integration of the candidate into international research networks. The presence of the foreign supervisor signing this review as **coauthor of two of the three publications** is particularly significant, since it evidences sustained scientific mentoring and collaborative work throughout the entire research process. This international cooperation has enriched the dissertation both methodologically and conceptually, ensuring that the research meets global standards in the fields of hydrology and fluvial geomorphology

1. Tursyngali M., Mussina A., Duskeyev K., Rodrigo-Illarri J., Rodrigo-Clavero M.-E., Abdullayeva A. (2025). "Forecasting Channel Morphodynamics in the Ulken Almaty River (Ile Alatau, Kazakhstan)." *Water*, 17(13), 2029.
DOI: <https://doi.org/10.3390/w17132029>

This article develops an innovative methodology for forecasting morphological changes in the Ulken Almaty River, applying the DSAS 5.1 extension within ArcGIS and the Kalman filter model. Using satellite images from 2012–2021, the study quantifies erosion and accretion processes and projects channel shifts over 10- and 20-year horizons. The results identify zones of high instability, particularly in the middle and lower reaches, offering critical insights for urban planning, river management, and hazard mitigation in Almaty.

2. Tursyngali M., Mussina A., Rodrigo-Illarri J., Rodrigo-Clavero M.-E., et al. (2023). "Study of temporal changes in the hydrographic network of small mountain rivers in the Ile Alatau, Kazakhstan." *Hydrology Research*, 54(11), 1420–1431.
DOI: <https://doi.org/10.2166/nh.2023.305>



This publication provides a long-term assessment of changes in the hydrographic network of small mountain rivers in the Ile Alatau, using cartographic materials, hydrological observations, and GIS analyses. It documents how climatic variability and urban expansion have reshaped river systems over several decades. By offering a regional-scale perspective, this work lays the foundation for more detailed morphodynamic analyses and supports the dissertation's broader conclusions about environmental impacts on erosion–channel systems.

3. Tursyngali M., Mussina A., Alimkulov S., et al. (2024). "Assessment of the current state and temporal changes of glacial-moraine lakes in the Central and Eastern part of the northern slope of the Ile Alatau, Kazakhstan." *Journal of Water and Land Development*, 63(X–XII), 123–133.

DOI: <https://doi.org/10.24425/jwld.2024.152473>

Although primarily focused on glacial–moraine lakes, this article complements the dissertation by situating fluvial processes within the broader cryospheric and hydrological context of the Ile Alatau. It analyses the formation and transformation of lakes, highlighting associated hazards such as outburst floods, and thus provides upstream insights into drivers of downstream channel evolution.

Taking together, these three publications illustrate the candidate's capacity to generate original and internationally relevant scientific knowledge. They also reflect her ability to collaborate effectively across institutions and countries, producing work that combines regional hydrological expertise with international methodological innovations. The involvement of the foreign supervisor as coauthor further confirms the continuity and quality of the scientific guidance received and the close integration of the dissertation into international research networks.

4. Novelty and Scientific Contribution

The novelty of this dissertation lies in the way it systematically addresses the issue of erosion–channel dynamics in small mountain rivers, a subject that had remained scarcely explored in Kazakhstan despite its great scientific and practical importance. For the first time in the Ile Alatau region, a comprehensive assessment of spatial and temporal changes in erosion–channel systems has been carried out, based on the integration of hydrological monitoring data, cartographic analyses, and satellite imagery. This long-term and multi-source perspective has enabled the candidate to identify patterns previously undocumented, such as the acceleration of channel



instability in response to rising temperatures and changing precipitation regimes, and the increasing role of urbanisation as a driver of morphological change.

Another important contribution is the detailed characterisation of the morphological structure of the Ile Alatau rivers, including the definition of their main components and structural types (conditionally meandering and conditionally braided), established through the use of QI diagrams. The dissertation also refines the determination of channel-filling and channel-forming discharges, allowing for a better understanding of the thresholds that govern erosional and depositional processes in these mountain rivers. By quantifying the relationships between liquid and solid runoff, the work advances scientific understanding of how hydrological regimes directly influence channel morphology.

From a methodological point of view, the dissertation is particularly innovative in its use of advanced GIS-based modelling tools. The application of the DSAS 5.1 extension in ArcGIS, combined with Kalman filter modelling, provides a new way to forecast channel shifts over 10- and 20-year horizons. These forecasts represent a significant step forward, as they generate predictive channel outlines that can be directly used in urban planning, hydraulic engineering, and flood risk management. This predictive component constitutes one of the most original and impactful contributions of the dissertation.

Equally novel is the explicit incorporation of climatic and anthropogenic factors into the analysis of erosion–channel processes. The Kaskelen River case study clearly demonstrates how rising air temperatures, changes in precipitation, and intensified human activities have contributed to greater morphological instability. This integrative approach—linking climate variability, hydrology, sediment transport, and human impact—offers a fresh perspective on the mechanisms that govern river morphodynamics in mountainous urbanised regions.

The scientific contribution of the work goes beyond methodological innovation. The dissertation broadens theoretical understanding of fluvial processes in small mountain rivers, providing insights applicable not only to Kazakhstan but also to other regions of Central Asia and comparable mountain environments worldwide. At the same time, it has strong practical relevance, since its results can guide ecological monitoring, the delineation of water protection zones, the design of protective structures, and the sustainable development of urban areas in the Almaty region. The originality and quality of the research are further confirmed by its publication in respected international journals, coauthored with researchers from leading institutions such as the Universitat Politècnica de València (UPV), ensuring that the work is recognised and validated within the global scientific community.



The dissertation thus makes a dual contribution: it advances scientific knowledge on the drivers and dynamics of erosion–channel systems in mountainous rivers, and it provides innovative tools and forecasts that can support adaptive water management and urban planning under conditions of climate change and human pressure.

5. Methodology and Data

The dissertation employs a rigorous methodological framework that combines hydrological monitoring, statistical analysis, remote sensing, and geoinformation approaches. The analysis is based on an extensive dataset of hydrometeorological observations, including long-term records of liquid and solid runoff, complemented by cartographic materials and high-resolution satellite images covering several decades. The candidate applies recognised statistical techniques to refine the determination of channel-forming and channel-filling discharges, and to establish quantitative relationships between hydrological variables and morphodynamic processes.

Geoinformation systems are used to digitise and represent the outlines of river channels (Kaskelen, Ulken and Kishi Almaty, Talgar, Esik, Turgen), allowing for detailed mapping and spatio-temporal analysis of erosional and depositional processes. Particularly innovative is the application of the DSAS 5.1 extension in ArcGIS, combined with the Kalman filter, to quantify erosion/accretion rates and to produce predictive channel outlines for 10- and 20-year horizons.

This methodological combination—hydrological observation, statistical refinement, GIS-based cartography, and predictive modelling—ensures both the robustness and the originality of the results. It also reflects the international collaborative framework of the research, with methodological contributions from coauthors affiliated with institutions such as the **Universitat Politècnica de València (UPV, Spain)**, thereby guaranteeing alignment with international scientific standards.

6. Results and Discussion

The results of the dissertation reveal profound changes in the erosion–channel systems of the Ile Alatau rivers over recent decades, reflecting both natural climatic variability and increasing anthropogenic pressure from urban development in the Almaty region. By analysing long-term hydrological data, cartographic sources, and satellite imagery, the candidate demonstrates that the morphological stability of small mountain rivers can no longer be assumed under current conditions, as channels are experiencing measurable shifts in form and dynamics.



The first set of findings concerns the long-term transformation of the hydrographic network of the Ile Alatau, as documented in the article published in *Hydrology Research* (2023). The study shows that river systems such as the Kaskelen, Talgar, and Esik have undergone significant morphological adjustments, including channel narrowing, braiding, and lateral migration, largely driven by climatic variability and intensified urban use of floodplains. These changes reflect a combination of erosional and depositional processes that have accelerated in recent decades.

The second line of results focuses on the quantification of morphodynamic processes and their predictive assessment, developed in the article published in *Water* (2025). Using DSAS 5.1 and Kalman filter modelling, the dissertation measures erosion and accretion rates in the Ulken Almaty River between 2012 and 2021 and projects their evolution over 10- and 20-year horizons. The forecasts identify zones of high instability, particularly in the middle and lower reaches, where urban encroachment has increased exposure to flood and erosion hazards. These predictive channel outlines constitute an innovative and practical tool for planning protective infrastructure and urban development.

A complementary perspective is provided by the article in the *Journal of Water and Land Development* (2024), which examines the dynamics of glacial–moraine lakes in the same region. Although centred on cryospheric processes, this research demonstrates the upstream drivers that can trigger downstream channel instability, particularly the risk of glacial lake outburst floods (GLOFs) and their potential to reshape fluvial systems in the Ile Alatau. The integration of these findings into the dissertation underscores the complexity of interactions between climate change, glacial retreat, and channel morphodynamics.

Taken together, the findings indicate that environmental change is reshaping the morphodynamic equilibrium of the Ile Alatau rivers. The evidence of increased channel instability, the acceleration of erosion and accretion processes, and the identification of high-risk zones for future morphological shifts provide a clear picture of the pressures acting on these river systems. The discussion situates these results within the broader scientific literature, showing consistency with international research on mountain river dynamics under climate change, while also emphasising the unique challenges faced by urbanised basins in Kazakhstan.

The dissertation thus provides a robust and multi-layered understanding of the mechanisms that govern erosion–channel systems, linking historical evidence with forward-looking forecasts, and offering a clear scientific basis for the design of adaptive strategies for river management and sustainable urban development in the Almaty region.



7. Practical Significance

The dissertation has clear and direct practical relevance for river basin management and urban planning in Kazakhstan, particularly in the Almaty region. By providing reliable assessments of erosion–channel dynamics and forecasting their evolution under environmental change, the work offers valuable tools for decision-making in a region where rivers are critical both for ecological stability and for the safety of densely populated urban areas. The results can be applied to the design of protective hydraulic structures, the optimisation of stormwater drainage and sewage systems, and the delineation of water protection zones.

Moreover, the findings have implications beyond the local scale. The methodological framework—combining hydrological monitoring, GIS-based cartography, and predictive modelling—can be transferred to other mountainous basins of Central Asia facing similar pressures from climate change and urbanisation. By doing so, the dissertation contributes not only to national but also to regional strategies for reducing flood and erosion hazards and for promoting sustainable development.

In this way, the research successfully bridges the gap between scientific knowledge and practical application, supporting ecological monitoring, hazard prevention, and long-term urban planning under conditions of growing environmental uncertainty.

8. Compliance with Doctoral Requirements

Work fully meets the requirements for degree of Doctor of Philosophy in Hydrology:

- Original scientific contribution.
- International peer-reviewed publications.
- Methodological rigor.
- Practical applicability.

The candidate shows capacity for independent research, teamwork, and international collaboration.

9. Final Recommendation

The dissertation of **Tursyngali Marzhan Nurlankyzy** represents a **substantial and original contribution** to the field of hydrology and fluvial geomorphology, with a particular focus on the erosion–channel systems of the Ile Alatau rivers. The research combines methodological innovation, robust empirical analysis, and practical



recommendations of high relevance for the sustainable management of river basins and urban areas in Kazakhstan and beyond.

I therefore **strongly recommend** the dissertation for public defence and the award of the degree of **Doctor of Philosophy (PhD) in Hydrology**.

Certification

This review is issued by:



María-Elena Rodrigo-Clavero, Ph.D.

Professor of the Hydraulic and Environmental Engineering Department

Polytechnic University of Valencia

marodcla@upv.es

Тұрсынғали Маржан Нурланқызының докторлық диссертациясына пікір

PhD білім беру бағдарламасы: 8D05203–Гидрология

Диссертация тақырыбы: *“Іле Алатауы өзендерінің эрозиялық-арналық жүйелеріне қоршаған орта өзгерістерінің ықпалын зерттеу”*

1. Диссертацияны жалпы бағалау

Диссертация Іле-Алатауының кіші таулы өзендеріндегі эрозиялық-арналық жүйелердің динамикасына арналған, онда бұл жүйелердің табиғи климаттық ауытқуларға да, қоршаған ортаның антропогендік өзгерістеріне де қалай әсер ететіні зерттеледі. Бұл өзендер шағын су жинау алаптарына қарамастан, жергілікті елді мекендерді сумен қамтамасыз ете отырып, биоалуантүрлілікті сақтап, Алматы қаласының тау алды ауданының экологиялық және геоморфологиялық тұрақтылығын қалыптастыра отырып, өңірдің гидрологиялық теңгерімінде айтарлықтай маңызды рөл атқарады. Олар сондай-ақ қалалардың қауіпсіздігімен тікелей байланысты, өйткені олардың морфодинамикалық өзгерістері су тасқыны қаупіне, жағалаулардың эрозиясына және нәсерлі кәріз мен сарқынды сулар инфрақұрылымының сенімділігіне әсер етеді.

Зерттеу өте өзекті, өйткені Іле-Алатауы өзендері мұздықтардың шегінуінің, жауын-шашын мен температуралық режимдердегі жылжулардың, сондай-ақ қарқынды урбанизация қысымының аралас салдарларына жиі ұшырайды. Бұл жүйелерді ғылыми зерттеулердің негізі ете отырып, диссертация табиғи экожүйелерге де, елді мекендерге де қатер төндіретін өзгерістерді жақсы түсіну және алдын ала болжау қажеттілігіне жауап береді.

Бұл жұмыс уақытылы және маңызды болып табылады. Бір жағынан, ол кіші тау өзендерін зерттеу үшін пайдаланылатын теориялық және әдіснамалық құралдарды жетілдіре отырып, гидрология және өзен геоморфологиясы саласындағы ғылыми білімге үлес қосады, бұл Қазақстанда әзірше жеткілікті әзірленбеген сала болып табылады. Екінші жағынан, ол орнықты қалалық және өңірлік жоспарлау үшін практикалық негізді қамтамасыз етеді, мұның су ресурстарын басқару, экологиялық мониторинг және қауіпті болдырмау үшін маңызы бар.

Ұзақ мерзімді гидрологиялық бақылаулардың қашықтықтан зондтау мәліметтерімен, ГАЖ негізінде модельдеу және статистикалық талдаумен интеграциялануының арқасында диссертация таулы жағдайларда өзен арналарында болып жатқан процестерді сипаттау, талдау және болжау үшін кешенді негізді ұсынады. Эмпирикалық мәліметтер мен әдіснамалық инновациялардың бұл үйлесімі ізденушіге тарихи серпінді де, өзендер морфологиясын дамытудың ықтимал болашақ бағыттарын да ескеруге мүмкіндік береді,

бұл жұмысты ғылыми негізделген және іс жүзінде маңызды етеді.

2. Құрылымы мен мазмұны

Диссертациялық жұмыстың құрылымы жақсы ұйымдастырылған, онда зерттеудің мақсаттары мен міндеттері нақты тұжырымдалған, әдіснама, мәліметтерді талдау, нәтижелер мен қорытындылар егжей-тегжейлі сипатталған. Ол эрозия және арналарды қалыптастыру процестері бойынша ғылыми және нормативтік әдебиеттерді жан-жақты шолудан басталады, онда зерттеу халықаралық ғылыми жұмыстар контексінде де, Қазақстанның ерекше жағдайларын ескере отырып да қарастырылады. Бұл бөлімде өзен геоморфологиясының теориялық негіздері ғана емес, халық тығыз қоныстанған және қарқынды урбанизацияға ұшырайтын аудандар арқылы өтетін Іле Алатауы өзендерінде кездесетін практикалық проблемалар да баяндалады.

Эмпирикалық талдау өзендер морфологиясының кеңістіктік және уақытша өзгерістерін бағалау үшін гидрологиялық қатарларды, картографиялық материалдарды және кеңістіктік кескінделі мүмкіндігі жоғары спутниктік суреттерді үйлестіретін кешенді тәсілге негізделген. Ұзақ мерзімді бақылау мәліметтерін және қашықтықтан зондтау материалдарын жүйелі түрде өңдей отырып, ізденуші арна эрозиясының, аккреция мен морфометриялық өзгерістердің процестерін анықтайды. Маңызды әдіснамалық жетістік арна толтырушы және арна қалыптастырушы су өтімдерін орнату, сондай-ақ морфодинамикалық тұрақтылықты түсіну үшін шешуші мәнге ие сұйық және қатты ағынды арасындағы өзара байланыстарды сандық бағалау болып табылады.

Жұмыс сондай-ақ Қаскелең, Үлкен Алматы, Кіші Алматы, Талғар, Есік және Түрген өзендерінің арналарын сандаудан өткізу мен картографиялық бейнелеуді қамтиды. Бұл өзендердің әртүрлі типтері мен геоморфологиялық жағдайлардың кеңістіктік өзгермелілігін дәл бағалауға мүмкіндік береді. ГАЖ (атап айтқанда, DSAS 5.1) және Қалман-фильтрі құралдарын қолдану негізінде 10 және 20 жылдық кезеңге арналардың болжамды сұлбаларын әзірлеудің ерекше маңызы бар. Бұл болжамдар климаттың өзгеруі мен қалалардың жүктемесі жағдайында өзендер морфологиясының қалай дамитыны туралы инновациялық түсінік береді және диссертацияның неғұрлым бірегей үлесінің бірі болып табылады.

Жалпы алғанда, жұмыс зерттеудің эмпирикалық базасын нығайтатын бірқатар суреттермен, кестелермен және карталармен айқын және дәйекті түрде ұсынылған. Ізденуші тұжырымдамалық талдауды, әдіснамалық инновацияларды және қолданбалы перспективаларды дәйекті және ғылыми негізделген түрде үйлестіру қабілетін көрсетеді. Жұмыстың көлемі мен құрылымы докторлық диссертация талаптарына толық сәйкес келеді және нәтижелердің сапасы мен ықпалына үлесқосады.

3. Ғылыми жарияланымдар

Диссертация Scopus және Web of Science (Q1-Q2) индекстелген беделді халықаралық журналдарда жарияланған үш негізгі мақала негізінде қорғалады. Жалпы бұл мақалалар ғылыми дәлелдемелердің тұтас және бірін-бірі толықтыратын ауқымын құрайды. Олар ізденушінің түрлі әдіснамалық тәсілдердің көмегімен күрделі гидрологиялық және геоморфологиялық проблемаларды шешу және беделді халықаралық форумдарда өз зерттеулерінің нәтижелерін ұсыну қабілетін көрсетеді.

Осы диссертацияның ерекшелігі оның жарияланымдарының негізінде жатқан тығыз

халықаралық ынтымақтастық болып табылады. Зерттеулер Валенсия политехникалық университетінің (UPV, Испания) және басқа да шетелдік мекемелердің ғалымдарымен бірлесіп жүргізілді, бұл ізденушінің халықаралық зерттеу желілеріне интеграцияланғанын айқындайды. Осы пікірге қол қойған шетелдік ғылыми кеңесшінің жарияланымның екеуінің қосалқы авторы ретінде қатысуы ерекше мәнге ие, өйткені бұл бүкіл зерттеу процесі бойындағы тұрақты ғылыми тәлімгерлік пен бірлескен жұмыс туралы куәландырады. Бұл халықаралық ынтымақтастық зерттеудің гидрология және өзен геоморфологиясы саласындағы әлемдік стандарттарға сәйкестігін қамтамасыз ете отырып, диссертацияны әдіснамалық тұрғыдан да, тұжырымдамалық тұрғыдан да байытты.

1. Tursyngali M., Mussina A., Duskeyev K., Rodrigo-Illarri J., Rodrigo-Clavero M.-E., Abdullayeva A. (2025). "Forecasting Channel Morphodynamics in the Ulken Almaty River (Ile Alatau, Kazakhstan)." *Water*, 17(13), 2029. DOI: <https://doi.org/10.3390/w17132029>

Бұл мақалада ArcGIS ортасында DSAS 5.1 кеңейтілімін және Қалман-фильтрі моделін пайдалана отырып, Үлкен Алматы өзенінің морфологиялық өзгерістерін болжаудың инновациялық әдіснамасы әзірленді. Ғарыштық түсірілімдер негізінде 2012-2021 жж. үшін зерттеуде эрозия және аккреция процестері сандық тұрғыдан бағаланып, 10 және 20 жылдық кезеңге арнаның өзгерістері болжанған. Нәтижелер әсіресе ортаңғы және төменгі ағыстарда жоғары тұрақсыздық аймақтарын анықтауға мүмкіндік береді, бұл Алматы қаласы үшін қала жоспарлау, өзенді бақылау және қауіптерді төмендету үшін маңызды ақпарат береді.

2. Tursyngali M., Mussina A., Rodrigo-Illarri J., Rodrigo-Clavero M.-E., et al. (2023). "Study of temporal changes in the hydrographic network of small mountain rivers in the Ile Alatau, Kazakhstan." *Hydrology Research*, 54(11), 1420–1431. DOI: <https://doi.org/10.2166/nh.2023.305>

Бұл жарияланымда картографиялық материалдардың, гидрологиялық бақылау мәліметтерінің және ГАЖ талдауының негізінде Іле Алатауының кіші тау өзендерінің гидрографиялық желісіндегі өзгерістердің ұзақ мерзімді бағалануы ұсынылған. Онда климаттық ауытқулар мен қалалық аумақтардың кеңеюі бірнеше онжылдықта өзен жүйелерін қалай өзгерткені расталады. Өңірлік перспективаны ұсына отырып, бұл жұмыс неғұрлым егжей-тегжейлі морфодинамикалық талдаудың негізін қалайды және эрозиялық-арналық жүйелерге қоршаған ортаның әсері туралы диссертацияның жалпы қорытындыларын растайды.

3. Tursyngali M., Mussina A., Alimkulov S., et al. (2024). "Assessment of the current state and temporal changes of glacial-moraine lakes in the Central and Eastern part of the northern slope of the Ile Alatau, Kazakhstan." *Journal of Water and Land Development*, 63(X–XII), 123–133. DOI: <https://doi.org/10.24425/jwld.2024.152473>

Бұл мақалада мұздық-мореналық көлдерге баса назар аударылғанымен, ол Алатау аралының кең криосфералық және гидрологиялық контекстіндегі өзен процестерін қарастыра отырып, диссертацияны толықтырады. Онда көлдердің пайда болуы мен трансформациясы талданады, осыған байланысты серпінді су тасқыны сияқты қауіптер жарықтандырылады және осылайша төменгі ағыстағы арнаның эволюциясына әсер ететін факторлар туралы түсінік беріледі.

Жалпыалғанда осы үш жарияланымізденушінің бірегей және халықаралық деңгейдегі өзекті ғылыми білімді жинақтау қабілетін көрсетеді. Олар сондай-ақ өңірлік гидрологиялық тәжірибе мен халықаралық әдіснамалық инновацияларды ұштастырып, оның әртүрлі мекемелер мен және елдер мен тиімді ынтымақтастық жасау қабілетін көрсетеді. Шетелдік ғылыми кеңесшінің қосалқы автор ретінде қатысуы алынған ғылыми басшылықтың үздіксіздігі мен сапасын, ақ диссертацияның халықаралық зерттеу желілеріне тығыз кірігуін тағы да растайды. сондай-

4. Жаңашылдық және ғылыми үлес

Бұл диссертацияның жаңалығы онда өзен эрозиясы мен өзен арнасының динамикасы проблемасы жүйелі түрде қарастырылып отырғандығында, ол өзінің үлкен ғылыми және практикалық маңыздылығына қарамастан Қазақстанда аз зерттелген деңгейде қалып отыр. Іле-Алатау ауданында алғаш рет гидрологиялық бақылау, картографиялық талдау және ғарыштық түсірілімдер мәліметтерінің интеграциясы негізінде эрозиялық-арналық жүйелердегі кеңістіктік және уақыттық өзгерістерге кешенді бағалау жүргізілді. Мұндай ұзақ мерзімді және көп қырлы әдіс ізденушіге температураның көтерілуі мен жауын-шашын режимінің өзгеруіне жауап ретінде арнаның тұрақсыздығының артуы, сондай-ақ морфологиялық өзгерістер факторы ретінде қалалық аумақтардың өсіп келе жатқан рөлі сияқты бұрын нақтыланбаған заңдылықтарды анықтауға мүмкіндік берді.

Тағы бір маңызды үлес Іле-Алатау өзендерінің QI диаграммаларының көмегімен белгіленген олардың негізгі компоненттері мен құрылымдық типтерін (шартты иректелген және шартты тармақталған) анықтауды қоса алғанда, морфологиялық құрылымының егжей-тегжейлі сипаттамасы болып табылады. Диссертацияда сондай-ақ арнатоқтырушы және қалыптастырушы ағындыны анықтау нақтыланады, бұл осы таулы өзендердегі эрозия мен аккумуляция процестерін анықтайтын сыни мәндерді жақсы түсінуге мүмкіндік береді. Сұйық және қатты ағынды арасындағы өзара байланысты сандық бағалау гидрологиялық режимдердің арнаның морфологиясына қалай тікелей әсер ететіні туралы ғылыми түсінікті тереңдетуге мүмкіндік береді.

Әдіснамалық тұрғыдан алғанда диссертация ГАЗ негізінде модельдеудің озық құралдарын пайдалану тұрғысынан ерекше инновациялық болып табылады. ArcGIS ортасында DSAS 5.1 кеңейтілімін Калман-филтрі көмегімен модельдеу арқылы қолдану 10 және 20 жыл перспективасында арнаның өзгерістерін болжаудың жаңа тәсілін ұсынады. Бұл болжамдар алға маңызды қадам болып табылады, өйткені олар қалалық жоспарлауда, гидротехникалық құрылыста және су тасқыны қауіптерін басқаруда тікелей пайдаланылуы мүмкін арнаның болжамды сұлбаларын береді. Бұл болжамдық құраушы диссертацияның ең бірегей және маңызды үлестерінің бірі болып табылады.

Климаттық және антропогендік факторлардың өзен арнасының эрозиясы мен динамикасын талдауда қарастырылуы да жаңашылдық болып табылады. Қаскелең өзенінің мысалында ауа температурасының көтерілуі, жауын-шашын мөлшерінің өзгеруі және адамның шаруашылық іс-әрекетінің қарқындылығы морфологиялық тұрақсыздықтың ұлғаюына қалай ықпал еткені көрсетілген. Климаттың құбылмалылығын, гидрологияны, тасындылардың тасымалы және антропогендік әсерді байланыстыратын бұл интегративтік тәсіл қалалық аумақтардағы таулы өзендердің морфодинамикасын айқындайтын механизмдерге жаңа көзқарасты ұсынады.

Жұмыстың ғылыми үлесі әдіснамалық инновациялар шеңберінен тыс. Диссертация тек Қазақстанға ғана емес, Орталық Азияның басқа өңірлеріне және бүкіл әлем бойынша салыстырмалы таулыаймақтарда қолданылатын ақпаратты ұсына отырып, кіші таулы өзендердегі арналық процестерді теориялық түсінуді кеңейтеді. Сонымен қатар ол үлкен практикалық мәнге ие, өйткені оның нәтижелері экологиялық мониторинг, су қорғау аймақтарының шекараларын айқындау, қорғанысмақараттарын жобалау және Алматы облысындағы қала аумақтарын тұрақты дамыту үшін басшылыққа алынуы мүмкін. Зерттеудің түпнұсқалығы мен сапасы оның әлемдік ғылыми қоғамдастықта танылуын және расталуын қамтамасыз ететін Валенсия Политехникалық Университеті (UPV) сияқты жетекші мекемелердің зерттеушілерімен бірлесіп беделді халықаралық журналдарда жариялануымен қосымша расталады.

Осылайша, диссертация екі еселенген үлес қосады: ол таулы өзендердегі эрозиялық-арналық жүйелердің факторлары мен динамикасы туралы ғылыми білімді ілгерілетеді және климаттың өзгеруі мен антропогендік жүктеме жағдайында су ресурстарын бейімделген басқаруды және қалалық жоспарлауды қолдайтын инновациялық құралдар мен болжамдарды ұсынады.

5. Әдіснама және мәліметтер

Диссертацияда гидрологиялық бақылау, статистикалық талдау, қашықтықтан зондтау және геоақпараттық тәсілдерді үйлестіретін нақты әдіснамалық негіз пайдаланылады. Талдау бірнеше онжылдықты қамтитын картографиялық материалдармен және кеңістіктік кескінделу мүмкіндігі жлғары ғарыштық суреттермен толықтырылған сұйық және қатты ағындының ұзақ мерзімді қатарларын қоса алғанда, гидрометеорологиялық бақылау мәліметтерінің ауқымды көлеміне негізделген. Ізденуші арна қалыптастырушы және арна толтырушы ағындыны анықтауды нақтылау үшін, сондай-ақ гидрологиялық айналыстар және морфодинамикалық процестер арасындағы сандық өзара байланыстарды орнату үшін кең таралған статистикалық әдістерді қолданады.

Геоақпараттық жүйелер өзен арналарының (Қаскелең, Үлкен Алматы, Кіші Алматы, Талғар, Есік, Түрген) сұлбаларын сандаудан өткізу және ұсыну үшін пайдаланылады, бұл эрозиялық және аккрециялық процестерді картаға түсіру мен кеңістіктік-уақыттық талдауды жүргізуге мүмкіндік береді. Әсіресе, 10 және 20 жылдық кезеңге арналардың болжамды сұлбаларынтұрғызу және эрозия/аккреция жылдамдығын сандық бағалау үшін Калман фильтрімен үйлестірілген ArcGIS ортасында DSAS 5.1 кеңейтілімін қолдану инновациялық шешім болып табылады.

Бұл әдіснамалық комбинация - гидрологиялық бақылау, статистикалық нақтылау, ГАЖ негізіндегі картография және болжамдық модельдеу нәтижелердің сенімділігін де, түпнұсқалығын да қамтамасыз етеді. Ол сондай-ақ Валенсия Политехникалық университеті (Испания) сияқты мекемелермен байланысты қосалқы авторлардың әдіснамалық үлесімен зерттеудің халықаралық коллаборациялық құрылымын көрсетеді, бұл халықаралық ғылыми стандарттарға сәйкестікке кепілдік береді.

6. Нәтижелер және талқылау

Диссертация нәтижелері Іле Алатауы өзендерінің эрозиялық-арналық жүйелеріндегі соңғы онжылдықтардағы табиғи климаттық өзгерістерді де, Алматы облысындағы қалалық даму тарапынан өсіп келе жатқан антропогендік жүктемені де көрсететін терең өзгерістерді көрсетеді. Ұзақ мерзімді гидрологиялық мәліметтерді, картографиялық

материалдар мен ғарыштық суреттерді талдай отырып, ізденуші қазіргі жағдайда кіші таулы өзендердің морфологиялық тұрақсыздығын дәлелдейді, өйткені өзен арналарының пішіні мен динамикасында айтарлықтай өзгерістер орын алады.

Қорытындылардың бірінші жиынтығы *Hydrology Research* (2023) журналында жарияланған мақаланың нәтижелерімен расталғандай, ІлеАлатауы өзендерінің гидрографиялық желісінің ұзақ мерзімді трансформациясына қатысты. Зерттеу Қаскелең, Талғар және Есік сияқты өзен жүйелері, негізінен климаттық ауытқулардан және қалалардың жайылмаларды қарқынды пайдалануынан туындаған арнаның тарылуы, тармақталуы мен бүйірлік ығысуын қоса алғанда, елеулі морфологиялық өзгерістерге ұшырағанын көрсетеді. Бұл өзгерістер соңғы онжылдықта қарқынға ие эрозиялық және аккумуляциялық процестердің үйлесімін көрсетеді.

Нәтижелердің екінші жиынтығы морфодинамикалық процестерді сандық бағалауға және *Water* (2025) журналында жарияланған мақалада әзірленген олардың болжамдық бағалауына шоғырланған. DSAS 5.1 және Калман фильтрінің көмегімен модельдеу арқылы диссертацияда 2012-2021 жылдар аралығындағы Үлкен Алматы өзеніндегі эрозия мен аккумуляция жылдамдығы есептеледі және олардың 10 және 20 жылдық кезеңге өзгерістері болжанады. Болжамдар әсіресе қалалардағы имараттардың су тасқыны мен эрозия қаупіне ұшырауын арттырған орта және төменгі ағыстарда жоғары тұрақсыздық аймақтарын анықтайды. Өзен арнасының бұл болжамды сұлбалары қорғаныс имараттары мен қалалық дамуды жоспарлау үшін инновациялық және практикалық құрал болып табылады.

Қосымша көзқарасты *Journal of Water and Land Development* (2024) мақаласы ұсынады, онда сол аудандағы мұздық-морена көлдерінің динамикасы зерттеледі. Бұл зерттеу криосфералық процестерге негізделгенімен, ол төменгі ағыста арнаның тұрақсыздығын тудыруы мүмкін факторларды, атап айтқанда, мұздық көлдердің (GLOF) жарылуы нәтижесінде су тасқыны қаупін және ІлеАлатауындағы өзен жүйелерін өзгерту үшін олардың әлеуетін көрсетеді. Бұл қорытындыларды диссертацияға енгізу климаттың өзгеруі, мұздықтардың ауытқуы және арнаның морфодинамикасы арасындағы өзара іс-әрекеттің күрделілігін көрсетеді.

Бұл қорытындылар жиынтығында қоршаған ортаның өзгеруі ІлеАлатауы өзендерінің морфодинамикалық тепе-теңдігін өзгертетінін көрсетеді. Арнаның жоғары тұрақсыздығының, эрозия және аккумуляция процестерінің қарқынға ие болуының, сондай-ақ болашақ морфологиялық өзгерістердің жоғары қауіп-қатер аймақтарын анықтаудың дәлелдері осы өзен жүйелеріне әсер ететін жүктемелер туралы нақты түсінік береді. Талқылау барысында бұл нәтижелер кең ауқымды ғылыми әдебиет контекстінде қарастырылады, бұл олардың климаттың өзгеруі жағдайындағы таулы өзендер динамикасының халықаралық зерттеулеріне сәйкестігін көрсетеді, сондай-ақ Қазақстандағы қалалық аумақтардағысу жинау алаптары кездесетін бірегей проблемаларды көрсетеді.

Осылайша, диссертация эрозиялық-арналық жүйелерді реттейтін механизмдерді сенімді және көп деңгейлі түсінуге мүмкіндік береді, тарихи мәліметтерді болашақ болжамдармен байланыстырады және Алматы облысында өзендерді басқару мен тұрақты қалалық дамудың бейімделу стратегияларын әзірлеу үшін нақты ғылыми негіз ұсынады.

7. Тәжірибелік маңызы

Диссертацияның Қазақстандағы, әсіресе Алматы облысындағы өзен алаптарын басқару және қалалық жоспарлау үшін нақты және тікелей практикалық маңызы бар. Эрозия қарқыны мен өзендер арнасын сенімді бағалауды ұсына отырып және қоршаған ортаның өзгеруі жағдайында олардың өзгерістерін болжай отырып, жұмыс өзендер экологиялық тұрақтылық үшін де, халық тығыз орналасқан қалалық аумақтардың қауіпсіздігі үшін де шешуші мәні бар өңірде шешімдер қабылдау үшін бағалы құралдарды ұсынады. Нәтижелер қорғаныс гидротехникалық имараттарын жобалау, нөсер кәрізі мен сарқынды су жүйелерін оңтайландыру кезінде, сондай-ақ су қорғау аймақтарының шекараларын айқындау кезінде қолданылуы мүмкін.

Бұдан басқа, қорытындылар тек жергілікті деңгейде ғана маңызды емес. Гидрологиялық бақылауды, ГАЖ негізіндегі картографияны және болжамды модельдеуді үйлестіретін әдіснамалық негіз климаттың өзгеруіне және урбанизацияға байланысты ұқсас проблемалармен кездесетін Орталық Азияның басқа таулы алаптары үшін қолданылуы мүмкін. Осылайша, диссертация су тасқыны мен эрозия қаупін азайту және орнықты дамуды жақсарту жөніндегі жергілікті ғана емес, өңірлік стратегияларға да үлес қосады.

Осылайша, зерттеу экологиялық мониторингті, қауіптің алдын алуды және артып келе жатқан экологиялық белгісіздік жағдайында ұзақ мерзімді қалалық жоспарлауды дамыта отырып, ғылыми білім мен практикалық қолдану арасындағы алшақтықты тиімді түрде азайтады.

8. Докторантураға қойылатын талаптарды сақтау

Жұмыс гидрология саласындағы философия докторы дәрежесіне қойылатын талаптарға толық сәйкес келеді:

- Бірегей ғылыми үлес.
- Халықаралық рецензияланатын жарияланымдар.
- Әдіснамалық нақтылық.
- Практикалық қолданылуы.

Ізденуші өз бетінше зерттеу, топта жұмыс істеу және халықаралық ынтымақтастық қабілеттілігін көрсетті.

9. Қорытынды ұсыныс

Тұрсынғали Маржан Нурланқызының диссертациясы Іле Алатауы өзендерінің эрозиялық-арналық жүйелеріне ерекше назар аудара отырып, гидрология және өзен геоморфологиясы саласына елеулі және бірегей үлес қосады. Зерттеу Қазақстанда және одан тыс жерлерде өзен алаптары мен қалалық аумақтарды тұрақты басқару үшін үлкен мәні бар әдіснамалық инновацияларды, сенімді эмпирикалық талдауды және практикалық ұсынымдарды үйлестіреді.

Сондықтан мен диссертацияны көпшілік алдында қорғауға және гидрология саласындағы философия докторы (PhD) дәрежесін беруге ұсынамын.

Куәландыру

Осы пікірді жазған:

/Қолы қойылған/ /Мөр бар/

Мария-Елена Родриго-Клаверо, Ph.D.

Валенсия Политехникалық университетінің Гидравлика және
қоршаған орта инженериясы кафедрасының профессоры

marodcla@upv.es