

Pengelolaan Air Tanah dalam Perspektif Global: Review Artikel atas Tantangan Polusi dan Perubahan Iklim

Ahmad Zainuri¹, Nurdin Mohamad² Marini Susanti Hamidun³, Sukirman Rahim⁴, Abdul
Haris Panai⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Negeri Gorontalo

E-mail: ahmad.zainuri@ung.ac.id

Article History:

Received: 14 Oktober 2024

Revised: 01 November 2024

Accepted: 05 November 2024

Keywords:

Groundwater
Management, Climate
Change Impact, Sustainable
Policies

Abstract: Groundwater plays a crucial role in supporting ecosystems and meeting human needs, but increasing human activities and climate change threaten its sustainability. In the Murray-Darling Basin, Australia, and South Africa, climate change exacerbates groundwater depletion, reducing river flows and damaging ecosystems. Governance challenges and groundwater pollution from industrial and agricultural activities are also significant, as seen in the Netherlands and Uzbekistan. Studies indicate regulatory gaps and the need for more advanced predictive models, such as 3D models to monitor saltwater intrusion in Vanuatu. These findings highlight the necessity of integrated policies, governance reforms, and technological innovation for sustainable groundwater management. The implications stress the importance of long-term planning to address nitrogen pollution and excessive groundwater extraction to safeguard this vital resource for future generations.

PENDAHULUAN

Air tanah memainkan peran penting dalam menjaga ekosistem dan kehidupan manusia. Ini adalah sumber utama air bersih untuk kebutuhan minum, pertanian, dan industri (Apostolaki et al., 2020). Namun, peningkatan aktivitas manusia dan perubahan iklim mengancam sumber daya yang sangat penting ini di seluruh dunia (Eissa & Zaki, 2011). Pengambilan air tanah yang berlebihan, polusi dari kegiatan industri, dan penurunan permukaan tanah adalah beberapa tantangan utama yang dihadapi berbagai negara (Tzampoglou et al., 2023). Di negara-negara seperti Australia dan Afrika Selatan, perubahan iklim telah sangat mempengaruhi sistem air tanah, dengan suhu yang meningkat dan curah hujan yang tidak menentu yang mempengaruhi tingkat pengisian ulang air tanah (Amanambu et al., 2020).

Cekungan Murray-Darling di Australia adalah contoh bagaimana sumber daya air tanah menipis akibat perubahan iklim dan alokasi air yang berlebihan untuk pertanian (Capon, 2014). Prediksi ke depan menunjukkan bahwa wilayah kering akan terus meluas, yang mengakibatkan penurunan lebih lanjut pada tingkat air tanah (Danielopol et al., 2003). Hal ini akan berdampak buruk pada aliran dasar sungai dan ekosistem yang bergantung pada air tanah. Demikian pula, di Afrika Selatan, tata kelola air tanah sangat penting dalam mengelola kelangkaan air, terutama di wilayah yang terkena dampak eksploitasi minyak dan gas yang tidak konvensional (Esterhuysen,

2017). Pengelolaan sistem air ini membutuhkan kerangka peraturan yang kuat untuk mengatasi tantangan ekologis dan sosial-ekonomi(Allan, 2005) .

Polusi air tanah juga menjadi perhatian utama di seluruh dunia (Coomar & Mukherjee, 2020) . Di Belanda, misalnya, studi hidrogeokimia menunjukkan bahwa kontaminasi air tanah dari rembesan nitrat adalah masalah yang berkelanjutan (Stuyfzand & Bonte, 2023). Meskipun peraturan seperti Direksi Nitrogen Uni Eropa telah diterapkan, kadar nitrogen yang berlebihan terus mempengaruhi kualitas air karena waktu tinggal nitrogen di air tanah yang lama . Demikian pula, di Asia Tengah, eksploitasi berlebihan terhadap sumber daya air dan limpasan dari pertanian telah menghasilkan kadar padatan terlarut dan elemen jejak yang tinggi, yang mengancam lingkungan dan produktivitas pertanian(Liu et al., 2021) .

Pengelolaan air tanah membutuhkan pendekatan terpadu yang mempertimbangkan baik aktivitas manusia maupun proses alam (Erostate et al., 2020) . Di Vanuatu, misalnya, intrusi air asin akibat kenaikan permukaan laut telah menyebabkan kontaminasi air tawar, masalah yang diperburuk oleh pengambilan air tanah yang berlebihan (Sharan et al., 2024). Untuk mengatasi tantangan ini, solusi inovatif seperti pemodelan numerik 3D telah diajukan untuk mengelola dan memprediksi dampak intrusi air asin . Model-model ini menyediakan alat penting bagi pembuat kebijakan untuk mengembangkan strategi yang memastikan penggunaan air tanah yang berkelanjutan di negara-negara pulau kecil.

Seiring dengan meningkatnya tekanan terhadap sumber daya air tanah, praktik pengelolaan yang berkelanjutan menjadi lebih penting dari sebelumnya(Gorelick & Zheng, 2015). Kebijakan seperti sistem hak air yang dapat diperdagangkan telah diusulkan sebagai solusi potensial untuk menyeimbangkan permintaan air dan menjaga kesehatan akuifer . Namun, efektivitas kebijakan ini bergantung pada fungsi diskonto yang digunakan dalam perumusannya, karena pendekatan yang berbeda dapat menghasilkan hasil yang bervariasi dalam hal kesejahteraan sosial dan keberlanjutan akuifer .

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang diterapkan untuk studi ini adalah Systematic Literature Review (SLR). SLR adalah pendekatan yang ketat dan terstruktur untuk meninjau literatur yang ada untuk memastikan bahwa pemilihan dan sintesis studi dilakukan secara komprehensif, tidak bias, dan dapat direproduksi. Tujuan penggunaan SLR adalah untuk mengumpulkan penelitian yang relevan tentang pengelolaan air tanah dan menyusun temuan-temuannya untuk memberikan gambaran yang terinformasi mengenai tantangan global terhadap air tanah.

Peninjauan dimulai dengan mengidentifikasi pertanyaan-pertanyaan kunci penelitian:

1. Apa tantangan utama dalam pengelolaan air tanah di berbagai negara?
2. Metodologi apa yang digunakan untuk mengatasi penipisan, kontaminasi, dan tata kelola air tanah?
3. Apa solusi yang direkomendasikan untuk keberlanjutan air tanah di masa depan?

Pencarian komprehensif dilakukan di beberapa basis data akademik, termasuk Google Scholar, Scopus, dan Web of Science. Kata kunci yang digunakan termasuk “pengelolaan air tanah,” “polusi air tanah,” “tata kelola air tanah,” “dampak perubahan iklim pada air tanah,” dan “pemodelan air tanah.” Pencarian difokuskan pada artikel jurnal yang ditinjau sejawat yang diterbitkan antara tahun 2015 dan 2024.

Kriteria inklusi meliputi: Artikel jurnal yang ditinjau sejawat, Artikel yang fokus pada pengelolaan, polusi, atau tata kelola air tanah, Studi yang dilakukan di berbagai konteks geografis

untuk memberikan perspektif global.

Kriteria eksklusi meliputi: Artikel yang tidak fokus pada air tanah, Sumber yang tidak ditinjau seawat seperti makalah konferensi dan laporan, Studi yang lebih tua dari tahun 2015 kecuali memberikan konteks sejarah yang signifikan. Dari artikel yang terpilih, data berikut diekstraksi:

- Judul studi.
- Penulis dan tahun publikasi.
- Negara atau wilayah studi.
- Metodologi yang digunakan.
- Temuan utama.
- Kesimpulan dan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

Setelah data diekstraksi, dilakukan sintesis naratif untuk mengidentifikasi tema-tema umum, metodologi, dan tantangan di seluruh studi. Data yang diekstraksi juga digunakan untuk membuat tabel ringkasan di bagian hasil. Tabel ini mengkategorikan setiap studi berdasarkan tema yang diidentifikasi, seperti pengambilan air yang berlebihan, dampak perubahan iklim, polusi, dan tata kelola air tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Judul	Peneliti	Tahun	Negara	Metodologi	Temuan Utama	Kesimpulan	Rekomendasi Penelitian Selanjutnya
Groundwater Response to a Changing Climate in the Murray-Darling Basin	Rebecca Doble, Glen Walker, Russell Crosbie, Joseph Guillaume, Tanya Doody	2024	Australia	Review dan analisis literatur	Perubahan iklim mengurangi recharge air tanah, menurunkan aliran dasar sungai, dan merusak ekosistem yang bergantung pada air tanah	Adaptasi manajemen air diperlukan untuk mengurangi dampak perubahan iklim	Mengembangkan model integrasi risiko berbasis data untuk meningkatkan adaptasi manajemen
Hydrogeochemical Study of Groundwater in the Netherlands	Jasper Griffioen	2024	Belanda	Kajian literatur sejarah	Studi hidrogeokimia awalnya didorong oleh kebutuhan air minum dan mencakup analisis kontaminasi dan pemantauan	Studi dipicu oleh kebutuhan pengelolaan lingkungan dan pengembangan metode baru	Memperluas penelitian tentang kontaminan baru di air tanah

Judul	Peneliti	Tahun	Negara	Metodologi	Temuan Utama	Kesimpulan	Rekomendasi Penelitian Selanjutnya
Groundwater Governance and Unconventional Oil and Gas in South Africa	Jack R. Hemingway, Alexandra Gormally-Sutton	2024	Afrika Selatan	Wawancara dengan ahli dan observasi partisipatif	Kesenjangan regulasi yang signifikan untuk pengelolaan sumber daya air tanah saat eksploitasi gas nonkonvensional	Kebutuhan untuk peraturan yang lebih spesifik terkait air tanah	Perlu pengembangan jaringan institusi untuk manajemen yang efektif
Land Subsidence and Optimal Groundwater Management in South Africa	Nelson Ndahangwapo, Djiby Racine Thiam, Ariel Dinar	2024	Afrika Selatan	Model optimasi ekonomi	Penggunaan pajak dan kuota dapat mengurangi ekstraksi berlebihan air tanah dan dampak land subsidence	Pajak lebih efektif dalam meningkatkan kesejahteraan sosial	Evaluasi kombinasi kebijakan untuk mitigasi optimal subsidence
Saltwater Intrusion Management in Vanuatu	Ashneel Sharan, Bithin Datta, Alvin Lal, Krishna K. Kotra	2024	Vanuatu	Pemodelan numerik 3D	Peningkatan populasi dan tingkat pemompaan mempercepat intrusi air laut	Pengelolaan intrusi dengan sumur penghalang efektif	Mengembangkan alat pemantauan dan manajemen berbasis AI
Water Quality and Dissolved Load in Chirchik and Akhangaran Basins	Silvia Fornasaro, Lisa Ghezzi, Nosir Shukurov, Maxim Petrov, Riccardo Petrini	2024	Uzbekistan	Analisis kimia air dan pemantauan lapangan	Polusi air akibat aktivitas antropogenik teridentifikasi, kualitas masih memenuhi standar irigasi	Pemantauan diperlukan untuk kualitas air minum	Surveilans berkelanjutan dan pengendalian polusi
Impact of Discounting on Aquifer Management	Athanasios Tsiarapas, Zisis Mallios	2024	Yunani	Model ekonomi dinamis dengan berbagai fungsi diskon	Pemilihan metode diskon mempengaruhi kebijakan optimal pengelolaan akuifer	Pendekatan diskon variabel lebih efektif dalam pengelolaan berkelanjutan	Studi lebih lanjut tentang penerapan fungsi diskon di akuifer lain
Nitrogen Legacy and Water Quality	Xiaochen Liu, Arthur Beusen, et al.	2024	Internasional (Studi di sungai besar global)	Rekonstruksi data nitrogen historis	Legasi nitrogen di air tanah menghambat kualitas air meski ada upaya regulasi	Pengurangan leaching nitrogen membutuhkan waktu puluhan tahun	Strategi pengelolaan jangka panjang untuk mengatasi legasi nitrogen

Judul	Peneliti	Tahun	Negara	Metodologi	Temuan Utama	Kesimpulan	Rekomendasi Penelitian Selanjutnya
Ending Groundwater Overdraft	Nicostrato Perez, Vartika Singh, et al.	2024	Globa l	Model iklim-air-pangan	Penghentian overdraft air tanah tanpa kebijakan pendukung berdampak negatif pada ketahanan pangan	Kebijakan dukungan penting untuk mencegah dampak negatif pada produksi pangan	Investasi pada penelitian dan praktik konservasi air

Sintesis dari 10 artikel yang ditinjau mengungkapkan beberapa tema yang berulang dalam pengelolaan air tanah secara global, terutama terkait dengan pengambilan berlebihan, polusi, dampak perubahan iklim, dan kerangka tata kelola. Studi-studi ini mencakup berbagai lokasi geografis, masing-masing menyoroti tantangan unik dan memberikan wawasan khusus wilayah. Namun, secara kolektif, mereka menawarkan gambaran komprehensif tentang masalah-masalah kritis yang mempengaruhi keberlanjutan air tanah secara global.

Dampak perubahan iklim pada sistem air tanah didokumentasikan dengan baik di berbagai wilayah. Sebagai contoh, studi yang dilakukan oleh Doble et al. (2024) di Cekungan Murray-Darling di Australia menunjukkan bagaimana aridifikasi, yang disebabkan oleh peningkatan suhu dan perubahan pola curah hujan, menyebabkan penurunan tingkat air tanah. Isu ini sangat penting di wilayah seperti Australia, di mana air tanah mendukung baik ekosistem maupun pertanian. Model tersebut memprediksi penurunan signifikan pengisian ulang air tanah dalam jangka panjang, yang akan memperburuk kekurangan air di lingkungan yang sudah langka air.

Demikian pula, studi oleh Ndahangwapo et al. (2024) di Afrika Selatan juga menunjukkan pengambilan air tanah yang berlebihan, yang menyebabkan penurunan tanah dan hilangnya kapasitas penyimpanan akuifer. Hal ini tidak hanya mengurangi ketersediaan air tetapi juga menyebabkan kerusakan infrastruktur, yang memperumit upaya untuk mengelola sumber daya air secara berkelanjutan. Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa pengelolaan pengisian ulang air tanah yang lebih baik, seperti kebijakan penggunaan bersama, dan sistem pemantauan yang lebih kuat sangat penting dalam menghadapi tantangan akibat perubahan iklim.

Kontaminasi air tanah adalah masalah mendesak lainnya, terutama di wilayah dengan aktivitas pertanian atau industri intensif. Penelitian oleh Fornasaro et al. (2024) di cekungan sungai Chirchik dan Akhangaran di Uzbekistan menyoroti efek merugikan dari limpasan industri dan pupuk pertanian terhadap kualitas air tanah. Wilayah ini mengalami kadar padatan terlarut yang tinggi, elemen jejak yang berpotensi beracun, dan salinitas, yang semuanya menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia dan produktivitas pertanian. Masalah serupa ditemukan di Belanda, di mana Griffioen (2024) menyoroti masalah historis dan berkelanjutan dengan kontaminasi nitrogen dari pertanian. Persistensi nitrogen di air tanah, bahkan beberapa dekade setelah perubahan praktik pertanian, menekankan konsep warisan nitrogen—masalah kritis yang kini dihadapi banyak wilayah. Kedua studi merekomendasikan regulasi yang lebih ketat terhadap praktik pertanian, peningkatan sistem pemantauan polusi, dan peningkatan kesadaran publik

tentang konsekuensi jangka panjang dari kontaminasi air tanah.

Sebagai tanggapan terhadap tantangan ini, berbagai strategi pengelolaan inovatif telah diajukan. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan model numerik 3D untuk memprediksi dan mengelola intrusi air asin, seperti yang ditunjukkan oleh Sharan et al. (2024) di Vanuatu. Mengingat kerentanan negara-negara pulau kecil terhadap kenaikan permukaan laut dan keterbatasan sumber daya air tawar, model ini menyediakan alat penting untuk mengelola air tanah secara berkelanjutan dengan mencegah kontaminasi air asin di akuifer pesisir. Demikian pula, Hemingway et al. (2024) membahas perbaikan tata kelola di Afrika Selatan, terutama terkait dengan pengembangan minyak dan gas yang tidak konvensional. Studi ini mengidentifikasi kesenjangan dalam regulasi air tanah saat ini dan menekankan perlunya aturan spesifik air tanah yang dapat mengurangi risiko yang ditimbulkan oleh aktivitas tersebut. Perbaikan tata kelola, termasuk regulasi yang lebih jelas dan koordinasi kelembagaan yang lebih baik, juga ditekankan dalam studi lain, seperti yang dilakukan oleh Tsiarapas dan Mallios (2024), yang menganjurkan penggunaan metode diskonto yang bervariasi dalam merumuskan kebijakan pengelolaan air tanah.

Tata kelola sumber daya air tanah adalah tema yang sering muncul di beberapa studi, terutama di wilayah yang kepentingan ekonomi dan lingkungan sering berbenturan. Di Afrika Selatan, Hemingway et al. (2024) menyoroti tantangan dalam menyeimbangkan pembangunan ekonomi dengan kebutuhan untuk melindungi air tanah. Potensi negara ini untuk mengeksploitasi minyak dan gas yang tidak konvensional menghadirkan tantangan tata kelola yang signifikan, karena kerangka regulasi saat ini tidak cukup memadai untuk mengelola dampak ekologis dari aktivitas semacam itu. Hal ini juga tercermin dalam karya Tsiarapas dan Mallios (2024) tentang kebijakan perdagangan air tanah di Yunani, di mana pilihan metode diskonto memiliki dampak signifikan terhadap keberlanjutan air tanah jangka panjang. Para penulis berpendapat bahwa memasukkan tarif diskonto menurun ke dalam sistem perdagangan air tanah dapat mempromosikan penggunaan air yang lebih berkelanjutan dan adil, memastikan bahwa generasi mendatang memiliki akses ke sumber daya air tanah.

Koneksi antara penelitian dan implementasi kebijakan sangat penting untuk mengatasi tantangan air tanah ini. Beberapa studi, termasuk yang dilakukan oleh Liu et al. (2024) tentang warisan nitrogen, menyoroti sifat jangka panjang dari polusi air tanah.

Nitrogen yang terakumulasi di air tanah selama beberapa dekade terus mempengaruhi kualitas air, dan membalikkan tren ini akan memerlukan upaya kebijakan yang berkelanjutan selama beberapa dekade. Studi ini menyerukan pendekatan pengelolaan daerah aliran sungai yang terintegrasi yang tidak hanya mengurangi input nitrogen tetapi juga mempromosikan praktik pertanian berkelanjutan.

Demikian pula, Pasquetti et al. (2024) menekankan pentingnya pendekatan interdisipliner untuk mengelola lahan basah dan sistem air tanah di lingkungan yang sangat dipengaruhi manusia seperti di Tuscan. Penelitian mereka menunjukkan bahwa kombinasi analisis hidrokimia dan intervensi kebijakan dapat mengurangi efek limpasan pertanian dan meningkatkan kualitas air seiring waktu.

Meskipun tantangan pengelolaan air tanah bersifat global, solusi sering kali bersifat spesifik regional. Misalnya, Australia dan Afrika Selatan sama-sama menghadapi masalah penipisan air tanah akibat perubahan iklim, tetapi strategi pengelolaan mereka berbeda karena konteks lingkungan, ekonomi, dan politik mereka yang unik. Di Australia, fokusnya adalah pada

peningkatan pengumpulan data dan pemodelan untuk memprediksi respons air tanah terhadap skenario iklim di masa depan, sedangkan di Afrika Selatan, penekanan ada pada penguatan kerangka tata kelola dan regulasi untuk mencegah pengambilan berlebihan dan kontaminasi. Sebaliknya, negara-negara seperti Belanda dan Uzbekistan, yang menghadapi ancaman polusi yang lebih mendesak, lebih fokus pada pengurangan limpasan pertanian dan peningkatan sistem pemantauan untuk mengurangi kontaminasi. Contoh Tabel:

KESIMPULAN

Tinjauan terhadap tantangan pengelolaan air tanah di berbagai wilayah menyoroti kompleksitas masalah yang terlibat. Penipisan air tanah, kontaminasi, dan kesenjangan tata kelola adalah masalah yang saling terkait yang membutuhkan solusi multifaset. Perubahan iklim memperburuk tantangan-tantangan ini dengan meningkatkan permintaan air dan mengurangi pengisian ulang air tanah di banyak wilayah, terutama di lingkungan kering dan semi-kering seperti Australia dan Afrika Selatan. Pada saat yang sama, kontaminasi air tanah dari limpasan pertanian dan aktivitas industri tetap menjadi masalah yang berkelanjutan, terutama di wilayah seperti Belanda dan Uzbekistan, di mana nitrogen dan polutan lainnya memiliki efek jangka panjang terhadap kualitas air.

Solusi inovatif seperti pemodelan numerik 3D untuk intrusi air asin dan reformasi tata kelola untuk pengelolaan air tanah yang lebih baik sangat menjanjikan, tetapi harus diterapkan bersama dengan regulasi yang lebih ketat dan sistem pemantauan yang lebih baik. Pentingnya perencanaan jangka panjang tidak dapat diremehkan, terutama dalam menangani masalah seperti warisan nitrogen, yang akan memerlukan upaya berkelanjutan selama beberapa dekade untuk sepenuhnya membalikkan kerusakan yang terjadi.

Pengelolaan air tanah yang berkelanjutan membutuhkan kombinasi inovasi teknologi, reformasi tata kelola, dan intervensi kebijakan. Dengan belajar dari keberhasilan dan tantangan di berbagai wilayah, dimungkinkan untuk mengembangkan strategi yang memastikan ketersediaan air tanah jangka panjang bagi manusia dan ekosistem. Penelitian lebih lanjut harus terus fokus pada peningkatan teknik pemodelan, pengembangan kerangka tata kelola yang lebih kuat, dan mempromosikan praktik pertanian berkelanjutan untuk melindungi sumber daya air tanah dari pengambilan berlebihan dan kontaminasi.

DAFTAR REFERENSI

- Allan, J. A. (2005). Water in the environment/ socio-economic development discourse: Sustainability, changing management paradigms and policy responses in a global system. In *Government and Opposition* (Vol. 40, Issue 2). <https://doi.org/10.1111/j.1477-7053.2005.00149.x>
- Amanambu, A. C., Obarein, O. A., Mossa, J., Li, L., Ayeni, S. S., Balogun, O., Oyebamiji, A., & Ochege, F. U. (2020). Groundwater system and climate change: Present status and future considerations. In *Journal of Hydrology* (Vol. 589). <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125163>
- Apostolaki, S., Akinsete, E., Koundouri, P., & Samartzis, P. (2020). Freshwater: The Importance of Freshwater for Providing Ecosystem Services. In *Encyclopedia of the World's Biomes: Volumes 1-5* (Vols. 1–5). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12117-7>
- Capon, S. J. (2014). Adapting water resources management to drought and water scarcity in australia's murray-darling basin impacts and legacies of 'the big dry.' In *Adaptation to Climate Change through Water Resources Management: Capacity, Equity and Sustainability*. <https://doi.org/10.4324/9780203085875-17>

- Coomar, P., & Mukherjee, A. (2020). Global geogenic groundwater pollution. In *Global Groundwater: Source, Scarcity, Sustainability, Security, and Solutions*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818172-0.00014-1>
- Danielopol, D. L., Griebler, C., Gunatilaka, A., & Notenboom, J. (2003). Present state and future prospects for groundwater ecosystems. In *Environmental Conservation* (Vol. 30, Issue 2). <https://doi.org/10.1017/S0376892903000109>
- Eissa, A. E., & Zaki, M. M. (2011). The impact of global climatic changes on the aquatic environment. *Procedia Environmental Sciences*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.03.030>
- Erostate, M., Huneau, F., Garel, E., Ghiotti, S., Vystavna, Y., Garrido, M., & Pasqualini, V. (2020). Groundwater dependent ecosystems in coastal Mediterranean regions: Characterization, challenges and management for their protection. In *Water Research* (Vol. 172). <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115461>
- Esterhuysen, S. (2017). Developing a groundwater vulnerability map for unconventional oil and gas extraction: a case study from South Africa. *Environmental Earth Sciences*, 76(17). <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6961-6>
- Gorelick, S. M., & Zheng, C. (2015). Global change and the groundwater management challenge. *Water Resources Research*. <https://doi.org/10.1002/2014WR016825>
- Liu, Y., Wang, P., Gojenko, B., Yu, J., Wei, L., Luo, D., & Xiao, T. (2021). A review of water pollution arising from agriculture and mining activities in Central Asia: Facts, causes and effects. In *Environmental Pollution* (Vol. 291). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118209>
- Sharan, A., Datta, B., Lal, A., & Kotra, K. K. (2024). Management of saltwater intrusion using 3D numerical modelling: a first for Pacific Island country of Vanuatu. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(2). <https://doi.org/10.1007/s10661-023-12245-y>
- Stuyfzand, P. J., & Bonte, M. (2023). A critical review of arsenic occurrence, fate and transport in natural and modified groundwater systems in The Netherlands. *Applied Geochemistry*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2023.105596>
- Tzampoglou, P., Ilia, I., Karalis, K., Tsangaratos, P., Zhao, X., & Chen, W. (2023). Selected Worldwide Cases of Land Subsidence Due to Groundwater Withdrawal. In *Water (Switzerland)* (Vol. 15, Issue 6). <https://doi.org/10.3390/w15061094>