نقش یکپارچه مهندسی عمران، معماری و طراحی شهری در احیای پایدار دریاچه ارومیه؛ ارائه یک چهارچوب بین رشته‌ای

عیسی بیتی آیدنلو[1*]، ندا پورصمد آیدنلو[2]
[1] کارشناسی ارشد معماری، مؤسسه آموزش عالی آئین کمال ارومیه، طراح و ناظر، عضو سازمان نظام مهندسی ساختمان استان آذربایجان غربی
[2] کارشناسی حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه
*eisa.beyti@gmail.com

اقدامات احیایی گذشته عمدتاً بر مدیریت منابع آب و بخش کشاورزی متمرکز بوده است.

۱- چکیده

فروپاشی اکوسیستم دریاچه ارومیه به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین فجایع زیست‌محیطی خاورمیانه، پیامدهای گسترده‌ای در پی داشته است. اگرچه اقدامات احیایی گذشته عمدتاً بر مدیریت منابع آب و بخش کشاورزی متمرکز بوده، اما دستیابی به پایداری بلندمدت مستلزم رویکردی یکپارچه و چندرشته‌ای است. این پژوهش با روش توصیفی-تحلیلی و با استفاده از داده‌های ثانویه و تحلیل سیستمی به بررسی نقش مکمل و حیاتی سه رشته مهندسی عمران، معماری و طراحی شهری در احیای دریاچه ارومیه می‌پردازد. یافته‌ها نشان می‌دهد که مهندسی عمران از طریق پروژه‌های زیرساختی (نظیر انتقال بین‌حوضه‌ای آب، سامانه‌های آبخیزداری و سازه‌های مهندسی شده مهار ریزگردهای نمکی، اسکلت فنی عملیات احیا را فراهم می‌کند. در مقیاس خرد، مهندسی معماری با به‌کارگیری اصول طراحی پایدار و بومی‌گرا، سامانه‌های بازیافت آب خاکستری و معماری منظر کم‌مصرف (Xeriscaping[1])، پوسته انسانی سازگار با محیط‌زیست را ایجاد می‌نماید. در مقیاس کلان، طراحی و برنامه‌ریزی شهری با پیاده‌سازی اصول شهر حساس به آب (Water-Sensitive Urban[2])، برنامه‌ریزی برای تاب‌آوری اقتصادی-اجتماعی و ایجاد کمربندهای سبز، رگ‌های حیاتی جامعه را برای تطبیق با شرایط جدید بازطراحی می‌کند. این مقاله نتیجه می‌گیرد که احیای پایدار دریاچه ارومیه تنها در سایه همگرایی این سه حوزه و خلق یک چهارچوب بین‌رشته‌ای میسر خواهد بود و می‌تواند به‌عنوان الگویی برای سایر اکوسیستم‌های آسیب‌دیده جهان به کار رود.

۲- مقدمه

دریاچه ارومیه، به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه داخلی ایران و یکی از بزرگ‌ترین دریاچه‌های آب‌شور جهان، در چند دهه اخیر با بحران بی‌سابقه‌ای مواجه شده است[۸]. کاهش تراز آب و خشک شدن بخش عظیمی از مساحت آن، نه‌تنها یک فاجعه زیست‌محیطی، بلکه یک بحران چندبعدی با پیامدهای ویرانگر برای اکوسیستم منطقه، سلامت عمومی، کشاورزی و معیشت ساکنان محسوب می‌شود[۳]. طوفان‌های نمکی ناشی از این پدیده، زندگی میلیون‌ها نفر در استان‌های همجوار را تحت تأثیر قرار داده است.

تغییرات اقلیمی در ارومیه نیز به‌عنوان یک پدیده جهانی، تأثیرات خود را در این منطقه نشان می‌دهد. برخی از تغییرات اقلیمی که ممکن است در ارومیه اتفاق بیفتد عبارتند از:

۲-۱- افزایش دما

از جمله اثرات تغییرات اقلیمی در ارومیه می‌توان به افزایش دما اشاره کرد. این افزایش ممکن است منجر به تغییرات در فصول و دماهای متوسط سالانه شهر شود.

۲-۲- کاهش بارش

تغییرات اقلیمی ممکن است باعث کاهش بارش‌های منطقه شده و در نتیجه مشکلاتی همچون کمبود آب و کاهش تولید محصولات کشاورزی را به همراه داشته باشد.

۲-۳- افزایش تعداد روزهای گرم

تغییرات اقلیمی ممکن است باعث افزایش تعداد روزهای گرم و گرم‌تر شدن فصل تابستان در ارومیه شود.

۲-۴- افزایش بادهای شدید

تغییرات اقلیمی ممکن است باعث افزایش بادهای شدید و وزش زمستانی در این منطقه شود که می‌تواند منجر به مشکلاتی برای کشاورزی و اقتصاد محلی شود.

۲-۵- تأثیر بر منابع طبیعی

تغییرات اقلیمی ممکن است تأثیرات جدیدی بر منابع طبیعی ارومیه داشته باشد، از جمله تغییرات در تراکم جنگل‌ها، میزان آب‌های زیرزمینی و تغییرات در تنوع زیستی[۲].

در پاسخ به این بحران، ستاد احیای دریاچه ارومیه

دریاچه ارومیه، به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه داخلی ایران و یکی از بزرگ‌ترین دریاچه‌های آب‌شور جهان، در چند دهه اخیر با بحران بی‌سابقه‌ای مواجه شده است.

جدول ۱- خلاصه راهکارهای مهندسی عمران و کارکرد آنها

راهکار	کارکرد اصلی	مقیاس اجرا	چالش‌های کلیدی
انتقال بین حوضه‌ای آب	تأمین آب پایه برای دریاچه	کلان / منطقه‌ای	هزینه بالا، پیامدهای زیست‌محیطی در حوضه مبدأ
سازه‌های آبخیزداری	تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و کنترل فرسایش	میانی (حوضه‌های آبخیز)	نیاز به مشارکت جوامع محلی، نگهداری مستمر
سازه‌های مهار نمک	کاهش مخاطرات زیست‌محیطی و بهداشتی	خرد (اطراف شهرها و مزارع)	مقیاس وسیع مورد نیاز، تأثیرپذیری از باد

راهکارهایی را عمدتاً در حوزه‌های هیدرولوژی، کشاورزی و زیست‌شناسی (مانند انتقال آب، اصلاح الگوی کشت و کنترل گونه‌های مهاجم) متمرکز کرده است (طرح جامع احیای دریاچه ارومیه در ۱۳۹۳). اگرچه این اقدامات ضروری هستند، اما نادیده گرفتن نقش علوم فنی-مهندسی و طراحی، به‌ویژه در ابعاد انسانی و شهری بحران، می‌تواند به راه‌حل‌های ناپایدار و صرفاً فنی بینجامد. این مقاله با پر کردن این شکاف، در پی پاسخ به این سؤال اصلی است که «مهندسی عمران، معماری و طراحی شهری چگونه می‌توانند به صورت همگرا و مکمل، به احیای پایدار دریاچه ارومیه و ایجاد تاب‌آوری در جوامع پیرامونی آن کمک کنند؟»

۳- بررسی ابعاد مختلف بحران دریاچه ارومیه

مطالعات صورت‌یافته بحران دریاچه ارومیه را می‌توان به چند دسته تقسیم کرد:

- مطالعات هیدرو-کلیماتولوژی که بر عوامل طبیعی و انسانی خشک‌شدن دریاچه تمرکز دارند[۱۱و۱۲]
- مطالعات اجتماعی-اقتصادی که به پیامدهای بحران و راهکارهای مدیریتی می‌پردازند[۱۰]
- مطالعات زیست‌محیطی که بر احیای اکولوژیک تأکید می‌کنند.

با اینحال، تحقیقات معدودی به‌صورت نظام‌مند به نقش طراحی‌های مهندسی و شهری در این زمینه پرداخته‌اند. مواردی هستند که بر لزوم رویکرد بین‌رشته‌ای تأکید کرده‌اند[۵]، اما چهارچوب عملیاتی ارائه نداده‌اند.

در این مطلب با تلفیق نظریه‌های طراحی پایدار[۷]، برنامه‌ریزی شهری حساس به آب [۹] و مهندسی عمران محیط‌زیست، در صدد ارائه چنین چهارچوبی است. احیای یک اکوسیستم پیچیده نیازمند هماهنگی بین سخت‌افزار (زیرساخت‌های فنی)، نرم‌افزار (الگوهای رفتاری و اقتصادی) و ساخت‌افزار (کالبد فضاهای زیستی) است.

۴- نقش مهندسی عمران، معماری و برنامه‌ریزی شهری

۴-۱- نقش مهندسی عمران: مهندسی زیرساخت‌های حیاتی آب (ارائه اسکلت فنی)

مهندسی عمران با ارائه راه‌حل‌های سازه‌ای، بنیان فنی پروژه احیا را تشکیل می‌دهد.

- سامانه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای: پروژه‌های عظیم مانند انتقال آب از رودخانه زاب، نیازمند طراحی دقیق خطوط لوله، تونل‌ها و ایستگاه‌های پمپاژ با ملاحظات زیست محیطی می‌باشند. تحلیل هزینه-فایده و ارزیابی زیست‌محیطی این پروژه‌ها برای جلوگیری از ایجاد بحران در حوضه مبدأ، امری ضروری است.
- سازه‌های آبخیزداری و آبخوانداری: احداث بندهای خاکی، گابیون و آبندها در بالادست حوضه آبریز، باعث کنترل سیلاب، نفوذ آب به سفره‌های زیرزمینی و کاهش رسوب‌گذاری می‌شود[۶]. داده‌های فرضی نشان می‌دهد که اجرای این سازه‌ها در ۲۰ درصد از حوضه‌های آبخیز می‌تواند تا ۱۵ درصد از رواناب سطحی را مهار و به تغذیه آب‌های زیرزمینی هدایت کند.
- سازه‌های مهار طوفان‌های نمکی: طراحی و اجرای دیوارها و بادشکن‌های مهندسی‌شده برای محافظت از سکونتگاه‌های انسانی و اراضی کشاورزی در برابر هجوم ریزگردهای نمکی یک ضرورت فوری است. این سازه‌ها می‌توانند به صورت تلفیقی با کشت گیاهان شورپسند (Halophytes۳) طراحی شوند تا هم پایداری

مهندسی عمران اسکلت را بسازد، معماری بر آن پوستهٔ انسانی و زیست‌محیطی بکشد و طراحی شهری رگ‌های حیاتی آن را به جریان اندازد.

از جمله اثرات تغییرات اقلیمی در ارومیه می‌توان به افزایش دما اشاره کرد.

جدول ۲- ماتریس همکاری بین‌رشته‌ای و خروجی‌های مورد انتظار

حوزه اقدام	مهندسی عمران	مهندسی معماری	طراحی شهری	خروجی نهایی یکپارچه
مدیریت آب	خط لوله انتقال آب	سامانه بازیافت آب خاکستری	شبکه ذخیره آب باران (WSUD۲)	کاهش ۶۰ درصد فشار بر منابع آب شیرین
مقابله با ریزگرد	دیواره‌های مهندسی شده	محوطه‌سازی با گیاهان بومی	کمربندهای سبز شهری	کاهش ۵۰ درصد غلظت ریزگرد در شهرها
تاب‌آوری انرژی	-	طراحی غیرفعال خورشیدی	توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی	کاهش ۳۵ درصد مصرف انرژی سرانه

بیشتری داشته باشند و هم در بلندمدت هزینه‌های نگهداری را کاهش دهند.

۴-۲- نقش مهندسی معماری: خلق فضاهای سازگار با کم‌آبی (طراحی پوسته انسانی)

معماری در مقیاس ساختمان، مصرف منابع را بهینه کرده و فشار بر محیط‌زیست را کاهش می‌دهد.

- بازگشت به معماری بومی: به‌کارگیری اصولی مواردی چون حیاط مرکزی، بادگیر و استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا (مانند خشت و آجر) که به تعدیل دما می‌پردازند[۷]. شبیه‌سازی‌های انرژی نشان می‌دهد که این استراتژی‌ها می‌توانند نیاز سالانه ساختمان به انرژی برای سرمایش را تا ۴۰ درصد کاهش دهند.
- سامانه‌های بازیافت آب خاکستری: طراحی ساختمان‌ها به گونه‌ای که آب حاصل از شستشو (سینک، حمام) جمع‌آوری، تصفیه و برای مصارف غیرآشامیدن (توالت و آبیاری) مورد استفاده مجدد قرار گیرد. یک سیستم پیشرفته می‌تواند تا ۵۰ درصد از مصرف آب شرب یک خانوار را کاهش دهد.
- معماری منظر کم‌مصرف(Xeriscaping۱): جایگزینی چمن‌های پرآب‌بر با گیاهان بومی و مقاوم به کم‌آبی و شوری (Halophytes۳) که علاوه‌بر صرفه‌جویی آب، هویت اکولوژیک منطقه را احیا می‌کنند[۱]. این روش می‌تواند نیاز آبی فضای سبز را تا ۷۵ درصد نسبت به چمن معمولی کاهش دهد.

۴-۳- نقش طراحی و برنامه‌ریزی شهری: بازطراحی بستر انسانی بحران (بازپیوند رگ‌های حیاتی)

این رشته با مدیریت کلان‌شهری، الگوی توسعه را اصلاح می‌کند.

- شهر حساس به آب (WSUD۲): این پارادایم، آب را در کانون طراحی شهری قرار می‌دهد. ایجاد شبکه‌های ذخیره و نفوذ آب باران (مانند حوضچه‌های تبخیری-نفوذی)، توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی و کاهش سطوح نفوذناپذیر از ارکان آن است[۹]. برنامه‌ریزی برای نفوذپذیری سطوح می‌تواند تا ۳۰ درصد از رواناب شهری را کاهش دهد.
- برنامه‌ریزی برای تاب‌آوری اقتصادی: تنوع‌بخشی به اقتصاد منطقه و حرکت به سمت اقتصادهای کم‌آب‌بر مانند اکوتوریسم تخصصی (پرنده‌نگری و زمین‌گردشگری)، صنایع دستی و کشاورزی با ارزش افزوده بالا. این انتقال نیازمند ایجاد زیرساخت‌های اجتماعی و فیزیکی جدید است.
- ایجاد کمربندهای سبز و کریدورهای تهویه: طراحی کمربندهای گیاهی متشکل از گونه‌های مقاوم به شوری (مانند درخت گز) که در اطراف شهرهای اصلی به‌عنوان یک سد طبیعی در برابر طوفان‌های نمک عمل خواهد کرد. عرض و تراکم این کمربندها باید بر اساس مدل‌های رایانه‌ای انتشار گرد و غبار به دقت طراحی شوند.

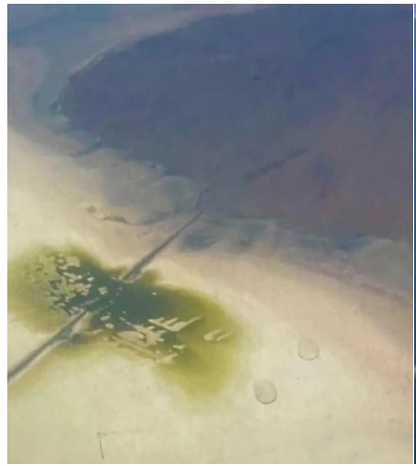
۵- جمع‌بندی

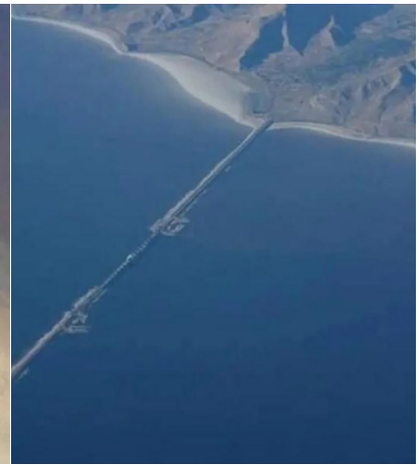
مواجهه با بحران پیچیده دریاچه ارومیه، مستلزم خروج از رویکردهای تک‌بعدی و اتخاذ یک چشم‌انداز بین‌رشته‌ای می‌باشد.

۱) مهندسی عمران با مهندسی زیرساخت‌ها، بستر فنی و امکان‌پذیر بودن احیا را فراهم می‌سازد.

۲) مهندسی معماری با طراحی ساختمان‌ها

جایگزینی چمن‌های پرآب‌بر با گیاهان بومی و مقاوم به کم‌آبی و شوری علاوه‌بر صرفه‌جویی آب، هویت اکولوژیک منطقه را احیا می‌کنند.





یک سیستم پیشرفته می‌تواند تا ۵۰ درصد از مصرف آب شرب یک خانوار را کاهش دهد.

و محوطه‌های پایدار، مصرف آب و انرژی را در مقیاس خرد بهینه کرده و الگوهای زندگی سازگار با کم‌آبی را ترویج می‌کند.

۳) طراحی شهری با بازتعریف الگوی توسعه کلان‌شهر و منطقه، تاب‌آوری سیستم شهری را افزایش داده و اقتصاد منطقه را به سمت پایداری سوق می‌دهد.

احیای واقعی و پایدار دریاچه ارومیه زمانی محقق می‌شود که این سه جریان به‌صورت هماهنگ و همگرا عمل کنند؛ به‌گونه‌ای که مهندسی عمران اسکلت را بسازد، معماری بر آن پوستهٔ انسانی و زیست‌محیطی بکشد و طراحی شهری رگ‌های حیاتی آن را به جریان اندازد.

۶- پی‌نوشت

۱- منظرپردازی خشک

۲- شهر حساس به آب

۳- گیاهان هالوفیت که در خاک شور رشد می‌کنند

۷- مراجع

[۱] اسماعیل‌زاده، ع. (۱۳۹۸). کاربرد گیاهان شورپسند در طراحی منظر پایدار. اولین کنفرانس ملی معماری و منظر شهری پایدار، تهران.

[۲] بیتی آیدنلو، عیسی و پورصمد آیدنلو، ندا، ۱۴۰۳، پایداری اقلیمی در معماری شهرک‌های صنعتی ارومیه راهکارها و ابزارهای هوشمند برای مقابله با تغییرات اقلیمی، دومین کنفرانس بین‌المللی تحقیقات پیشرفته در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی،. https://civilica.com/doc/۲۱۲۱۱۵۵

[۳] حسینی‌زاده، س. م.، دلبری، ا.، و محمدی، ج. (۱۳۹۷). تحلیل عوامل انسانی موثر در خشک شدن دریاچه ارومیه. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۵۰۴، ۸۷۹-۸۹۵.

[۴] طرح جامع احیای دریاچه ارومیه. (۱۳۹۳). دفتر برنامه‌ریزی و تلفیق ستاد احیای دریاچه ارومیه. تهران.

[۵] زنجانی، ح.، و مهدوی، ف. (۱۳۹۹). رویکردی بین‌رشته‌ای به بحران محیط‌زیست: مطالعه موردی دریاچه ارومیه. فصلنامه مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی، ۱،۱۲۱-۲۸.

[۶] قدوسی، ج.، وفاخواه، م.، و مرادی، ح. ر. (۱۳۹۵). ارزیابی اثرات آبخیزداری بر تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۳۲، ۱۷۹-۱۹۹.

[۷] نقره‌کار، ع. ۱۳۹۰. مبانی نظری معماری پایدار. انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

[۸] AghaKouchak, A., Norouzi, H., Madani, K., Mirchi, A., Azarderakhsh, M., Nazemi, A., ... & Hasanzadeh, E. (2015). Aral Sea syndrome desiccates Lake Urmia: Call for action. Journal of Great Lakes Research, 41(1), 307–311.

[۹] Ferguson, B.C., Brown, R.R., & Deletic, A. (2013). A diagnostic framework for assessing water-sensitive urban design. Built Environment, 39(1), 10–24.

[۱۰] Hassanzadeh, E., Zarghami, M., & Hassanzadeh, Y. (2012). Determining the main factors in declining the Urmia Lake level by using system dynamics modeling. Water Resources Management, 26(1), 129–145.

[۱۱] Tourian, M. J., Elmi, O., Chen, Q., Devaraju, B., Roohi, S., & Sneeuw, N. (2015). A spaceborne multisensor approach to monitor the desiccation of Lake Urmia in Iran. Remote Sensing of Environment, 156, 349–360.

[۱۲] Zarghami, M. (2011). Effective watershed management; Case study of Urmia Lake, Iran. Lake and Reservoir Management, 27(1), 87–94.