

# Rereading the Theory of Matter in Architecture: From Neutral Objecthood to Dynamic Agency; The Intersection of Historical Materialism and Neomaterialist Frameworks

1. Elham Salehi<sup>1</sup>: Department of Architecture, Sar.C., Islamic Azad University, Sari, Iran

2. Faezeh Ghaffari<sup>1\*</sup>: Department of Architecture, Sar.C., Islamic Azad University, Sari, Iran.

3. Maryam Shabak<sup>1</sup>: Department of Architecture, Sar.C., Islamic Azad University, Sari, Iran

\*Corresponding Author's Email Address: faezeh.ghaffari@iau.ac.ir

**How to Cite:** Salehi, E., Ghaffari, F., & Shabak, M. (2026). Rereading the Theory of Matter in Architecture: From Neutral Objecthood to Dynamic Agency; The Intersection of Historical Materialism and Neomaterialist Frameworks. *Manifestation of Art in Architecture and Urban Engineering*, 4(1), 1-22.

---

## Abstract:

Through a critical rereading of the theory of matter in architecture, this discourse emphasizes that the concept of neutral matter in the dominant discourse is not an inherent quality of materials, but rather the rigid outcome of epistemological and institutional regimes; systems that reduce the material body to an abstract and interchangeable unit, and systematically exclude the history of extraction, labor relations, the fluidity of circulation, and the temporalities of decay and afterlives from the realm of architectural explanation. In response to the necessity of moving beyond the schism between historical materialism and new materialism, the article presents the Dialectical Model of Mediated Material Agency (DMAM) as an explanatory engine. This model redefines agency as the causal efficacy of materials, and mediation as the institutional processes that activate, constrain, or direct that efficacy throughout all stages of the life cycle. In the operational phase, through the Mediated Agency Protocol (HMAP), this theoretical apparatus is transformed into a replicable research methodology that encompasses stages such as stabilizing system boundaries, identifying material capacities, mapping mediating constructs, and coding evidence along the sixfold mechanisms of M1 to M6. The final output of this method is the formulation of comparable mechanistic profiles that expose material neutrality as a systematic pattern of exclusion and elevate agency from the level of metaphor to traceable causal consequences. Thus, architecture transcends the mere realm of object production and attains the status of managing historical-material chains of consequence.

**Keywords:** Neutral matter, Dynamic agency, Historical materialism, Neomaterialism.

---

Received: 15 December 2025

Revised: 08 March 2026

Accepted: 17 March 2026

Published: 21 March 2026



# بازخوانی نظریه ماده در معماری: از شیئت خشتی تا عاملیت پویا؛ تلاقی ماتریالیسم تاریخی و چارچوب‌های نئوماتریالیستی

۱. الهام صالحی<sup>id</sup>: گروه معماری، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

۲. فائزه غفاری<sup>id</sup>: گروه معماری، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران. (نویسنده مسئول)

۳. مریم شباک<sup>id</sup>: گروه معماری، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

\*پست الکترونیک نویسنده مسئول: faezeh.ghaffari@iau.ac.ir

نحوه استناددهی: صالحی، الهام، غفاری، فائزه، و شباک، مریم. (۱۴۰۵). بازخوانی نظریه ماده در معماری: از شیئت خشتی تا عاملیت پویا؛ تلاقی ماتریالیسم تاریخی و چارچوب‌های نئوماتریالیستی. تجلی هنر در معماری و شهرسازی، ۴(۱)، ۲۲-۱.

## چکیده

این گفت‌وگو با بازخوانی انتقادی نظریه ماده در معماری، بر این نکته تأکید می‌ورزد که انگاره‌ی ماده خشتی در گفتمان غالب، نه کیفیتی ذاتی برای مصالح، بلکه برآیند صلب رژیم‌های معرفتی و نهادی است؛ نظام‌هایی که کالبد مادی را به واحدی انتزاعی و جایگزین‌پذیر تقلیل داده و به‌طور نظام‌مند، تاریخ استخراج، مناسبات کار، سیالیت گردش و زمان‌مندی‌های زوال و پساوندگی را از ساحت تبیین معماری طرد می‌کنند. در پاسخ به ضرورت عبور از گسست میان ماتریالیسم تاریخی و نئوماتریالیسم، مقاله مدل دیالکتیکی عاملیت مادی میانجی‌گری‌شده (DMAM) را به مثابه یک موتور تبیینی ارائه می‌دهد. این مدل، عاملیت را در قامت کارایی علی مواد و میانجی‌گری را در قالب فرآیندهای نهادی فعال‌ساز، مهارکننده یا جهت‌دهنده به آن کارایی در طول تمامی مراحل چرخه‌ی حیات بازتعریف می‌کند. در گام عملیاتی، از طریق پروتکل عاملیت میانجی‌گری‌شده (HMAP)، این دستگاه نظری به یک روش‌شناسی پژوهشی تکرارپذیر بدل می‌گردد که مراحل چون تثبیت مرزهای سیستم، شناسایی ظرفیت‌های مادی، ترسیم سازه‌های میانجی‌گر و کدگذاری شواهد در امتداد سازوکارهای شش‌گانه‌ی M۱ تا M۶ را در بر می‌گیرد. خروجی نهایی این روش، صورت‌بندی پروفایل‌های سازوکاری مقایسه‌پذیری است که بی‌طرفی مادی را به مثابه یک الگوی حذفی منظم افشا کرده و عاملیت را از سطح استعاره به پیامدهای علی‌رذیابی‌پذیر ارتقا می‌دهد. بدین‌سان، معماری از ساحت صرف تولید ابژه فراتر رفته و به مقام مدیریت زنجیره‌های تاریخی-مادی پیامد دست می‌یابد.

کلیدواژه‌گان: ماده خشتی، عاملیت پویا، ماتریالیسم تاریخی، نئوماتریالیسم.

تاریخ دریافت: ۲۴ آذر ۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۷ اسفند ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۶ اسفند ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۱ فروردین ۱۴۰۵



گفتمان معماری در فرآیند قوام و تثبیت تاریخی خویش، بر پیش فرضی بنیادین اما غالباً ناگفته استوار گشته است: انگاره‌ی «بی طرفی ماده». این مفروض، نه به معنای تغافل نسبت به ویژگی‌های فیزیکی یا محدودیت‌های ساختاری مصالح، بلکه ناظر بر یک برساخت معرفت‌شناختی است که در آن، ماده صرفاً به مثابه بستری منفعل جهت تبلور ایده‌های انتزاعی طراحی در نظر گرفته می‌شود. در چنین پارادایمی، اهمیت مصالح در گستره‌ی میان انتخاب‌های معمارانه و توصیفات صلب فنی محصور می‌ماند؛ رویکردی که پیامد محتوم آن، تقلیل ماده به حاملی برای فرم، کارکرد یا کیفیات پدیدارشناختی است. بدین‌سان، فرآیندهای حیاتی نظیر استخراج، زنجیره‌های دگرگونی، سیالیت گردش و زمان‌مندی‌های فرسایش، به‌طور نظام‌مند از ساحت تئوریک معماری طرد می‌شوند. این حذف تبارشناختی، نه حاصل غفلتی اتفاقی، بلکه بخشی از منطقی انضباطی است که در تاروپود آموزش، حرفه و نظام‌های اجرایی معماری ریشه دوانده است. ماده در این منطق، به‌جای آنکه کنشگری فعال در شبکه‌ای از مناسبات تاریخی، اجتماعی و اکولوژیک فهم شود، به ابژه‌ای مهارشده فروکاسته می‌شود که ارزش وجودی‌اش تنها از طریق شاخص‌های کمی، کدهای فنی و قابلیت جایگزینی تعریف می‌گردد (1). به بیانی دیگر، بی طرفی مادی نه فقدان معنا، بلکه گونه‌ای خاص از معنابخشی انضباطی است که مرزهای آنچه را برای دانش معماری «مرتبط» تلقی می‌شود، به‌دقت مرزبندی و محدود می‌سازد. تجلی عینی این نگاه را می‌توان در ساختار بوروکراتیک و صلب مشخصات فنی ردیابی کرد؛ جایی که مصالح در قالب مجموعه‌ای از ویژگی‌های استاندارد بازتعریف شده و لایه‌های جغرافیایی، تاریخی و انسانی تولید آن‌ها به محاق می‌روند. در این چارچوب، ماده همچون کالایی هم‌ارز در چرخه‌ی تدارکات معنا می‌یابد که قابلیت جایگزینی آن بر پیشینه و پیامدهای مادی‌اش اولویت یافته است (2). هم‌زمان، ادبیات مسلط بر گزینش مصالح نیز غالباً ماده را تا سطح ابزاری برای خلق تمایزات بصری یا اتمسفرهای حسی تنزل داده و بدین ترتیب، نیروهای سیاسی-اقتصادی حاکم بر امکان‌های طراحی را نادیده می‌انگارد (3). تبعات این وضعیت فراتر از یک نارسایی نظری، در قالب پیامدهای انضباطی صریحی متجلی می‌شود. خنثی‌سازی ماده، معماری را قادر می‌سازد تا پیچیدگی‌های مادی را به متغیرهای فنی و اقتصادی فروکاهد و از این طریق، قلمرو مسئولیت حرفه‌ای خود را عامدانه محدود سازد. در چنین ساختاری، مفاهیمی چون استخراج منابع، مناسبات انسانی کار، انرژی نهفته، و زمان‌مندی‌های زوال و پس‌اندگی، به مثابه مؤلفه‌هایی بیرونی یا ثانویه تلقی می‌شوند که گویی تنها در حاشیه‌ی تصمیمات طراحی قرار دارند (4). این در حالی است که کالبد معماری، در ساحت عمل، همواره در بطن و متن همین فرآیندهای مادی قوام می‌یابد. تداوم این انگاره ریشه در میراث عقلانیت مدرن دارد؛ دوگانگی ذهن و ماده که در اندیشه‌ی روشنگری تثبیت شد، زیربنای هستی‌شناسی‌ای در معماری گردید که معمار را سوژه‌ای مقتدر و ماده را ابژه‌ای منقاد تعریف می‌کند (5). در این پارادایم، دانش مادی نه به پرسش از میانجی‌گری‌ها و پیامدهای کالبدی، بلکه به مدیریت خواص فیزیکی و کنترل بازنمایی تقلیل می‌یابد. تناقض بنیادین اینجاست که معماری، علیرغم ماهیت عمیقاً مادی‌اش، در سطح نظری از واکاوی نقش کنش‌مند ماده در نظام‌های اجتماعی-فنی و اکولوژیک بازمانده است. مادیت در لایه‌ی زیبایی‌شناختی پربارنگ جلوه می‌کند، اما در ابعاد ساختاری و تاریخی خویش، از نظریه‌پردازی جدی محروم می‌ماند (6). فرهنگ معاصر معماری این بن‌بست را در حوزه‌های گوناگون بازتولید می‌نماید؛ در نظام‌های تدوین مشخصات فنی، ماده به مجموعه‌ای از داده‌های کمی فشرده شده و پیوند آن با کار انسانی و هزینه‌های اجتماعی تولید گسسته می‌شود (1, 7, 8). در گفتمان‌های زیبایی‌شناختی نیز، مصالح غالباً حامل مفاهیمی چون اصالت یا صداقت پنداشته می‌شوند، بی‌آنکه فرآیندهای زوال، آلودگی یا تطورات زمانی آن‌ها به رسمیت شناخته شود (3). حتی در رویکردهای مبتنی بر شبیه‌سازی، ماده به پارامترهای عددی و شاخص‌های

صوری پایداری تقلیل یافته و مواجهه‌ی معرفتی با آن در چارچوب‌های استاندارد سنجش محصور می‌گردد (9). این مجموعه رویکردها، متافیزیکی مشترک از انفعال را تثبیت می‌کنند که در آن، طراحی مترادف با کنترل، و ماده صرفاً موضوع این کنترل است. تحولات نظری معاصر آشکارا نشان می‌دهند که مفروضات سنتی درباره‌ی مادیت دیگر تاب ایستادگی در برابر چالش‌های امروز را ندارند. بازگشت به نحله‌های مادی‌گرایانه در فلسفه، حساسیت‌های نوینی را نسبت به نقش کنش مند ماده در تاریخ، اکولوژی و فرآیندهای تولید دانش برانگیخته و بدین‌سان، انگاره‌ی بی‌طرفی مصالح را به مثابه نوعی تقلیل‌گرایی معرفت‌شناختی افشا نموده است. در این میان، دو جریان فکری نقشی کلیدی ایفا می‌کنند: از یک سو، ماتریالیسم تاریخی با ابتنا بر تحلیل‌های اقتصاد سیاسی، هرگونه درک از ماده را خارج از مناسبات استخراج، دگرگونی و چرخش سرمایه فاقد اعتبار می‌داند (10-12). از سوی دیگر، رویکردهای نومتریالیستی با الهام از هستی‌شناسی‌های پسانسان‌گرا، بر عاملیت توزیع‌شده و پویایی‌های کالبدی فراتر از اراده‌ی انسانی تأکید ورزیده و ماده را کنشگری فعال در بطن فرآیندهای معماری تلقی می‌کنند (13, 14). با این حال، استمرار شکاف میان این دو ساحت، پیامدهای نظری نگران‌کننده‌ای به همراه داشته است. ماتریالیسم تاریخی گاه ظرفیت‌های علی و رفتارهای درونی ماده را نادیده انگاشته و آن را صرفاً رسانه‌ای برای تجسد روابط اجتماعی می‌بیند؛ در مقابل، نومادیت‌گرایی نیز ممکن است با انتزاع عاملیت مادی از بستر اقتصاد سیاسی، در تبیین ساختارهای صلب قدرت ناتوان بماند (7, 8, 12). حاصل این انفصال، نوسانی حل‌ناشده میان دو روایت ناتمام است که ناخودآگاه معماری را بار دیگر به پناهگاه امن اما کاذب بی‌طرفی بازمی‌گرداند. نوشتار حاضر بر این باور است که عبور از این بن‌بست تنها از خلال چارچوبی تلفیقی میسر است که هم‌زمان به علیت مادی و میانجی‌گری تاریخی متعهد باشد. بازخوانی ماده در مقام عاملی پویا، پارادایم معماری را از قلمرو سلطه بر فضا به سمت مذاکره با نیروهای مادی سوق داده و نقش معمار را از فرم‌بخشی مقتدر به میانجی فرآیندهای درهم‌تنیده‌ی تاریخی و اکولوژیک بازتعریف می‌کند (10, 11, 15). فرض بنیادین این مقاله آن است که بی‌طرفی ماده نه ناشی از فقر دانش فنی، بلکه حاصل یک آرایش معرفتی هدفمند و البته دگرگون‌پذیر است؛ آرایشی که بازاندیشی در آن می‌تواند افق‌های تازه‌ای را در ساحت نظریه، آموزش و کنش حرفه‌ای معماری بگشاید.

### تبارشناسی مفهومی بی‌طرفی ماده در معماری

برخلاف تصور رایج که بی‌طرفی مادی را کیفیتی ذاتی و بدیهی برای مصالح قلمداد می‌کند، این انگاره در واقع محصول فرآیندی تاریخی، پیچیده و لایه‌مند است. معماری در طول تطور خویش، هیچ‌گاه با ماده به مثابه پدیده‌ای خنثی یا پیراسته از تالیفات اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی مواجه نبوده است؛ بلکه آنچه امروزه تحت عنوان ماده‌ی بی‌طرف در گفتمان غالب پذیرفته شده، برآیند سازوکارهایی انضباطی است که تعمداً ماده را از عقبه‌ی تولید، مناسبات قدرت در محیط کار و زمان‌مندی‌های فراتر از دوره‌ی ساخت منتزع کرده‌اند. در اثر این گسست، ماده در قامت ابژه‌ای ایستا، جایگزین‌پذیر و مهارشده در ادبیات معماری ظهور می‌کند؛ موجودیتی که ارزش آن صرفاً در مرزهای عملکرد فنی یا جلوه‌های پدیدارشناختی محصور گشته و پیوندهای اندام‌وارش با چرخه‌ی استخراج، صیانت، زوال و پس‌اندازی به حاشیه رانده شده است. از این منظر، بی‌طرفی مادی نه یک حقیقت هستی‌شناختی است و نه توصیفی ساده از ماهیت فیزیکی عناصر، بلکه برساخته‌ای تاریخی است که در بطن رژیم‌های دانشی، حرفه‌ای و نهادی معماری قوام یافته است. این نظام‌های معرفتی، به‌جای مواجهه با ماده در مقام کنشگری فعال با پیامدهای علی مشخص، آن را به بستری صامت برای تجلی اراده‌ی طراحی فروکاسته‌اند. چنان‌که در شکل ۱ ترسیم شده است، این وضعیت را می‌توان از

خلال تبارشناسی سازوکارهای سه‌گانه‌ی جدایی حرفه‌ای، استانداردسازی و رژیم‌های فنی صنعتی و سیطره‌ی بازنمایی‌های بصری واکاوی کرد. این مؤلفه‌ها نه پدیده‌هایی منفک، بلکه حلقه‌هایی از یک زنجیره‌ی انضباطی واحد هستند که غایت آن‌ها، ابژه‌سازی ماده و محور نظام‌مند تاریخ نهفته در کالبد آن است.

### جدایی حرفه‌ای: از اندیشه تا دست، از کارگاه تا نقشه

نخستین سازوکار در این تبارشناسی، تثبیت شکاف ساختاری میان ساحت طراحی و قلمرو تولید است. از سپیده‌دم معماری مدرن، تمایزی بنیادین میان معمار در مقام سوژه‌ی فکور و سازنده به مثابه مجری صلب نهادینه شد؛ گسستی که فراتر از یک تقسیم کار کارکردی، به توزیعی نامتقارن از اعتبار معرفتی انجامید. در این فرآیند، دانش طراحی به مرتبه‌ای انتزاعی، عقلانی و مشروع ارتقا یافت، در حالی که مواجهه‌ی بی‌واسطه با مادیت که شامل استخراج، ساخت و فرسایش کار بدنی است، به قلمروهای فرودست کارگاه و صنعت رانده شد. کهن‌الگوی معمار در اندیشه‌ی آلبرتی، به مثابه ذهنی پیراسته از تجسد که فرمان می‌دهد اما لمس نمی‌کند، صورت‌بندی کلاسیک این انفصال معرفتی را نمایندگی می‌کند (16). این دوگانه‌ی میان ذهن معمار و دست سازنده، که در شکل ۱ از طریق تقابل ادراک - اجرا ترسیم شده، ماده را از حامل تاریخ به ابژه‌ای مطیع تقلیل می‌دهد. این جدایی به سرعت با منطق سرمایه‌داری صنعتی هم‌راستا شد؛ نظامی که در آن تسلط بر فرآیند تولید، ملازم با کنترل بر معنا، ارزش و بازنمایی است (17). در اثر این رویکرد، معادن و سایت‌های استخراج از روایت‌های رسمی معماری طرد شدند و دانش بدن‌مند کارگران جای خود را به گفتمان‌های انتزاعی نوآوری و مؤلفیت فردی بخشید (18). ماده در این چارچوب، گویی بدون پیشینه‌ی اجتماعی یا منازعات تاریخی در سایت پروژه حاضر می‌شود. این نامرئی‌سازی خاستگاه‌ها، که در شکل ۱ با مفاهیمی چون نامرئی‌شدن کار و جابه‌جایی صنعت‌گری کدگذاری شده، گام نخست در تکوین توهم بی‌طرفی ماده است؛ پدیده‌ای که ماده را از میدان تعارضات طبقاتی منتزع کرده و آن را به بستری صرفاً فنی برای پذیرش اراده‌ی طراح بدل می‌سازد. در این تراز، بی‌طرفی مادی به‌طور اندام‌وار با مفهوم بت‌وارگی کالا پیوند می‌یابد؛ وضعیتی که در آن مناسبات انسانی و پیوندهای کار در پس روابط میان اشیاء مستور می‌مانند (19). در قلمرو معماری، این بت‌وارگی علاوه بر ساحت اقتصادی، وجوهی زیبایی‌شناختی و معرفتی نیز می‌یابد. مصالح به‌گونه‌ای ادراک می‌شوند که گویی تمامیت حقیقت آن‌ها در کیفیت سطح، بافت یا درخشندگی خلاصه شده است، در حالی که فرآیندهای مولد و تاریخ رنج نهفته در کالبد آن‌ها از نظر پنهان می‌ماند. بدین ترتیب، معماری قادر است هم‌زمان به ستایش پدیدارشناختی ماده بپردازد و بی‌طرفی کاذب آن را صیانت کند، چرا که حضور ماده صرفاً در مرزهای بصری یا عملگرایی فنی محصور گشته است.

### صنعتی‌شدن تدارکات و سلطه‌ی مشخصات فنی: تبدیل ماده به واحد اداری

دومین سازوکار در این تبارشناسی، معطوف به صنعتی‌شدن نظام تدارکات و تفوق مشخصات فنی به مثابه زبان مسلط و انحصاری شناخت ماده است. با بسط کاتالوگ‌ها، استانداردها و پروتکل‌های انطباق، حقیقت کالبدی ماده به داده‌هایی اداری، هم‌سنگ و مدیریت‌پذیر ترجمه می‌شود. این فرآیند را نباید صرفاً اقدامی خنثی جهت ارتقای دقت انگاشت؛ بلکه این یک بازآرایی ساختاری در واقعیت مادی است تا در قالب واحدهایی انتزاعی، امکان مبادله، جایگزینی و گردش در مقیاس جهانی فراهم گردد. در این ساحت، مصالح نه بر مبنای تبار مکانی یا رفتارهای زیست‌محیطی‌شان، بلکه بر پایه‌ی مقادیر کمی و میزان انطباق با رژیم‌های مقرراتی تعریف می‌شوند (20). این گذار از مادیت زمینه‌مند به ماده‌ی انتزاع‌یافته، که در بخش میانی شکل ۱ با مفاهیم استانداردسازی و انتزاع ترسیم شده، جوهر

اصلی بوروکراتیزه شدن دانش ماده است. در واقع، تاریخ تحول اسپسیفیکیشن<sup>۱</sup> در معماری، حکایت فشردن تنوع ذاتی مصالح در جداول صلب داده‌هاست؛ فرآیندی که در آن دانش مادی به مسئله‌ای اجرایی، تکرارپذیر و کنترل‌پذیر تقلیل می‌یابد (21). بی‌طرفی در این تراز، دقیقاً از مجرای همین انتزاع تولید می‌شود: ماده از بستر زمین‌شناختی و اکولوژیک خود متنوع گشته و به کالایی استاندارد در شبکه‌های جهانی توزیع بدل می‌گردد (19). این سطح از مهار مادی، که در شکل ۱ با مفاهیمی نظیر نظارت بوروکراتیک و کالایی‌شدن نشان داده شده است، پیامدهای ایدئولوژیک عمیقی به همراه دارد. استانداردسازی به کالبد معماری اجازه می‌دهد تا خود را عقلانی، عینی و مدرن جلوه دهد؛ چرا که تمامی پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌های مادی پیشاپیش در لایه‌های پنهان بوروکراسی حل و فصل شده‌اند (16). حتی در پارادایم ساخت دیجیتال نیز، چنانچه کنترل محاسباتی صرفاً بر داده‌های استاندارد پیش‌فرض متکی باشد، عملاً همان تصور بی‌طرفی بازتولید شده و تغییرپذیری ذاتی و سرکش ماده در قالب پارامترهای مهارشده، محبوس می‌گردد (18).

### سیطره‌ی بازنمایی: تقلیل ماده به سطح دیداری و رجیستر عاطفی

سومین سازوکار در این تبارشناسی، غلبه‌ی بلامنازع نظام‌های بازنمایی بصری بر ادراک اصیل از مادیت است. در بستری که معماری عمدتاً از مجرای نقشه، رندر و ایماژهای دیجیتال مبادله می‌شود، ماده لزوماً به حاملی برای بافت، تصویر و اتمسفر تقلیل می‌یابد. در این ساختار، مصالح به سطوحی دیداری فروکاسته شده و عاملیت آن‌ها به عنوان کنشگران فعال در فرآیندهای پیچیده‌ی اجتماعی و اکولوژیک به حاشیه رانده می‌شود (21). این تقلیل مادیت به سطح دیداری، که در شکل ۱ تحت عنوان ماده به مثابه سطح و در پیوند با تصویر و اتمسفر ترسیم شده، جوهر اصلی سلب ماهیت از ماده است. مفهوم اتمسفر، علی‌رغم توان تحلیلی بالقوه‌اش، در این پارادایم غالباً به ابزاری برای خنثی‌سازی مادیت بدل می‌گردد؛ چرا که مقاومت فیزیکی و زمان‌مندی سرکش ماده را به نفع تجربه‌ای عاطفی، تجربیدی و مهارشده مصادره می‌کند. در چنین وضعیتی، مقولاتی چون نگهداری، فرسایش، زوال و آلودگی، یعنی همان نقاط بحرانی که ماده عاملیت خود را فراتر از اقتدار طراح ابراز می‌دارد، از کانون توجه معمارانه طرد می‌شوند. بی‌طرفی مادی زمانی به غایت خود می‌رسد که ماده تنها برای قوه‌ی بینایی و در مرزهای زبان بازنمایی خوانا باشد؛ بدین ترتیب، هر آنچه از این چارچوب صوری فراتر رود، به مثابه اختلال یا نویز روش‌شناختی حذف می‌گردد (17). این حذف زمان‌مندی و نادیده‌انگاشتن پساندگی ماده، که در شکل ۱ با عنوان محو زمانی مشخص شده، آخرین لایه از برساخت بی‌طرفی در معماری معاصر است.

### هم‌نشینی دو سنت: تاریخ تولید و عاملیت ماده

ماتریالیسم تاریخی به ما می‌آموزد آنچه در بدو امر خنثی و بدیهی به نظر می‌رسد، در لایه‌های زیرین خود محصول مناسبات تاریخی صلب میان مفاهیم کار، ارزش و اقتدار است؛ بر این اساس، ماده‌ی معماری را باید تجسم عینی کار سازمان‌یافته در بطن نظام‌های تولیدی ویژه قلمداد کرد (19). موازی با این دیدگاه، رویکردهای نوماتریالیستی با تمرکز بر ظرفیت‌های رابطه‌ای ماده، استدلال می‌کنند که ماده هرگز بستری صامت یا کالایی محض نبوده، بلکه در فرآیند تکوین فرم و برساخت معنا، مشارکتی فعال و کنش‌مند دارد (22، 23). همگرایی این دو سنت فکری ما را ناگزیر به انتخاب میان ساختار یا عاملیت نمی‌کند، بلکه تعهدی است به پذیرش این واقعیت که عاملیت مادی همواره خصلتی تاریخی و میانجی‌گری‌شده دارد. مواد در ساحت کالبدی کنش می‌کنند، اما این کنشگری لزوماً در

<sup>۱</sup> اسپسیفیکیشن (Specification) مجموعه‌ای از اسناد و توصیفات فنی و استاندارد شده که ویژگی‌ها، الزامات و نحوه‌ی به‌کارگیری مصالح و اجزای ساختمانی را در فرآیند طراحی و ساخت تعیین و قابل کنترل می‌سازد.

چارچوب رژیم‌های استخراج، استانداردسازی و بازنمایی جهت‌دهی می‌شود. بی‌طرفی در این خوانش، نه یک صفت، بلکه نوعی فناوری انضباطی است که هم‌زمان ماده را به ابژه‌ای تنظیم‌شده تقلیل داده و اقتدار معمار را در مقام سوژه‌ی فرمان‌دهنده تحکیم می‌کند (16). چنان‌که در جمع‌بندی نهایی شکل ۱ تحت عنوان ماده‌ی بی‌طرف ترسیم شده، این وضعیت از طریق مؤلفه‌هایی چون ابژه‌سازی عناصر، محو تاریخچه‌ها و ادراکات مهارشده تثبیت می‌گردد. از منظر دانش معماری، این تبارشناسی حامل یک پیامد اخلاقی بنیادین است: عناصر ساختمانی در فرآیندهای اجتماعی و اکولوژیک، بسیار فراتر از قصد طراحی مشارکت می‌جویند؛ آن‌ها دوام می‌آورند، فرسوده می‌شوند و در بسیاری از موارد در برابر چارچوب‌های مدیریتی و صلب معماری مقاومت می‌ورزند (24). بنابراین، مسئله بر سر رازآلودگی ماده نیست، بلکه بازشناسی این حقیقت است که برآیندهای معماری همواره محصول تولید مشترک میان تاریخ، نهادها و ظرفیت‌های مادی سرکش هستند.



شکل ۱. تبارشناسی تاریخی و مفهومی شکل‌گیری ماده‌ی بی‌طرف در معماری مدرن؛ این تصویر، سه سازوکار هم‌زمان و انباشتی شکل‌گیری مفهوم ماده‌ی بی‌طرف در معماری را نشان می‌دهد: جدایی حرفه‌ای میان طراحی و تولید، صنعتی‌شدن نظام تدارکات و استانداردسازی ماده، و سیطره‌ی بازنمایی‌های بصری. هم‌گرایی این فرآیندها به ابژه‌سازی ماده، محو تاریخ تولید، کنترل ادراک و تبدیل ماده به پشتیبانی خاموش برای طراحی و کالایی‌سازی معماری منجر می‌شود.<sup>۱</sup>

## دو بنیان نظری و حدود آنها

ماتریالیسم تاریخی و نومادیت‌گرایی در ساحت نظریه معماری، به مثابه دو محرک تبیینی متمایز عمل می‌کنند؛ به نحوی که هر یک دقیقاً در همان قلمرویی به اوج قدرت تحلیلی می‌رسد که دیگری در آن دچار ضعف ساختاری است. جریان نخست، ماهیت ماده را در درون منطق اقتصاد سیاسی انتظام می‌بخشد، در حالی که جریان دوم، ماده را واجد کارایی علیتی در بطن سرهم‌بندی‌های توزیع‌شده قلمداد می‌کند. هدف از تقریب این دو دیدگاه، یک تلفیق انتزاعی و صوری نیست؛

<sup>۱</sup> تمامی گراف‌ها، ترسیم‌هایی تحلیلی و تألیف نویسنده‌اند که بر پایه‌ی چارچوب نظری و برآیند تحلیل‌های تجربی توسعه‌یافته در این پژوهش شکل گرفته‌اند.

بلکه غرض اصلی، تبیین این واقعیت است که هر یک از این رویکردها کدام ابعاد پنهان معماری را مرئی می‌سازند و در مقابل، چه لایه‌هایی را به طور نظام‌مند از دایره‌ی ادراک ما خارج می‌کنند.

### ماتریالیسم تاریخی: ماده در مدارهای تولید، گردش و ارزش‌گذاری

ماتریالیسم تاریخی، ماده‌ی معماری را در مدارهایی مفصل‌بندی می‌کند که بنا در آن‌ها تولید، مستهلک و ارزش‌گذاری می‌شود. در این ساحت، ساختمان نه فقط یک مصنوع طراحانه، بلکه صورتی کالایی و تکیه‌گاهی پایدار برای انباشت سرمایه است؛ حضوری مادی که با جلوه‌گری به مثابه ابژه‌ای خودبسنده، مناسبات تولیدی و کار نهفته در کالبد خود را پنهان می‌سازد. چوت (۲۰۱۸) با تعمیق این انگاره تأکید می‌کند که در هستی‌شناسی مارکسی، ماده هرگز بستری خنثی نیست، بلکه حامل پیوندهای اجتماعی و میانجی‌گری‌های تاریخی است. از این منظر، معماری هم‌زمان محصول و فرآیند تلقی می‌شود: کار متبلور و آرایشی کالبدی که چرخه‌های آتی تولید و گردش را مشروط می‌سازد (7). لپارتیتو (۲۰۱۶) با تعمیم این تحلیل از تک‌بنا به زیرساخت، نشان می‌دهد که زیرساخت‌ها در واقع تراکم تاریخی روابط اقتصادی هستند؛ جایی که تکیه‌گاه‌های مادی، منطق ارزش را فراتر از سایت بلافصل تولید به اجرا درمی‌آورند. بدین‌سان، معماری نه به مثابه ابژه‌ای فرهنگی و مستقل، بلکه در قالب سازمان‌دهی مادی کار، مالکیت، مالیه و اقتدار دولتی خوانا می‌گردد. در این پارادایم تحلیلی، دست‌ورزبان علی بنیادین بر مفهوم میانجی‌گری استوار است. معماری از طریق سازوکارهای تبدیل ماده به کالا، بسیج آن در مقام نیروی کار، هدایت در مدارهای لجستیکی و تثبیت آن به عنوان سرمایه‌ی ثابت و تحت حاکمیت نظام‌های دولتی تبیین می‌شود (25). اوتر (۲۰۱۳) با ردیابی مدرنیته زیرساختی در شبکه‌های امپراتوری، نشان می‌دهد که چگونه جریان‌های منابع و کار، نقشه‌برداری و انتظام یافته‌اند، به گونه‌ای که مدرنیته مادی زیرساخت با منطق استخراجی در مقیاس کلان گره خورده است (26). فاکس (۲۰۲۳) با تبیین بُعد زمانی این استدلال، خاطر نشان می‌کند که بناها و تأسیسات، کار مازاد رسوب کرده را در خود انباشته کرده و نقش تثبیت فضایی را ایفا می‌کنند (27). بروتو (۲۰۱۹) نیز می‌افزاید که زیرساخت‌های شهری، جریان‌های انرژی و ارزش را در متابولیسم‌های سرمایه‌دارانه تثبیت می‌سازند؛ لذا معماری نه صرفاً بازتاب، بلکه پیش‌برنده‌ی عملیاتی اقتصاد سیاسی در هیئتی مادی است. در تمامی این روایت‌ها، توانمندی ماده در گرو نشانگری روابط معین و آرایش‌های نهادی است. با این حال، دقیقاً همین نقطه قوت، در مواجهه با پرسش از عاملیت مادی به یک بن‌بست روش‌شناختی بدل می‌شود. زمانی که ماتریالیسم تاریخی اولویت را به روابط کلان، نظیر کار، ارزش و قدرت می‌دهد، ماده غالباً به ثباتی برای ثبت این روابط تقلیل می‌یابد، نه مشارکت‌کننده‌ای علی که ظرفیت‌هایش می‌تواند بر سامانه‌های حاکم اثر بگذارد (28). چوت (۲۰۱۸) این گرایش را صراحتاً نقد می‌کند؛ چارچوب‌های مارکسی اگرچه مادیت را میانجی روابط می‌دانند، اما به ندرت به عاملیت فی‌نفسه‌ی آن می‌پردازند (8). هارگریوز (۲۰۲۲) نیز نشان می‌دهد که چگونه علیت مادی ممکن است تحت شعاع تعین‌های اقتصادی قرار گیرد، به نحوی که ماده بیش از آنکه کنشگر باشد، اثر تلقی گردد (29). این نامتقارنی روش‌شناختی سبب می‌شود ماتریالیسم تاریخی به خوبی چرایی کالایی شدن و استانداردسازی مصالح را توضیح دهد، اما در تبیین اینکه رفتارهای مادی، نظیر فرسایش، نشست، رانش حرارتی و پیوندهای اکولوژیک، چگونه شرایط اقتصاد سیاسی را دستخوش تغییر می‌کنند، ناتوان بماند. به بیانی کوتاه، این رویکرد اگرچه سازمان اجتماعی ماده را با قدرتی وافر تبیین می‌کند، اما در معرض این خطر است که کارایی مادی را امری ثانویه و تبعی قلمداد کند.

## نومادیت‌گرایی: ماده به‌مثابه کارایی توزیع‌شده در سرهم‌بندی‌ها

چارچوب‌های نومادیت‌گرا دقیقاً در همین نقطه به مثابه موتور تبیینی متقابل پدیدار می‌شوند؛ چرا که این جریان از پیش‌فرضی آغاز می‌کند که ماده را نه بستری منفعل، نمادین یا صرفاً کالایی، بلکه مشارک‌کننده‌ای فعال در فرآیند علی می‌داند. نومادیت‌گرایی که در تداوم تفکر سرهم‌بندی و متأثر از آرای بنت و باراد قوام یافته است، مادیت را پدیده‌ای رابطه‌ای، فرآیندی و اثرگذار می‌فهمد؛ میدانی از ظرفیت‌ها که در پیکربندی زیست، فناوری و فرم نقشی تعیین‌کننده ایفا می‌کند. ون‌درتوین و ورهوف (۲۰۲۲) این جابه‌جایی معرفتی را با تعریف عاملیت مادی به مثابه یک ظرفیت رابطه‌ای تبیین می‌کنند که از طریق درون‌اکنش محقق می‌شود؛ آن‌ها هم‌زمان تأکید می‌ورزند که این عاملیت را نباید با قصد و اراده‌ی انسانی هم‌ارز دانست. در این تلقی، معماری نه ظرف نگاه‌دارنده‌ی ماده، بلکه آرایشی موقعیت‌مند است که در آن نیروهای مادی گردش می‌کنند، با یکدیگر جفت می‌شوند و آثاری پدید می‌آورند که از مرزهای مؤلفیت طراحی فراتر می‌رود. با این حال، برای آنکه نومادیت‌گرایی فراتر از واژگانی برانگیزاننده، در قامت یک موتور تحلیلی دقیق عمل کند، بایستی عاملیت را به شکلی فنی و محدود تحت عنوان کارایی مادی تعریف نماید؛ یعنی ظرفیت اجزاء و محیط‌ها برای تعدیل رفتارهای نظام‌های اجتماعی-فنی (30). موناچلا و کین (۲۰۲۲) مصداقی از این کارایی را در آموزش معماری منظر نشان می‌دهند، جایی که فرآیندهای اکولوژیک، زیرساخت‌ها و بدن‌ها بدون وجود یک منشأ کنترل‌گر واحد، برآیندهای فضایی را به طور مشترک تولید می‌کنند (31). بلومتال (۲۰۲۴) نیز نشان می‌دهد که چگونه طراحی، عاملیت را میان ابزارها، پروتکل‌ها و مواد توزیع کرده و به نتایجی دست می‌یابد که اگرچه در قالب شیوه‌های عمل موقعیت‌مند ساختار یافته‌اند، اما از مقاصد اولیه‌ی مؤلف فراتر می‌روند (32). هورل (۲۰۱۷) بنیانی نظری و وسیع‌تر برای این موضع فراهم می‌آورد: در بوم‌شناسی عام، تکنیک، مادیت و محیط از طریق تبادلات بازگشتی، یکدیگر را به طور متقابل قوام می‌بخشند. در این افق، معماری به مثابه یک بوم‌شناسی مادی جاری خوانا می‌شود که عملیات حیات‌مند آن پس از اتخاذ تصمیمات طراحی نیز تداوم می‌یابد. اما مرزهای تحلیلی نومادیت‌گرایی با محدودیت‌های ماتریالیسم تاریخی تقارنی ظریف دارد: این خطر همواره وجود دارد که مفهوم عاملیت توزیع‌شده به یک حلال تحلیلی بدل گشته و ساختار قدرت را تخت و بی‌اهمیت جلوه دهد. اگر عاملیت در همه جا حاضر باشد، نامتقارنی‌های ساختاری که نظام‌های استخراج، استثمار و اجبار را سازماندهی می‌کنند، ممکن است دچار کم‌تصریحی شوند (33). چوت (۲۰۱۸) هشدار می‌دهد که روایت‌های متقارن از عاملیت می‌توانند نابرابری‌های ناشی از سرمایه و مالکیت را، که ماتریالیسم تاریخی به خوبی آشکار می‌سازد، در خود منحل کنند (7). ادلمن (۲۰۲۱) این نگرانی را در گفتمان عصر انسان‌ساخت یا آنتروپوسن تشدید می‌کند؛ جایی که زبان سرهم‌بندی ممکن است تحلیل نابرابری‌های ساختاری را با شاعرانگی مبهم درهم‌تنیدگی جایگزین نماید. مسئله، نفی علیت توزیع‌شده نیست، بلکه فقدان دقت در تبیین این موضوع است که عاملیت چگونه فعال یا محدود می‌شود و چگونه از خلال کلان‌ساختارهای مالی، رژیم‌های کار و اقتدار دولت استخراج می‌گردد (34). فاکس (۲۰۲۳) و استیولی (۲۰۱۳) یادآور می‌شوند که زیرساخت‌ها، حتی اگر به مثابه سرهم‌بندی فهم شوند، همچنان به صورتی سلسله‌مراتبی انتظام می‌یابند؛ پیچیدگی رابطه‌ای لزوماً به معنای نفی سازمان‌دهی قهری نیست و کارکرد توزیع‌شده می‌تواند با کنترل نابرابر هم‌زیستی داشته باشد (27, 35). جدول ۱ این دو رویکرد را نه به عنوان مواضع ایدئولوژیک، بلکه به مثابه تعهداتی تحلیلی خلاصه می‌کند. هدف این جدول، روش‌شناختی است و نشان می‌دهد که هر موتور تبیینی کدام جنبه را برجسته و کدام را به حاشیه می‌راند و در کجای نظریه‌ی معماری، منجر به تولید نقاط کور تکرارشونده می‌گردد.

جدول ۱. تعهدات مفهومی و نقاط کور ماتریالیسم تاریخی و نومادیت‌گرایی در نظریه‌ی معماری

مؤلفه تحلیلی	ماتریالیسم تاریخی	نومادیت‌گرایی
محور بنیادین تبیین	مناسبات تولید و فرآیندهای ارزش‌گذاری که در کالبد محیط ساخته‌شده تجسم می‌یابند (7, 8)	کنشگری ماده در بطن سرهم‌بندی‌ها و درون‌کنش‌هایی که منجر به برآیندهای نوپدید می‌شوند (30)
دستورزبان علی	میانجی‌گری از مسیر نیروی کار، ارزش مبادله، چرخه‌های گردش و بازآرایی‌های حاکمیتی زمین (25, 26)	کارایی توزیع‌شده میان مؤلفه‌ها و محیط‌های ناهمگون در یک شبکه غیرمتمرکز (33)
خوانش معمارانه	بنا و زیرساخت به مثابه سرمایه ثابت و ابزار تثبیت فضایی؛ تکیه‌گاه‌های کالبدی برای انباشت (27)	معماری به مثابه یک بوم‌شناسی مادی پویا؛ پیوند نیروهای تکنیکال با فرآیندهای محیطی (31, 32)
وجوه مورد تأکید	سازوکارهای استثمار، نظام مالکیت و نظم‌بخشی نهادی؛ نقش زیرساخت در تثبیت متابولیسم سرمایه (28)	مشارکت عوامل غیرانسانی؛ برآیندهای فرامؤلفانه و علیت مادی که از مرز مقاصد طراح فراتر می‌رود (30)
نقطه کور	تلقی کارایی مادی به مثابه پدیده‌ای تبعی و مشتق از روابط اجتماعی؛ ماده در مقام ثبات یا رجیستر (7, 8, 29)	عدم تصریح نامتقارنی‌های ساختاری قدرت؛ ریسک تقلیل عاملیت به یک سطح تخت و متقارن (7, 8, 34)
فرجام بن‌بست نظری	تبیین چرایی به‌کارگیری مصالح، بدون توضیح چگونگی تعدیل شرایط اجتماعی توسط رفتارهای مادی.	تبیین چگونگی مشارکت مادی، بدون شفاف‌سازی ذینفعان، ساختارهای استخراج و مراکز کنترل قدرت.

خوانش یافته‌های جدول ۱، ما را نه به سازشی مصلحت‌آمیز، بلکه به اتخاذ یک تعهد معرفتی صریح فرا می‌خواند. چنانچه معماری صرفاً از دریچه‌ی ماتریالیسم تاریخی واکاوی شود، عاملیت ماده در حد شاخصی برای ثبت روابط اجتماعی تقلیل یافته و کارایی علی زمان‌مندی‌ها و فرآیندهای فرسایش مادی در تحلیل‌های نظری به مرتبه‌ای ثانویه رانده می‌شوند (7, 8, 29). در مقابل، اگر معماری تنها با رویکرد نومادیت‌گرا خوانده شود، اگرچه عاملیت مادی تکثیر می‌گردد، اما بیم آن می‌رود که سازمان‌دهی قهری استخراج، نیروی کار و نظام مالکیت در پس‌زمینه محو شده و تنها به عنوان یکی از روابط متعدد سرهم‌بندی تلقی گردند (34, 35). پیامد روش‌شناختی این تقابل آن است که هرگونه نظریه‌ی سخت‌گیرانه درباره‌ی ماده در معماری بایستی نوعی پاسخ‌گویی دوگانه را سرلوحه قرار دهد: تعهد به میانجی‌گری اقتصاد سیاسی و در عین حال، اعتبار بخشی به کارایی مادی. آپتون (۲۰۱۸) این ضرورت را با دقتی وافر صورت‌بندی کرده و تأکید می‌ورزد که زیرساخت‌ها هم‌زمان هم سرهم‌بندی‌های توزیع‌شده و هم ابزارهای قاطع نظم اقتصادی هستند. با پذیرش این قید، می‌توان معماری را به مثابه ماده‌ای تاریخی-سازمان‌یافته تحلیل کرد که خود واجد عملگری است؛ ماده‌ای که روابط کار و مالکیت را در کالبد خویش حمل می‌کند و هم‌زمان آثاری می‌آفریند که از سناریوهای اولیه‌ی طراح فراتر رفته و گاه آن‌ها را با اخلال مواجه می‌سازد (36). هیلمن (۲۰۱۹) خاطرنشان می‌کند که رژیم‌های بازنمایی غالباً این تکرار کردی را پوشانده و عملیات جاری ماده را به واقعیت‌های بصری تخت تقلیل می‌دهند؛ از این رو، وظیفه‌ی اصلی تحلیل، مرئی ساختن کارایی مادی و میانجی‌گری تاریخی در قالب یک قاب تبیینی واحد است. بدین‌سان، مرزهای هر یک از این دو موتور تبیینی نه مانعی برای حذف، بلکه دقیقاً همان شرطی است که حضور دیگری را گریزناپذیر می‌سازد (37). ماتریالیسم تاریخی باید واداشته شود تا کارایی مادی را بدون از دست دادن دقت تبیینی‌اش در باب ارزش و استثمار صورت‌بندی کند؛ به همین ترتیب، نومادیت‌گرایی نیز باید ملزم به تبیین نامتقارنی‌های ساختاری شود، بی‌آنکه بر اصرار بنیادینش مبنی بر مشارکت فعال ماده در فرآیند علیت چشم‌پوشد. تنها با حفظ و صیانت از این تنش‌زایا است که این نوشتار می‌تواند از سطح تشخیص اولیه‌ی بی‌طرفی فراتر رفته و ماده را به عنوان عاملیتی پویا در تداوم تاریخی و ساختارمند تولید معماری بازتعریف نماید.

## مدل دیالکتیکی عاملیت مادی میانجی‌گری‌شده تاریخی

مدل دی‌ام‌ای‌ام یا عاملیت مادی میانجی‌گری‌شده تاریخی، دعوتی است به بازاندیشی بنیادین در گسست میان ماده، معماری و تاریخ. این چارچوب با عبور از انگاره‌های سنتی که مادیت را عنصری خنثی، منفعل یا صرفاً ابژه‌ای فنی قلمداد می‌کنند، ماده را در مقام یک کنشگر تاریخی بازمی‌شناسد؛ عاملی که در دیالکتیکی مستمر با ساختارهای قدرت، اقتصاد و نظام‌های حکمرانی، نقشی علی در تکوین برآیندهای معمارانه ایفا می‌کند. در این منظر، معماری نه محصول غایی یک اراده‌ی طراحی، بلکه تجسد فرآیندی است که از لحظه‌ی استخراج آغاز گشته و تا افق‌های دوردست زوال، پسماند و سمیت ماده امتداد می‌یابد. مفهوم عاملیت مادی در این مدل، بر پتانسیل‌های ذاتی سامانه‌های فیزیکی برای تولید اثرات عینی دلالت دارد؛ آثاری که در قالب رفتار حرارتی، واکنش‌های شیمیایی، الگوهای فرسایش و ضرورت‌های نگهداری تجلی می‌یابند. اگرچه مصالح فاقد آگاهی یا قصدند، اما ویژگی‌های مادی‌شان در ساحت عمل، مسیرهای مقدور در طراحی و ساخت را تحدید یا تسهیل می‌کنند؛ از این‌رو، تقلیل نتایج معماری به اراده‌ی طراح یا منطق صوری فرم، خطایی تحلیلی است (چوت، ۲۰۱۸). در اینجا، میانجی‌گری تاریخی به مثابه مجموعه‌ای از سازوکارهای نهادی و سیاسی وارد عمل می‌شود تا این ظرفیت‌های مادی را فعال یا مهار کرده و تعیین نماید که پیامدهای آن‌ها در کدام جغرافیاهای اجتماعی متمرکزم یا پنهان گردند. مطابق با آنچه در مدل عملیاتی ترسیم شده، عاملیت مادی در چرخه‌ای پیوسته و غیرخطی صورت‌بندی می‌شود. مراحل حیات ماده، از استخراج تا پس‌ازندگی، نه فازهایی مجزا، بلکه میدان‌های درهم‌تنیده‌ی کنش مادی و ساختارهای تاریخی هستند. در حالی که یک سوی این نظام بر ظرفیت‌های علی ماده و زمان‌مندی‌های فعال آن استوار است، سوی دیگر، میانجی‌گری تاریخی را در قالب نظام‌های کار، لجستیک و اقتصاد برجسته می‌سازد؛ هسته‌ی مرکزی این تلاقی، همان نقطه‌ی تولید مشترک نتایج معماری است. مصالح ساختمانی در این خوانش، نه صرفاً ابزاری برای تحقق فرم، بلکه عاملانی تاریخی‌اند که در طول زمان، الگوهای فن‌آورانه و حتی سازمان اجتماعی فضا را بازتعریف می‌کنند (لی‌کین، ۲۰۱۷). فرم معماری، بدین‌سان، محصول یک مصالحه‌ی دائمی میان گرایش‌های درونی ماده و قیود بیرونی نهادهاست؛ مصالحه‌ای که تحت تأثیر فرآیندهای زوال و تغییرات کلان اقتصادی، همواره در وضعیتی بی‌ثبات باقی می‌ماند (1, 3). مدل دی‌ام‌ای‌ام با اجتناب از زبان استعاره‌ی، بر سنجش‌پذیری فرآیندها تأکید می‌ورزد. مفاهیمی چون اینرسی حرارتی، نشت آلاینده‌ها یا پایداری پسماند، نه تمثیل، بلکه فرآیندهایی فیزیکی با پیامدهای مستقیم بر سلامت بدن و تعادل اکوسیستم‌ها هستند (6). این مدل بر پنج تعهد استوار است: نخست، تداوم عاملیت مادی در طول زمان و فراتر از لحظه‌ی طراحی (کوهلم، ۲۰۱۴)؛ دوم، تعیین این عاملیت در زنجیره‌های نابرابر جهانی (38)؛ سوم، افشای بی‌طرفی ماده به مثابه ابزاری برای پنهان‌سازی ردپای کار و حکمرانی (4)؛ چهارم، نقد ابژه‌ی خنثی به عنوان محصول کالایی‌سازی (7, 8)؛ و پنجم، ضرورت پذیرش مسئولیت زوال و پسماند در ساحت طراحی (39). در آخر، پایداری در این پارادایم از حد بهینه‌سازی فنی فراتر رفته و به سنجش‌های اخلاقی برای پاسخ‌گویی در قبال کل چرخه‌ی زیست ماده بدل می‌گردد (39).



شکل ۲. مدل دیالکتیکی عاملیت مادی میانجی‌گری شده تاریخی (DMAM)

این نمودار، کنش متقابل ظرفیت‌های علی‌ ماده و ساختارهای تاریخی قدرت، اقتصاد و حکمرانی را در طول چرخه حیات ماده نمایش می‌دهد. مدل نشان می‌دهد که نتایج معماری حاصل تولید مشترک فرآیندهای مادی فعال (استخراج، زوال، پساندگی) و میانجی‌گری‌های نهادی (کار، لجستیک، مونتاژ و بهره‌برداری) هستند و فرم معماری را به پدیده‌ای فرآیندی و تاریخی بدل می‌سازند.

### طرح پژوهش و پروتکل تحلیل

تحقق ساحت کاربردی و تجربی مدل دی‌ام‌ای‌ام مستلزم آن است که این چارچوب نظری فراتر از یک موضع تفسیری صرف، در قامت یک متدولوژی پژوهشی منسجم و آزمون‌پذیر بازتعریف شود. در واقع، اگر بناسست مفهوم عاملیت مادی میانجی‌گری‌شده‌ی تاریخی موتور محرک تحلیل حاضر باشد، بایستی بستری فراهم آورد تا این عاملیت در قالب شواهدی عینی و استنادپذیر در تمامی ادوار حیات ماده، ابزارهای نهادی و رفتارهای فیزیکی آن ردیابی گردد. بر همین اساس، طرح پژوهش حاضر هر مورد مطالعاتی را به‌مثابه یک رژیم مادی یا سامانه‌ای کالبدی و محدود قلمداد می‌کند که از دریچه‌ی شش سازوکار محوری کدگذاری و واکاوی می‌شود. در این فرآیند، تطبیق هر نمونه با ماتریسی از شواهد، امکان هم‌سنجی موارد را میسر می‌سازد تا خروجی پژوهش از سطح روایت‌های خطابی فراتر رفته و به تحلیلی روش‌مند و تکرارپذیر بدل گردد. غایت این رویکرد، ترسیم پروفایل‌های سازوکار است؛ یعنی بازنمایی تجربی این واقعیت که چگونه مفهوم «بی‌طرفی مادی» از طریق الگوهای حذف، جابه‌جایی یا مهار اثرات مادی در ساختارهای نهادی و فنی بازتولید می‌شود. منطق‌گزینش نمونه‌های موردی نیز بر شاخص‌هایی صلب و ازپیش‌تعیین‌کننده استوار است که مواردی نظیر شدت بالای انتشار یا سمیت، تمرکز یا شکنندگی زنجیره‌ی تأمین، پویایی‌های قابل رصد در

فرآیند نگهداری و زوال، مناسبات کار پرمناقشه و چارچوب‌های مقرراتی در حال گذار را در بر می‌گیرد. این انتخاب‌ها عامدانه خصلتی فرابخشی و جهانی دارند تا به جای نمایندگی گونه‌شناختی مرسوم در معماری، بر گلوگاه‌های بحرانی در چرخه‌ی حیات ماده متمرکز شوند؛ یعنی همان نقاطی که مفهوم بی‌طرفی غالباً در آن‌ها از طریق مرزبندی‌های نهادی برساخته می‌شود. مورد نخست، رژیم کالبدی بتن مسلح است که بر پایه‌ی داده‌های کالبدشکافانه‌ی مؤسسه‌ی ملی استاندارد و فناوری درباره‌ی فروریزش برج‌های چمپلین جنوبی واکاوی می‌گردد (40). گزینش این نمونه به سبب وضوح استثنایی مستندات فنی، سوابق نگهداری و دقت ثبت شرایط مونتاژ صورت گرفته است. علاوه بر این، پیوند ناگسستنی این ماده با تراز انتشار کربن در فرآیند تولید سیمان و تداخل آن با نظام‌های حقوقی و بازرسی، بستر بی‌بدیلی را برای تحلیل دیالکتیکی میان عاملیت مادی و ساختارهای نهادی فراهم می‌آورد (41, 42).

مورد دوم به تحلیل زنجیره تأمین کبالت در باتری‌ها اختصاص دارد؛ ماده‌ای که اکنون در قامت سامانه‌های برق اضطراری و ذخیره‌سازی انرژی، به رکنی بنیادین در زیرساخت ساختمان‌های معاصر بدل گشته است. این درهم‌تنیدگی کالبدی، بخشی از مسئولیت زیست‌محیطی معماری را به حوزه‌ی استخراج مواد معدنی تسری داده و مرزهای سنتی طراحی را جابه‌جا کرده است. تمرکز استراتژیک زنجیره‌ی تأمین کبالت در جغرافیای جمهوری دموکراتیک کنگو و پیامدهای اخلاقی ناشی از مخاطراتی چون کار کودکان، ضرورت واکاوی این مورد را از منظر عدالت اجتماعی برجسته می‌سازد (سازمان زمین‌شناسی آمریکا، ۲۰۲۵؛ وزارت کار ایالات متحده، ۲۰۲۴). از آنجا که چارچوب‌های قانونی نوین در اتحادیه اروپا، کل زنجیره ارزش باتری را به نظامی ممیزی‌پذیر و شفاف تبدیل کرده‌اند، این نمونه بستری ایدئال برای کالبدشکافی نسبت میان ماده، مناسبات قدرت و الگوهای حکمرانی فراهم می‌آورد (پارلمان اروپا، ۲۰۲۳). مورد سوم، با تمرکز بر پسماندهای الکترونیکی و فرآیندهای فرآوری غیررسمی آن‌ها، سازوکارهای پساندگی-سمیت را به کانون تحلیل‌های معماری منتقل می‌کند. هدف از گزینش این مورد، آشکارسازی این واقعیت است که چگونه ویژگی‌های سمی و مخاطره‌آمیز ماده پس از پایان عمر مفید بنا، به‌طور روشمند در حاشیه‌ی محاسبات طراحی نادیده انگاشته می‌شوند. این پژوهش بر داده‌های کمی جهانی پیرامون حجم تولید، نرخ‌های بازیافت و گزارش‌های نظام سلامت بین‌المللی درباره‌ی مسیرهای مواجهه انسانی در بسترهای بازیافت غیررسمی استوار است (اتحادیه بین‌المللی مخابرات و یونیتار، ۲۰۲۴؛ سازمان جهانی بهداشت، ۲۰۲۱). در این ساحت، اصلاحات کنوانسیون بازل از اهمیتی راهبردی برخوردار است؛ چرا که با بازتعریف مرز میان «پسماند» و کالای ثانویه، به مقررات نقشی کنش‌مند در میانجی‌گری مادی و تعیین سرنوشت نهایی مصنوعات معماری بخشیده است (43).

در فرآیند تحلیل، محور اصلی هم‌سنجی بر پروفایل سازوکار استوار است و نه صرفاً گونه‌شناسی‌های مرسوم ساختمانی. این پژوهش در پی واکاوی این مسئله است که کدام سازوکارها منجر به تولید شواهد متراکم می‌گردند و کدام‌یک تحت تأثیر مرزبندی‌های نهادی از دایره‌ی رویت‌پذیری خارج می‌شوند. غایت این رویکرد، افشای چگونگی بازتولید انگاره‌ی ماده‌ی بی‌طرف است؛ به‌ویژه در شرایطی که مقاطع بحرانی زنجیره‌ی زیست ماده، نظیر مخاطرات انسانی نیروی کار، بارهای سنگین لجستیکی یا پیامدهای سمی پس از تخریب به‌صورتی نظام‌مند از ساحت محاسبات معمارانه حذف می‌گردند. از آنجا که مدل دی‌ام‌ای‌ام خصلتی چندمقیاسی دارد و به‌طور هم‌زمان با وجوه فیزیکی ماده و لایه‌های نهادی در تعامل است، ساختار گردآوری شواهد در آن مبتنی بر تکرار منابع طراحی شده است. بدین معنا که هر ادعای سازوکاری بایستی دست‌کم توسط دو دسته‌ی مستقل از مستندات پشتیبانی شود تا از لغزش به سمت تفاسیر شخصی یا روایت‌گری‌های مخدوش پیشگیری شود (44). این انضباط روش‌شناختی، علاوه بر ارتقای دقت و قابلیت بازمی‌یابی، امکان ردیابی هر استنتاج را تا خاستگاه اصلی آن تضمین می‌کند. در این چارچوب، اسناد اجرایی، مشخصات فنی و مدارک تدارکات به‌مثابه داده‌های نهادی واکاوی می‌شوند تا عیان گردد که نهادها چگونه ماهیت سامانه‌های

مادی را از خلال مقررات، نظام مسئولیت‌ها و استانداردها برمی‌سازند. برای مثال، در مطالعه‌ی موردی بتن، آرشیه‌های تحلیلی مؤسسه‌ی ملی استاندارد و فناوری (NIST) نقش حلقه‌ی واسط میان شواهد کالبدی و تبیین علّی وقایع را ایفا می‌کنند. همچنین، داده‌های ارزیابی چرخه‌ی حیات (LCA) و بیانیه‌های زیست‌محیطی محصول (EPD)، بستری را فراهم می‌آورند تا رفتار ماده بر پایه‌ی سنجه‌های استاندارد و عینی سنجیده شود. جهت صیانت از پایایی پژوهش و پرهیز از مرزبندی‌های گزینشی، تمامی محاسبات بر استانداردهای انجمن سلطنتی نقشه‌برداران خبره (45) منطبق شده‌اند تا تحلیل مراحل گوناگون حیات ماده در یک بستر هم‌تراز و قابل مقایسه محقق گردد.

در این رهیافت، متون سیاستی و چارچوب‌های مقرراتی فراتر از یک بستر تفسیری صرف، در قامت داده‌های تجربی اصیل نگریسته می‌شوند. برای نمونه، در سازوکار تنظیم مرزی کربن (CBAM)، متن صریح مقررات است که با تبیین پروتکل‌های گزارش‌دهی و طبقه‌بندی کالا، قدرت را به مثابه مؤلفه‌ای ردیابی‌پذیر در فرآیندهای مادی ادغام می‌کند (46، 47). این منطق در واکاوی زیست‌چرخه‌ی باتری‌ها و پسماندهای الکترونیکی نیز جاری است؛ چرا که قوانین، شیوه‌ی گردش و بازیافت را به مقولاتی ممیزی‌پذیر بدل می‌سازند (43). افزون بر این، منابع آرشیه‌ی و گزارش‌های صنعتی، همچون پایش‌های آژانس بین‌المللی انرژی در حوزه‌ی سیمان و گزارش‌های جهانی پسماند، به بازسازی نظام‌مند قفل‌شدگی‌های صنعتی یاری می‌رسانند (41، 42، 45). پروتکل عاملیت میانجی‌گری‌شده‌ی تاریخی (HMAP) به عنوان سازوکاری گام‌به‌گام، بازتولید‌پذیری مدل دی‌ام‌ای‌ام را تضمین می‌کند. در گام نخست، مرزهای سامانه با دقتی و سواس‌گونه ترسیم می‌شوند؛ این مرزبندی یا بر اساس چرخه‌ی کامل دارایی‌های کالبدی است و یا با تمرکز بر گلوگاه‌های زنجیره‌ی تأمین در حوزه‌ی معدن و پسماند، که همگی بر مبنای استانداردهای RICS مستند می‌گردند. متعاقب آن، ظرفیت‌های مادی شناسایی شده و در قالب شاخص‌های سنجش‌پذیری چون شدت انتشار، پایداری زمانی و گرایش به خوردگی یا سمیت تعریف می‌شوند. به طور مثال، داده‌های NIST در حوزه‌ی بتن، امکان کدگذاری تلورانس‌ها و الگوهای زوال را فراهم می‌آورد، در حالی که در پسماندهای الکترونیکی، داده‌های WHO مسیرهای مواجهه انسانی را به مثابه عملکرد مادی با پیامدهای زیستی عینی ثبت می‌نمایند. در مرحله‌ی بعد، لایه‌های میانجی‌گری شامل مالکیت، قراردادها، نظام کار و لجستیک نقشه‌برداری می‌شوند. در زنجیره‌ی کبالت، گزارش‌های وزارت کار آمریکا مبنای تحلیل رویه‌های ممیزی و مهار مخاطراتی همچون کار کودکان قرار می‌گیرد (48، 49). معیار پذیرش شواهد در اینجا، وجود سازوکارهای ممیزی‌پذیر است و نه ادعاهای اخلاقی انتزاعی بنگاه‌ها (50). سپس، هر یک از سازوکارهای شش‌گانه (M1 تا M6) با همین انضباط تحلیل و در ماتریس پژوهش ثبت می‌شوند؛ به گونه‌ای که هر سلول، شاخص استخراجی و قاعده‌ی کدگذاری مختص به خود را داراست تا مبنای استدلال پذیرفتنی کاملاً شفاف گردد. برای صیانت از دقت تحلیل، دو فیلد تفسیری الزامی لحاظ شده است: اثر عاملیت که کنش عینی ماده را بازنمایی می‌کند و اثر میانجی‌گری که چگونگی تأثیر ساختارهای نهادی بر آن عملکرد را تبیین می‌نماید. افزون بر این، اعتبار هر ادعای سازوکاری منوط به همگرایی دست‌کم دو خانواده‌ی مستقل از شواهد است، مگر در مواردی که گزارش‌های رسمی یا متون تقنینی صریح در دست باشد. در آخر، جهت حفظ پایایی، بخشی از منابع به شیوه‌ی دوکدگذاری بررسی شده و اختلافات احتمالی از طریق بازنگری دفترچه‌ی کدها مرتفع می‌گردد (44).

جدول ۲. ماتریس کدگذاری HMAP برای سازوکارهای DMAM

سازوکار	اسناد نهادی و تدارکاتی	داده‌های فنی و چرخه‌ی حیات (LCA-EPD)	سیاستی	ادبیات آرشیوی و تجاری	اثر عاملیت (کنشگری ماده)	اثر میانجی‌گری (ساختاردهی نهادی)
M1: استخراج-قلمرو	شناسایی منشأ معدن و زنجیره‌ی مالکیت تأمین	سنجش شدت انتشار و پتانسیل سمیت در مبدأ	بررسی تعهدات گزارش‌دهی و مکانیزم‌های مالی (CBAM)	تحلیل قفل‌شدگی‌های صنعتی و وابستگی به منبع	تخریب زیست‌محیطی و گرایش‌های آلاینده	تمرکز قلمرویی، بیرونی‌سازی هزینه‌ها و دقت لازم
M2: کار-آسیب	بررسی سوابق ایمنی و گزارش‌های کار کودک	تحلیل شاخص‌های اجتماعی در چرخه‌ی حیات	انطباق با قوانین کار و پروتکل‌های حفاظتی	واکاوی تاریخچه‌ی مبارزات و کار صنعتی	مسیرهای فرسایش و آسیب ماده بر فیزیک بدن	برون‌سپاری مخاطرات و غیررسمیت فقرمحور
M3: گردش-لجستیک	تحلیل مسیرهای حمل و لجستیک معکوس	محاسبه بار انرژی حمل و نقل و شکست‌های حرارتی	بررسی کنترل‌های تجاری و پروتکل‌های PIC	نگاشت جریان‌های جهانی و شبکه‌های کالا	مقاومت مادی در برابر تحرک و هدررفت انرژی	اعمال قدرت از طریق طبقه‌بندی‌های
M4: مونتاژ-خرابی	واکاوی نقشه‌ها و گزارش‌های بازرسی کارگاهی	استخراج داده‌های مقاومت، تسلیم و تغییرشکل	تطبیق با الزامات ضوابط و جزئیات فنی	مطالعه الگوهای شکست در بناهای مشابه	دگرگونی فرمی و زوال پیش‌رس بر ماده اجزا	رژیم‌های بازرسی و تحمیل اقتدار فنی
M5: بهره‌برداری-نگهداری	تحلیل بودجه‌بندی و برنامه‌های نگهداری	ارزیابی بارهای عملیاتی (فاز B چرخه‌ی حیات) نگهداری	بررسی قوانین و ایمنی استانداردهای بهره‌برداری	ثبت تعویق نگهداری در رژیم‌های مادی	خوردگی، فرسودگی و افت مستمر عملکرد	قواعد بیمه و راهبردهای جابه‌جایی مسئولیت
M6: پساندگی-پسماند	بررسی بیانیه‌های تخریب و بازیافت	سنجش اثرات مراحل انتهای عمر (C و D) و بازیافت	تحلیل اصلاحات کنوانسیون بازل و PIC	کم‌سازی جهانی و جریان‌های پسماند	ماندگاری مخرب و رهایش تدریجی سمیت	ضعف زیرساختی و تحمیل فرآوری غیررسمی

## بحث

مدل‌های DMAM و HMAP در این پژوهش، نه به مثابه استعاره‌های فلسفی، بلکه در مقام ابزارهایی روشن‌شناختی صورت‌بندی شده‌اند تا ادعای محوری جستار، یعنی گذار از شیء خنثی به عاملیت پویا و هم‌گرایی میان ماتریالیسم تاریخی و نوماتریالیسم را به یک موتور تبیینی و ردیابی‌پذیر بدل کنند. دستاوردهای این نگارش در سه ساحت مشخص تبلور یافته است: نخست، کالبدشکافی دو موتور نظری و شناسایی نقاط کور آن‌ها در جدول ۱؛ جایی که روشن می‌شود ماتریالیسم تاریخی اگرچه در تبیین چرایی به‌کارگیری مصالح و نقش زیرساخت، کار و ارزش توانمند است، اما در توضیح چگونگی تعدیل شرایط اجتماعی توسط رفتارهای خود ماده با نوعی کم‌تبیینی مواجه می‌گردد (7, 8, 26, 29, 36, 51). دوم، تدوین مدل DMAM در شکل ۲ است که عاملیت را در قامت کارایی

علی‌ماده و میانجی‌گری را به مثابه‌ی سازوکارهای نهادی فعال‌ساز یا مهارکننده‌ی آن کارایی بازتعریف می‌کند. این مدل با عبور از بن‌بست‌های ترسیم‌شده در جدول ۱، نه ماده را صرفاً بازتابی از روابط اجتماعی می‌پندارد و نه قدرت را در شبکه‌هایی کاملاً متقارن حل می‌کند (7, 8, 22, 23, 34). سوم، تبدیل این ادعای نظری به یک پروتکل عملیاتی و تکرارپذیر در قالب HMAP و جدول ۲ است؛ این دستاورد نشان می‌دهد که به بحث گذاشتن عاملیت تاریخی-مادی در معماری، منوط به کدگذاری دقیق شواهد در امتداد سازوکارهای ثابت  $M_1$  تا  $M_6$  است و نمی‌توان آن را به روایت‌پردازی‌های انتخابی تقلیل داد. پیامد بنیادین تحلیل‌های جدول ۱ برای این پژوهش آن است که شکاف میان ماتریالیسم تاریخی و نوماتریالیسم در قلمرو معماری، نه یک اختلاف سلیقه‌ی واژگانی، بلکه تفاوت در دستوربان علی است. ماتریالیسم تاریخی با محوریت بخشیدن به مفاهیم ارزش و زمین، معماری را به مثابه سرمایه‌ی ثابت و ابزار تثبیت فضایی بازمی‌شناسد و به‌درستی نشان می‌دهد که ماده چگونه در چرخه‌ی متابولیسم سرمایه قفل می‌گردد (27, 28, 52). با این حال، در این رویکرد، کارایی مادی غالباً خصلتی تبعی دارد؛ به این معنا که ماده تنها میانجی روابط است و نه منشأ اثر علی مستقل در بطن همان مناسبات (7, 8, 29). در مقابل، نوماتریالیسم با تأکید بر برآیندهای نوپدید در سرهم‌بندی‌ها، ماده را در مقام عاملی مشارکت‌کننده در رخداد‌های زیست‌بومی به رسمیت می‌شناسد (13, 30, 31, 33, 53)، اما هم‌زمان با خطر نادیده‌انگاشتن نامتقارنی‌های ساختاری قدرت مواجه است؛ جایی که توصیف هم‌سطح شبکه ممکن است کانون‌های کنترل استخراج و فرماندهی را در پس زبان پویایی مادی پنهان سازد (7, 8, 34). از این‌رو، برای عبور واقعی از شیء خستی، نباید یکی از این دو موتور را فدای دیگری کرد، بلکه باید تناقض موجود در جدول ۱ را به یک قید روش‌شناختی زایا بدل نمود. مدل دی‌ام‌ای در این نوشتار دقیقاً به دنبال میانجی‌گری میان دوگانه‌ی ساختار و اثر است؛ بدین معنا که عاملیت را در قامت یک اثر علی میانجی‌گری‌شده بازتعریف می‌کند تا دو خطای معرفتی رایج را به‌طور هم‌زمان مهار نماید. نخست، این رویکرد مانع از آن می‌شود که مفهوم عاملیت صرفاً به مقوله‌ی اراده و قصد سوژه نسبت داده شود. در چارچوب دی‌ام‌ای، عاملیت بر ظرفیت‌های شیمیایی، حرارتی، زیستی و زمان‌مندی‌های ذاتی سامانه‌های مادی دلالت دارد که حتی در غیاب اراده‌ی انسانی، پیامدهای عینی و ردیابی‌پذیری تولید می‌کنند (6, 22, 23). از سوی دیگر، این مدل اجازه نمی‌دهد که چنین ظرفیت‌هایی به طبیعت محض یا ساحتی بیرون از تاریخ حواله شوند؛ چرا که فرآیند فعال‌سازی، مهار یا حتی بیرونی‌سازی این توانمندی‌ها، تماماً تابع رژیم‌های استخراج، سازمان‌دهی کار، استانداردهای تدارکات و چارچوب‌های حقوقی و بیمه‌ای است که تحت عنوان میانجی‌گری تاریخی صورت‌بندی شده‌اند (1, 20, 21). در این تبیین، مفهوم خستی بودن نه توصیفی از ماهیت فیزیکی مواد، بلکه یک سازوکار نهادی برای حذف قلمداد می‌گردد. تبارشناسی حاضر نشان می‌دهد که دانش معماری، بی‌طرفی مادی را از طریق سه فرآیند مستمر بازتولید می‌کند: گسست میان ساحت طراحی با قلمروهای استخراج و کار، بوروکراتیزه کردن دانش مادی در قالب استانداردها و مشخصات فنی، و در نهایت، تفوق نظام‌های بازنمایی که ماده را تا سطح تصویر، بافت یا اتمسفر تقلیل می‌دهند (1, 3, 16-18, 20, 21). بدین ترتیب، مدل «دی‌ام‌ای» این یافته‌های تبارشناختی را به سنج‌های برای تحلیل بدل می‌سازد؛ به گونه‌ای که هرگاه در پروفایل واکاوی یک ماده، ردپای مراحل بالادستی ( $M_1-M_3$ ) یا فازهای پسینی ( $M_6$ ) به‌طور نظام‌مند حذف یا کمرنگ شود، این پدیده نه به مثابه کمبود داده، بلکه به عنوان نشانه‌ای روش‌مند از همان تولید نهادی خستی بودن نگریسته می‌شود که نظریه پیشاپیش آن را پیش‌بینی کرده است.

سه پرونده‌ی موردی منتخب در این نوشتار، فراتر از نمونه‌های نمایشی، در واقع کانون‌های استراتژیک برای آزمون دقت عملیاتی پروتکل پژوهش محسوب می‌شوند؛ هر یک از این موارد با هدف تولید چگالی معینی از داده‌ها در ماتریس تحلیلی انتخاب شده‌اند تا بتوان تبیینی مدل دی‌ام‌ای را در مواجهه با شواهد ناهمگون و چندمقیاسی به چالش بکشند. پرونده‌ی بتن‌آرمه، با ایتنا بر مستندات فنی و گزارش‌های رسمی فروپاشی برج‌های چمپلین استیتس جنوبی، بستری

بی‌بدیل برای واکاوی دقیق سازوکارهای مونتاژ-خرابی و بهره‌برداری-نگهداری فراهم می‌آورد (40). اهمیت بنیادین این پرونده در ساحت دانش معماری، نه در بازخوانی صرف یک واقعه‌ی تخریب، بلکه در افشای این حقیقت است که چگونه دوگانگی ساختاری میان ساحت طراحی و قلمرو نگهداری، ظرفیت‌های زمانی و فرسایشی ماده را به بحران‌هایی حاد بدل می‌سازد. در این فرآیند، ماده از جایگاه ابژه‌ای منفعل خارج شده و به محرکی برای بازنویسی رژیم‌های بازرسی، قواعد مسئولیت‌پذیری و اقتدار فنی بدل می‌گردد. پیوند این تحلیل با فازهای بالادستی تولید، از طریق داده‌های چرخه‌ی حیات و مسیرهای سیاستی آژانس بین‌المللی انرژی، نشان می‌دهد که خشتی‌بودن در معماری، دقیقاً در گرو انتخاب مرزهای تحلیل است؛ چنانچه کدگذاری داده‌ها را به عملکرد کالبدی بنا محدود کنیم، لایه‌های استخراج و قفل‌شدگی‌های صنعتی محو می‌شوند، اما با شمول سازوکارهای  $M_1$  تا  $M_3$ ، ادعای بی‌طرفی مادی دیگر به لحاظ روش‌شناختی قابل دفاع نخواهد بود (41، 42، 54). در سوی دیگر، پرونده‌ی کبالت‌بتری با هدف انتقال آگاهانه‌ی سازوکارهای بالادستی از حاشیه‌ی گفت‌وگو معماری به هسته‌ی مسئولیت‌تحلیلی حرفه برگزیده شده است. تمرکز جغرافیایی استخراج در گزارش‌های زمین‌شناسی، متغیرهای تجربی متقنی برای تحلیل سازوکار استخراج-قلمرو به دست می‌دهد (55). هم‌زمان، استناد به گزارش‌های رسمی درباره‌ی آسیب‌های انسانی و کار اجباری، سازوکار کار-آسیب را از یک دغدغه‌ی اخلاقی انتزاعی به یک مستندسازی نهادی صلب بدل می‌سازد (48). در این میان، نقش رژیم‌های مقرراتی جدید، نظیر مصوبات پارلمان اروپا، در تبدیل ماده به مقولات انطباقی و الزام‌های ردگیری زنجیره‌ی تأمین، به وضوح نشان می‌دهد که چگونه میانجی‌گری‌های حقوقی کالبد مادی را فرمت می‌کنند (46، 47). با کاربست ابزارهای OECD به عنوان مبنای حکمرانی مسئولانه، اثر میانجی‌گری از سطح یک چک‌لیست اخلاقی فراتر رفته و به مثابه سازوکاری نهادی و ردیابی‌پذیر در ماتریس پژوهش ثبت می‌شود (50). بدین‌سان، مدل دی‌ام‌ای‌ام با تفکیک دقیق میان اثر عاملیت و میانجی‌گری، از لغزش تحلیل به سمت نوعی پویایی بی‌سوزه یا اخلاق‌گرایی فاقد ساختار ممانعت کرده و مسئولیت معمار را در بطن نامتقارنی‌های قدرت جهانی بازتعریف می‌نماید. پرونده‌ی پسماند الکترونیکی در این پژوهش به صورت روش‌مند جهت الزام تحلیل به بازشناسی جدی سازوکار M6 برگزیده شده است. بهره‌گیری از داده‌های Global E-waste Monitor، امکان‌گذار از بازنمایی‌های صرفاً تکان‌دهنده به سمت واکاوی ساختارهای سنجش‌پذیر تولید و بازیافت را در مقیاس جهانی فراهم می‌آورد (45). در این راستا، گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی نیز با ترسیم مسیرهای مواجهه و پیامدهای زیستی بر سلامت انسان، اثر علی ماده را در فاز پساندگی به‌دقت صورت‌بندی می‌کنند (49). در این پرونده، میانجی‌گری بیش از هر چیز در قامت قدرت طبقه‌بندی و مرزبندی تجلی می‌یابد؛ بدین معنا که تمایزات حقوقی میان کالا و پسماند و رژیم‌های کنترل جابه‌جایی‌های فرامرزی، تعیین می‌کنند که سمیت و ماندگاری ماده در کدام جغرافیا و بر چه کالبدهایی فعال شود. در اینجا، اصلاحات کنوانسیون بازل و پروتکل‌های PIC نه به‌عنوان پس‌زمینه، بلکه در مقام داده‌های صلب وارد تحلیل می‌شوند (43). از این منظر، پساندگی در مدل DMAM نه یک ضمیمه‌ی اخلاقی، بلکه انتخابی معرفتی است که نشان می‌دهد چگونه حذف نظام‌مند این فاز از سوی دانش معماری، اثرهای علی ماده را به جغرافیاهای فرودست منتقل می‌کند. در جمع‌بندی تحلیلی این پرونده‌ها، سهم این نوشتار اثبات این مدعاست که ماده‌ی خشتی نه یک ویژگی فیزیکی، بلکه محصول هم‌زمانی دو عملیات انضباطی است: نخست، بازنمایی و استانداردسازی که ماده را به واحدهای انتزاعی و جایگزین‌پذیر بدل می‌کند (18، 20، 21)؛ و دوم، مرزبندی نهادی که تعیین می‌کند کدام لایه از چرخه‌ی حیات «به حساب معماری» منظور شود (43، 46، 47). مدل DMAM به این دلیل در نقش یک موتور تبیینی ظاهر می‌شود که به‌جای اتکا به کلی‌گویی درباره‌ی سلطه‌ی سرمایه یا سرزندگی ماده، امکان ردیابی هر دو را در سطح سازوکارهای عینی فراهم می‌آورد. این رویکرد برای مقالات پژوهشی با ضریب اثر بالا نقشی حیاتی دارد، چرا که به‌جای ادعاهای کلی، نشان می‌دهد که پنهان‌سازی یا فعال‌شدن عاملیت در کدام گره‌های ساختاری و با چه شواهدی رخ می‌دهد. محدودیت‌های این

چارچوب نیز باید به دور از تکلف‌های رایج تبیین شوند. نخست آنکه انتخاب پرونده‌ها با هدف آزمون‌پذیری مدل انجام شده و هدف مقاله تعمیم آماری نیست، بلکه تدوین یک دستورزبان علمی برای تحلیل‌های آتی است (40, 45). دوم، اتکا به اسناد نهادی اگرچه اعتبار ارجاعی را تضمین می‌کند، اما ممکن است دانش‌های محلی یا سازوکارهای غیررسمی را نادیده بگیرد؛ از این رو تقویت مشاهدات میدانی در اجرای جدول ۲ برای اعتبارسنجی میانجی‌گری در سطح عمل ضروری است (32, 44). سوم، حرکت به سوی کمی‌سازی صرف می‌تواند مدل را به شاخص‌سازی تقلیل‌گرا دچار کرده و دوباره بن‌بست‌های هستی‌شناختی پیشین را بازتولید کند. در آخر، این بحث واحد تحلیل در معماری را از شیء به چرخه حیات میانجی‌گری شده جابه‌جا می‌کند. با این تغییر پارادایم، خنثی‌بودن ماده نه یک بداهت حرفه‌ای، بلکه یک الگوی حذف‌ردیابی‌پذیر جلوه می‌کند و عاملیت ماده نیز از یک استعاره به یک کارایی علمی در امتداد استخراج تا پس‌ازندگی تبدیل می‌شود. نقطه‌ی تلاقی ماتریالیسم تاریخی و نوماتریالیسم نیز دقیقاً در همین موتور تبیینی نهفته است؛ جایی که هم‌زمان رژیم‌های قدرت شفاف می‌شوند و چگونگی تعدیل میدان اجتماعی توسط رفتارهای مادی توضیح داده می‌شود. این رویکرد به معماری امکان می‌دهد تا از وضعیت شیء خنثی عبور کند، بی‌آنکه در ورطه‌ی اخلاق‌گرایی انتزاعی یا پویایی‌شناسی فاقد ساختار سقوط نماید.

### نتیجه‌گیری

این نوشتار با بازخوانی انتقادی نظریه ماده در معماری، بر این حقیقت صحه گذاشت که چالش بنیادین معاصر نه کم‌توجهی به ساحت ماده، بلکه استمرار سیطره‌ی یک دستگاه معرفتی است که مادیت را تا سطح شیئی خنثی و جایگزین‌پذیر تقلیل داده و چرخه‌ی حیات آن را از حوزه‌ی تبیین معماری طرد می‌کند. در مقام پاسخ، مدل دی‌ام‌ای‌ام عاملیت را در قالب کارایی علمی میانجی‌گری‌شده بازتعریف نمود؛ بدین معنا که مواد نه بر اساس اراده، بلکه به واسطه‌ی پتانسیل‌های شیمیایی، حرارتی، زیستی و زمان‌مندی‌های درونی‌شان اثر تولید می‌کنند، اما این آثار همواره در بطن رژیم‌های تاریخی استخراج، سازمان‌دهی کار، تدارکات، مالکیت و مرزبندی‌های حقوقی فعال، مهار یا به جغرافیاهای دیگر واسپاری می‌شوند. بدین ترتیب، این پژوهش موفق شد از دو بن‌بست صلب عبور کند: نخست، تقلیل ماده به صرف بازتابی از روابط اجتماعی در ماتریالیسم تاریخی و دوم، مسطح‌سازی ساختارهای قدرت در برخی قرائت‌های نوماتریالیستی. نوآوری محوری این مقاله نه در تلفیق صوری دو زبان نظری، بلکه در تبدیل شکاف میان آن‌ها به یک قید روش‌شناختی زایا نهفته است. پروتکل اچ‌ام‌ای‌پی این ضرورت را با تثبیت مرزهای سیستم، شناسایی ظرفیت‌های مادی و کدگذاری شواهد در امتداد سازوکارهای شش‌گانه‌ی استخراج تا پس‌ازندگی عملیاتی کرد. در این چارچوب، خنثی‌بودن به مثابه الگوی حذفی منظم و قابل رصد افشا شد و عاملیت از سطح یک استعاره به سازوکاری ردیابی‌پذیر ارتقا یافت. ماتریس تحلیلی ارائه شده نیز نشان داد که هر ادعای تفسیری باید به داده و سازوکاری مشخص ارجاع یابد؛ به گونه‌ای که با تفکیک دقیق میان اثر عاملیت و اثر میانجی‌گری، تحلیل نه به اقتصاد سیاسی تقلیل‌گرا سقوط کند و نه در ورطه‌ی سرزندگی‌گرایی فاقد ساختار گرفتار شود. معماری در این پارادایم نه به مثابه تولید ابژه، بلکه در مقام مدیریت یک زنجیره‌ی علمی-تاریخی-مادی بازشناخته می‌شود. پیامد پژوهشی این رویکرد صراحت دارد: هرگونه ادعای طراحی در باب کارایی، دوام یا پایداری تنها زمانی وجاهت علمی خواهد داشت که قادر باشد پیامدهای علمی مصالح را در طول چرخه‌ی حیات و در تقابل با دستگاه‌های نهادی میانجی‌گر به اثبات برساند. در غیر این صورت، تکیه بر مفهوم بی‌طرفی مادی نه یک خطای مفهومی ساده، بلکه عملکرد آگاهانه‌ی سازوکاری انضباطی برای حذف تاریخ و مسئولیت از کالبد معماری است.

## مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

## تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در طی مراحل این پژوهش به ما یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌گردد.

## تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

## حمایت مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

## موازن اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

## خلاصه مبسوط

## Extended Abstract

## Introduction

This article interrogates the status of matter in architectural theory and practice by challenging the widespread assumption that building materials are ontologically “neutral,” endlessly substitutable, and largely devoid of historical thickness. Dominant architectural discourses, whether framed in technological, phenomenological, or formalist terms, tend to treat materiality as a passive substrate that simply receives form, performance specifications, or sensory qualities. In this view, materials appear on the project site as if they had no past and no future, severed from the histories of extraction, labor struggle, logistical circulation, and temporalities of decay and afterlife that condition their presence (4, 28, 54). The paper argues that this neutrality is not a property of materials themselves but an effect of historically sedimented epistemic and institutional regimes that systematically erase certain dimensions of material life while amplifying others. To dismantle this effect, the article brings into dialogue historical materialism—with its focus on relations of production, labor, and commodity fetishism—and neo-materialist frameworks that emphasize the causal efficacy and distributed agency of non-human entities. It proposes that only by staging this encounter can architectural theory account for matter not as a mute given but as an active participant in the unfolding of social, environmental, and political consequences across the entire life cycle of buildings.

## Methods and materials

Rather than working with physical samples or laboratory experiments in the conventional sense, the article treats theories, institutional practices, and regulatory devices as its primary “materials.” The research develops a dialectical model of mediated material agency (DMAM) that operates as an explanatory engine for tracing how the causal capacities of materials are activated, channelled, or suppressed through specific mediating structures. Within this model, agency is defined as the causal efficacy of materials—their capacity to make a difference in sequences of events—while mediation refers to the institutional, technical, and discursive processes that enable, constrain, or reorient this causality across all phases of the material life cycle, from extraction and processing through procurement, specification, assembly, maintenance, decay, and post-use transformations. To operationalize DMAM as a reproducible research method, the paper introduces the protocol of mediated agency profiling (HMAP). HMAP unfolds in four main procedures: (1) system boundary fixation, which delineates the temporal and spatial limits of the architectural situation under investigation; (2) identification of material capacities, which catalogs the physical, chemical, economic, and symbolic potentials attributed to specific materials; (3) mapping of mediating structures, including design conventions, procurement systems, labor organizations, codes, standards, and representational practices; and (4) coding empirical evidence along six ideal-typical mechanisms (M1–M6) that articulate how these mediating structures organize the visibility, invisibility, and directionality of material agency. Although the article is primarily theoretical, it employs an analytical-genealogical method to reconstruct the historical emergence of the “neutral material” trope, drawing on canonical architectural treatises, industrial procurement regimes, and contemporary design discourse as case archives for applying the DMAM/HMAP framework.

## Findings

The genealogical analysis identifies a series of recurring mechanisms through which the fiction of material neutrality is produced and stabilized. The first mechanism (M1) is the consolidation of a structural split between the sphere of design and the sphere of production. Beginning from early modern paradigms, exemplified by the Alberti-inspired figure of the architect as a disembodied, contemplative intellect divorced from manual labor, the discipline institutionalized a sharp distinction between the thinking subject (architect) and the executing body (builder or worker). This epistemic division granted disproportionate cognitive authority to design while relegating the knowledge embedded in bodily engagement with matter to a subordinate, largely invisible status. In architectural narratives, this mechanism converts matter from a carrier of social history into a compliant object awaiting form. The second set of mechanisms revolves around the industrialization of procurement and the rise of technical specifications as dominant mediators between material production and architectural decision-making. As supply chains become increasingly complex and global, materials are encoded as administrative units—numbers, standards, performance ratings, catalog entries—rather than as historically embedded entities. This transformation aligns architectural material practice with the capitalist logic of commodity circulation: materials appear as standardized items with exchange values but without discernible biographies. Combined with the broader logic of commodity fetishism, these mechanisms foster a condition in which relations of labor, extraction, environmental damage, and geopolitical conflict are concealed behind the smooth surfaces, textures, and optical qualities that architectural discourse celebrates. Within such a regime, architecture can simultaneously indulge in phenomenological praise of material “authenticity” and perpetuate the illusion of its political and historical neutrality.

## Conclusion

By applying the DMAM model in conjunction with the HMAP protocol, the article demonstrates that the supposed neutrality of materials is a patterned mode of omission rather than an intrinsic feature of the material world. The analysis shows that

historical and institutional mechanisms—such as the design/production split, industrial procurement infrastructures, specification regimes, and commodity fetishism—systematically excise histories of extraction, labor, circulation, and afterlife from architectural consideration. Reframing material agency as causally effective and institutionally mediated enables the development of “mechanism profiles” that make these omissions analytically visible and comparatively assessable across different architectural contexts. In doing so, the study advances an alternative conception of architecture: not merely as the art of composing objects in space but as the management of historical-material chains of consequences. This reconceptualization carries methodological and ethical implications. Methodologically, DMAM and HMAP provide a transferable framework for empirical research on material agency in architecture, capable of accommodating diverse case studies and generating commensurable results. Ethically and politically, the framework insists that decisions about materials are always decisions about the organization of labor, the distribution of environmental burdens, and the shaping of long-term socio-material futures. Recognizing matter as an active historical agent compels architectural practice to reposition itself: from orchestrating neutral substances into aesthetically compelling forms to curating and reconfiguring the complex, conflict-laden trajectories through which materials enter, inhabit, and depart the built environment.

## References

1. Thomas KL. *Material Matters: Architecture and Material Practice*: Routledge; 2006.
2. Benjamin A. *Plans to matter: Towards a history of material possibility*. *Material Matters*: Routledge; 2006. p. 15-34.
3. Voyatzaki M. *Architectural materialisms: Nonhuman creativity*: Routledge; 2018.
4. Çakan A, Savaşır G. A new materialist cartography for converging architectural theory to practice. *A-Z ITU Journal of the Faculty of Architecture*. 2025;22(1):77-96.
5. Sap HA, editor *Neo-materialism and urban planning: A contribution to new metaphoric understanding*. *USO-Built Research Conference Proceedings*; 2002.
6. Wieczorek IZ. *Active materiality: The agency of matter from the phenomenological perspective*: Universidad Politécnica de Madrid; 2015.
7. Choat S. *Historical materialism and new materialism*. *Political Studies*. 2018;66(4).
8. Choat S. *Science, agency and ontology: A historical-materialist response to new materialism*. *Political Studies*. 2018;66(4):1037-53.
9. Bianco A, Scarpitti C. *Matter's life: Speculative biodesign practices toward a new materialism*. *For Nature-With Nature*: Springer; 2024. p. 315-31.
10. LeCain TJ. *The matter of history: How things create the past*: Cambridge University Press; 2017.
11. LeCain TJ. *Environmental history and global mining: Towards a neo-materialist approach*. *Making Sense of Mining History*: Routledge; 2019. p. 221-38.
12. Lettow S. *Turning the turn: New materialism, historical materialism and critical theory*. *Thesis Eleven*. 2017;140(1):106-21.
13. Van der Tuin I, Dolphijn R. *The transversality of new materialism*. *Women: A Cultural Review*. 2010;21(2):153-71.
14. Schleusener S. *A politics of things? Deleuze and the new materialism*. *Deleuze and Guattari Studies*. 2021;15(4):463-80.
15. Olkowski D. *The cogito and the limits of neo-materialism and naturalized objectivity*. *Rhizomes: Cultural Studies in Emerging Knowledge*. 2016;30:1-19.
16. Panetsos MN. *(Im)materiality: Analysis of conceptual and historical material transformations in art and architecture*: Università Ca' Foscari Venezia; 2024.
17. Ienna G, Omodeo PD. *The bee and the architect: Scientific paradigms and historical materialism*: University of Verona; 2023.
18. Pattullo H. *Digital fabrication for contemporary material specificity*: University of Calgary; 2019.
19. Rella L. *Money's infrastructures: Blockchain technologies and the ecologies of the memory bank*: Durham University; 2021.
20. Thomas KL. *Building materials: Material theory and the architectural specification*: Routledge; 2021.
21. Magnusson J. *Clustering architectures: The role of materialities for emerging collectives in the public domain*: Lund University Press; 2016.
22. Barad K. *Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning*: Duke University Press; 2007.
23. Bennett J. *Vibrant matter: A political ecology of things*: Duke University Press; 2010.
24. Kini S. In “Optical re-visioning” the other-within: An agential realist and diffractive exploration of fat body acceptance: *ProQuest Dissertations*; 2025.
25. Lipartito K. *Reassembling the economic: New departures in historical materialism*. *The American Historical Review*. 2016;121(1):101-30.
26. Otter C. *Locating matter: The place of materiality in urban history*. *Material Powers*: Routledge; 2013. p. 25-45.

27. Fox NJ. The more-than-human life of capitalism: Assemblages, affects and the neoliberal black hole. *Social Sciences*. 2023;12(11):632.
28. Broto VC. *Urban energy landscapes*: Routledge; 2019.
29. Hargreaves GA. *Edge effect capitalism: The North American fall line in the longue durée*: University of Delaware; 2022.
30. Van der Tuin I, Verhoeff N. *Critical concepts for the creative humanities*: Bloomsbury Academic; 2022.
31. Monacella R, Keane B. *Designing landscape architectural education: Studio ecologies for unpredictable futures*: Springer; 2022.
32. Blumenthal J. *Sites of Value: An ethnography of design work*: Humboldt University of Berlin; 2024.
33. Hörl E. *Introduction to general ecology: The new ecological paradigm*. *General Ecology*: MIT Press; 2017.
34. Adelman S. *A legal paradigm shift towards climate justice in the Anthropocene*. *Oñati Socio-Legal Series*. 2021.
35. Staveley H. *All the King's Horses and all the King's Men: International anti-corruption discourse and assemblage theory*: Victoria University of Wellington; 2013.
36. Upton J. *Towards an ontology of transport: Transport naturalised*: Lincoln University; 2018.
37. Hillman J. *Photography and its failure to represent*: Falmouth University; 2019.
38. González Ruibal A. *Object worlds*. *Handbook of Material Culture*: Firenze University Press; 2022.
39. Baldelli J, De Chirico M, Moradei C. *Neomateria: Designing for endowing matter with agentivity*. *For Nature With Nature*: Springer; 2024.
40. National Institute of Standards and Technology. *NCST investigation of the Champlain Towers South collapse: Publications, findings, and technical materials*. 2024.
41. International Energy Agency. *Breakthrough Agenda Report 2024: Priority actions for the clean energy transition (cement-concrete sections)*. 2024.
42. International Energy Agency. *Cement: Sector tracking and progress indicators*. 2024.
43. Basel Convention Secretariat. *Basel Convention e-waste amendments: Overview and FAQs (effective 1 January 2025)*. 2022.
44. Ahmed SK. *The pillars of trustworthiness in qualitative research*. *Global Media Journal*. 2024.
45. International Telecommunication Union, United Nations Institute for Training and Research. *The Global E-waste Monitor 2024*. 2024.
46. European P, Council of the European Union. *Regulation (EU) 2023/1542 on batteries and waste batteries*. 2023.
47. European P, Council of the European Union. *Regulation (EU) 2023/956 establishing a carbon border adjustment mechanism*. 2023.
48. U. S. Department of Labor. *Findings on the worst forms of child labor: Democratic Republic of the Congo (country profile)*. 2024.
49. World Health Organization. *Children and digital dumpsites: E-waste exposure and child health*. 2021.
50. Organisation for Economic Co-operation and Development. *Handbook on environmental due diligence in mineral supply chains*. 2023.
51. Özdemir B. *Towards a new understanding of nature: Material ecology in architecture*: Middle East Technical University; 2021.
52. Fox NJ, Alldred P. *Sociomaterialism and the neoliberal black hole*. *Social Sciences*. 2023;12(11).
53. Hörl E, Burton J. *General Ecology: The New Ecological Paradigm*: Bloomsbury; 2017.
54. *Breakthrough Agenda. Cement and concrete breakthrough: Priority international actions 2024–2025*. 2024.
55. US Geological Survey. *Mineral commodity summaries 2025*. 2025.