

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

زیست‌فیزیک و زیست‌مکانیک در معماری

(در استای پارادایم‌سازی نظریه معماری مولد)

تألیف

دکترای معماری بیونیک.

دکتر هادی محمودی نژاد

|                     |                                                                                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | محمودی‌نژاد، هادی،                                                                                     |
| عنوان و نام پدیدآور | زیست‌فیزیک و زیست‌مکانیک در معماری (در راستای پارادایم‌سازی نظریه معماری مولد)/تألیف هادی محمودی‌نژاد. |
| مشخصات نشر          | تهران: دانشگاه معماری و هنر پارس، انتشارات، ۱۳۹۹.                                                      |
| مشخصات ظاهری        | ۲۸۲ ص.                                                                                                 |
| شابک                | ۹۷۸-۶۲۲-۶۸۹۳-۲۴-۴                                                                                      |
| وضعیت فهرست نویسی   | فیا                                                                                                    |
| یادداشت             | کتابنامه: ص. ۲۱۸ - ۲۸۰.                                                                                |
| یادداشت             | نماینه.                                                                                                |
| موضوع               | معماری و زیست‌شناسی                                                                                    |
| موضوع               | Architecture and biology                                                                               |
| موضوع               | بیونیک                                                                                                 |
| موضوع               | Bionics                                                                                                |
| موضوع               | فیزیک زیستی                                                                                            |
| موضوع               | Biophysics                                                                                             |
| موضوع               | بیومکانیک                                                                                              |
| موضوع               | Biomechanics                                                                                           |
| شناسه افزوده        | دانشگاه معماری و هنر پارس. انتشارات                                                                    |
| رده بندی کنگر       | ۲۵۴۳NA                                                                                                 |
| رده بندی دی         | ۷۲۰                                                                                                    |
| شماره ثبت کتاب      | ۷۲۶۹۶۶۰                                                                                                |

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل های لوح فشرده، بازنویسی در اینترنت، سایت ها، مجله ها، کتاب، بصورت فایل پی دی اف و نرم افزار و ارسال در شبکه های مجازی و موسسات آموزشی به صورت جزیره کتاب، عنوان مؤلف دیگر بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می شود.

عنوان: زیست‌فیزیک و زیست‌مکانیک در معماری

تألیف: دکتر هادی محمودی‌نژاد

ناشر: انتشارات دانشگاه پارس

نوبت: چاپ اول

تاریخ چاپ: ۱۳۹۹

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۸۹۳-۲۴-۴

مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است

بها ۶۹۰۰۰۰ ریال

انتشارات دانشگاه پارس

آدرس: تهران خیابان کارگر شمالی خیابان دوم پلاک ۱۸

www.parsuniversity.ir

مرکز فروش و توزیع (انتشارات آینده دانش)

خیابان انقلاب خیابان منبری جاوید (اردیبهشت) خیابان لبافی نژاد پلاک ۲۴۸

تلفن ۰۲۱۶۶۴۰۱۴۰۱ - ۰۲۱۶۶۴۹۷۱۳۷

فروشگاه اینترنتی

www.asanketab.com

## فهرست

|    |                                                        |
|----|--------------------------------------------------------|
| ۱  | فصل اول. بیوفیزیک و بیومکانیک.....                     |
| ۱  | مقدمه.....                                             |
| ۱  | بیوفیزیک.....                                          |
| ۳  | مهندسی زیستی.....                                      |
| ۶  | بیوانفورماتیک.....                                     |
| ۱۱ | پیشینه و قدمت بیومکانیک.....                           |
| ۱۱ | بیومکانیک.....                                         |
| ۱۳ | کاربر بیومکانیک.....                                   |
| ۱۶ | روش های مطالعاتی بیومکانیک.....                        |
| ۱۶ | شبیه سازی در بیومکانیک.....                            |
| ۱۷ | روش عناصر محدود در بیومکانیک.....                      |
| ۱۸ | بیومکانیک در زمینه های مختلف.....                      |
| ۱۸ | بیومکانیک در پزشکی.....                                |
| ۱۸ | بیومکانیک در ورزش.....                                 |
| ۲۰ | مهندسی بافت.....                                       |
| ۲۳ | نتیجه گیری فصل.....                                    |
| ۲۵ | فصل دوم. بیومکانیک و معماری.....                       |
| ۲۵ | مقدمه.....                                             |
| ۲۶ | زیست شناسی فنی.....                                    |
| ۳۰ | الهام از طبیعت.....                                    |
| ۳۲ | معماری حیوانات.....                                    |
| ۳۳ | تطابق با نیروها در طبیعت و معماری.....                 |
| ۳۸ | قانون ولف و بیومکانیک معماری.....                      |
| ۴۰ | قالب های فولادی، پوست و استخوان طبیعی.....             |
| ۵۴ | فشار، کشش، برش و پیچش در طبیعت و بیومکانیک معماری..... |
| ۵۷ | شبیه سازی پرندگان و بیومکانیک معماری.....              |

|     |                                               |
|-----|-----------------------------------------------|
| ۵۸  | .....بیومکانیک پرندگان و معماری               |
| ۸۶  | .....ارگانیسم‌های تک‌سلولی و بیومکانیک معماری |
| ۱۱۷ | .....ساختار کابلی، عنکبوت و بیومکانیک معماری  |
| ۱۲۹ | .....سلول‌ها و بافت‌ها و بیومکانیک معماری     |
| ۱۴۳ | .....ساختار پنوماتیک، و بیومکانیک معماری      |
| ۱۴۸ | .....طاق‌ها، پوسته تخم مرغ و بیومکانیک معماری |
| ۱۶۲ | .....سازه‌های پوسته‌ای و طبیعت                |
| ۱۹۴ | .....بیومکانیک استخوان و زانوی مصنوعی         |
| ۲۰۱ | .....آنتروپوبیونیک؛ استخوان مصنوعی و پروتز    |
| ۲۱۱ | .....تجربه‌گری فصل                            |
| ۲۱۸ | .....منابع و کتاب‌شناسی                       |
| ۲۸۱ | .....نمایه                                    |
| ۲۸۳ | .....درباره نویسنده                           |

### پیشگفتار نویسنده

اولین مطالعات در زمینه «بیوفیزیک» به سال ۱۸۴۰ بازمی‌گردد که در مجموعه‌ای تحت عنوان «مدرسه بیولوژی برلین» انجام شد. در این مجموعه افراد شاخصی نظیر «هرمان فون هلمهولتز، ارسطو هانتزس، ویر، یوهانس پتر مولر و کارل لودویگ» حضور داشتند. هرچند شروع بیوفیزیک در تاریخ، حتی می‌توان به مطالعات لوییجی گالوانی نیز نسبت داد. محبوبیت این رشته زمانی که کتاب «حیات چیست؟»، نوشته «اروین شرودینگر» منتشر شد، افزایش یافت. از سال ۱۹۵۷، مت‌سلمان بیوفیزیک، خود را در انجمن بیوفیزیک سازماندهی کردند که هم‌اکنون حدود ۱۰۰ عضو در سراسر جهان دارد. برخی دانشمندان مانند «رابرت روزن» از بیوفیزیک انتقاد می‌کنند. «راکه وی معتقد است «بیوفیزیک» خواص بیولوژیکی پدیده‌ها را در نظر نمی‌گیرد. «مهندسی زیستی» یا «مهندسی زیست‌شناسی» یا «زیست مهندسی» (به انگلیسی: Biologic Engineering) یا «مهندسی علوم زیستی» (Bioengineering) به کاربرد مفاهیم و روش‌های زیستی (در درجه بعد علوم فیزیک، شیمی، ریاضی و کامپیوتر) برای حل مشکلات مرتبط با علوم زیستی یا کاربردهای آن اشاره دارد. در حالی که مهندسی سنتی از ریاضیات و فیزیک برای تجزیه و تحلیل، طراحی و ساخت ابزارها، ساختارها و فرآیندهایی بی‌جان استفاده می‌کند، مهندسی زیستی از دانش زیست‌شناسی مولکولی، که طی سال‌های گذشته توسعه فراوانی داشته، برای مطالعه و استفاده‌های کاربردی پیشرفته از ارگانیسم‌ها و همچنین توسعه زیست فناوری استفاده می‌کند. ساخت ماشین‌های زیستی و چاپگرهای ۳ بعدی که مواد را در یک مقیاس مولکولی نظم می‌دهند از جمله مباحثی هستند که در این حوزه از علم مطرح هستند. یک کاربرد

بسیار مهم این حوزه، تجزیه و تحلیل و راه‌حل‌های مقرون به صرفه مشکلات مرتبط با سلامتی انسان (زیست‌مهندسی انسان) است. این حوزه بسیار کلی بوده و مباحث مختلفی را پوشش می‌دهد. برای مثال «بیومیمتیکس» نیز شاخه‌ای از مهندسی زیست است که در پی یافتن راه‌های است که در آن ساختارها و عملکردهای ارگانیسم زنده بتوانند به عنوان مدل‌های برای طراحی و مهندسی مواد و ماشین‌ها استفاده شوند. ممکن است تشخیص تفاوت بین مهندسی زیستی و مهندسی پزشکی امکان‌پذیر نباشد. بیومکانیک (به انگلیسی: Biomechanic) از مهندسی پزشکی دامنه بسیار وسیعی را شامل می‌شود اما در تعریفی کوتاه، بیومکانیک را می‌توان علم استفاده از اصول مکانیک در سیستم‌های بیولوژیکی مانند انسان، جانوران، گیاه، اندام، یاخته (سلول) دانست؛ شاید یکی از بهترین تعاریف از بیومکانیک را «هربرت هتزه» در سال ۱۹۷۴ میلادی بیان کرده است: «بیومکانیک مطالعه ساختار و عملکرد سیستم‌های بیولوژیکی با استفاده از روش‌های مکانیک است». واژه بیومکانیک در ابتدای دهه ۱۹۷۰ توسعه یافت، که توصیف‌کننده استفاده از مهندسی مکانیک در سامانه‌های زیست‌شناسی و مهندسی پزشکی است. در یونان مدرن از آن به عنوان  $\epsilon\mu\beta\iota\omicron\mu\eta\chi\alpha\nu\eta$  یاد می‌شود. یا به عبارتی «بیومکانیک» واژه‌ای مرکب، تشکیل یافته از دو کسفه: (بیو) به معنی: طبیعت و (مکانیک) به معنی: عمل و کارکرد یک ماشین است. این واژه در جمع به معنی (طبیعت عمل) است. می‌توان بیومکانیک را از دیدگاه هنری نیز می‌توان «زیبایی‌شناسی فیزیکی» دانست که سعی دارد تا به طبیعت عمل یا در واقع همان «ریشه چیزها» دست یابد. بیومکانیک یعنی عمل نهفته و خلاصه شده برگرفته از هستی «چیزها». بر پدیده‌ای در هستی، یک «چیز» محسوب می‌شود؛ پس می‌توان به کمک تلاشی یا ضربه و نه بدنی «چیستی» یا ماهیت آن را متجلی کرد. بیومکانیک اعمالی است خلاصه شده در نهایت دقت و کنترل که هدفش «انتقال معنی یک احساس» یا «بیان احساسی نهفته در سینه» است. تقریباً در اوایل دهه ۷۰ میلادی، جامعه بین‌المللی واژه بیومکانیک را برای نشان مطالعه سیستم‌های حیاتی از دید مکانیکی انتخاب نمود. بیومکانیک از ابزار مکانیک برای مطالعات آناتومیک و بررسی کارکرد اندام حیاتی استفاده می‌کند. این علم طیف گسترده‌ای را از مطالعه تئوری تا کاربردهای عملی می‌پوشاند. مطالعه کامل مکانیک شامل دو موضوع اساسی می‌باشد: استاتیک، که مطالعه اجسامی است که، در اثر نیرویی که بر آن‌ها اعمال می‌شود، در حال سکونی یا وضعیت تعادل باقی می‌مانند و دینامیک، که مطالعه اجسام متحرک است. دینامیک را به نوبه خود می‌توان به زیر گروه‌های سینماتیک و سینتیک تقسیم‌بندی نمود.

سینماتیک را می‌توان علم حرکت نامید، زیرا این علم، در مورد روابطی بحث می‌کند که مابین جابجایی‌ها، سرعت‌ها و شتاب‌ها در حرکت انتقالی و دورانی وجود دارند. این علم با نیروهای درگیر کاری ندارد بلکه فقط به توصیف حرکت ناشی از آن‌ها می‌پردازد. سینتیک در مورد اجسام متحرک و نیروهایی بحث می‌کند که عمل می‌نمایند تا ایجاد حرکت کنند. برای روشن شدن این مطلب که مطالب مکانیکی فوق را چگونه در مورد بیومکانیک به کار می‌بریم، می‌توان به مورد زیر اشاره کرد: دیلمن (۱۹۷۱) سینماتیک و سینتیک حرکت تاب خوردن پا را در طول دویدن، مطالعه کرد. در حالی که، پلاتنتگوف (۱۹۸۳) روش مطالعه دینامیک را با استفاده از یک کامپیوتر پیشنهاد نمود. لذا بیومکانیک واژه‌ای مرکب از bio به معنی زیست و زندگانی و mechanic به معنی (افزارگر) یا کارکننده یا ابزار یا به عبارتی تعبیر کار است که به معنی: توان‌مندی بدنی در جهت نشان دادن هستی چیزهاست. در این کتاب برای اولین بار به بررسی مفهوم بیومکانیک و جایگاه آن در معماری پرداخته می‌شود. فصل اول کتاب به بیوفیزیک و بیومکانیک اختصاص یافته است. فصل دوم نیز به موارد بهره‌گیری از بیومکانیک در معماری می‌پردازد. کتاب حاضر در مجموعه کتب فناوری-های همگرا به بوسه نگارنده گارش یافته است که گامی در راستای تدوین و نظریه پردازی پیرامون کرسی نظریه پردازی نگارنده تحت عنوان «معماری مولد» می‌باشد. قبلاً در این رابطه بیش از ۸۰ جلد کتاب با ۵۰۰۰ زیر منتشر شده است: ۱. معماری بیونیک؛ ۲. معماری بیومیمیکری؛ ۳. معماری هفیلد؛ ۴. معماری بیولوژیک، معماری پایدار؛ ۵. معماری بیومورفیک، معماری فراکتال؛ ۶. معماری بی‌ای، اقلیم و حیات؛ ۷. بیونیک در معماری داخلی؛ ۸. خلاقیت بیونیک در آموزش طراحی معماری؛ ۹. سازه در معماری بیونیک؛ ۱۰. بیوفیلی و اقلیم‌شناسی معماری؛ ۱۱. ساختن با حیوانات؛ ۱۲. ساختن با بیخ طبیعی معماری حیوانات؛ ۱۳. نگاره طراحی (ارگانیک)؛ ۱۴. پیرمیتیکس در معماری؛ ۱۵. معماری در پی طبیعت؛ ۱۶. ساختن با خاک؛ طراحی و فن‌آوری‌های پایدار؛ ۱۷. معماری زیست‌الگو؛ ۱۸. معماری سبز؛ از بام سبز تا کشاورزی شهری؛ ۱۹. معماری اجتماعی؛ ۲۰. معماری جنگ؛ ۲۱. معماری ارگانیک، طبیعت و پایداری؛ ۲۲. لندن در طبیعت، هنر و خلاقیت؛ ۲۳. معماری آغازیان؛ ۲۴. معماری بندپایان و مورچه‌ها؛ ۲۵. معماری پستانداران؛ ۲۶. معماری پرندگان؛ ۲۷. معماری پروانه‌ها و زنبورها؛ ۲۸. معماری گیاهان؛ ۲۹. روان-شناسی شناختی در معماری و کاهش جرم؛ ۳۰. هوش مصنوعی در معماری؛ ۳۱. عصب-شناسی در معماری؛ ۳۲. ژنتیک در معماری؛ ۳۳. دانشنامه معماری بیونیک؛ ۳۴. نانوخانه، خانه هوشمند؛ ۳۵. معماری بیوگنوسیس؛ ۳۶. الگوتکچر؛ معماری الگوریتمی؛ ۳۷. طبیعت،

معماری و شهر در قبل از اسلام؛ ۳۸. طبیعت، معماری و شهر در بعد اسلام؛ ۳۹. طراحی اکولوژیک و مدیریت انرژی؛ ۴۰. اخلاق زیستی در معماری؛ ۴۱. آینده پژوهی در معماری؛ ۴۲. طبیعت، معماری و شهر در اسلام؛ ۴۳. معماری زومورفیزم؛ ۴۴. بیومکانیک در معماری؛ ۴۵. معماری سایبرنتیک؛ ۴۶. معماری روباتیک؛ ۴۷. دایره المعارف معماری بیومیمتیکس؛ ۴۸. فراکتال در معماری؛ ۴۹. الگوتکچر، معماری الگوریتمی؛ ۵۰. خلاقیت بیونیک و تکنیک های بیودیزاین؛ ۵۱. اکولوژی انسانی در منظر؛ ۵۲. فناوری های معماری داخلی؛ ۵۳. معماری عصب شناختی: مفاهیم و الگوها؛ ۵۴. پدیدارشناسی زیستی؛ ۵۵. دانشنامه معماری بیومیمیکری؛ ۵۶. دانشنامه معماری بیومیمتیکس؛ ۵۷. دانشنامه معماری بیوفیلی؛ ۵۸. انسان شناسی در معماری؛ ۵۹. معماری مرگ؛ ۶۰. معماری بیودিজیتال. در پایا امید است که نتیجه بیش از ده سال تحقیق و پژوهش در زمینه فناوری های همگرا و زیستی (بیونیک، بیومیمیکری، بیومیمتیکس، بیوفیلی، هوش مصنوعی، معماری بیودিজیتال و متاهوش مصنوعی) در زمینه عصب شناسی و ژنتیک) بتواند در تدوین پارادایم های نظریه پردازی با عنوان «معماری مولد» و تعمیم پذیری و بومی سازی آن در معماری معاصر ایرانی موثر باشد.

دکتر هادی محمودی نژاد

دکتر در معماری بیونیک و پژوهشگر میان رشته ای مطالعات زیستی در معماری.