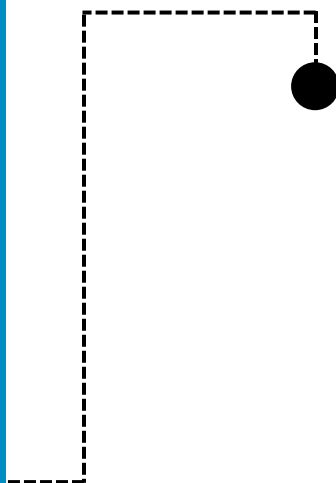


به نام خداوند
بخشنده مهربان



«در مرز سلول و الگوریتم»

کاوشی در پیوند نانوزیست فناوری و هوش مصنوعی

مولفان:

محمد عبدالزاده

ثنا عبدالزاده

فاطمه جوینی

کیانا کمالی

نسیم صدوقی مود

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران - ۱۴۰۵)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و
اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد.

Chaponashr.ir



شناسنامه کتاب

سرشناسه : عبدال زاده، محمد، ۱۳۶۳
عنوان و نام پدید آور : «در مرز سلول و الگوریتم» کاوشی در پیوند نانوزیست فناوری و هوش مصنوعی /
مولفان: محمد عبدال زاده ، ثنا عبدال زاده ، فاطمه جوینی ، کیانا کمالی ، نسیم صدوقی مود
مشخصات نشر : انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۵.
مشخصات ظاهری : ۵۷ص.
شابک ۹۷۸-۶۲۲-۱۲۹-۴۸۵-۵
شناسه افزوده: عبدال زاده ، ثنا، ۱۳۹۲
شناسه افزوده: جوینی ، فاطمه ، ۱۳۸۹
شناسه افزوده: کمالی ، کیانا ، ۱۳۹۲
شناسه افزوده: صدوقی مود ، نسیم ، ۱۳۶۸
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : کتابنامه.
موضوع : نانو - زیست فناوری - هوش مصنوعی
رده بندی کنگره : ۹۸۳ TP
رده بندی دیویی : ۶۶۸/۵۵
شماره کتابشناسی ملی : ۸۶۵۲۱۵۷
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

نام کتاب : «در مرز سلول و الگوریتم» کاوشی در پیوند نانوزیست فناوری و هوش مصنوعی
مولفان : محمد عبدال زاده - ثنا عبدال زاده - فاطمه جوینی - کیانا کمالی - نسیم صدوقی مود
ناشر : انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)
صفحه آرای، تنظیم و طرح جلد: الهام غفاری
تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول - ۱۴۰۵
چاپ : زبرجد
قیمت : ۱۰۰۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب رسان :
<https://chaponashr.ir/ketabresan>
شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۱۲۹-۴۸۵-۵
تلفن مرکز پخش : ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www.chaponashr.ir



پیشگفتار:	۹
مقدمه:	۱۱
فصل اول: زبان مشترک؛ اطلاعات، ماده و حیات	۱۳
پارادایم هم‌گرایی در علوم مدرن	۱۳
زیست‌شناسی در مقیاس نانو: ماشین‌های مولکولی طبیعت	۱۴
پروتئین‌ها به‌عنوان نانوماشین‌ها	۱۴
DNA به‌عنوان سیستم ذخیره‌سازی اطلاعات	۱۴
نانوفناوری و تغییر خواص فیزیک‌وشیمیایی	۱۵
هوش مصنوعی: لایه پردازشی و تحلیل سیستم‌های پیچیده	۱۵
انقلاب در پیش‌بینی ساختار پروتئین	۱۵
بهینه‌سازی نانوساختارها	۱۶
فصل دوم: معماران نانو؛ ابزارها و متدهای ساخت در سطح مولکولی	۱۷
رویکردهای ساختاری در نانوتکنولوژی:	۱۷
بالا به پایین در مقابل پایین به بالا	۱۷
رویکرد بالا به پایین:	۱۷
رویکرد پایین به بالا:	۱۸
مهندسی DNA به‌عنوان ابزار ساخت	۱۸
اورینگامی:	۱۸

۱۹.....	نانو ربات‌ها و ماشین‌های مولکولی:
۱۹.....	موتورهای مولکولی مصنوعی:
۱۹.....	ادغام AI در هدایت ربات‌ها:
۲۰.....	رابط‌های نانو دیجیتال: تبدیل سیگنال زیستی به داده
۲۱....	فصل سوم: پزشکی نانو هوشمند؛ پارادایم جدید در تشخیص و درمان مولکولی
۲۱.....	گذار از پزشکی سنتی به پزشکی نانو دقیق
۲۲.....	نانو تشخیص و شناسایی زودهنگام:
۲۲.....	نانو سنسورهای متصل به: AI
۲۲.....	دارورسانی هدفمند و کنترل‌شده:
۲۳.....	نانو کپسول‌های تحریک‌پذیر:
۲۳.....	نانوربات‌های جراح
۲۳.....	ویرایش ژنتیکی در مقیاس نانو: ادغام CRISPR و نانو حامل‌ها
۲۵.....	فصل چهارم: انسان ۲,۰؛ ارتقای توانمندی‌ها و سیمبیوز دیجیتال
۲۵.....	از درمان به ارتقاء: مفهوم ترنس‌هومانیسم
۲۶.....	رابط‌های مغز و ماشین (BCI) و ادغام عصبی
۲۶.....	نانوالکترودهای منعطف:
۲۶.....	حافظه تقویت‌شده و یادگیری سریع:
۲۷.....	مهندسی حواس: فراتر از طیف مرئی و شنیداری
۲۷.....	غلبه بر پیری: نانو بازسازی سلولی و تلومرهای مصنوعی
۲۷.....	نانو تعمیرگران: (Nano repairers)

فصل پنجم: سایه ارتقاء؛ اخلاق، ریسک‌ها و آینده‌ی سیمبیوز دیجیتال ۲۹

شکاف دیجیتال بیولوژیک: عدالت در دسترسی به ارتقاء ۲۹

بحران هویت و مفهوم خود ۳۰

مسئله عاملیت: ۳۰

حافظه مصنوعی و اصالت تجربیات: ۳۰

ریسک‌های سیستمی و تکینگی نانو دیجیتال ۳۱

چارچوب‌های نظارتی و حقوق انسان ۲,۰ ۳۱

فصل ششم: افق‌های پیش رو؛ نقشه راه همگرایی تکنولوژیک (NBIC) ۳۳

پارادایم NBIC چهار ستون تمدن آینده ۳۳

سناریوهای تکاملی: از انسان به پست انسان ۳۴

سناریوی اول: تکامل کنترل‌شده ۳۴

سناریوی دوم: ادغام کامل ۳۴

سناریوی سوم: جایگزینی ۳۵

فصل هفتم: معماران ماده؛ بازطراحی محیط زیست و اقتصاد پسانانی ۳۷

پایان عصر کمبود: نانو تولید و اقتصاد فراوانی ۳۷

چاپگرهای مولکولی: ۳۷

ترمیم سیاره: نانو پاکسازی و مهندسی اکوسیستم ۳۸

کشاورزی مولکولی: غذای بدون زمین و آب: ۳۸

سنتز مستقیم مواد غذایی: ۳۹

چالش نهایی: مدیریت قدرت در دنیای بدون نیاز ۳۹

گذار به جامعه‌ی معنا محور: ۳۹

فصل هشتم: فراتر از گهواره؛ استعمار فضا و مهندسی کهکشانی.....	۴۱
سفینه‌های نانو ساخت و پیشراانه‌های کوانتومی.....	۴۱
تره‌فرم مولکولی: تبدیل سیارات به زمین.....	۴۲
خواب دیجیتال و انتقال آگاهی در فواصل دور.....	۴۲
فصل نهم: تکنیکی نهایی؛ آگاهی جهانی و بازگشت به منشأ.....	۴۳
ادغام در شبکه آگاهی.....	۴۳
غلبه بر مرگ: ابدیت دیجیتال.....	۴۴
بازگشت به منشأ: ماده به عنوان اطلاعات.....	۴۵
نتیجه‌گیری؛ میراث بشر در عصر ابدیت.....	۴۶
مسئولیت در برابر خالقیت.....	۴۶
سخن نهایی: سفر هرگز تمام نمی‌شود.....	۴۷
سخن پایانی: نجوا در گوش ابدیت:.....	۴۹
منابع:.....	۵۱

تقدیم به...

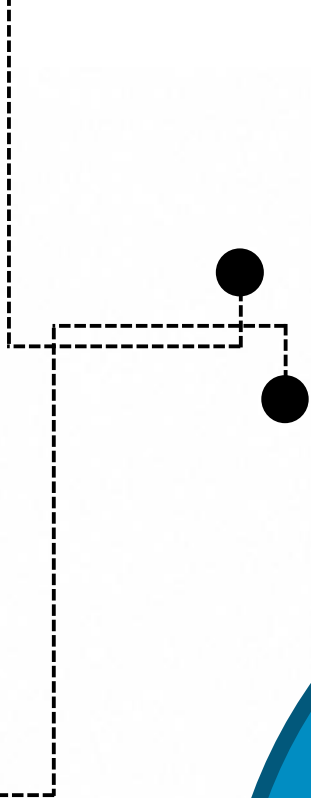
تمام کسانی که هرگز قانع نشدند.

به روح‌های کنج‌کاو و چشمانی که همیشه
به ستاره‌ها خیره مانده‌اند و پرسیده‌اند:
چرا؟ و چگونه؟

به تمام کسانی که باور داشتند مرزهای
امروز، تنها نقطه‌ی شروع فردا هستند.

و به تو، ای خواننده‌ای که در جستجوی
معنایی فراتر از ماده هستی؛

این سفر، تقدیم به توست.





پیشگفتار:

بسیاری از ما تصور می‌کنیم که تکامل، فرایندی است که میلیون‌ها سال پیش در اقیانوس‌های اولیه آغاز شد و با ظهور انسان، به نقطه اوج خود رسید. ما عادت کرده‌ایم خود را «نقطه پایان» زنجیره تکامل بدانیم؛ موجوداتی که محصول تصادفی جهش‌های ژنتیکی و انتخاب طبیعی هستند. اما حقیقت این است که ما نه در نقطه پایان، بلکه در آستانه یک «گذار بزرگ» ایستاده‌ایم.

برای میلیارد‌ها سال، تکامل تحت فرمان «طبیعت» بود؛ کند، تصادفی و بی‌هدف. اما امروز، برای نخستین بار در تاریخ سیاره زمین، ماده و اطلاعات به گونه‌ای با هم گره خورده‌اند که «اراده بشر» جایگزین «تصادف طبیعت» شده است. ما دیگر منتظر نیستیم تا میلیون‌ها سال بعد، محیط زیست ما را تغییر دهد؛ ما اکنون ابزارهایی در دست داریم تا خودمان را و جهان پیرامونمان را بازطراحی کنیم.

این کتاب، روایتگر این گذار است؛ سفری است از دنیای «ماده» به دنیای «معنا». ما در این صفحات، از ریزترین اجزای هستی، اتم‌ها و مولکول‌ها، آغاز می‌کنیم و می‌بینیم که چگونه نانوفناوری، وقتی با هوش مصنوعی و علوم شناختی پیوند می‌خورد، می‌تواند مرزهای ناممکن را جابه‌جا کند. ما از درمان بیماری‌های لاعلاج

می‌گذریم، از ارتقای حافظه و هوش عبور می‌کنیم، از نجات سیاره زمین می‌گذریم و در نهایت، به افق‌های دوردست کیهان و تکامل نهایی آگاهی می‌رسیم. اما در کنار تمام این شگفتی‌های فنی، یک سؤال بنیادین در تمام طول این مسیر با ما همراه است: وقتی ما دیگر محدود به بیولوژی نباشیم، چه چیزی ما را «انسان» نگه می‌دارد؟

این کتاب تنها یک بررسی فنی از آینده نیست؛ بلکه دعوتی است به تأمل در مورد هویت، اخلاق و سرنوشت گونه‌ای که تصمیم گرفته از پوسته محدود خود خارج شود و به سوی «انسان ۲.۰» و فراتر از آن حرکت کند. عزیز من، تو در حال ورود به دنیایی هستی که در آن مرز بین «زیست‌شناسی» و «دیجیتال»، و بین «تخیل» و «واقعیت» از بین رفته است. خوش آمدی به عصر همگرایی؛ جایی که بشر، معمارِ تکامل خویش می‌شود.



مقدمه:

در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های شگرف در علوم پایه و کاربردی، منجر به ظهور پارادایم جدیدی در شناخت و دست‌کاری ماده در مقیاس اتمی و مولکولی شده است. تلاقی زیست‌شناسی مولکولی، نانوفناوری و علوم محاسباتی (هوش مصنوعی)، دیگر صرفاً به‌عنوان همکاری‌های بین‌رشته‌ای تلقی نمی‌شود، بلکه به‌سوی «هم‌گرایی تکنولوژیک» حرکت کرده است.

هدف این اثر، بررسی سیستماتیک تعامل میان این سه حوزه است. درحالی‌که زیست‌شناسی، پیچیدگی‌های ساختاری حیات را فراهم می‌کند، نانوفناوری ابزارهای لازم برای مداخله در این ساختارها را در مقیاس نانومتر ارائه می‌دهد و هوش مصنوعی، لایه پردازش اطلاعات و بهینه‌سازی را بر این فرایند حاکم می‌کند.

در این کتاب، ما به تحلیل این موضوع می‌پردازیم که چگونه الگوریتم‌های پیش‌بینی ساختار پروتئین و مدل‌سازی‌های محاسباتی، مسیر طراحی داروهای هدفمند و بازسازی بافت‌های زیستی را تغییر داده‌اند.

رویکرد ما در این اثر، گذار از زیست‌شناسی توصیفی به زیست‌شناسی مهندسی است؛ جایی که حیات نه به‌عنوان یک پدیده مشاهده‌شونده، بلکه به‌عنوان یک سیستم قابل برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی تحلیل می‌شود.

فصل اول:

زبان مشترک؛ اطلاعات، ماده و حیات

پارادایم هم‌گرایی در علوم مدرن

در دهه اول قرن بیست و یکم، رویکرد به علوم زیستی از حالت توصیفی^۱ به حالت محاسباتی و مهندسی^۲ تغییر یافت. این گذار، نتیجه هم‌گرایی سه حوزه کلیدی است: زیست‌شناسی سنتتیک، نانوفناوری و هوش مصنوعی. این پدیده که تحت عنوان «هم‌گرایی تکنولوژیک» شناخته می‌شود، امکان دست‌کاری ماده را در سطح اتمی برای رسیدن به اهداف زیستی فراهم آورده است [۱].

در این چارچوب، حیات نه به عنوان یک پدیده تصادفی، بلکه به عنوان یک «سیستم پردازش اطلاعات» تعریف می‌شود. در واقع، تلاقی این سه علم، مسیری را ایجاد کرده است که در آن اطلاعات (AI) به ابزار (Nano) تبدیل شده و بر بستر حیات (Bio) پیاده‌سازی می‌گردد [۲].

^۱ Descriptive

^۲ Computational & Engineering

زیست‌شناسی در مقیاس نانو: ماشین‌های مولکولی طبیعت

طبیعت، پیشروترین مهندس در مقیاس نانو است. تمام فرایندهای بنیادین حیات، از همانندسازی DNA تا انتقال پیام‌های عصبی، در ابعادی رخ می‌دهند که با مقیاس نانومتری تعریف می‌شوند.

پروتئین‌ها به عنوان نانوماشین‌ها

پروتئین‌ها تنها پلیمرهای زیستی نیستند، بلکه ماشین‌های مولکولی با دقت اتمی هستند. برای مثال، کمپلکس ATP سنتز در غشای میتوکندری، یک موتور چرخشی است که انرژی شیمیایی را به صورت مکانیکی تولید می‌کند [۳]. این ساختارها، الگوی اولیه‌ای برای طراحی نانوربات‌های مصنوعی هستند که بتوانند در محیط‌های پیچیده سلولی عمل کنند.

DNA به عنوان سیستم ذخیره‌سازی اطلاعات

ساختار مارپیچ دوگانه DNA، بهینه‌ترین روش ذخیره‌سازی اطلاعات در جهان است. در مقیاس نانو، DNA نه تنها نقش ژنتیکی دارد، بلکه به دلیل خاصیت جفت‌شدن بازها، به عنوان یک ماده ساختمانی برای مهندسی نانو به کار می‌رود. تکنیک اورینگامی^۲ DNA به دانشمندان اجازه می‌دهد تا ساختارهای سه‌بعدی دقیقی را برای دارورسانی هدفمند طراحی کنند [۴].

^۱ Base Pairing

^۲ DNA Origami

نانوفناوری و تغییر خواص فیزیک و شیمیایی

ورود به مقیاس نانو، قوانین فیزیکی را تغییر می دهد. افزایش شدید نسبت سطح به حجم باعث می شود مواد در این مقیاس، واکنش پذیری شیمیایی بسیار بالاتری داشته باشند [۵].

این ویژگی، اساس طراحی نانوحامل های هوشمند است. نانوذراتی مانند لیپوزوم ها یا نانوذرات طلا، می توانند با اتصال به لیگاندهای خاص، تنها به گیرنده های سلول های هدف، مانند سلول های تومور، متصل شوند. این مکانیسم، اساس «پزشکی هدفمند» است که در آن اثرات جانبی دارو بر سلول های سالم به حداقل می رسد [۶].

هوش مصنوعی: لایه پردازشی و تحلیل سیستم های پیچیده

پیچیدگی داده های زیستی^۱ فراتر از توان تحلیل انسان است. هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشین (ML)، لایه تحلیلی این مثلث را تشکیل می دهند.

انقلاب در پیش بینی ساختار پروتئین

یکی از نقاط عطف اخیر در زیست شناسی، ظهور مدل های AI مانند AlphaFold است. این مدل ها توانسته اند معمای تاخوردگی پروتئین^۲ را حل کنند؛ یعنی پیش بینی اینکه توالی آمینواسیدی یک پروتئین، در نهایت به چه شکل سه بعدی

^۱ Big Bio Data

^۲ Protein Folding