

هو الحکیم العظیم

به نام خداوند جان و خرد

به دنیای ارتباطات، اطلاعات و شناخت خوش آمدید.

درآمدی تاریخی به

علوم شناختی

(جلد اول)

مطالعات میان رشته‌ای:

ریاضیات، روان‌شناسی، سایبرنتیک،

هوش مصنوعی، عصب‌شناسی، زیست‌شناسی، علوم کامپیوتر

زبان‌شناسی، جامعه‌شناسی، انسان‌شناسی، معرفت‌شناسی، فلسفه

تألیف: دکتر محمد محسن بیاتانی

سرشناسه	:	بیاناتی، محمدمحسن، ۱۳۳۶ -
عنوان و نام پدیدآور	:	درآمدی تاریخی به علوم شناختی : مطالعات میان رشته‌ای ریاضیات، روان‌شناسی، سایبرنتیک، ... / تألیف محمدمحسن بیاناتی.
مشخصات نشر	:	تفرش : دانشگاه تفرش، ۱۳۹۷.
شابک	:	978-964-6244-66-5
شابک دوره	:	978-964-6244-65-8
وضعیت فهرست نویسی	:	فبا
رده بندی کنگره	:	BF۲۱۱/ب۹۵۲ ۱۳۹۷
رده بندی دیویی	:	۱۵۳
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۴۱۱۲۳۵



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه تفرش

شناسنامه کتاب:

نام کتاب: درآمدی تاریخی به علوم شناختی، جلد اول

نام مؤلف: محمدمحسن بیاناتی

ویراستار: لیلا اثنی عشری - معمار مختاری

نمونه خوان: مهدی ارّه پناهی

طراح جلد: فرزانه سردابی

صفحه آرا: محمد دسترس

مدیر امور فنی: امیر هوشنگ اسکندری

سال نشر: ۱۳۹۷

نوبت چاپ: اول

تیراژ: ۱۰۰۰

قیمت: ۳۰۰۰۰۰ ریال

شابک دوره: ۷۸-۹۶۴-۶۲۴۴-۶۵-۸

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۲۴۴-۶۶-۵

Email: nashr@tafrashu.ac.ir

انتشارات دانشگاه تفرش

حق چاپ برای دانشگاه تفرش محفوظ است.

پیشگفتار.....	۷
مقدمه.....	۱۷
فصل اول: ریاضیات و معرفت‌شناسی.....	۳۱
۱ - ارتباط ریاضیات با علوم دیگر.....	۳۴
۲ - ارزش ریاضی به کارکرد جهان.....	۳۷
۳ - ارزش ریاضی به کارکرد مغز.....	۴۰
۴ - «زبان حساباتی» به عنوان زبان اصلی و اولیه تفکر.....	۴۳
۵ - پیشگامان نظریه محاسباتی تفکر.....	۴۷
۵ - ۱ - توماس هابز و نظریه محاسباتی تفکر.....	۴۸
۵ - ۲ - نقادی نظریه محاسباتی تفکر.....	۵۳
الف) انتقاد کارکردگرایان به نظریه محاسباتی تفکر.....	۵۷
ب) انتقاد پیوندگرایان به نظریه محاسباتی تفکر.....	۵۹
۵ - ۳ - لایب‌نیتز و ظهور حساب باینری.....	۶۰
الف) متافیزیک «حساب دو رقمی».....	۶۴
ب) تاریخچه ظهور حساب باینری.....	۶۶
۶ - بول و معادله نویسی گزاره‌ها.....	۶۸
۷ - فرگه و شکل‌گیری منطق جدید.....	۷۱
۸ - نظریه محاسباتی هیلبرت.....	۷۳
۹ - پیشرفت منطق جدید در دهه ۱۹۳۰ میلادی.....	۷۴
۱۰ - ماشین تورینگ و نقش آن در پیشرفت منطق جدید.....	۷۵
۱۱ - نقش ریاضیات در تولید تفکر منطقی.....	۷۸
۱۲ - «تفکر اصل موضوعی» و کاربرد آن در علم روان‌شناسی.....	۸۴
۱۳ - فلسفه مدرن ریاضی و معرفت‌شناسی.....	۹۰
۱۳ - ۱ - آرای «ویتگنشتاین» درباره زبان و تعمیم آن به ریاضیات و تفکر.....	۹۳
۱۳ - ۲ - صور شناخت «کانت» و تأثیر آنها در معرفت‌شناسی.....	۹۶

۱۳-۳- مکتب ساختی گرایی و معرفت شناسی ۹۸

۱۳-۴- شهود گرایی «برآوری» و معرفت شناسی ۹۹

فصل دوم: برخورد ریاضیات با روان شناسی و ظهور علوم میان رشته‌ای ۱۰۵

۱ - برخورد ریاضیات با روان شناسی ۱۰۹

۲ - ضرورت تأسیس و گسترش علوم میان رشته‌ای ۱۱۲

مثال (۱) تخصصی شدن اندام‌های بدن و ظهور سیستم عصبی ۱۱۳

مثال (۲) تقسیم کار در جامعه و ظهور قراردادهای اجتماعی ۱۱۴

مثال (۳) تخصصی شدن علوم و ضرورت تأسیس مطالعات میان رشته‌ای ۱۱۷

۳ - شاخه‌ها و ایده‌های اصلی جنبش میان رشته‌ای ۱۱۷

۴ - در تاور دای علمی جنبش میان رشته‌ای ۱۲۴

الف) تأسیس علم سایبرنتیک در سال ۱۹۴۸ ۱۲۵

ب) تأسیس شوثر مصنوعی در سال ۱۹۵۶ ۱۲۶

ج) تأسیس علوم شناختی در سال ۱۹۵۶ ۱۲۸

فصل سوم: تعریف سایبرنتیک و نظریه‌ها و غات شانون ۱۳۳

۱ - تاریخچه ظهور علم سایبرنتیک ۱۳۴

۲ - انتشار دو مقاله سرنوشت ساز ۱۳۷

۳ - کنفرانس‌های میسی و نحوه برگزاری آنها ۱۴۰

۴ - تعریف سایبرنتیک و مفاهیم کلیدی آن ۱۴۳

الف) مفهوم ارتباطات ۱۴۵

ب) تعریف سیستم ۱۴۷

ج) انتقال اطلاعات ۱۴۸

د) پردازش اطلاعات ۱۴۹

ذ) تنظیمات سایبرنتیکی ۱۵۰

ر) سیستم زنده ۱۵۱

س) سیستم مصنوعی ۱۵۱

۵ - تعریف سیستم ارتباطاتی ۱۵۶

۶ - نظریه ریاضی اطلاعات ۱۶۲

فصل چهارم: مدل سازی ریاضی مغز و تأسیس دیسیپلین هوش مصنوعی..... ۱۶۷

- ۱ - تعریف هوش مصنوعی..... ۱۶۸
- ۲ - ظهور و پیشرفت ماشین های محاسباتی..... ۱۷۱
- ۳ - نظریه منطق مدارهای الکتریکی..... ۱۷۶
- ۴ - مدل سازی ریاضی مغز و تأسیس هوش مصنوعی..... ۱۷۹
- ۵ - مدل سازی نوروئی مغز..... ۱۸۲
- ۶ - برتری مدل ها نسبت به الگوهای خود..... ۱۸۷
- ۷ - محدودیت های مدل سازی..... ۱۹۳
- ۸ - بازتابی دهنی و مقایسه آن با بازنمایی سمبولیک..... ۱۹۵
- ۹ - مدل سازی و مفهوم کارکردگرایی محاسباتی..... ۲۰۱
- ۱۰ - کارکردگرایی، حاد باتی و نظریه دوگانه ماده و صورت ارسطو..... ۲۰۸
- ۱۱ - نگرش سیستمی و مفهوم کل نگری..... ۲۱۲
- ۱۲ - نظریه عمومی سیستم..... ۲۱۵
- ۱۳ - اهداف و گرایش مدل نگار سیستمی..... ۲۱۸
- ۱۴ - تفاوت بین سیستم و مجموعه..... ۲۲۲
- ۱۵ - شباهت های کارکردی بین انسان و ماشین..... ۲۲۴
- ۱۶ - خاستگاه جسمانی شناخت..... ۲۲۶
- ۱۷ - آرمان گرایی و ارتباط آن با واقع گرایی..... ۲۳۲

فصل پنجم: تحلیل ساینرنتیکی سیستم های زنده..... ۲۳۵

- ۱ - تنظیم گره های بیولوژیکی و نحوه عملکرد آنها..... ۲۳۹
- ۲ - تنظیمات هورمونی..... ۲۴۰
- ۳ - تنظیمات بازخوردی در سیستم های زنده..... ۲۴۴
- ۴ - تنظیم رفتار موزون توسط مدارهای نوروئی نوسان ساز..... ۲۵۰
- ۵ - انتقال پیام های حسی در سیستم های زنده..... ۲۵۱
- ۶ - آستانه تحریک نورون و «قانون همه یا هیچ»..... ۲۵۶
- ۷ - سیناپس و انتقال پیام های حسی میان نورون ها..... ۲۵۷
- ۸ - ویژگی های ساختمانی و عملکردی سلول های عصبی..... ۲۶۰
- ۹ - ویژگی های ساختمانی و عملکردی شبکه های نوروئی..... ۲۶۳

- ۱۰ - پردازش اطلاعات در سیستم‌های زنده ۲۷۰
- ۱۱ - نواحی ارتباطاتی عمومی کورتکس ۲۷۵
- ۱۲ - رشد کورتکس مغز پس از تولد ۲۷۷
- ۱۳ - رشد زبان و ارتباط آن با دیگر کارکردهای مغز ۲۸۶
- ۱۴ - مکانیسم‌های عصبی تکلم ۲۹۳
- الف) مکانیسم‌های عصبی دخیل در تلفظ یک کلمه شنیده‌شده ۲۹۴
- ب) مکانیسم‌های عصبی دخیل در تلفظ یک کلمه نوشته‌شده ۲۹۵
- اسامی بیابان‌داران اصلی جنبش میان‌رشته‌ای ۳۰۱
- فهرست منابع مأخذ ۳۰۳
- مجلات علمی-پژوهشی Periodiques ۳۰۳

ارتباطات منشأ اطلاعات، احساسات، شناخت، حیات و وحدت جهانی هستند و از آنجا که ریاضیات علم ارتباطات است، می‌توان نتیجه گرفت که ریاضیات نقش مهمی در کارکرد جهان و تولید شناخت ایفا می‌کند.

پیشگفتار

«گالیله»^۱ معتقد بود که حکمت، استنباط از کتاب طبیعت نهفته است و این کتاب به زبان ریاضی نوشته شده و نشانه‌های آن، اعداد، مثلث‌ها، دایره‌ها و سایر اشکال هندسی هستند که روابط بین آنها براساس قواعد ریاضی تنظیم شده است. این استنباط از طبیعت مؤثر و اقناع‌کننده «گالیله» را می‌توان به‌عنوان نمونه‌ای از تشریح دیدگاه «فیثاغورثیان» دربارهٔ ساختار بنیادین نظام خلقت معرفی کرد. درواقع، «فیثاغورث»^۲ و پیروانش اعتقاد داشتند که شناخت حقیقی دستگاه آفرینش تنها زمانی حاصل می‌گردد که روابط ریاضی حاکم بر این دستگاه کشف و آشکار گردد. این نگرش زمانی آغاز گردید که در حوزهٔ موسیقی، گروهی دریافتند که هماهنگی‌های موسیقایی از دستگاه‌های ریاضی خاصی پیروی می‌کنند و به‌علاوه، این نسبت‌ها مستقل از مادهٔ حامل آنها عمل می‌کنند. چرا که به‌شرط رعایت نسبت‌های خاص ریاضی، می‌توان آهنگ‌های یکسانی را در تارهای صوتی، سون‌های هوا، مایع در حال تشدید و یا هر حامل مادی دیگری تولید کرد. این ایدهٔ ساده، فلاسفهٔ طبیعت‌گرای «فیثاغورثی» را بر آن داشت تا دامنهٔ هماهنگی موسیقایی را به عالم کبیر گسترش دهند و حرکات اجرام سماوی را با اصوات موسیقایی توأم کرده، نوعی «موسیقی افلاک»^۳ تعریف کنند که با آهنگ دلنواز و دلنشین خود در مادهٔ هستی نفوذ می‌کند و از این طریق، همهٔ موجودات را به هماهنگی، یکپارچگی و وحدت

1. Galileo Galilei (1564-1642)

2. Pythagore (570 B. C. – 495 B. C.)

3. Harmony of sphere

جهانی دعوت می‌نماید. بعدها، نگرش «فیثاغورثی» در تاریخ علم بسیار مؤثر واقع شد. برای مثال، در سال ۱۷۷۲ میلادی، یک ستاره‌شناس معروف به نام «یوهان تیتوس»^۱ رابطه‌ای را بر وفق سنت «فیثاغورثیان» درخصوص فواصل سیارات منظومه شمسی از خورشید کشف کرد. او این فواصل را با عباراتی از یک «سری هندسی» که به‌طور مناسبی انتخاب شده بودند، مرتبط ساخت. جالب این‌که اعداد به‌دست‌آمده به‌طرز شگفت‌انگیزی با اعداد واقعی حاصل از رصدها در توافق بودند. این توافق عددی به ستاره‌شناسان اجازه داد تا در سال‌های ۱۸۰۱ و ۱۸۰۲ میلادی، خرده‌سیارک‌های «کرس»^۲ و «پالاس»^۳ را در سال ۱۸۷۱ میلادی، سیاره «اورانوس» و سپس، سیاره‌های «نپتون» و «پلوتون» را برمبنای روابط عددی اعلام‌شده در سری هندسی «تیتوس» کشف کنند. اما از آنجا که «فیثاغورثیان» صرفاً به «طالع»^۴ «جنبه کارکردی» ارتباطات می‌پرداختند و به «جنبه معنوی» آنها توجهی نداشتند، موفق نشدند به دنیای احساسات و شناخت آگاهانه ورود پیدا کنند و به نقش بنیادین آنها در کارکرد جهان ایجاب حیات و وحدت جهانی پی‌ببرند.

پس از فیثاغورث، بسیاری از فلاسفه دیگر نظیر «هراکلیتوس»^۴، «افلاطون»^۵، «ارسطو»^۶، «دکارت»^۷ و «لایبنیتز»^۸ برای دسترسی به یک دنیای فزاینده، نامتغیر، ابدی و پایدار که بتوان علوم گوناگون را برمبنای آن پایه‌ریزی کرد، بسیار تلاش کردند. اما در این مورد خاص نیز، حاصل همه تلاش‌ها ورود به دنیای ریاضیات و قواعد منطقی-ریاضی حاکم بر نحوه خلقت بود. درواقع، آنها موفق شدند به اهمیت ریاضیات به‌عنوان علم ارتباطات و نقش کاربرد آن در علوم گوناگون پی‌ببرند، اما به‌دلیل عدم توجه به جنبه معنوی ارتباطات و تأثیرات آن در کارکرد سیدنم‌ها، زنده که به تولید شناخت آگاهانه و کنترل و هدایت رفتار آنها منجر می‌گردد، فلاسفه فوق نتوانستند بنیاد اساسی ارتباطات در تولید احساسات، شناخت عاطفی، حیات و وحدت جهانی را کشف و آشکار نمایند. در اصل، «افلاطون» از فلسفه صیوروت «هراکلیتوس» پیروی می‌کرد و معتقد بود که دنیای مادی، همواره در حال تغییر و تحول است و به‌همین دلیل، نمی‌تواند موضوع یک علم پایدار باشد. با توجه به این مسئله، نهایتاً، او به دنیای ایده‌ها که براساس قواعد پایدار منطقی-ریاضی عمل می‌کند، روی آورد و

1. Johann Titius (1729-1796)

2. Ceres (discovered in 1801)

3. Pallas (discovered in 1801)

4. Heraclite (550 B. C.-480 B. C.)

5. Plato (427 B. C.-374 B. C.)

6. Aristotle (384 B. C.-322 B. C.)

7. René Descartes (1596-1650)

8. Gottfried Leibniz (1646-1716)

«مکتب ایدئالیستی»^۱ خود را بر پایه آن بنا نهاد. البته با این کار، «افلاطون» به قلمرو ذهن و کارکرد آن ورود یافت، اما هرگز موفق نشد به جنبه عاطفی ارتباطات که منشأ پیدایش شناخت آگاهانه محسوب می‌شود و انسان را در مسیر حقیقت و واقعیت قرار می‌دهد، دسترسی پیدا کند. شاگرد او، «ارسطو» نیز با تدوین منطق صوری و تأکید به روش استقرایی-قیاسی، به حوزه منطق و ریاضیات خدمات شایانی کرد. اما او هم موفق نشد به جنبه معنوی ارتباطات و نقش اساسی آن در تولید شناخت آگاهانه پی‌برد و از این طریق با حقایق نهفته حیات معنوی و نقش آن در تولید وحدت جهانی آشنا گردد. البته این را نباید فراموش کرد که این فیلسوف طبیعت‌گرای یونانی در کتاب «درباره روان»^۲ صحیحاً اعلام می‌نماید: در موجودات زنده، روان صورتی از کارکرد بدن است و مانند صورت هر ماده که در کارکرد آن ماده نفوذ می‌کند، روان نیز در کارکرد بدن نفوذ می‌کند و بنابراین از آن جدا نیست. این مطلب نشان می‌دهد که «ارسطو» به رابطه بین مغز و بدن به درستی پی‌برده بود، بدون این که به نقش واقعی ارتباطات در تولید شناخت آگاهانه و تأثیر آن در کارکرد ارگانیزم و جهان پی‌برد. پس از او، «اقلیدس»^۳ فیلسوف معروف یونان باستان، به «تفکر اصل موضوعی» اشاره کرد و در کتاب «اصول»، آن را به عنوان یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهای تاریخ ریاضیات ثبت و معرفی نمود. بدین ترتیب، این ریاضیدان بزرگ موفق گردید به پذیرش تعدادی گزاره بدیهی که آنها را «اصول موضوعه»^۴ و «اصول متعارفه»^۵ می‌نامید، به طور قطعی، تمام گزاره‌های دیگر را به دست آورد و با این کار، روش استفاده از «دستگاه‌های اصل موضوعی» را ابداع نمود و از طریق ترکیب چند اصل اولیه و بدیهی با یکدیگر، کل ریاضیات را بازنمایی کند (هاوارد، ۱۹۱۳). در واقع، «اقلیدس» با ابداع هنرهای ترکیبی و استفاده از روش قیاسی، به «جنبه ریاضی» ارتباطات معنوی آن در کارکرد نظام خلقت پی‌برد و خدمت بزرگی به علم زمان خود کرد، اما او نیز موفق به کشف «جنبه معنوی ارتباطات» و نقش اساسی شناخت آگاهانه در کارکرد نظام خلقت نشد.

در قرن هفدهم، «دکارت» ریاضیات را کلید گشایش معرفت معرفی کرد و از آن به عنوان یک علم جامع و کامل که همه علوم را می‌توان بر مبنای آن پایه‌گذاری نمود نام برد. این فیلسوف و ریاضیدان معروف فرانسوی مدعی بود که با در دست داشتن اعداد و امتداد، می‌توان جوهر و سرشت جهان را که

1. Idealism

2. On the soul

3. Euclide

4. Postulates

5. Axioms

6. W. Eves Howard

به دنیای ارتباطات تعلق دارد به‌نمایش گذاشت؛ درست مانند مغز پیچیده انسان که قادر است از طریق پیوند بین نورون‌ها و شبکه‌های نورونی با یکدیگر، قوانین منطقی-ریاضی حاکم بر نظام خلقت را بازنمایی کند و آنها را بشناسد. این اظهارنامه زیرکانه «دکارت» نیز به «جنبه ریاضی» ارتباطات و نقش اساسی آن در کارکرد جهان و سیستم‌های طبیعی درون آن اشاره داشت. اما از آنجا که این فیلسوف بزرگ به نقش ارتباطات در تولید احساسات و شناخت آگاهانه در سیستم‌های زنده بی‌توجه بود، موفق نشد نقش کلیدی ارتباطات در کارکرد معنوی نظام خلقت را کشف و آشکار نماید. درواقع، هدف اصلی و اولیه «دکارت» یافتن یک علم جامع و کامل بود به‌گونه‌ای که بتوان همه علوم را بر پایه آن بنا نهاد. اما درنهایت، با تأکید بر قواعد منطقی-ریاضی حاکم بر نظام خلقت و امکان بازنمایی این قواعد توسط مغز پیشرفته انسان، مکتب «عقل‌گرایی»^۱ را پایه‌گذاری کرد و در اوایل قرن هفدهم، این مکتب بالارزش و توسعده را به جامعه علمی غرب معرفی نمود. درواقع، این دانشمند و فیلسوف قرن هفدهم که با افکار «افلاکون» و «ارسطو» به‌خوبی آشنا بود و از نظرات آنها الهام می‌گرفت، به نقش مهم ریاضیات در کارکرد جهان و همین‌طور، امکان مدل‌سازی ریاضی نظام خلقت توسط مغز پی‌برده بود. «دکارت» به‌خوبی می‌دانست که مغز انسان عنوان یک ابزار طبیعی ارتباطاتی، بر مبنای قواعد ریاضیات عمل می‌کند و به‌همین دلیل، می‌تواند کارکرد هر سیستم ارتباطاتی دیگر، از جمله سیستم عظیم جهانی را که عالی‌ترین و وسیع‌ترین سیستم ارتباطاتی است، تقلید کند و کارکرد آن را به‌نمایش بگذارد. تنها مشکل او این بود که به جنبه معنوی ارتباطات در سیستم‌های زنده توجه نداشت و همین بی‌توجهی، او را از لذت کشف بسیاری از حقایق نهانی جهان محروم ساخت. پس از او، «لایبنیتز» با تألیف کتابی تحت‌عنوان «هنرهای ترکیبی» به دنیای ارتباطات ورود یافت، اما او نیز نتوانست تا انتهای مسیر پیش برود. این فیلسوف و ریاضیدان آلمانی، با کشف «حساب باینری» موفق گردید از ترکیب دو عنصر بنیادی، یعنی یک (1) و صفر (0) حساب جدیدی ابداع کند و با این کار، علم ریاضیات را به ساختار دنیای واقعی نزدیک‌تر سازد و درعین حال، نتایج فلسفی بسیار ارزشمندی را درمورد کارکرد مغز و دنیاهای مجازی ارتباطات از خود به‌جای گذارد. لیکن او نیز به جنبه معنوی ارتباطات دست نیافت و به‌همین دلیل، موفق نشد به نحوه تولید شناخت آگاهانه و نقش مهم آن در کارکرد سیستم‌های طبیعی و جهان پی‌برد.

پس از «لایبنیتز»، دانشمندان و فلاسفه دیگری نظیر «اسپینوزا»^۲، «بول»^۳، «شانزو»^۴ و «هیلبرت»^۱

تحقیق در این زمینه را ادامه دادند تا این که بالاخره در دهه ۱۹۴۰ میلادی، یک جنبش علمی میان رشته‌ای در آمریکا شکل گرفت که هسته مرکزی آن را ریاضیدانان و روان‌شناسان تشکیل می‌دادند. هدف اصلی و اولیه این جنبش، مطالعه کارکرد مغز از طریق مدل‌سازی و تأسیس یک علم واقعی روان‌شناسی بود. نهایتاً در سال ۱۹۵۶ میلادی، این هدف تحقق یافت و «علوم شناختی» به عنوان یک علم روان‌شناسی جدید مبتنی بر داده‌های تجربی تأسیس و به جامعه علمی معرفی گردید. از آن تاریخ به بعد، متخصصان علوم شناختی به مطالعه مقوله شناخت، نحوه تولید آن در سیستم‌های زنده و غیرزنده، همچنین نقش «شناخت آگاهانه»^۱ در کارکرد سیستم‌های زنده پرداختند. ناگفته نماند که در دهه ۱۹۵۰ میلادی، بنیان‌گذاران آتی علوم شناختی به این واقعیت بنیادی پی‌برده بودند که برای تولید هرگونه شناختی، ابتدا باید بین سیستم و محیط پیرامون آن ارتباط برقرار گردد. این ایده ساده، شناختی‌ها را بر آن داشت تا به دنیای ارتباطات وارد شوند و به نقش اساسی ارتباطات در تولید شناخت آگاهانه که وظیفه کنترل و هدایت رفتار سیستم‌های طبیعی را به عهده دارد، پی‌برند. در این زمان بود که آنها متوجه شدند حوزه مطالعات علوم شناختی بسیار وسیع‌تر از آن است که قبلاً تصور می‌شد.

امروزه، طرفداران علوم شناختی معتقدند که شناخت حلقه‌ای هم‌چیز با همه‌چیز در ارتباط مادی و معنوی است. این ارتباطات که می‌توانند توسط ریاضیات به نمایش گذاشته شوند، در سیستم‌های زنده به گونه خاصی عمل می‌کنند. بدین ترتیب که ابتدا تغییرات فیزیکی محیط در اندام‌های حسی اثر کرده، به صورت پیام‌های عصبی در بدن ظاهر می‌شود، سپس این پیام‌ها از طریق کانال‌های عصبی به طرف مغز هدایت می‌شود و پس از ورود به شبکه‌های نورونی مغز و اعمال فیزیکی آنها، بر کارکرد بدن تأثیر می‌گذارد؛ چیزی که باعث پردازش و معنادار شدن پیام‌های ورودی می‌شود. در نهایت، به صورت احساسات و شناخت آگاهانه در ارگانیزم ظاهر می‌گردد. آنچه در این میان اهمیت دارد این است که شناخت طبیعی، برخلاف شناخت مصنوعی که در ماشین‌های اطلاعاتی نظیر کامپیوتر تولید می‌شود، برای ارگانیزم معنادار است و بنابراین به صورت هدفمند عمل می‌کند. درواقع، ویژگی اصلی سیستم‌های زنده در این است که توسط یک زبان عاطفی و درونی، دائماً با محیط پیرامون خود

1. Baruch Spinoza (1632-1677)

2. George Boole (1815-1864)

3. Jean-Pierre Changeux (1963-...)

4. David Hilbert (1862-1943)

2. Conscious cognition

در ارتباط هستند؛ چیزی که به آنها اجازه می‌دهد تا رفتار روانی جسمانی خود را در راستای کارکرد محیط تنظیم و هدایت کنند و از طریق سازگاری با محیط، بقای حیات خویش را تضمین نمایند و در عین حال در برقراری و حفظ وحدت جهانی شرکت کنند. این در حالی است که شناخت مصنوعی که در کامپیوتر تولید می‌شود، فاقد معنا و احساس برای ماشین است و بنابراین نمی‌تواند حیات بخش و وحدت بخش باشد. این تفاوت اساسی بین شناخت طبیعی و شناخت مصنوعی، وجه تمایز بین انسان و ماشین را به خوبی آشکار می‌سازد. در حقیقت، ویژگی اصلی ارتباطات، اثربخشی آنهاست. در سیستم‌های زنده، این اثربخشی توسط احساسات نمایان می‌گردد. جالب اینجاست که احساسات مانند حروف الفبای یک زبان عاطفی عمل می‌کنند، یعنی می‌توانند با یکدیگر ترکیب شوند و شناخت آگاهانه تولید کنند. این بدان معناست که در سیستم‌های زنده، ارتباطات منشأ احساسات، شناخت آگاهانه و حیات مصنوعی هستند. از طرفی، شناخت آگاهانه می‌تواند به عنوان یک عامل مؤثر در تنظیم و هدایت رفتار موجودات زنده وارد عمل شود و رفتار ارگانیسم را در راستای سازگاری او با محیط هدایت و کنترل نماید. به عبارت دیگر، شناخت آگاهانه مانند یک ملات چسبنده، اجزای عالم هستی را به یکدیگر پیوند می‌دهد. به همین دلیل، شناخت‌ها معتقدند که «جنبه معنوی» ارتباطات عامل اصلی ظهور وحدت جهانی است. از طرفی، سیستم‌های زنده قادرند از طریق تأثیر تغییرات فیزیکی محیط بر کارکرد بدن خود، به یک شناخت «توعی و خاد» دسترسی پیدا کنند. در هر صورت، ارتباطات برون سیستمی به موجودات زنده اجازه می‌دهد تا با بطور همزمان، با کارکرد بدن خویش و کارکرد محیط خارج آشنا شوند.

ریاضیات علم ارتباطات است و بنابراین هر آنچه با دنیای ارتباطات سر و کار دارد؛ یعنی اطلاعات، احساسات، شناخت آگاهانه، تفکر و زبان، همگی بر مبنای ریاضیات عمل می‌کنند. اکنون بهتر می‌توان فهمید که چرا «گالیله» در اوایل قرن هفدهم اظهار داشت که کتاب طبیعت به زبان ریاضی نوشته شده و «فیثاغورثیان» در قرن پنجم قبل از میلاد مسیح اعلام کردند که شناخت حقیقی دستگاه آفرینش زمانی حاصل می‌شود که روابط ریاضی حاکم بر این دستگاه کشف و آشکار گردد. همچنین مطالب فوق نشان می‌دهد که چرا در اوایل دهه ۱۹۴۰ میلادی، بر اثر برخورد ریاضیات با روان‌شناسی و دیگر علوم مغزی، یک انقلاب عظیم علمی به نام «جنبش میان‌رشته‌ای» در آمریکا به وجود آمد که کلیه علوم و به خصوص علم روان‌شناسی را دگرگون ساخت. داستان این برخورد بین‌رشته‌ای از این

قرار است که ابتدا، گروهی ریاضیدان آمریکایی به سرکردگی «نوربرت وینر»^۱ با گروهی روان‌شناس و فیزیولوژیست که «وازن مک‌کولش»^۲ در رأس آنها بود، در دانشکده پزشکی «دانشگاه هاروارد» با یکدیگر ملاقات کردند و تصمیم گرفتند برای تحقیق در مورد کارکرد مغز و استفاده از مکانیسم‌های عصبی آن در ساخت ماشین‌های اطلاعاتی، با یکدیگر همکاری و مشارکت نمایند. آنها به توافق رسیدند از روش «مدل‌سازی ریاضی مغز»^۳ استفاده کنند، اما پیشرفت غیرمنتظره در ساخت ماشین‌های اطلاعاتی خودکار و تولید هوش مصنوعی، که عمدتاً در دانشگاه «ام. آی. تی»^۴ آمریکا صورت می‌گرفت، بسیاری از متخصصان علوم دیگر، به‌خصوص آنهایی را که با کارکرد مغز سروکار داشتند، جذب این جنبش کرد. به‌طوری که در مدت کوتاهی، ملاقات اولیه بین دو گروه ریاضیدان و روان‌شناس به یک جنبش علمی عظیم و گسترده میان‌رشته‌ای تبدیل شد. ابتدا این جنبش بدون نام‌وشان بود، اما در سال ۱۹۴۸ میلادی، با توجه به تمرکز شرکت‌کنندگان به مقوله ارتباطات و مدل‌سازی ریاضی مغز، «سایبرنتیک»^۵ نامیده شد. این نام‌گذاری توسط «نوربرت وینر»، ریاضیدان معروف آمریکایی صورت گرفت. این دانشمند، سایبرنتیک را به‌عنوان علم ارتباطات، انتقال و پردازش اطلاعات در سیستم‌های زنده و غیرزنده معرفی کرد، اما فیزیولوژیست‌ها و زیست‌شناسان حاضر در جلسات که از جنبه عاطفی کارکرد سیستم‌های زنده، نقش مهم آن در تولید استعدادهای ذهنی به‌خوبی آگاه بودند، با این تعریف ناقص «وینر» در خصوص کارکرد سیستم‌های زنده مخالفت ورزیدند. در نظر آنها، علم سایبرنتیک تنها به جنبه ارتباطاتی-محاسباتی کارکرد سیستم‌ها می‌پردازد و از جنبه عاطفی کارکرد آنها صحبتی به‌میان نمی‌آورد. درحالی‌که این جنبه نقش بسیار مهمی در کارکرد سیستم‌های زنده و تولید شناخت آگاهانه ایفا می‌کند. درواقع، بنیان‌گذاران آتی علوم‌شناختی معتقد بودند که در سیستم‌های زنده، «جنبه ارتباطاتی» با «جنبه عاطفی» عمیقاً گره خورده است و به‌علاوه، این جنبه عاطفی نقش فوق‌العاده مهمی در کنترل و هدایت رفتار این سیستم‌ها و سازگاری آنها با محیط ایفا می‌کند. اما ریاضیدانان حاضر در جلسات، تنها به جنبه ریاضی ارتباطات در کارکرد سیستم‌ها توجه می‌کردند. در نظر آنها، مطالعه احساسات و عواطف از حوصله و حوزه فعالیت سایبرین‌ها که وظیفه ساخت ماشین‌های اطلاعاتی را به‌عهده داشتند، خارج بود. این اختلاف‌نظر بین ریاضیدانان و زیست‌شناسان باعث شد در سال ۱۹۵۶ میلادی، جنبش بین‌رشته‌ای به

1. Norbert Wiener (1894-1964)

2. Warren McCulloch (1898-1969)

3. Modélisation mathématique du cerveau

4. Massachusetts Institute of Technology (MIT)

5. Cybernetic

دو شاخه مهم تقسیم گردد. شاخه اول که از ریاضیدانان و مهندسان سازنده ماشین‌های هوشمند تشکیل می‌شد، به تولید «هوش مصنوعی» ادامه داد و نهایتاً در سال ۱۹۵۶ میلادی، به تأسیس این رشته منجر گردید؛ در صورتی که اعضای گروه دوم که متشکل از روان‌شناسان، عصب‌شناسان، زبان‌شناسان و زیست‌شناسان بودند، اهداف اولیه جنبش مبنی بر مطالعه کارکرد مغز را دنبال کردند و با تأسیس «علوم شناختی»^۱ در همان سال، مشعل خاموش جنبش میان‌رشته‌ای را دوباره روشن نمودند و آن را شعله‌ور ساختند. از آن تاریخ به بعد، اعضای این گروه در چارچوب علوم میان‌رشته‌ای به مطالعه حوله «شناخت» و نحوه تولید آن در سیستم‌های زنده پرداختند.

از طرفی، چون موضوع اصلی سایبرین‌ها مطالعه جنبه ارتباطاتی-محاسباتی کارکرد سیستم‌های زنده و غیرزنده بود، برنی از نویسندگان، حوزه فعالیت آنها را «مطالعات سیستم‌شناسی» نامیدند و بدین ترتیب، نگرش علمی در ابتدای جنبش میان‌رشته‌ای شکل گرفت. این نگرش به سایبرین‌ها و شناختی‌ها اجازه می‌داد تا از طریق مطالعه روابط میان عناصر تشکیل‌دهنده یک سیستم، زنده یا غیرزنده، به جنبه‌های ارتباطاتی که کرد آن سیستم دسترسی پیدا کنند. در این مرحله از جنبش بود که ریاضیات به عنوان یک علم جامع، کامل و کاربردی به جامعه علمی معرفی گردید. امروزه، مغز به عنوان مرکز ارتباطات و جمع‌آوری اطلاعات در سیستم‌های زنده پیشرفته تعریف می‌گردد. طبق این تعریف، هر چه مغز پیشرفته‌تر باشد و به صورت دقیق‌تر و گسترده‌تر عمل کند، شناخت کامل‌تری از واقعیت را تولید خواهد کرد و در نتیجه، نقش مؤثرتری در سازمان‌ها و ارگانیزم با محیط خواهد داشت. این مطلب بیانگر آن است که شناخت، مهم‌ترین و اساسی‌ترین عامل برای هدایت بشر به سوی سعادت و خوشبختی به شمار می‌آید. این جمله یادآور اشعار زیبای حکیم «الفاسم فردوسی»، شاعر حماسه‌سرای ایرانی، در آغاز شاهنامه است؛ ابیاتی که درخصوص ارزش‌رادی شناخت و دانش در قالب مثنوی سروده است (فردوسی، ۱۳۸۹ش):

توانا بود هر که دانا بود	ز دانش دل پیر برنا بود
به از دانش اندر جهان هیچ نیست	تن مرده و جان نادان یکی است

در هر صورت، مغز انسان یک سیستم ارتباطاتی و اطلاعاتی طبیعی، متحرک، انعطاف‌پذیر و بسیار کارآمد است که از یک طرف، با کارکرد بدن و از طرف دیگر، توسط اندام‌های حسی با کارکرد محیط

خارج ارتباط دارد. به عبارت دیگر، مغز رابط بین کارکرد بدن و کارکرد محیط است. در نتیجه، شناخت آگاهانه که محصول کارکرد مغز است، تنها وسیله ارتباطاتی انسان با کارکرد جهان و بازخورد آن در کارکرد بدن به شمار می‌آید. این بدان معناست که «علوم شناختی» از طریق مطالعه مقوله شناخت، با دنیای ارتباطات، اطلاعات، معنویات، علم، دانش، معرفت و شبکه‌های درهم‌تنیده آنها که رفتار کارکردی سیستم‌های گوناگون را هدایت و کنترل می‌کنند، سروکار دارند. به عبارت دیگر، مطالعه کارکرد مغز و تحقیق در مورد نحوه تولید «شناخت آگاهانه»، ما را با شبکه‌های ارتباطاتی و اطلاعاتی بسیار گسترده و پیچیده سیستم معرفت‌شناسی آشنا می‌سازد. جالب اینجاست که این شبکه‌های ارتباطاتی و اطلاعاتی به موازات پیشرفت دنیاهای مادی و معنوی رشد می‌کنند و گسترش می‌یابند. این بدان معناست که سیستم‌های طبیعی با یکدیگر ارتباط مادی و معنوی دارند و در مجموع، یک سیستم عظیم جهانی را تشکیل می‌دهند که مانند یک کل واحد عمل می‌کند و بنابراین اجزای آن توسط پل‌ها و شبکه‌های ارتباطاتی گوناگون دائماً با یکدیگر در ارتباطند. اکنون بهتر می‌توان فهمید چرا شناختی‌ها اصرار دارند به ما حق نداریم شناخت طبیعت را که در کلیت آن مانند یک مجموعه واحد عمل می‌کند، به دیشیپین، ای گوناگون تجزیه کنیم. با وجود این، با توجه به ظرفیت محدود مغز و رشد روزافزون علم، امروزه شناختی‌ها تقسیم‌بندی علوم و تخصصی شدن آنها را می‌پذیرند، به شرط آن که ارتباط بین علوم مختلف از طریق مطالعات میان‌رشته‌ای همواره برقرار و حفظ گردد. قطعاً، این دیدگاه «ارتباطاتی-توحیدی» به دو عالم مادی و معنوی، امید به زندگی زیباتر و جذاب‌تری را به انسان نوید می‌دهد. بی‌جهت نیست که فلاسفه بزرگ تاریخ بشریت نظیر «افلاطون»، «ارسطو» و «دکارت» شناخت موجودات زنده و به‌ویژه روان را جزو بالارزش‌ترین شناخت‌ها دانسته‌اند. امروزه نیز ما معتقدیم که روان شامل تمام ویژگی‌های حیاتی انسان است و بسیاری از مشکلات فردی و اجتماعی، به دلیل عدم تعادل روانی افراد به وجود می‌آید. برای مثال «آدولف هیتلر»^۱ که جنگ جهانی دوم را آغاز کرد و باعث کشته شدن ده‌ها میلیون انسان بی‌گناه شد، نه‌تنها از سلامت روان برخوردار بود، دست به چنین جنایت وحشتناکی نمی‌زد. این تجربه به هر راه، اگر تجربه‌های تلخ تاریخ، به ما می‌آموزند که برای جلوگیری از تکرار این گونه بحران‌ها، تنها راه حل این است که قبل از هر چیز با کارکرد روان آشنا شویم و پس از آن در حفظ تعادل روانی افراد جامعه و در نتیجه بهبود زندگی اجتماعی آنها تلاش کنیم.

محمد محسن بیاتانی

تابستان ۱۳۹۷