www.takbook.com

درباره‌ی آفرینش پدیدارها

شروین وکیلی

www.takbook.com

درباره‌ی آفرینش پدیدارها

شروین وکیلی

www.takbook.com

عنوان کتاب: درباره‌ی آفرینش پدیدارها

نویسنده: شروین وکیلی

تاریخ نگارش: ۱۳۸۰

چاپ نخست: نشر شورآفرین، ۱۳۹۶

شابک: ۷-۰۹-۸۸۲۲-۶۰۰-۹۷۸

شماره‌ی کتابشناسی ملی: ٤٧٩٠٣٢٣

www.takbook.com

شیوه‌نامه

کتابی که در دست دارید هدیه‌ایست از نویسنده به مخاطب. هدف غایی از نوشته شدن و انتشار این اثر آن است که محتوایش خوانده و اندیشیده شود. این نسخه هدیه‌ای رایگان است، بازپخش آن هیچ ایرادی ندارد و هرنوع استفاده‌ی غیرسودجویانه از محتوای آن با ارجاع به متن آزاد است. در صورتی که تمایل دارید از روند تولید و انتشار کتابهای این نویسنده پشتیبانی کنید، یا به انتشار کاغذی این کتاب و پخش غیرانتفاعی آن یاری رسانید، مبلغ مورد نظرتان را به حساب زیر واریز کنید و در پیامی تلگرامی (به نشانی @sherwin_vakili) اعلام نمایید که مایل هستید این سرمایه صرف انتشار (کاغذی یا الکترونیکی) چه کتاب یا چه رده‌ای از کتابها شود.

شماره کارت: 6104 3378 9449 8383

شماره حساب نزد بانک ملت شعبه دانشگاه تهران: 4027460349

شماره شبا: IR30 0120 0100 0000 4027 4603 49

به نام: شروین وکیلی

همچنین برای دریافت نوشتارهای دیگر این نویسنده و فایل صوتی و تصویری کلاسها و سخنرانی‌هایشان می‌توانید تارنمای شخصی یا کانال تلگرام‌شان را در این نشانی‌ها دنبال کنید:

www.soshians.ir

(https://telegram.me/sherwin_vakili)

www.takbook.com

فهرست

بخش	عنوان	صفحه
پیشگفتار		٦
بخش نخست	رویکرد منطقی- فلسفی	١٠
گفتار نخست	پیش‌فرضهای فلسفی	١٠
گفتار دوم	نتایج منطقی دو پیش فرض	٢٧
بخش دوم	ارزیابی داده‌های زیست‌شناسانه	٣٨
گفتار نخست	اطلاعات	٣٨
گفتار دوم	بررسی حواس اصلی	٦٤
گفتار سوم	مفهوم شکست پدیده	١٢٣
بخش سوم	نتایج فلسفی	١٤٠
گفتار نخست	مدلسازی سیستم زنده‌ی شناسا	١٤٠
گفتار دوم	تعریف مفهوم شکست پدیده	١٥١
گفتار سوم	اصالت پدیده‌ها	١٩٧
کتابنامه		٢٢٩

www.takbook.com

دیباچه

این رساله، متنی است که مدتها پیش، به سال ۱۳۷۶ نوشته شده، و این زمانی است که من تازه تحصیل در مقطع تحصیلات تکمیلی را شروع کرده بودم و پاسخِ پرسشهای مرکزی خویش را در قلمرو فیزیولوژی اعصاب دنبال می‌کردم. این کتاب بعدتر در کانون خورشید به صورت انتشار داخلی منتشر شد و بحثهایی را میان دوستان برانگیخت. حالا که این سطور را می‌نویسم، بیست سال از آن تاریخ می‌گذرد و برخی از نتیجه‌گیری‌ها و آرایی که درباره‌ی شناخت‌شناسی و دامنه‌ی کاربست داده‌های عصب‌شناسانه در آن دارم، دستخوش تغییر شده است. با این وجود، این کتاب همچنان به نظرم سودمند رسید و به همین دلیل تصمیم به انتشارش گرفتم. هنگام خواندن‌اش باید به این نکته توجه داشت که بخشی از نتیجه‌گیری‌های این متن با برداشتهای امروزِ من تفاوت دارد، اما بدنه‌ی آن برایم پذیرفتنی است و به عنوان اندیشه‌های جوانی بیست و دو سه ساله، چه بسا همچنان امروز هم ارزش تامل داشته باشد.

www.takbook.com

پیشگفتار

هدف از این نوشتار، پرداختن به برخی از پرسش‌های بنیادی قلمرو فلسفه‌ی شناخت است. پرسش‌هایی که به گمان من به دلیل وفاداری به پیش‌فرض‌هایی آزموده نشده، به پاسخهایی شتابزده و ناکارآمد انجامیده‌اند. پس این سطور، بیانگر تلاشی خواهند بود برای به نقد کشیدن این پیش‌فرض‌ها، و پاسخگویی به پرسش‌هایی مشابه به کمک مفاهیمی که در این میان زاده می‌شوند. پیش از پرداختن به بحث اصلی، باید به چند نکته اشاره کنم تا زمینه‌ی کار روشن شود:

نخست آن که پرسش مرکزی مورد نظر این نوشتار، در تمام فلسفه‌هایی که ادعای توصیف فراگیر هستی را دارند، از اهمیتی بنیادی برخوردار است. به تعداد فلاسفه‌ای که در مورد جهان و شناخت اندیشیده‌اند، چهارچوب‌های فلسفی داریم، و به ازای هر چهارچوب، مفاهیمی کلیدی داریم که سنگ بنای آن نظریه‌ی فلسفی را تشکیل می‌دهند. به بیان دیگر، در نظام معنایی هر دیدگاه فلسفی، برخی نقاط ثقل و کانون‌های تمرکز بار معنایی

www.takbook.com

وجود دارند، که کل دستگاه و ساختار ارائه شده در آن دیدگاه، بر مبنای آن‌ها استوار است. تغییر برداشت ما از این کلیدواژه‌های فلسفی، می‌تواند به دگرگون شدن تفسیری که از آن فلسفه‌ی خاص داریم، بینجامد. همچنین تعریف نادرست و ناقص این مفاهیم کلیدی، به ابهام و تناقض‌های منطقی منجر خواهد شد.

مفهوم پدیدار، به مثابه واحدِ پایه‌ی ادراک، یکی از این مفاهیم کلیدی است که در تمام نظریه‌های منسجم فلسفی تعبیری از آن وجود دارد. اگر آنقدر جسارت داشته باشم تا دیدگاه خود را یک دستگاه فلسفی تازه و نو بنامم، ناچار خواهم بود تا مفهوم شکست پدیده را هم به عنوان یکی از مفاهیم کلیدی مورد نیازم معرفی کنم. مفهومی که به فرآیند زایش و عملکرد این خشت‌های معنایی دلالت می‌کند. درک دقیق یا نادقیق از این مفهوم، می‌تواند به برداشتی درست یا اشتباه‌آمیز از دیدگاه مورد پیشنهادم منجر شود.

دوم این که نگارنده‌ی این نوشتار، پیش از هرچیز، یک زیست‌شناس است که کلید پاسخگویی به بسیاری از پرسش‌های اساسی فلسفی را در شواهد زیستی می‌جوید. یعنی به گمان من، بیشتر سؤالات مهمی که قرن‌ها برای فلاسفه و اندیشمندان مطرح بوده و معمولا به پاسخی در خور نرسیده، با توجه به بینش نوینی که از زیست شناسی در معنای عام کلمه حاصل شده، پاسخ‌پذیر است.

شناخت‌شناسی، یکی از این شاخه‌های فلسفه است که باید کلیدهای طلایی معماهای آن را پیش از هرچیز در دانش عصب‌شناسی بازجست. هر بخشی از فلسفه‌ی نوین امروز، توسط شواهد به دست آمده از شاخه‌های خاصی از دانش تغذیه می‌شود. همان طور که کیهان‌شناسی و فیزیک پاسخ‌ها و پرسش‌هایی جدید را در بسیاری از قلمروهای فلسفه می‌آفرینند، زیست‌شناسی نیز در بسیاری از قلمروها حرف‌هایی برای گفتن دارد. به گمان نگارنده، نقشی که شواهد زیست شناسی در فلسفه می‌تواند ایفا کند، و ایفا می‌کند، تا حدودی

www.takbook.com

نادیده‌انگاشته شده است. بسیاری از نکات قابل‌طرح در قلمروهایی مانند شناخت‌شناسی، به دلیل همین غفلت از شواهد کلیدی زیستی، مورد کم‌لطفی فلاسفه قرار گرفته است. با توجه به این نکات، من خواهم کوشید تا با توجه به مبانی ساده و پذیرفته شده‌ی زیست‌شناسانه، به برخی از این قلمروها گام بگذارم.

سومین گوشزد این است که نگارنده با وجود پرداختن به تعاریف، خود را در برابر آنها بیش از حد خاصی مسئول نمی‌بیند. این قضیه در زبانشناسی و منطق محمولات بارها و بارها اثبات شده که هیچ واژه‌ای را در زبان‌های طبیعی نمی‌توان به طور کامل تعریف کرد. زبان، که زمینه‌ی انتقال مفاهیم نهفته در همه‌ی مباحث علمی هم هست، شبکه‌ای معنایی از واژگان است که هریک دارای بار معنایی مفهوم، ولی تعریف نشده‌ای هستند. برای تعریف هر واژه در هریک از زبان‌های طبیعی، مجبوریم از واژگان دیگری استفاده کنیم که خود آنها نیز نیازمند تعریف هستند. به این ترتیب تسلسلِ ایجاد شده، ما را به هیچ کجا نخواهد برد. چون هیچ واژه‌ای نیست که در زبان‌های طبیعی تعریف دقیقی داشته باشد، و بتواند سنگ بنای تعاریف دیگر واقع شود. به این دلیل، در این متن نخواهم کوشید تا هیچ واژه‌ای را به لحاظ منطقی‌اش تعریف کنم. آنچه که از این پس با نام تعریف مورد اشاره قرار خواهد گرفت، تنها روشن کردن محدوده‌ای معنایی برای استفاده از واژه‌هایی کلیدی است. این حد و حصر به طور نسبی کاربرد دارند و من در اینجا نخواهم کوشید تا کاری ناممکن انجام داده و مفاهیم مورد نیازم را منطقا تعریف کنم.

چهارمین نکته، این که مباحث و دریافته‌های عنوان شده در این نوشتار، چیزی جز مجموعه‌ای از گمانه‌زنی‌های نظری و حدس‌های علمی نیستند. حقیقت لحاف چهل‌تکه‌ای است که گهگاه کسی گوشه‌ای از نقش و نگار زیبای آن را در می‌یابد، و چه بسا که اقامت بر گوشه‌ای از این لحاف به لافِ دسترسی به کل آن همراه می‌شود. کوشیده‌ام

www.takbook.com

تا در این نوشتار از چنین خطایی پرهیز کنم. یعنی هیچ پافشاری خاصی بر گزاره‌های طرح شده در این رساله ندارم، جز آن که آنها را درست می‌دانم! با این وجود این متن را باید ساختاری معنایی دانست که بر نقد و دگرگونی گشوده است. استفاده از شواهد علمی برای حل مسائل فلسفی، به هیچ عنوان مترادف با جزم‌انگاری تجربی و باور به قطعیت شواهد آزمایشگاهی یا تفسیر ما از آنها نیست.

خرداد ماه ۱۳۷٦ خورشیدی- تهران

www.takbook.com

بخش نخست: رویکرد منطقی- فلسفی

گفتار نخست: پیش‌فرضهای فلسفی

هدف این نوشتار، اشاره به داده‌هایی است که بتواند به برخی از پرسش‌های بنیادی در زمینه‌ی شناخت‌شناسی پاسخ دهد و چه بسا به ظهور نظامی سازگار در این زمینه یاری رساند.

برای ساختن یک دیدگاه همساز و هماهنگ فلسفی، همواره ناچاریم تا از برخی از پیش‌فرض‌های ابتدایی آغاز کنیم. این پیش‌فرض‌ها، بسته به احکام خود، می‌توانند در آینده برای تعیین چهره‌ی کلی فلسفه‌ی مورد نظر ما نقشی کلیدی را ایفا کنند. همه‌ی دستگاه‌های فلسفی -بنابر تعریف خود، یعنی کلی‌گویی- دارای این پیش فرض‌های اولیه هستند. حال ممکن است بر این موارد تاکید شود، یا نشود. ولی به هر حال این پیش فرض‌ها همواره وجود دارند. از آنجا که نخستین گام در ساختن یک دیدگاه مستقل، تعیین این اصول بنیادی و درست فرض شده است، لازم می‌دانم تا این مفاهیم را برای فلسفه‌ی مورد نظرم به دقت روشن کنم، و راه‌های دیگر

www.takbook.com

نادیده انگاشته شده را نیز مورد بررسی قرار داده، و نقد نمایم. در نهایت می‌خواهم به این نتیجه برسم که از میان راه‌های منطقی موجود در پیش روی ما، پیش‌فرض‌های مورد نظر این نوشتار، معقول‌ترین و راهگشاترین گزینه‌های ممکن هستند.

اصل نخست: خارج از ما، چیزی وجود دارد.

در بیان این اصل، منظور من از خارج، عبارت است از جهانی که مستقل از وجود هر ناظری، قابل فرض باشد. این جهان هیچ صفت دیگری ندارد، جز اینکه ذهنی و درونی نیست. در نتیجه تاکید من بر چیز ، کاملا غیراختصاصی است. تنها مقصودی که از مفاهیم چیز، و جهان خارجی حاصل می‌شود، حضور یا عدم حضور صفت وجود یا هستی، در یک چیزِ مبهمِ تعریف ناشده است. وجود در این گزاره، وجودِ هستی‌شناختی معنی می‌دهد. آشکار است که این اصل چیز زیادی را بیان نمی‌کند. تنها وجودی را در خارج از وجود ناظرهای فرضی، مورد اشاره قرار می‌دهد.

اولین گام برای ساختن یک فلسفه، پرداختن به مسأله‌ی وجود است. پرسشی که در این گام نخست باید پاسخ داده شود، این است: آیا در خارج از وجود ما –که تمام جهان را مشاهده می‌کنیم– جهانی خارجی هم وجود دارد؟ یا این که جهان تنها مشاهده‌ای است که در ذهن ما وجود دارد و فاقد مصداق خارجی است؟

این پرسش را می‌توان به شکل دیگری هم پرسید، و آن این است که: درجه‌ی استقلال وجود جهان خارج، نسبت به ما چقدر است؟

www.takbook.com

همه‌ی این پرسش‌ها، می‌کوشند تا موقعیت جهان خارج را –به طور ذاتی و بی‌واسطه– نسبت به صفت وجود مورد بررسی قرار دهند. به این پرسشها دو نوع پاسخ می‌توان داد. یا جهان خارجی مورد نظر ما، –که چیزی جز تجربیات ذهنی خود را درباره‌اش نمی‌دانیم– وجود دارد، و یا ندارد. یعنی صفت وجود، در جهان خارج از ما می‌تواند محمولی داشته باشد، یا نداشته باشد. نمی‌توان حالتی حد وسط را در این میان فرض قرار داد. وجود، یک صفت دودویی است. خودش و نقیض خودش را در یک موصوف نمی‌توان یافت. به این ترتیب کل پاسخ‌هایی که می‌توان به این پرسش داد، از دو حالت آری/نه خارج نیست.

اصل نخست ما، نشان می‌دهد که برای پاسخگویی به این امر، پاسخ آری را برگزیده‌ایم، یعنی فرض کرده‌ایم که جهان خارجی مبهم مورد نظر ما، به طور مستقل و به تنهایی دارای صفت وجود است، و این صفت را بدون واسطه‌ی ذهن یک مشاهده‌گر فرضی داراست. باید کمی در این مورد بیندیشم که چرا پاسخ مثبت به عنوان پیش‌فرض ما برگزیده شده. چرا عکس آن را فرض نکردیم؟

نخست باید بر این امر پای فشرد که اصل اولیه‌ی مورد نظر ما، از نظر منطقی با نقیض خود هم‌ارز است. هیچ اثباتی نیست که بتواند به طور منطقی وجود یا عدم وجود مستقل جهان خارج را به ما نشان دهد. همیشه یک ذهنی‌گرای افراطی این امکان را دارد تا فکر کند همه‌ی تجربیاتش، نه به جهان خارج، که تنها به اندرکنش‌های درون ذهنش بستگی دارند. ممکن است همه‌ی آنچه که من درک می‌کنم، از جمله وجود ناظرهای فرضی دیگری که در دور و برم می‌لولند، تنها نوعی خواب و توهم باشد. ممکن است همه‌ی آزمایش‌های دقیق علمی و مشاهده‌های شگفت‌انگیز سراسر زندگی من، چیزی جز یک رؤیای شگفت‌انگیز و دقیق نباشد. همواره این امکان وجود دارد که همه‌ی تجربیات و اثبات‌هایی را که برای تایید وجود جهان خارج ارائه می‌شوند، نوعی توهم ذهنی

www.takbook.com

دانست. این امکان به لحاظ منطقی غیرقابل نقض است، و من به هیچ عنوان نمی‌توانم از وجود داشتن جهانی در خارج از وجود خود – به شکلی استدلالی– مطمئن شوم. حتی اگر می‌شد به نحوی آزمایشی طراحی کرد و این وجود را به من اثبات کرد، باز هم من این حق را داشتم که فکر کنم همه‌ی این روند اثبات و قضیه‌ی متقاعد شدن من، چیزی جز یک توهم و فکر خام نیست. در نهایت، باید پذیرفت که برای رد کردن پاسخ منفی به پرسش‌های بالا، هیچ دلیل منطقی قانع‌کننده‌ای وجود ندارد. هیچکس نمی‌تواند کسی را که جهان را توهم می‌پندارد و برایش وجود قایل نیست، با منطق به عکس عقیده‌اش معتقد کند.

از سوی دیگر، پاسخ آری دادن به پرسشهای بالا هم دقیقا به همین شکل دفاع‌پذیر است. اگر من فرض کنم که جهانی در خارج از وجود من وجود دارد، هیچ دلیل منطقی قادر به رد کردن آن نخواهد بود. من می‌توانم فرض کنم که هرآنچه که در ذهنم روی می‌دهد، ریشه در وقایعی خارجی دارد، و ذهن من در این میان کاری جز تغذیه از اطلاعات خارجی را انجام نمی‌دهد. به طریق اول، حتی اگر هم برای من ناموجود بودن جهان خارج اثبات شود، من می‌توانم فرض کنم که این تنها یک کنش و اندرکنش خارجی میان مغز من و جهان بوده، و به این ترتیب بار دیگر بر عقیده‌ی اولیه‌ام باقی بمانم. به بیان دیگر، از نظر منطقی بین این فرض که جهانی در خارج وجود دارد، و اینکه وجود ندارد، تقارن محض حکفرماست. برگزیدن هریک از آنها، می‌تواند دستگاه فکری سازگار و غیرقابل ردی را بسازد. علاوه بر ناتوان بودن منطق در رد یکی از این دو دیدگاه، شواهدی هم که بتوانند نقیض یکی از آنها را ثابت کنند، وجود ندارند.

اما این تقارن در همه‌ی ما به نوعی می‌شکند. ترجیح مطلق یکی از این دو دیدگاه بر دیگری به لحاظ منطقی ناممکن است، ولی پذیرش همزمان هردوی آنها نیز به همین ترتیب مشکل‌ساز و تناقض‌آفرین است. بنابراین ما

www.takbook.com

به عنوان کسانی که زیر فشاری تکاملی مایل به داشتن یک دستگاه فکری هستیم، مجبوریم یکی از این دو حالت دقیقا هم‌ارز را برگزینیم. من چنان که گفتم، به عنوان اصل نخست دیدگاه خود، وجود جهانی خارج از ناظرهای فرضی را برمی‌گزینم. برای این گزینش، دلیل منطقی نیرومند و مهلکی وجود ندارد. تنها شواهدی ناقص، و منطقی نه چندان بی‌طرف وجود دارد که به من کمک می‌کند تا از میان این دو شق، یکی را برگزینم. برای باز کردن دلیل این گزینش، ناچار خواهم بود تا کمی به پیامدها و نتایج منطقی هریک از این دو دیدگاه بپردازم:

الف: اگر جهانی خارج از وجود ما وجود نداشته باشد.

در این حالت، موضع فکری ما با آنچه که ذهنی‌گرایی افراطی خوانده می‌شود، برابر خواهد بود. بر مبنای این فرض، همه‌ی جهان توهمی است در ذهن من. اگر بخواهیم از نظر منطقی دقیق باشیم و به کمترین فرض‌های ممکن بسنده کنیم، باید بپذیریم که همه‌ی جهان تنها توهمی است که در ذهن یک فرد یکتا –یعنی من – وجود دارد. فرض کردن اینکه ذهن‌های دیگری هم در این جهان خالی از وجود، وجود دارند، خود فرضی است اضافه که نیازمند نقد و بحث است. من در اینجا به پیامدها و نتایج منطقی ساده‌ترین و محکمترین حالت بسنده می‌کنم، و آن هم حالتی است که ناظر فرضی آفریننده‌ی جهان، یکتا باشد و عبارت باشد از خود من، که این حالت را از میان تقارن یاد شده برگزیدم. اگر تمام جهان عبارت باشد از توهم من، هیچ اتفاقی نمی‌افتد، فقط امکان شناخت بیشتر دچار مشکل می‌شود. اگر همه‌ی تجربیات و شواهد حسی من، عبارت باشند از تجربه‌هایی ذهنی، باز هم من می‌توانم در جهان ذهنی خود به زندگی ادامه دهم و تجربیات موهوم پنداشته شده‌ی خود را پیگیری کنم، ولی

www.takbook.com

در این میان تنها امکان درک بهتر جهان را از دست می‌دهم. چرا که وجود، با آنچه که من تجربه می‌کنم رابطه‌ای نخواهد داشت، و اصولا وجود هستی مشکوک خواهد بود.

بر این دیدگاه، یک ایراد منطقی کوچک وارد است، و آن هم جمله‌ی قصار دکارت است که cogito ergo sum. یعنی اگر من بنا را بر این بنهم که شک در وجود، سرلوحه‌ی اندیشه‌ام باشد، دچار مشکل نقض خود می‌شوم. من می‌توانم به عنوان یک شکاک در وجود، در وجود داشتن همه‌ی آنچه که تجربه می‌کنم شک کنم، و بنابر تقارنی که در پی این شک حاصل می‌شود، می‌توانم راهی را برگزینم که به نفی وجود مستقل آن تجربه منجر می‌شود. این تقارن در مورد همه‌ی شک‌ها و همه‌ی گزینش‌های مربوط به آن وجود دارد، تنها موردی که تقارن می‌شکند، مربوط به موقعی است که من در وجود خودم هم شک کنم. وجود خود من هم که این جهان را در خواب می‌بینم، نوعی تجربه است. من در مورد وجود خود هم بر اساس همان شواهد تجربی‌ای حکم می‌کنم که به وجود سایر پدیده‌های جهان می‌پردازم. به این ترتیب قاعدتا باید در مورد وجود من هم مثل سایر موارد، تقارنی در پذیرش وجود یا عدم وجود دیده شود. ولی چنین نیست. اگر من در وجود خود هم شک کنم، دچار یک تناقض منطقی می‌شوم، و آن هم این است که با نفی وجود خودم، به طور ضمنی وجود شک را هم نفی می‌کنم و شک چیزی است که مبنای پیشروی من در این جهان توهم‌آسا بود. این همان ایراد مشهور دکارت بر شک در وجود جهان است. برخی از فلاسفه این ایراد را بسیار مهم و حیاتی دانسته‌اند، و برخی نیز اهمیتش را کمتر دانسته‌اند. چیزی که مسلم است، این که می‌توان به وجود شک در وجود اعتقاد داشت، و وجود خود را به عنوان تنها فرد شکاک موجود نفی کرد. این امر هرچند به نظر تناقض‌آمیز می‌رسد، ولی با چند پشتک‌واروی منطقی در تعریف شک قابل‌رفع است. از سوی دیگر، معقول‌تر این است که ذهنی‌گرای افراطی مورد نظر ما، در این یک

www.takbook.com

مورد شکست تقارن منطقی ایجاد شده را بپذیرد و وجود خود را فرض کند، ولی وجود جهانی را که این وجود یکتای نامشخص و غیرقابل درک تجربه می‌کند را نفی کند. در هردو حال، وجود جهان خارج، نفی می‌شود و به طور کلی پرسش اولیه‌ی ما در مورد هستی داشتن یا نداشتن جهان، پاسخ منفی می‌گیرد.

ایراد دیگری که می‌تواند در بسط ذهنی‌گرایی پیش آید، مربوط به زمانی است که وجود صاحبان ذهن‌هایی دیگر هم فرض شود. اگر ذهنی‌گرای فرضی ما، که تنها وجود خود را فرض می‌گرفت، از این فرض اولیه‌ی نه چندان منطبق با عقل‌سلیم عدول کند و وجود ناظران دیگری را هم برای این رؤیای بزرگ فرض بگیرد، دچار مشکل منطقی دیگر خواهد شد که به مسأله‌ی ذهن دیگری مشهور است. این ایراد هم از اینجا ناشی می‌شود که تظاهرات تجربی یک آدم دیگر که دارای وجود فرض می‌شود و ارزشی همتای خود من –به عنوان ناظر رؤیای بزرگ– دارد، با تظاهرات تجربی ناشی از سایر موارد عدم فرض شده برابر است. یعنی اگر من فرض کنم که جز من ذهن‌های دیگری هم در جهان وجود دارند، در حاشیه فرض خواهم کرد که تجربیات من از آدم‌های دیگر، بر وجود ایشان دلالت دارد. با توجه به اینکه تجربیات من از ناظرهای دیگری که دارای وجود فرض می‌شوند، با تجربیات من از سایر چیزهایی که عدم و موهوم دانسته شده‌اند، یکسان است، دلیل ترجیح ناظرها بر بقیه –در حکم به وجود– مشخص نیست. یک آدم دیگر هم در ذهن من همان تظاهرات حسی و تجربی را ایجاد می‌کند که یک میز یا کوه ایجاد می‌کند. آنچه که من از آدم‌های دیگر درک می‌کنم، از نظر کیفی تفاوت چندانی با آنچه که از زمین و سنگ و صندلی درک می‌کنم ندارد. بنابراین این فرض که آدم‌ها به عنوان ناظر وجود دارند ولی میز و سنگ وجود ندارند و موهوم هستند، منطقی جلوه نمی‌کند. به این ترتیب، ما در برابر دو مشکل قرار می‌گیریم. اگر بخواهیم شک در وجود را به ناظرها هم بسط دهیم، در یک مرحله مجبور می‌شویم وجود ناظرهای دیگر جز

www.takbook.com

خود را انکار کنیم، که با عقل سلیم جور در نمی‌آید، و از سوی دیگر مجبور خواهیم بود تا در نهایت وجود خود را هم به عنوان تنها ناظر موجود با دیده‌ی شک بنگریم. این دو مشکل، همان مواردی هستند که با عنوان برهان دکارت و مسأله ذهن دیگری مورد اشاره قرار گرفت.

ذهنی‌گرایی، گذشته از این دو نتیجه‌ی نامطلوب و تناقض‌آمیز منطقی، که از شک افراطی در وجود ناشی می‌شود، دچار چند ایراد عملکردی هم هست. این ایرادات منطقی و فلسفی نیستند. تنها بر این نکته اشاره دارند که نتایج حاصله، به الگوهای رفتاری ناخوشایندی منجر می‌شوند. اولین نتیجه‌ی حاصل از ذهنی‌گرایی، اعتقاد به بی‌فایده بودن تجربه در مسیر شناخت، و عدم رابطه‌ی آن با وجود واقعی است. این نتیجه، هم‌ارز نفی امکان شناخت است. یعنی اگر تجربه را فاقد ارتباط با وجود بدانیم، و همه چیز را نوعی توهم فرض کنیم، خواه ناخواه به این نتیجه می‌رسیم که شناخت هم غیرممکن است. همه‌ی شناخت‌هایی که برای ما حاصل شده یا قابل‌حصولند، به این ترتیب نوعی توهم هستند که اصالتی از نظر تبیین جهان خارج ندارند. این نتیجه به بی‌معنا شدن علم، کنجکاوی، و مدل‌های فکری منجر می‌شود. یعنی ذهنی‌گرایی در نهایت خود، نظریه‌ای بسته و همان‌گویانه است. این نظریه تنها در این حد می‌گوید که جهان همه توهم و پندار است، و دیگر هیچ چیزی را به آن اضافه نمی‌کند. برخلاف بسیاری از نظریات واقعی‌گرا که مانند درختانی بالنده، مرتبا رشد می‌کنند، دیدگاه‌های ذهنی‌گرا مانند تیله‌های کوچکی می‌مانند که بسته و کوچک و فقیرند و تنها چیزی را که بیان می‌کنند، تکرار اصل اولیه‌شان – نفی وجود– است. این تیله‌های منطقی فاقد زادآوری و توانایی بالندگی‌اند. به این تیله‌ها، چیز جدیدی نمی‌چسبد. به همین دلیل هم پذیرش نظریات ذهنی‌گرا، در صورتی که با پاسخ منفی به وجود جهان خارجی همراه باشند، نقطه‌ی پایانی خواهند بود برای کنجکاوی و زایش فکری و فلسفی. بنابراین مهمترین صفت ناخوشایندی که در

www.takbook.com

نظریات ذهنی‌گرایانه نهفته است، این عقیم بودن و فقر است. صفتی که در کل به توقف و درجا زدن دانش و اندیشه منجر می‌شود.

یک ویژگی دیگر نظریات ذهنی‌گرا، فقدان قدرت توضیح‌شان است. یک ذهنی‌گرا به هیچ عنوان نمی‌تواند جهان خارج را توضیح دهد. بیشترین چیزی که می‌تواند بگوید این است که همه‌ی این توهم معجزه‌آسا، توسط ذهنی خلاق و دقیق آفریده می‌شود. ذهنی عجیب که ریزه‌کاری‌های منطقی عجیبی رإے؛کی در نظر می‌گیرد و ظاهری قانونمند و منطقی به تصویر این رؤیا می‌دهد. اما این پایان کار است. ذهنی‌گرا هیچ چیز مهمی در مورد این رؤیا به ما نمی‌گوید. خود رؤیای بزرگ از دید او فاقد اهمیت است، چون چیزی بیش از یک توهم پوچ نیست، و این امر که هستی و جهان به راستی به چه چیز شبیه است، همواره در پرده‌ی ابهام باقی می‌ماند. گر بخواهم احساس شخصی خود را در مورد نظریات ذهنی‌گرا بیان کنم، باید بگویم که این نظریات ارضاءکننده نیستند. پرداختن به زیر و بم این دیدگاه، آن شادمانی و لذتی را که از کشف جهان وجود به انسان دست می‌دهد، فراهم نمی‌آورد. در این دیدگاه، عطش کنجکاوی و میل به دانستن برآورده ناشده باقی می‌ماند و راهی هم برای نیل به آن پیشنهاد نمی‌شود.

www.takbook.com

ب: اگر جهانی خارج از وجود ما وجود داشته باشد.

این امکان، تنها چیزی که می‌گوید این است که مستقل از ما چیز وجود دارد که دارای وجود است. در مورد اینکه این وجود چیست و چه خواصی دارد و رابطه‌اش با ما چیست، هیچ نمی‌گوید. به بیان دیگر، تنها حصری که این امکان بر دیدگاه ما می‌بندد، در نظر گرفتن وجودی گسترده‌تر از ناظر فرضی است. در این حالت، تصویری که از جهان به دست می‌آید، کمابیش با آنچه که دیدگاه علمی خوانده می‌شود، منطبق خواهد بود. این دیدگاه، که واقعی‌گرایی هم خوانده می‌شود، تجربه را نمودی از وجود جهان خارج فرض می‌کند، و به این شکل پرداختن به آن و تحلیل آن را به عنوان راهی برای شناخت پیشنهاد می‌کند. نتایج این دیدگاه، به تناقضات بزرگی مانند مشکل ذهن دیگری و نفی وجود شکاک نمی‌انجامد، و با این وجود گهگاه باطل‌نماهای علمی کوچکی را در بطن خود می‌پروراند.

دیدگاه واقع‌گرایانه، درحال حاضر مقبولیت عام دارد. عقل سلیم و الگوهای رفتاری و فکری معمول بر آن انطباق دارند و روش‌شناسی معمول برای پژوهش و درک جهان خارج همه بر اساس آن استوار شده‌اند. با این وجود، در میان فرض اولیه‌ی وجود جهانی مستقل از وجود ناظران، و فلسفه‌ی معمول علمی، یک بریدگی کوچک دیگر هم وجود دارد که معمولا نادیده گرفته می‌شود. این بریدگی با فرضی دیگر پر می‌شود که به گمان من می‌تواند به عنوان دومین پیش‌فرض مورد نیاز ما برای ساختن یک فلسفه‌ی سازگار مورد تاکید قرار گیرد. در بند بعدی به تفصیل در مورد این پیش‌فرض دوم بحث خواهم کرد. در اینجا بیشتر لازم می‌بینم تا مقایسه‌ای در میان واقعی‌گرایی و ذهنی‌گرایی انجام شود.

www.takbook.com

واقعی‌گرایی، نسبت به ذهنی‌گرایی، چند برتری دارد. نخست اینکه از مشکلات فلسفی و پیچیدگی‌هایی مانند قضیه ذهن دیگری مبراست. به همین دلیل هم با عقل سلیم بیشتر سازگار است. هرکسی با هر سطحی از دانش، به طور پیش‌فرض اصل واقع‌گرایی را مورد پذیرش قرار می‌دهد، و به این ترتیب عقل عام و خام مشترک در همه‌ی آدمیان، آن را تایید می‌کند. از سوی دیگر اگر بخواهیم به پیامدهای شناختی این دو نظریه بردازیم، می‌بینیم که ساختار واقعی‌گرایانه، با وجود محتوایی اطلاعاتی بسیار بیشتر خود نسبت به ذهنی‌گرایی، و پیچیدگی افزونتری که در به تصویر کشیدن جهان نشان می‌دهد، از نظر منطقی سازگارتر و معنادارتر است. همچنین از گزاره‌های منطقی واقع‌گرایانه، نتایج منطقی بیشتری حاصل می‌شود و زایندگی اندیشه در آن محفوظ می‌ماند. به این ترتیب، دومین و سومین نکته‌ی مثبت موجود در واقع‌گرایی، عبارت است از سازگارتر بودن ساختار آن، و زاینده‌تر بودن آن است. به عنوان یک ترجمه‌ی دیگر از این دو نکته، می‌توان خصلت توضیح دهندگی و ارضاءکنندگی واقع‌گرایی را نیز در نظر آورد. بر خلاف تیله‌ی خود بسنده و بسته‌ی ذهنی‌گرایی که هیچ نظریه‌ی جدیدی را پشتیبانی نمی‌کرد، واقع‌گرایی به چندین نظریه‌ی گاه متضاد چسبندگی دارد، و از این میان، توضیحاتی متنوع و متعدد را برای تجربیات خارجی فراهم می‌کند. این همان ویژگی‌ای است که با عنوان ارضاءکنندگی مورد اشاره قرارش داده‌ام.

پنجمین مورد برتری واقعی‌گرایی بر ذهنی‌گرایی، همان است که پوپر با عنوان براهین زبانی مورد اشاره قرارشان داده، و آن هم این است که عناصر زبانی و ساختارهای نمادین موجود در تفکر و اندیشه و ارتباط، همه بر وجود چیزهایی خارج از ناظر فرضی دلالت می‌کنند. البته این برهان چندان محکم نیست و چنان که گفتیم همواره یک

www.takbook.com

ذهنی‌گرا می‌تواند با این فرض که دارد خواب استفاده از چنین زبانی را می‌بیند، به نظریه‌ی اولیه‌اش وفادار باقی بماند.

آخرین موردی که در اینجا به نظر من می‌رسد، این اصل است که همه‌ی موجودات زنده، حتی خود فلاسفه‌ی ذهنی‌گرا هم، رفتاری از خود نشان می‌دهند که با دیدگاه ذهنی‌گرایی در تضاد است. اصلا خود این حقیقت که فلسفه‌ای به نام ذهنی‌گرایی وجود دارد –البته اگر کل این دیدگاه‌ها توهم من نباشد– نشانگر این مطلب است که فلاسفه‌ی ذهنی‌گرا برای بیان نظر خود کوشیده‌اند، و این بدان معناست که وجود شنونده‌ای را در خارج از خود فرض کرده‌اند. اینهمه بحثها و نوشتارهایی که در رد واقعی‌گرایی و اثبات و جانبداری از ذهنی‌گرایی نوشته شده، در خود دیدگاه ذهنی‌گرایان غیرقابل توجیه جلوه می‌کند. فیلسوفی که می‌پندارد در خارج از ذهنش هیچ چیزی وجود ندارد، و این دیدگاه خود را به اطلاع دیگران می‌رساند، پیشاپیش یکی از مهمترین اصول فلسفه‌ی خود را نقض کرده. یعنی کوشیده تا با جهان خارجی، –مثلا فلاسفه‌ی دیگر– ارتباط برقرار کند. تا جایی که من می‌دانم، فلاسفه‌ی ذهنی‌گرا هم مانند سایر مردم کار می‌کرده‌اند و غذا می‌خورده‌اند و فعالیتهای بدنی انجام می‌داده‌اند. این الگوی رفتاری برای کسی که معتقد است جهان خارجی وجود ندارد کمی عجیب است.

اگر جهانی خارج از من وجود ندارد، و اگر همه چیز توهم است، چه نیازی به کار کردن و خوردن و خفتن وجود دارد؟ کافی است تا توهم این کارها حاصل شود و بنابراین تلاش برای دگرگون کردن جهانی که ذهنی و پوچ پنداشته می‌شود غیرقابل توجیه است. فکر می‌کنم حالا وقت آن باشد تا دوباره موضع خود را در مورد پرسش مهم وجود یا عدم وجود جهانی مستقل از ناظر اعلام کنم، و نظری جسارت‌آمیز را هم به آن ضمیمه کنم. به نظر من، واقع‌گرایی معقول‌ترین دیدگاه در میان دو حالت یاد شده و مشتقاتشان است. در واقع فکر می‌کنم بتوان

www.takbook.com

واقع‌گرایی را به عنوان تنها دیدگاه قابل‌بهره‌برداری و کاربردی معرفی کرد. ذهنی‌گرایی چیزی نیست جز یک بازی لفظی و زبانی، و فرضی غیرقابل استفاده که چیزی خارج از پیش فرض خود را بیان نمی‌کند. باید دقت داشت که با وجود همه‌ی مواردی که من در اینجا برای نشان دادن برتری واقعی‌گرایی نسبت به ذهنی‌گرایی ذکر کردم، نمی‌توانند تقارن منطقی میان این دو پاسخ به سؤال اولیه‌ی ما را بشکنند. اینها همه می‌توانند توجیهی باشند برای اینکه چرا مردم همه این تقارن را به همین شکل می‌شکنند، ولی اثباتی نهایی و مسلم برای برتری یکی بر دیگری نیستند.

همه‌ی فلاسفه‌ای که تا به حال در مورد ذهنی‌گرایی سخن گفته یا نوشته‌اند، به عنوان یک پیش‌فرض رفتاری، واقعی‌گرایی را در ذهن داشته‌اند!

بی‌معنی جلوه می‌کند که کسی جهان خارج را نفی کند، و بعد در درون همین جهان به عمل بپردازد. کسی که به نوشتن و مباحثه و ترویج افکارش روی می‌آورد، و از الگوهای رفتاری مشابه با همتایان واقعی‌گرای خود پیروی می‌کند، لزوما از ایده‌ی افراطی اولیه‌اش در مورد موهوم بودن جهان خارج عدول کرده. شاید او چنین بیندیشد که در درون این رؤیای بزرگ، دارد به شکلی که خودش دلش می‌خواهد خواب می‌بیند،اما این دلیل برای تلاش در دخالت در جهانی که ناموجود پنداشته می‌شود کافی نیست. میل به دخالت در این رؤیای بزرگ، خود به معنی پذیرفتن این پیش‌فرض است که این رؤیای موهوم و بزرگ، ارزش دستکاری شدن را دارد، و بنابراین از اصالتی بیشتر از پندار و توهم صرف برخوردار است. اما حتی در صورتی که بپذیریم جهان مستقل از وجود ما وجود دارد، باز تا رسیدن به یک روش‌شناسی علمی راهی دراز را در پیش داریم. فرض وجود جهانی در خارج از وجود ما، لزوما به این حکم که تجربیات ما از این جهان معرف قانونمندی موجود در آن است، منجر نمی‌شود. همه‌ی

www.takbook.com

ما، پس از پذیرش اینکه جهانی خارج از وجود ما وجود دارد، یک گام دیگر هم برمی‌داریم، و آن هم پذیرش دومین پیش فرض مورد نیاز برای ساختن یک دیدگاه واقع‌بینانه است. این اصل چنین است:

اصل دوم: تجربیات ما با آنچه که در جهان خارج روی می‌دهد رابطه دارد.

این فرض، دومین حلقه‌ی ارتباط ما را با جهان خارج تشکیل می‌دهد. تنها فرض اینکه جهانی در خارج از ما وجود دارد، برای ساختن یک فلسفه کافی نیست. ممکن است این جهان خارجی هیچ ارتباطی با ما نداشته باشد و باز هر آنچه که ما درک و تجربه می‌کنیم، اوهامی در یک رؤیای بزرگ باشد. برای اینکه این حلقه‌ی دوم ارتباطی با جهان خارج را نیز برقرار کنیم، باید همان مسیر منطقی‌ای را طی کنیم که در مورد پیش‌فرض واقع‌گرایی کردیم. یعنی پرسشی را مطرح کنیم که پاسخهایش به نوعی برای ما فاقد تقارن باشند. در اینجا این پرسش را اینطور صورت‌بندی می‌کنم:

تجربیات ما با وقایع موجود در جهان خارج چقدر ارتباط داد؟

این پرسش بر خلاف پرسش نخستین ما، فاقد دو پاسخ متضاد است. جواب این سؤال می‌تواند طیفی پیوسته از ارتباط تجربه با وقایع خارجی را نشان دهد، من در اینجا برای ساده‌تر شدن بحث، پرسشم را محدودتر می‌کنم و آن را به این معنا دوباره‌نویسی می‌کنم: آیا اصلا رابطه‌ای بین تجربه با جهان خارج وجود دارد؟

این سؤال دیگر دو جواب دارد. یا ارتباطی بین تجربه و وقایع خارجی وجود دارد، یا ندارد. در اینجا دیگر به این موضوع کاری ندارم که اگر ارتباطی وجود دارد، درجه‌ی ارتباطش چقدر است. تنها به همین بسنده می‌کنم

www.takbook.com

که وجود یا عدم وجود ارتباطی میان این دو را بررسی کنم. مانند مورد پیش، به این پرسش هم دو پاسخ می‌توان داد:

الف: ارتباطی میان جهان واقعی خارج، و تجربیات ما وجود ندارد.

در این حالت، قضیه با آنچه که در پاسخ اول به پرسش پیشین دیدم چندان تفاوت نمی‌کند. یک جهان واقعی و مستقل از ما در آن بیرون وجود دارد که هیچ ارتباطی به ما ندارد و آنچه که ما به عنوان تجربه می‌شناسیم، باز چیزی است در حد یک رؤیای بزرگ، و اوهام.

چون نمی‌خواهم گفتار به درازا بکشد، خیلی کوتاه می‌گویم که از نظر کاربردی به این پاسخ دقیقا همان ایراداتی وارد است که به پاسخ اولمان به سؤال قبلی وارد بود. در اینجا هم این دیدگاه عقیم است و به تیله‌ی دیگری، – منتها با قطر بزرگتر– می‌ماند که هیچ نظریه‌ی ارزشمند شناختی نمی‌تواند بر آن سوار شود. این دیدگاه هم به همان ترتیب بی‌فایده، نازا، غیرارضاءکننده، و نامنطبق بر عقل سلیم است. علاوه براین باز مانند مورد قبل می‌توان دید که حتی معتقدین به آن به دلیل تلاششان برای پیروی از رهنمودهای تجربی، رفتاری متضاد با اندیشه‌شان را نشان می‌دهند. یعنی حتی کسی که در ظاهر طرفدار این موضع است، به دلیل آنکه در رفتار خود از شاخصهای راهنما و اصلاح‌کننده‌ی تجربی بهره می‌برد، به ایده‌ی خودش وفادار نیست.

ب: ارتباطی در میان تجربه و وقایع جهان خارج وجود دارد.

در این حالت، تنها چیزی که بیان شده، این است که رابطه‌ای در میان آن وجود مبهم و ناشناخته‌ی خارجی، و تجربیات ما وجود دارد. همانطور که احتمال دوم منجر به واقع‌گرایی، هیچ چیزی بیشتر از وجود را برای جهان

www.takbook.com

در نظر نمی‌گرفت، این فرض کنونی هم هیچ چیزی بیشتر از وجود رابطه میان این وجود و تجربه‌ی حسی را بیان نمی‌کند. ناگفته پیداست که در تمام این متن منظور از تجربه، ادراک حسی و –هرآنچه که درک شود– بوده. این فرض، درست مثل فرض واقع‌گرایی، ایرادات کاربردی نقیض خود را می‌پوشاند، و امکان زایش شناخت را در زمینه‌ی تجربه فراهم می‌آورد. این دیدگاه مفید، زایا، ارضاءکننده، و کاربردی است، و همه به نوعی در الگوی رفتاری خود آن را در نظر می‌گیرند.

یادآوری این نکته ضروری است که در هردو مورد، –چه در فرض واقع‌گرایی و چه در فرض ارتباط تجربه با واقعیت– احتمالات متضاد با پیش فرض ما، از نظر منطقی درست هم‌ارز پیش‌فرض ما بود. اینکه در جواب دو پرسش مطرح شده، کدام دو پاسخ داده شود، از نظر منطقی غیرقابل‌تعیین است. تنها عاملی که به شکست این تقارن می‌انجامد، کاربردی بودن یکی از احتمالات، و شواهد جسته و گریخته‌ی حاشیه‌ای است. به بیان دیگر باید در نظر داشت که این دو پاسخ به این دو پرسش، تنها از آن رو برگزیده شده‌اند که پاسخهای مقابلشان از نظر عقلانی–عملی غیرقابل‌استفاده بود. بنابراین نباید چنین پنداشت که رد دو مورد یاد شده بر مبنای منطق بوده. منطق در مورد این پرسشها بی‌طرف است و اگر زمانی هم کمی از یک طرف جانبداری می‌کند، آنقدر نیست تا رد مسلم یکی یا اثبات مسلم دیگری را به دنبال داشته باشد.

با وجود همه‌ی این حرفها، به گمان من این گزینشها، تنها راه‌های موجود در پیش پای یک موجود شناسا هستند. موجودی که دارد تجربه می‌کند و می‌خواهد جهان اطراف خود را بشناسد، ناگزیر است تا فرض کند که جهانی در آن بیرون وجود دارد و تجربه‌هایش هم ارتباطی با آن جهان دارند. هر پاسخ دیگری، تنها راه اندیشیدن و شناختن را سد خواهد کرد و فایده‌ی دیگر ندارد.

www.takbook.com

با توجه به موفقیت دیدگاه‌های معمول فلسفی، که همه بر اساس این دو پیش‌فرض ساخته شده‌اند، می‌توان حکم کرد که خطری در پذیرش این دو اصل وجود ندارد. اگر پیش‌فرضهای غیرقابل اثبات ما، که در همه‌ی دیدگاه‌های رایج و موفق امروزی هم مفروضند، غلط باشند، موفقیت این دیدگاه‌ها و کاربردشان در شناخت جهان به صورت معمایی غریب جلوه می‌کند. اگر ما در حال خواب دیدن و تصور کردن جهان هستیم، این کار را به طرز عجیبی منطبق بر اصول یاد شده انجام می‌دهیم. اگر جهان یک خواب باشد و تجربیات ما ربطی به جهان خارج فرضی نداشته باشد، معجزه‌ای در این میان وجود دارد که ارتباط یک به یکی را بین اجزای اوهام ما برقرار می‌سازد. این ارتباط همان است که ما آن را قانونمندی می‌نامیم.

از آنجا که برای ساختن یک دستگاه فلسفی، مهمترین اصل پرهیزگاری در استفاده از اصول موضوعه است، من تنها پیش‌فرضهای غیرقابل اثبات خود را بر همین دو مورد منحصر می‌کنم. این دو اصل، که به گمان من در بیشتر نظریات معمولی موفق مخفیند، می‌توانند پایه‌هایی محکم برای بنا کردن قلعه‌ی فلسفه‌ای تجربی بر آن باشند. فکر می‌کنم با در نظر گرفتن این دو اصل، به کمترین قناعت کرده‌ام، و تا حد امکان از مبتلا شدن به پیش‌فرضهای متعدد و اشتباه‌آمیز مصون مانده‌ام.

www.takbook.com

گفتار دوم: نتایج منطقی دو پیش فرض

الف: حرکت

اگر جهانی در خارج از ما وجود داشته باشد، و این جهان با تجربیات ما دارای رابطه‌ای باشد، آنگاه این جهان متحرک خواهد بود.

این گزاره، نخستین و بدیهی‌ترین نتیجه‌ای است که از دو اصل یاد شده گرفته می‌شود. با توجه به اینکه مهمترین شاخص تجربیات ما حرکت است، و تصور جهانی ثابت که حرکت را در سیستم تجربی ما –به این شکل عام– القا کند قابل‌تصور نیست در نتیجه این حرکت ریشه در جهان خارج دارد.

باید این جملات را کمی بیشتر شرح دهم.

نخستین چیزی که با اصالت دادن به تجربیات برای درک جهان خارج، لازم جلوه می‌کند، ارزیابی خود تجربیات است. اگر تجربیات با جهان خارجی رابطه‌ای داشته باشد، پس آنگاه این تجربیات تنها کلید رهگشای ما برای بررسی و شناخت جهان خواهند بود. چون آشکار است که با در دست داشتن چنین برگه‌ی خوبی، راه بهتری برای ارزیابی طبیعت نداریم. اگر بخواهیم بر مبنای تجربیات جهان خارج را بشناسیم، نخست باید بکوشیم تا رابطه‌ی تجربه را با جهان خارج درک کنیم. یکی از اهداف اساسی این نوشتار، روشن کردن همین رابطه است. اگر بخواهیم به چگونگی رابطه‌ی تجربه با جهان پی ببریم، نخست باید تصویری از ماهیت تجربه، و ماهیت فرضی جهان خارجی داشته باشیم. تنها ماهیت مسلم جهان خارجی –بنابر تعریفی که خود به عنوان اصل موضوعه

www.takbook.com

پذیرفتیم،– وجود است. یعنی فعلا تنها چیزی که در مورد جهان خارج می‌توان گفت، این است که وجود دارد، و نه بیشتر.

اما در مورد تجربه دستمان بازتر است. تجربه چیزی است که در هر مقطع زمانی از عمرمان با آن سروکار داریم، و بهتر از جهان نادیده و ناشناخته‌ی خارجی برایمان قابل تحلیل است. برای تحلیل تجربه می‌توان خیلی علمی عمل کرد، یعنی تجربیات دیگران را نیز دسته‌بندی کرد و ویژگیهای مشترک در همه‌ی تجارب را از این داده‌ها استخراج کرد. اما با توجه به اینکه خود زبان، و روشهای آزمایش تجارب دیگران، خود نوعی تجربه‌ی اولیه برای ما محسوب می‌شوند، از اول این کار را نمی‌کنم، و ابتدا تنها تجارب اول شخص را که بی‌واسطه در اختیارم است مورد بررسی قرار می‌دهم. اگر تجربه‌ی شخصی را به عنوان ابتدایی‌ترین و ساده‌ترین نوع تجربه در نظر بگیریم، و صفات و رفتارهای معمول آن را عمیقتر مورد دقت قرار دهیم، می‌بینیم که برخی از صفات همیشگی و پایا در آن وجود دارد. مثلا تجربه چیزی است که اطلاعات را مورد استفاده قرار می‌دهد. می‌توان برای آغاز بحث در مورد رابطه‌ی تجربه و جهان از گزاره‌هایی به این پیچیدگی بهره برد. ولی از آنجا که من در اینجا می‌کوشم تا با کمترین داده‌ها و بیشترین دقت پیش بروم، باز چنین کاری نمی‌کنم، و تنها عام‌ترین خصلت تجربه، یعنی حرکت را در نظر می‌گیرم.

اگر تجربه‌ی شخصی را ملاک قرار دهیم، مهمترین چیزی که در تجارب گوناگون جلب نظر می‌کند، حس حرکت در آنهاست. تجارب، حالاتی ذهنی هستند که مهمترین ویژگیشان، پویایی و دگرگون شوندگی است. هیچ دو مقطع زمانی نیستند که تجارب شخصی ما در آنان درست یکسان باشد. هر لحظه، تجربه‌ی خاص خود را به همراه دارد که با تجارب سایر لحظات تفاوت می‌کند. بنابراین مهمترین چیزی که در تجربه وجود دارد، حرکت

www.takbook.com

و پویایی است. تعریف حرکت بسیار دشوار است. اما در این حدی که تا به حال پیش آمده‌ایم دگرگون شدن الگوهای ترکیبی عناصر سازنده‌ی یک سیستم در طول زمان را می‌توان به عنوان تعریف حرکت در نظر گرفت. بر اساس این تعریف، می‌بینیم که تجربه بدون این حرکت، یعنی بدون دگرگون شدن عناصرذهنی سازنده‌ی من ناممکن است. اگر همه این عناصر دگرگون نشوند و نسبت به هم ثابت بمانند –چیزی که تا به حال رخ نداده– دیگر تجربه معنا نخواهد داشت. حالا که در مورد اول شخص به نتایجی عام رسیدیم، می‌توانیم حرف خود را تعمیم دهیم و تجربیات دیگران را نیز به عنوان بخشی از این تجربه‌ی شخصی مورد تحلیل قرار دهیم. به این ترتیب شاید بتوانم در مورد تجربیات دیگران و ویژگیهای عام موجود در آنها از راهی –مثلا از راه زمینه‌ی زبان– قضاوت کنم. اگر چنین کنم، خواهم دید که حرکت در تجربیات همه‌ی موجودات زنده‌ای که من می‌توانم تا حدودی از الگوهای ذهنیشان باخبر شوم، به عنوان یک شاخص پایدار و همیشگی وجود دارد، پس با توجه به همه‌ی این شواهد، این نتیجه را می‌توان گرفت: عامترین ویژگی تجربه، عبارت است از حرکت.

با توجه به این که ویژگی بنیادی تجربه حرکت است، و با توجه به اینکه فرض کردیم تجربه ارتباطی با جهان خارج دارد، دو حالت پیش می‌آید: نخست اینکه این حرکت را چیزی آفریده شده در سیستم ذهنی و مربوط به ذات خود تجربه بدانیم، و جهان خارج را ثابت و ایستا فرض کنیم، و دیگر اینکه جهان خارج را متحرک فرض کنیم و حرکت موجود در تجربیات را به عنوان بازتاب این جنبش عام عالم خارج در نظر بگیریم. از دوران فلاسفه‌ی یونان و پیش از آن بر له و علیه هردو این نظریات شواهد و مباحث فراوانی مطرح بوده، که در اینجا نمی‌خواهم به آنها بپردازم. فقط همینقدر اشاره می‌کنم که اگر بخواهیم تجربه را کلید درک عالم بیرون بشناسیم، جهان خارج نمی‌تواند ثابت باشد. تمام شواهدی که تا به حال ثبت شده، و تمام تجربیاتی که ما کرده‌ایم یا از

www.takbook.com

طریق دیگران از انجام آن باخبر شده‌ایم، بر این مهم دلالت دارد که جهان خارج نیز مانند جهان تجربیات ما، متحرک و پویا است. علاوه بر این عامل مهم –یعنی تجربیات– عامل دیگری هم هست که می‌تواند وجود حرکت در جهان خارج را ثبت کند، و آن هم منطق است. اگر ما بخشی از جهان باشیم، و تجربیات ما هم به صرف موجود بودن به همین جهان متعلق باشند، آنگاه وجود حرکت موجود در تجربه‌ی ما و حالات ذهنی ما، به معنای وجود حرکت در جهان موجودات –که در بر گیرنده خود ما هم هست– خواهد بود. همه‌ی ما می‌توانیم به همان ترتیبی که در وجود جهان شک کردیم، در وجود خود هم شک کنیم، ولی این کار کمکی به ما نمی‌کند. می‌توان با همان استدلالی که ترجیح وجود جهان خارج و ارتباط تجربه با جهان را نشان داد، ترجیح فرض وجود خود بر فرض عدم وجود خود را هم نمایش داد. ما در وجود خود شک نمی‌کنیم، چون سودی برایمان ندارد و کمکی در درک جهان نمی‌کند.

قانون طلایی قلمرو شناخت، گریز از بن‌بست است. یعنی هرجا که فرضی به بن‌بستی شناختی انجامید، باید تا حد ممکن از آن دوری کرد. به همین دلیل هم معقول است که ما خود را موجود بدانیم، و جهان را هم موجود فرض کنیم، آنگاه لاجرم بخشی از جهان خواهیم بود. اگر بپذیریم که خود ما هم بخشی از جهان هستیم، و ببینیم که در ما –یا تجربه‌ی ما، یا ذهن ما..، حرکت وجود دارد، در عمل پذیرفته‌ایم که دست کم در بخشی از جهان که مربوط به وجود ماست، حرکت وجود دارد. با پذیرش این امر، یعنی وجود حرکت در بخشهایی از جهان که تجربه می‌کنند، پذیرش حرکت به عنوان یک خصلت عام وجود منطقی‌ترین گزینه جلوه می‌کند. البته می‌توان فرض کرد که تنها بخشهای متحرک در جهان این موجودات زنده و اذهان آنها هستند، و می‌توان فرض کرد که با تمام این حرفها جهان خارج ایستاست. اما این ادعاها علاوه بر اشکالات منطقی درونشان، بر خلاف اصلی

www.takbook.com

هستند که ما به عنوان پیش فرض برگزیدیم، و آن هم اصل وفاداری به تجربیات بود. این اصل نتیجه‌ی کاربردی پیش فرض دوم ما، یعنی رابطه‌ی تجربه با جهان خارج است.

به این ترتیب نخستین نتیجه‌ای که از دو فرض اولیه‌ی خودمان گرفتیم، این بود: جهان خارج، متحرک است. یعنی در طول زمان ترکیبات عناصر سازنده‌ی سیستم آن، دگرگون می‌شود.

ب) ورود به قلمرو علم

اگر این مواردی را که تا اینجا گذشت، بپذیریم، ناگهان خود را در حیطه‌ی علم خواهیم یافت. اگر جهان خارجی وجود داشته باشد، و ما هم دارای ارتباطی تجربی با آن باشیم، و این جهان متحرک باشد، و ماهم تجربه‌ی حرکت را داشته باشیم، یکی از ساده‌ترین فرضها، این خواهد بود که حرکت خارجی موجود در جهان واقعی سرچشمه‌ی تجربه‌ی حرکت در ذهن ما باشد. به بیان دیگر، ساده‌ترین فرضی که از این حرفها نتیجه می‌شود، این است که حرکت موجود در تجربیات ذهنی ما، بازنمایی یک تجربه‌ی خارجی است. بنابر اصل مهم منطقی که اصل خَسّت خوانده می‌شود، این فرض، به دلیل سادگی و به کمترین فرضهای فرعی ممکن، درست‌ترین انتخاب ما در این مقطع خواهد بود.

تصویر یاد شده در بالا، همان است که زمینه‌ی اصلی پیکره‌ی غول‌آسای فلسفه‌ی علم را با تمام جزئیاتش تشکیل می‌دهد. اگر این فرضیات منطقی چندگانه پذیرفته شوند، بقیه‌ی استدلال را می‌توان بر اساس منطق صرف، و با تکیه بر شواهد پیش برد.

www.takbook.com

ذکر مجموعه استدلالات فلاسفه‌ی علم، که از این مفروضات اولیه‌ی ما، به گزاره‌های بی‌شمار علمی می‌رسند، از حوصله‌ی این بحث خارج است. نگارنده خود زیست‌شناس است و چنین فرض می‌کند که خواننده با هر نوع زمینه‌ی علمی‌ای که داشته باشد، با الفبای فلسفه‌ی علم، و منطق درجه اول تا سوم آشناست. در هر صورت آشنایی با این مفاهیم، برای درک ادامه‌ی بحث لازم خواهد بود. از آنجا که در این رساله فرصت پرداختن به کلیات این ساختار استدلالی نیست، خواننده را به مطالعه‌ی برخی از کتب معرفی شده به عنوان مرجع تشویق می‌کنم.

اگر فلسفه‌ی علم را به عنوان پیکره‌ای معنایی در نظر بگیریم، می‌بینیم که این ساختار در اصل عبارت است از مجموعه قواعدی منطقی، که رسیدن از گزاره‌هایی در مورد جهان خارج را ممکن می‌سازند. فلسفه‌ی علم، در اصل کارخانه‌ای است که از یکسو توسط منطق جدید و شواهد تجربی تغذیه می‌شود، و از سوی دیگر محصولات خود را بیرون می‌دهد. این محصولات عبارتند از گزاره‌هایی در باره‌ی جهان خارج، روش‌شناسی‌های نو برای نیل به گزاره‌های بیشتر، و نظریاتی که از ترکیب این گزاره‌ها پدید می‌آیند.

ما، تا اینجای کار یک پایه‌ی منطقی را بر مبنای دو گزاره بدیهی ساختیم، تا به این کارخانه راه پیدا کنیم. حالا که وارد این کارخانه و ساختار آن شده‌ایم، می‌توانیم از مجموعه‌ای غنی از گزاره‌ها در مورد جهان خارج سود ببریم. از این رو، از این به بعد بحث ما تنها فلسفی نخواهد بود، و جا به جا از شواهد علمی، و نظریات به دست آمده از راه این شواهد تغذیه خواهیم کرد.

مدلهای موجود در این حیطه، و اطلاعات فراوانی که در مورد جهان خارج از این راه به دست آمده، ما را در راه رسیدن به دیدگاهی دقیقتر درباره‌ی رابطه‌ی تجربه با جهان خارج یاری خواهد کرد.

www.takbook.com

فلسفه‌ی علم، با همین پیش‌فرض‌های ما شروع می‌شود و به زایش چندین تصویر موازی و کمابیش مشابه از جهان خارج می‌انجامد. در این بحث، با توجه به تلاش اولمان که تکیه بر کمترین و بدیهی‌ترین پیش‌فرضهای اولیه بود، برداشتی خاص را از این دیدگاه و زمینه‌ی فکری پیشنهاد خواهم کرد. ناگفته پیداست که دیدگاه‌های موازی دیگری هم وجود دارند که همه بر اساس دو پیش‌فرض ابتدایی ما، زمینه‌هایی کمابیش مشابه را طراحی کرده‌اند. من در اینجا سر آن ندارم که همه‌ی این دیدگاه‌های موازی پذیرفته شده در فلسفه‌های کلاسیک علم را نقد کنم. تنها به این اکتفا می‌کنم که برداشت خاص خود را از این قلمرو شرح دهم.

پیش از پرداختن به جایگاه و موقعیت دیدگاه خود در رابطه با فلسفه‌ی علم، لازم می‌دانم مروری کوتاه بر آنچه که تا اینجا گذشت داشته باشم:

تا اینجای کار، ما این گزاره‌ها را درست فرض کردیم: نخست اینکه جهانی خارج از ما وجود دارد. و به دنبال آن پذیرش اینکه خود ما هم وجود داریم. دوم اینکه چیزی در ما وجود دارد به نام تجربه، که ارتباطی با جهان خارج دارد. از این دو گزاره، این گزاره‌ی تجربی را نتیجه گرفتیم که حرکت را در تجربه‌ی خود درک می‌کنیم، و به طور منطقی چنین نتیجه گرفتیم که این تجربه ریشه در جهان خارج دارد. از اینجا به بعد، چیزهایی خواهیم گفت که در فلسفه‌ی علم هم مورد بحث و پذیرش است. دقت داشته باشید که بر اساس ساختاری که ما تا اینجا ساختیم، کمترین چیزهای ممکن را در مورد جهان خارج و رابطه‌اش با خودمان می‌دانیم. تنها صفاتی که از جهان می‌دانیم، وجود و حرکت است، و همه‌ی آنچه که از خود می‌دانیم وجود و تجربه و ارتباط با بیرون است. به گمان من این خست در پذیرش اطلاعات پایه و گزاره‌های اولیه به ما کمک خواهد کرد تا از پیش‌داوری بپرهیزیم و تا حد امکان فلسفه‌ای دقیق بسازیم.

www.takbook.com

اگر تجربه بازتابنده‌ی حرکت موجود در جهان خارج از ما باشد، آنگاه برای درک جهان متغیری که در بیرون وجود دارد و ما هیچ چیز در موردش نمی‌دانیم، تنها وسیله، تجربه است. تجربه به تنهایی نمی‌تواند در این راه به ما کمک کند، چون نتیجه‌گیری‌هایی که باید از تجربه انجام شود، بدون به کارگیری منطق ناممکن است. پس در همین جا به عنوان ابزارهای پایه‌ی خود برای شناخت جهان، تجربه و منطق را معرفی می‌کنم. تجربه که تا اینجا زیاد مورد بحث قرار گرفت، در مورد منطق هم تنها می‌توان این را گفت که همتای قوانینی است که بر تجربه‌کردن ما سوار شده است. یعنی زبانی که ما توسطش تجربیات خود را می‌فهمیم و در یک ساختار همساز و هماهنگ معنی می‌کنیم، منطق است. منطق، به این ترتیب عبارت خواهد بود از نوعی قانون عام حاکم بر رفتارهای شناختی ما، که چنانکه دیدیم حتی پیش از فرض تجربه از وجود آن استفاده کردیم.

حالا ما موجودی هستیم که دارای این دو وسیله هستیم و می‌خواهیم جهان خارج از خود را بشناسیم. ابتدا برای اینکه بتوانیم تجربیات خود را معنا کنیم، نیاز به دستگاه مختصات پایه‌ای داریم تا بتوانیم در چهارچوب آن آنچه را که منطق حکم می‌کند و تجربه درک می‌کند منظم کنیم. این چهارچوب اولیه، همان است که در همه‌ی دیدگاه‌های رایج موازی موجود در فلسفه‌ی علم هم دیده می‌شود. بر اساس این چهارچوب، ما با استناد به تجربه این گزاره‌های پایه را درک می‌کنیم:

نخست اینکه موجودی زنده وجود دارد، که ما هم از آن نوع هستیم، و این موجود همان است که تجربه می‌کند و منطق به کار می‌برد تا جهان خارج از خود را بشناسد. دوم اینکه این موجود زنده‌ی شناسا در درون زمینه‌ای از وجودهای دیگر قرار گرفته که ما آن را جهان خارج نامیدیم. این جهان خارج به دلیل متحرک بودن و جنبش ابدی خود، چیزی را در موجود شناسای ما القا می‌کند که همان تجربه باشد. به این شکل سیستم زنده که با

www.takbook.com

تعریفی مبهم از جهان پیرامون خود جدا شد، مرتبا توسط اطلاعاتی تغذیه می‌شود که از تغییرات محیط اطرافش تولید می‌شوند. من در ادامه‌ی این بحث تعریفی دقیقتر بهتر از اطلاعات را خواهم آورد. ولی در این مقطع همینقدر کافی است تا فرض کنیم که آنچه محیط به سیستم القا می‌کند، اطلاعات است.

به این ترتیب، تجربه، عبارت خواهد بود از اطلاعات پرداخته شده. اینکه تجربه چگونه از اطلاعات سر بیرون می‌آورد و ارتباطش با آن چگونه است، فعلا مورد بحث نیست. بعدها بیشتر به این موارد خواهم پرداخت. تنها چیزی که در اینجا مهم است اینست که ما برای درک جهان خارج، تنها به همین اطلاعات و القائات محیطی وابسته هستیم، و این همان است که درک ما را از جهان خارج می‌سازد.

این تصویر، همان است که پایه‌ی تمام دیدگاه‌های علمی کنونی را تشکیل می‌دهد. در تمام این دیدگاه‌ها، سیستمی زنده که با تعریفی خاص از محیط خود جدا می‌شود، در معرض تغییرات محیطی واقع می‌شود و این تغییرات در داخل سیستم زنده بازنمایی می‌شوند و از این بازنمایی، اطلاعات زاده می‌شود. اگر این زمینه را از علم امروز حذف کنیم، چیز دیگری به جا نمی‌ماند. آزمایشگری که در پی یافتن پاسخ معمایی دست به آزمایش می‌زند، و پژوهشگری که برای ایجاد مدلی از جهان خارج به تجربیات اتکا دارد، همه و همه پیش فرض اولیه‌ی خود را بر این اساس استوار کرده‌اند.

چنانکه دیدیم، این طرح ابتدایی از جهان، و موجود شناسای درون آن، با اتکا بر دو پیش‌فرض بدیهی گرفته شده و نتایج منطقی حاصل از آن، قابل دستیابی است. از این رو می‌توان روشناسی علمی را که بر همین چهارچوب برافراشته شده، به عنوان ابزاری کارآمد برای شناخت جهان خارج مورد استفاده قرار داد. از این رو، از این به بعد شواهد تجربی در بحث ما نقشی مهم را ایفا خواهند کرد و نتایج پذیرفته شده‌ی ناشی از متدولوژی علمی، بسیار

www.takbook.com

مورد ارجاع قرار خواهند گرفت. از این به بعد بسیاری از گزاره‌های پذیرفته شده‌ی علمی، به عنوان گزاره‌های درست مورد اشاره قرار می‌گیرد. در اینجا مجالی نیست تا چگونگی ارزیابی ارزش درستی هریک از این گزاره‌ها ذکر شود. بنابراین بین مباحثی که تا به حال آمد، و پس از این کمی فاصله دیده خواهد شد. تا اینجا بحث ما فقط منطقی و فلسفی بود و بنابراین گزاره‌های معدود مورد استفاده‌مان همه از یکدیگر مشتق می‌شدند، اما از اینجا به بعد، گزاره‌های فراوانی مورد استفاده قرار خواهد گرفت، و راه دستیابی به این گزاره‌های علمی آورده نخواهد شد. علاقمندان می‌توانند برای نیل به توضیحی درباره‌ی چگونگی دستیابی به این گزاره‌ها، و منطق نتیجه شدنشان، به مراجع یاد شده در انتهای بحث مراجعه کنند.

www.takbook.com

بخش دوم: ارزیابی داده‌های زیست‌شناسانه

بخش دوم، در برگیرنده‌ی شواهد تجربی و رویکردهای علمی مفید برای ساختن دستگاه فلسفی مورد نظر من است. از آنجا که این شواهد بسیار متعددند، خواه ناخواه حجم این بخش نسبت به بخش پیشین بیشتر خواهد بود. برای ساده‌تر شدن بحث، سرفصلهای مورد نظر را جداگانه خواهم آورد و تا حد امکان از پرداختن به پیچیدگیهای فنی خودداری خواهم کرد. در هر مورد که گزاره‌ی علمی مهمی ذکر می‌شود، مرجع خود را ذکر خواهم کرد تا خواننده بتواند در صورت تمایل صحت و سقم آن را بررسی کند. آنچه که در این بخش به دنبالش خواهم بود، نشان دادن چگونگی ارتباط تجربیات با جهان خارج است. این امر تنها به کمک شواهد زیست‌شناسی –به ویژه در حیطه‌ی عصب‌شناسی و رفتارشناسی– ممکن خواهد بود، از این رو بیشترین تاکید من بر این دوشاخه از دانش تجربی خواهد بود. با توجه به اهمیتی که نظریه‌ی سیستم‌ها و مفاهیم اولیه‌ی موجود در آن، برای بحث من دارد، برخی از مفاهیم اولیه‌ی این دانش مانند سیستم و محیط و... را دانسته فرض می‌کنم. اگر بخواهم این مفاهیم را هم از نو تعریف کنم حجم این نوشتار خیلی زیاد خواهد شد.

www.takbook.com

گفتار نخست: اطلاعات

اندرکنش موجود زنده با محیط پیرامون خود، چنانکه گفتیم اطلاعات ایجاد می‌کند. اطلاعات در معنای عام خود شکل سوم ماده است و به چینش عناصر سازنده‌ی یک سیستم مربوط می‌شود، ولی در اینجا، بیشتر معنای جریانی از القائات محیطی دگرگون کننده‌ی چینش درونی سیستم زنده را از آن اراده خواهم کرد. برای اطلاعات تعاریف فراوانی داده شده و برخی از آنها قابل‌قبولند. از آنجا که هنوز به گمان من تعریف این مفهوم در سیستم‌های زنده دقیق نیست، چندان به ریزه‌کاریهای تعریف این مفهوم نخواهم پرداخت. از میان رویکردهای رایجتر و راهگشاتر به این مفهوم، چند مورد را ذکر می‌کنم و نقد کوتاهی هم بر آنها خواهم داشت. در نهایت باید به این نکته توجه کرد که مفهوم پیچیدگی، نظم و اطلاعات هر سه با یکدیگر مربوطند. با توجه به اهمیتی که مفهوم پیچیدگی در فلسفه‌ی من ایفا می‌کند، مفهوم اطلاعات نیز باید به عنوان یک کلیدواژه‌ی مهم در نظر گرفته شود. من در جای دیگری در مورد تعریف دقیقتر اطلاعات و رابطه‌ی آن با پیچیدگی خواهم نوشت، و بنابراین در اینجا از تکرار مکررات می‌پرهیزم. اهداف اساسی این گفتار عبارت خواهند بود از: روشنتر کردن مفهوم اطلاعات. نشان دادن درجه‌ی اثرپذیری سیستم زنده از محیطش. روشهایی برای کمی کردن این تاثیرات. بررسی دامنه‌ی این اثرپذیری. و در نهایت مقایسه‌ی آنچه که سیستم زنده درک می‌کند، با آنچه که واقعا وجود دارد.

پیش از پرداختن به بحث، لازم می‌دانم برای دقیقتر شدن بحث، دو اصطلاح را تعریف کنم. در سیستم واژگانی که از این پس مورد استفاده قرار خواهم داد، واقعیت عبارت خواهد بود از آنچه که در جهان خارج از ناظر

www.takbook.com

می‌گذرد. یعنی آن جهان خارجی ناشناخته‌ای که تنها وجود و حرکت را در آن فرض گرفتیم، واقعیت خواهد بود. حقیقت در مقابل، برابر خواهد بود با برداشتی که ناظر زنده از واقعیت خارجی دارد. حقیقت بازنمایی حرکت موجود در جهان خارج –واقعیت– بر سیستم زنده خواهد بود. عده‌ای به من در مورد این انتخاب واژگان ایراد کرده‌اند و برعکس آن را درست‌تر دانسته‌اند. به گمان من بحث بی‌مورد در مورد واژگان یکی از بیهوده‌ترین کارهایی است که یک پژوهشگر می‌تواند انجام دهد. من با گفته‌ی آن اندیشمند عصر نوزایی، موافق نیستم که می‌گفت: فلسفه عبارت است از سوءاستفاده منظم از واژگانی که برای این کار ابداع شده‌اند.

با این وجود، از آنجا که درک نادرست این دو واژه به فهم آنچه که خواهم گفت لطمه می‌زند، در اینجا به اختصار می‌گویم که واقعیت –از ریشه‌ی وقوع– چیزی است که در فلسفه از دیرباز به عنوان امری مستقل از ناظر و مربوط به جهان خارج مطرح بوده. وقوع یک اتفاق، مستقل از ناظری است که ممکن است آن را مشاهده کند. در برابر، حقیقت –از ریشه‌ی حق– چیزی است شخصی‌تر حق بسته به دیدگاه خاص هرکس معنی می‌شود و لزوما دارای مصداق خارجی نیست. از این رو مفهوم حقیقت از واقعیت درونی‌تر و ذهنی‌تر است. به همین دلیل هم در کل این واژگان را به این ترتیب انتخاب کرده‌ام.

www.takbook.com

الف: مروری بر مفهوم اطلاعات

مفهوم واژه‌ی اطلاعات در نگاه نخست کاملا آشکار و واضح به نظر می‌رسد، ولی پاسخ دقیق به این پرسش که اطلاعات به راستی چیست، مدتهاست که ذهن دانشمندان را به خود مشغول داشته است. اطلاعات، یکی از معدود مفاهیمی است که پیش از تعریف شدن، به صورت کمّی تحلیل شد، و این عکس روال معمولی است که در تاریخ علم شاهد آن هستیم. کمّی کردن مفاهیم و تحلیل ریاضی آنها، به درک عمیقی از مفهومشان وابسته است، و بنابراین معمولا تعریف قبل از تحلیل مشخص می‌شود. در بعضی موارد، این اصل نقض می‌شود و مفاهیمی مبهم، به دلیل اهمیت کاربردیشان، زودتر از موعد شمارش‌پذیر می‌شوند. اطلاعات، در اواسط قرن بیستم، توسط یک دانشمند فرانسوی به نام کلود شانون، در قالب نظریه اطلاعات به صورت کمّی درآمد. این کار، همزمان با شکل‌گیری نخستین شبکه‌های مخابراتی و اطلاع‌رسانی انجام گرفت. چنانکه گفتیم، این امر پاسخی بود پیش از موعد، به نیاز مبرم تکنولوژی، که به تدریج اطلاعات را در ابعاد وسیع به کار می‌گرفت. با وجود اینکه شانون در نظریه‌ی خود تعریفی برای اطلاعات ارائه کرده بود، ولی از آن هنگام تا به حال بین نظریه‌پردازان در مورد دقت و صحت این تعریف، اختلاف نظر وجود دارد.

برای اطلاعات تعاریف فراوانی وجود دارد، و همین زیاد بودن تعاریف، یکی از دلایل نادقیق بودن مفهوم آن است. من در اینجا بعضی از این تعاریف را فهرست‌وار ذکر می‌کنم تا زمینه‌ی موضوع مشخص شود. خود شانون اطلاعات را به صورت معنایی نزدیک به آنتروپی تعریف می‌کند و حتی در محاسبات خود، از معادلات مربوط به آنتروپی –برگرفته از قانون دوم ترمودینامیک– بهره می‌برد. بنابراین تعریف، اطلاعات یک گزاره عبارت است از

www.takbook.com

پیچیدگی روابط موجود بین اجزای آن. اگر یک مجموعه از احتمالات گسسته‌ی مکمل یکدیگر را –مانند p1, p2, ...pn – داشته باشیم، و این مجموعه از احتمالات، حالت یک سیستم را مشخص کنند، آنگاه اطلاعات این سیستم برابر خواهد بود با بیت‌هایی که برای تعریف یکی از این حالات –که سیستم را معرفی می‌کند،– لازم است. یعنی اگر P عبارت باشد از کل احتمالات ممکن در مورد یک سیستم، و: $P=\{ p1, p2, ...pn \}$

آنگاه اطلاعات موجود در سیستم $H(p)$ بر حسب بیت– برابر خواهد بود با: $H(p)= -\Sigma p_i \log p_i$

چنانکه می‌بینید، این معادله با برابری مربوط به آنتروپی در ترمودینامیک کلاسیک همریخت است. شاید همین همریختی معادلات، منشأ اصلی اشتباه شانون در همتا گرفتن این دو مفهوم بوده باشد. در صورتی که چنین همتایی را بپذیریم، به این نتیجه می‌رسیم که یک سیستم، در حالتی که احتمال بروز همه‌ی حالاتش با هم برابر باشد، دارای بیشینه‌ی اطلاعات ممکن است. یعنی در صورتی که قاعده‌ی برابری امکانات[1] برقرار باشد $p_1= p_2= p_n$...=آنگاه آنتروپی بیشینه خواهد شد، چون بی‌نظمی سیستم در بالاترین درجه‌ی خود خواهد بود. در عین حال، بر اساس معادله شانون خود اطلاعات و هم بیشینه خواهد بود و این موردی است که با بیشینه بودن بی‌نظمی همخوانی ندارد.

حشو، مفهوم مهم دیگری است که همواره در نظریه اطلاعات در کنار خود مفهوم اطلاعات مطرح می‌شود. حشو به این معناست که یک پیام به طور خالص از نمادهای معنی‌دار و حاوی ارزش اطلاعاتی تشکیل نشده، بلکه برخی از اجزای آن حالت نوفه دارد و در انتقال اطلاعات نقشی را ایفا نمی‌کند. وجود این عناصر اضافی، از

[1] Equiprobablity

www.takbook.com

یکسو به طول پیام می‌افزاید، بی آنکه ارزش اطلاعاتی آن را زیاد کند، و از سوی دیگر احتمال خطا در فرآیند رمزگشایی را کاهش می‌دهد. مثلا مجسم کنید معنایی مثل یک تاریخ، مثلا 1375می‌خواهد منتقل شود. می‌توان این مفهوم را با چهار علامت عددی بیان کرد. در صورت اختلال در انتقال این پیام کوتاه، مفهوم در کل آسیب زیادی می‌بیند. مثلا اگر یک علامت 3 به 6 تبدیل شود، کل پیام تغییر می‌یابد و به‌صورت 1675 قلب می‌شود. در مقابل می‌توان همین پیام را به صورت هزار و سیصد و هفتاد و پنج هم نوشت، در این حالت، به جای چهار علامت عددی، 21 نماد الفبایی مورد استفاده قرار گرفته. یعنی طول پیام بدون تغییر در معنا زیاد شده، ولی در مقابل مصونیت پیام در مقابل تغییرات هم بالا رفته است، و دیگر تغییر یک حرف –مثلا ن به م– کل پیام را دگرگون نمی‌کند. یعنی گیرنده به احتمال زیاد خواهد توانست معنای درست هزارو سیصد و هفتاد و پمج را دریابد. وجود نوفه چگالی اطلاعات بر نماد را در پیام کم می‌کندو چون در فن مخابرات فرستادن هر نماد با صرف انرژی همراه است، بهترین پیام، کم حشوترین پیغام محسوب می‌شود.

با توجه به اینکه شانون برای شرکتهای بزرگ مخابراتی کار می‌کرده و تمرکز کارش بر پیامهای کدبندی شده‌ی انسانی بوده، می‌توان دید که تعریف مورد نظر او برای بسیاری از سیستم‌های دیگر قابل تعمیم نیست. مثلا نمی‌توان تعاریف مورد نظر او را در مورد سیستم‌های غیرگزاره‌ای به کار برد. در این سیستم‌ها، آشکار است که وجود اطلاعات هم‌ارز کم شدن بی‌نظمی و به هم خوردن تعادل بین احتمالات است. ایرادی که ذکر شد، به تعریف شانون از حشو هم وارد است. در اینجا هم حشو از همین تعریف نادرست اطلاعات ناشی می‌شود.

بنابر نظر شانون، اگر برابری امکانات در یک سیستم به هم بخورد، یعنی اگر برابری بین امکانات مختلف موجود برای حالت سیستم نقض شود، حشو زاده می‌شود. وجود حشو به زعم شانون باعث کاهش اطلاعات مفید در

www.takbook.com

سیستم می‌شود. بر مبنای همین تعاریف، آزمایشها و سنجشهای فراوانی در مورد سیستم‌های مشهور کدگذاری پیامها انجام شده، و مثلا در این میان ساختارهای زبانی طبیعی هم زیاد مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

پس از بنیانگذاری نظریه اطلاعات (Shanon & Weaver, 1949) .بسیاری از دانشمندان دیگر کوشیدند تا این تعاریف و معادلات را اصلاح کنند و آن را به صورت ابزاری کارآمد برای تحلیلی سیستم‌های پیچیده درآورند. شانون در تئوری اولیه‌ی خود، اطلاعات را تنها به دستوربندی جملات و گزاره‌ها مربوط کرده‌بود و همین امر یکی از مهمترین ایرادات کار او را تشکیل می‌داد. چرا که در یکی از برداشتهایی که از این صورتبندی اطلاعات انجام می‌شد، دو جمله، -یکی با معنا و دیگری بی‌معنا- که طول یکسانی داشتند، دارای محتوای اطلاعاتی یکسانی در نظر گرفته می‌شدند. برای رفع این مشکل، محققان بعدی سطوحی را برای اطلاعات تعریف کردند. سطح ابتدایی را که همان سطح دستوری[۲] بود، مربوط به روابط بین اجزای جمله -مانند واژگان- دانستند، و سطح بعدی را سطح معنایی[۳] نامیدندکه به ساختار معنایی ناشی از اجزای جمله مربوط می‌شد. بعدها سطح دیگری هم به این دو افزوده شد و آن هم سطح کاربردی بود که تنها به اثر پیام بر گیرنده وابسته بود. هرچه اثر دگرگونکنندگی پیام بر رفتار گیرنده یا فرستنده بیشتر باشد، اطلاعات این سطح هم بیشتر خواهد بود. وایتساکر[٤] که یکی از پیشگامان نظریه اطلاعات است، مفهوم مورد نظر مارا به این ترتیب تعریف می‌کند: هرچیزی که فهمیده شود، اطلاعات است.

---

[2] Syntactic
[3] Semantic
[4] Weiszacker

www.takbook.com

او به این ترتیب اطلاعات را در سیستمی متشکل از گیرنده و فرستنده تعریف می‌کند، و مفهوم اطلاعات در خلأ را غیرقابل‌قبول می‌داند. همچنین رفتارشناس بزرگی مانند ویلسون هم به همین ترتیب اطلاعات را تعریف می‌کند. او اطلاعات را با مفهوم ارتباط پیوسته می‌داند، و اطلاعات –پیام– را چیزی می‌داندکه از فرستنده‌ای به گیرنده‌ای منتقل می‌شود و الگوی احتمالاتی رفتار آن را به شکلی دگرگون می‌کند. البته خود او به ایرادات و موارد نقض این تعریف اشاره دارد، ولی برای کاربردهای خاص مورد نظر خود، آن را مناسب می‌بیند. (Wilson, 1995).

بریلون[5] بر مفهوم شانون اطلاعات انتقادات بسیاری وارد کرده و آن را فاقد مصداق فیزیکی و خارجی می‌داند. بنابر نظر او، تعریف سنتی از اطلاعات، تفاوتی در میان حالات رفتاری خرد و کلان عناصر سازنده‌ی یک سیستم قائل نمی‌شوند. این تمایز، در تحلیل هم‌افزایی بسیار کاربرد دارد. من در جایی دیگر در این مورد خواهم نوشت و دیگر در اینجا زیاد در موردش شرح نمی‌دهم. با توجه به ایراداتی که این پژوهشگر بر شانون وارد کرده، باید مفهوم اطلاعات شانونی را همتای معکوس اطلاعات فیزیکی دانست. چون با بی‌نظمی –آنتروپی– رابطه‌ی مستقیم دارد.

اشخاص دیگری مانند کولیه[6] کوشیده‌اند تا اطلاعات را بر اساس نظم موجود در ساختار سیستم‌های فیزیکی تعریف کنند. بر این اساس، اطلاعات برابر خواهد بود با بیت‌های لازم برای تعریف چینش آرایه‌های خاص سازنده‌ی یک سیستم (Collier et al, 1986,1988). بر این مبنا، آنتروپی و اطلاعات معانی متضادی با هم پیدا خواهند کرد. یکی دیگر از افرادی که کوشیده‌اند تا اطلاعات را بر اساس ساختار درونی و فیزیکی

[5] Brellouin
[6] Collier

www.takbook.com

سیستم‌ها تعریف کنند، زیست‌شناسی به نام بروکس است، که با همکاری وایلی کتابی زیبا نوشته و اطلاعات را در سیستم‌های پیچیده‌ی فیزیکی براساس ساختار درونی سیستم و سلسله مراتب کارکردی آن تعریف کرده (Wiley & Brooks, 1988). این تعریف اخیر بسیار مورد توجه من است، اما به دلیل اینکه پرداختن به آن ما را به حیطه‌ی تحلیل سیستم‌های پیچیده وارد می‌کند و از بحث جاری دور می‌سازد، واردش نمی‌شوم.

در نهایت، چیزی که مورد نظر بود، آشنایی مقدماتی با مفهوم اطلاعات، و مباحثی بود که در این مورد جریان دارد. گمان می‌کنم این آشنای حاصل شده باشد. خواننده می‌تواند برای ورود به بحثی دقیقتر در مورد اطلاعات، و تعاریف مورد نظر من، –که با اندکی تفاوت با دیدگاه اخیر یاد شده یکسان است،– به رساله‌ای که در مورد هم‌افزایی نوشته‌ام، مراجعه کند.

چنانکه دیدید، تعریف مشترک مورد قبول همه‌ی دانشمندان برای اطلاعات وجود ندارد. با این وجود همه دیدگاهی مبهم در مورد معنی این واژه دارند. برای روشن‌تر شدن مفهوم مورد بحث، مثالی کمی می‌تواند کارساز باشد، چرا که در این مورد نظرها یکسان است. اطلاعات، از نظر محاسباتی، عبارتست از تعداد بیت‌هایی که برای بیان وضعیت دقیق یک پیام لازم است. اگر یک مفهوم اطلاعاتی چندین حالت داشته باشد، تعداد عناصر مجموعه‌ای از صفر و یک‌ها که لازم است تا یکی از این حالات از بقیه متمایز شود، اطلاعات مربوط به آن حالت است. مثلا الفبای فارسی در کل 84نماد دارد. مشتمل بر حروف بزرگ و کوچک و میانه و علایم نقطه‌گذاری. اگر بخواهیم از میان این مجموعه 84 عضوی یکی را انتخاب کنیم، باید به اندازه $\log_2 84 = 6/5$ بیت اطلاعات صرف کنیم. به بیان دیگر در زبان فارسی، محتوای اطلاعاتی هر نماد 6/5 بیت است. چون بیت مفهومی دودویی است، در محاسبات نمی‌توان مقدار اعشاری به آن نسبت داد. بنابراین در محاسبات این مقدار را معمولا برابر با

www.takbook.com

7بیت می‌گیرند. به همین ترتیب در زبان انگلیسی، می‌توان 64نماد الفبایی را تشخیص داد، که با $\log_2 64 =$ 6 بیت برابر است. از روی مثال‌هایی که ذکر شد، به سادگی می‌توان معادله‌ای را پیش‌بینی کرد که مقدار اطلاعات را بر حسب بیت به دست دهد. این معادله عبارت است از:

$$H = \Sigma_i^n P_i \log_2 P_i$$

که در آن Piبرابر است با احتمال ظهور هریک از n نماد موجود در پیام.

به عنوان مثال‌هایی دیگر در این مورد، می‌توان به کد ژنتیکی موجودات زنده اشاره کرد. می‌دانیم که یک رمز ژنتیکی از توالی خطی اسیدهای نوکلئیکی تشکیل یافته که تنها چهار نوع باز آلی را می‌توانند شامل شوند. به این ترتیب محتوای اطلاعاتی هر واحد کد ژنتیکی برابر می‌شود با $\log_2 4 = 2$. –بیت بر نماد در اینجا هر نماد عبارت است از یک اسید نوکلئیک. با توجه به این اندازه‌گیری، می‌توان حجم اطلاعاتی نهفته در ژنوم گونه‌هایی را که مقدار مواد وراثتی‌شان معلوم است، اندازه گرفت. مثلا ژنوم ویروس کوچک SV40 نوعی ویروس میمونهای Simian تنها از پنج هزار جفت باز آلی تشکیل شده. به بیان دیگر، حجم اسید نوکلئیک موجود در این ویروس برابر 5 kbp تقریبا معادل $3*10^{12}$ دالتون می‌باشد (واتسون, 1374). با توجه به این که هر جفت باز آلی دارای 2بیت اطلاعات می‌باشند، حجم کلی اطلاعات نهفته در ژنوم این ویروس $2*5000=$ 10000بیت خواهد بود. یا مثلا بزرگی ژنوم کُلی باسیل Escherechia coli که مقیم روده‌ی بزرگ همه‌ی ما آدمهاست، 4000 kbp است واتسون, 1374.یعنی محتوای اطلاعاتی‌اش برابر است با $4*10^6*2=8*10^6$ بیت. این باکتری یاد شده، دارای چهار هزار ژن است و کل DNAاش در حالت کشیده یک میلیمتر طول دارد. حالا آن را با ژنوم انسان مقایسه کنید که دارای سی هزار ژن است و در حالت کشیده 173سانتی‌متر طول دارد

www.takbook.com

(گالین, 1372). آشکار است که با پیچیده‌تر شدن سیستم زنده، محتوای اطلاعاتی نهفته در ژنوم آن نیز افزایش می‌یابد.

می‌توان همین مثال را در یک سطح بالاتر و در حد اسیدهای آمینه و پروتئینها تکرار کرد. می‌دانیم که در کل 20نوع اسید آمینه‌ی اصلی داریم که بیش از 95٪ از ساختار پروتئینها را می‌سازند. رفتار یک ماکرومولکول پروتئینی توسط توالی و تعداد این اسیدهای آمینه تعیین می‌شود. هر پروتئین هم مستقل از شکل فضای خاص خود که مربوط به نیروهای فیزیکوشیمیایی ویژه‌ی اجزایش است، می‌تواند به صورت یک توالی خطی از اسدهای آمینه نمایش داده شود. ما ژنوم را جمله‌ای در نظر گرفتیم با طول‌های متفاوت وابسته به پیچیدگی گونه، که با الفبایی چهار حرفی نوشته شده است. به همین ترتیب می‌توانیم پروتئینها را هم جملاتی مشابه بدانیم که با بیست حرف نوشته شده‌اند. با چنین فرضی، محتوای اطلاعاتی هر اسید آمینه تقریبا برابر با $\log_2 20 = 4/2$ بیت خواهد بود.

حالا به این مثال دقت کنید:

مولکول هموگلوبین انسان، از چهار رشته‌ی پلی‌پپتیدی تشکیل شده است. این چهار رشته، عبارتند از دو رشته‌ی آلفا و دو رشته‌ی بتا. هر رشته‌ی آلفا، از 141اسید آمینه تشکیل شده. یعنی محتوای اطلاعاتی آن عبارت است از $141 * 4/2 = 592/2$ بیت. این رشته‌ی پلی‌پپتیدی توسط قطعه‌ای از ژنوم کد می‌شود که 643جفت باز دارد. هر اسید آمینه توسط سه جفت باز کد می‌شود و این ژن خاص دارای دو اینترون به طولهای 95و 125جفت باز هم هست (Tamarine, 1993).

www.takbook.com

به این ترتیب مقدار اطلاعات نهفته در ژن رشته‌ی آلفا برابر است با 643 * 2 = 1286بیت. یعنی محتوای اطلاعاتی ژن کننده‌ی رشته‌ی آلفا، چیزی در حدود دو برابر اطلاعات نهفته در خود آن رشته است.

این زیاد بودن محتوای اطلاعاتی ژنوم نسبت به محصولات پروتئینی، دو جنبه دارد. یکی مربوط به خود اینترون‌هاست، که در فرآیند ترجمه و کدبندی کردن پروتئین‌ها شرکت نمی‌کنند. دیگری مربوط می‌شود به این حقیقت که هر اسید آمینه توسط سه اسید نوکلئیک کد می‌شود. علت مورد نخست معلوم نیست و وجود این همه بازآلی بی‌فایده در ژنوم یوکاریوت‌ها هنوز از معماهای ژنتیک است. اما مورد دوم قابل‌پاسخگویی است. این زیاد بودن محتوای ژنومی نسبت به نتایج پروتئینی، در اصل نوعی حشو است. این نوع از حشو، به ویژه در جاهایی که قرار است اطلاعات از چند سیستم نمادین مختلف بگذرند و چندبار ترجمه شوند، نقشی حیاتی را بر عهده دارد و آن هم جلوگیری از قلب شدن پیام و ایجاد خطاست. می‌بینیم که مکانیسمها تکاملی چنین حشوی را در ژنوم موجودات به خوبی جاسازی کرده‌اند. نمود دیگر این حشو، زیاد بودن تعداد نسخه‌های ژنهای مربوط به پروتئینهای حیاتی است. گروهی از ژنها در یاخته‌ها شناسایی شده‌اند که در سطح ژنوم مرتبا تکرار می‌شوند. این ژنها که ژنهای با توالی متوسط[۷] خوانده می‌شوند، می‌توانند در کل 10^5تا 10^3بار تکرار شوند. مثلا برخی از ژنهای ساختمانی مهم مانند ژن هیستون‌ها، rRNA و tRNA از این گروه محسوب می‌شوند. به دلیل همین فراوانی حشو در سطح ژنوم است که می‌بینیم در هر روند همانندسازی، احتمال بروز خطا تنها 10^{-7}–10^{-11} است (واتسون, 1374).

[7] Moderately repetative genes

www.takbook.com

در ژنوم مهره‌داران حالتی دیگر از حشو دیده می‌شود. در این موجودات، احتمال اینکه یک باز آلی که به طور کاتوره‌ای انتخاب شده، گوانین یا سیتوزین باشد، 40–44٪ است. یعنی احتمال حضور این دو باز در ژنوم برابر است با 2+– 42 ٪ که نیمی از آن مربوط به گوانین و نیم دیگر مربوط به سیتوزین است. همبستگی بین احتمال حضور این دو باز نوعی حشو در ژنوم مهره‌داران ایجاد می‌کند. از آنجا که بیشینه حشو ژنومی موجود در مهره‌داران کمتر از بیشینه مقدار مشابه در میان بی‌مهرگان است، می‌توان به زبان نظریه بازی‌ها، استراتژی مهره‌داران را در طول مسیر تکاملیشان به این شکل بیان کرد: .MinMax= D Max

یعنی این جانوران بالاترین مقدار حشو ژنومی خود را کمینه کرده‌اند و به این ترتیب محتوای اطلاعاتی ژنوم خود را زیاد کرده‌اند. مطالعات کورنبرگ[8] نشان داده است که در مورد کمینه مقدار حشو ژنومی وضعیت برعکس است و کمینه حشو ژنومی در میان مهره‌داران از کمیت مشابه در بی‌مهرگان بیشتر است. در این مورد می‌توان استراتژی را به صورت MinMax= D(Min)نشان داد. یعنی بیشینه کردن کمینه حشو. نمونه‌های متعددی از حشو در ژنوم موجودات زنده کشف شده است که نمونه بارز آن توالی‌های تکراری موجود در انتهای کروموزوم‌ها است. حتی در موجوداتی به سادگی ویروس‌ها هم این توالی‌ها دیده می‌شوند. مثلا در ویروس موزاییک توتون این توالی به صورت تکراری دیده می‌شود: A-GAA-GAA-GUU-GUU ناگفته پیداست که توالی‌های حشوی ژنی نقش عملکردی ندارند و هیچ mRNA و پروتئین خاصی را کد نمی‌کنند.

[8] Kornberg

www.takbook.com

در مورد حشو، مثالهای دیگری هم می‌توان زد. مثلا در زمینه‌ی زبانشناسی در این مورد زیاد کار شده. در اینجا فقط به دو نمونه از این موارد اشاره می‌کنم:

الف: در زبان انگلیسی که از 27نماد –به طور ساده– تشکیل یافته، محتوای اطلاعاتی هر نماد باید بر اساس فورمولی که گفتیم برابر با 4/7 بیت بر نماد باشد، ولی از آنجا که در زبان انگلیسی 58٪ حشو وجود دارد، محتوای اطلاعاتی واقعی هر نماد تنها 2بیت است. معنای این که گفتیم 58٪ زبان انگلیسی حشو است، این است که این نسبت از سؤالات با پاسخ‌های دودویی را می‌توان برای درک یک پیام حذف کرد. به بیان دیگر، اگر در یک نامه به زبان انگلیسی 58 ٪ حروف حذف شوند، هنوز هم می‌توان به مضمون نامه پی برد.

ب: در بررسی‌هایی که برروی کتاب‌های درسی در مدارس آمریکا انجام گرفته، این نتیجه‌ی جالب حاصل شده که با بالا رفتن کلاس، مقدار حشو در متن درسی کمتر می‌شود. یعنی به نظر می‌رسد که کودک با افزایش سن و مهارت‌های مطالعاتی، می‌تواند پیام‌هایی را با چگالش محتوای اطلاعاتی بیشتر جذب و درک کند. در کتاب کلاس اول، حشو برابر 41٪ بود که با 1/9 بیت به ازای هرنماد برابر است. در کلاس آخر این مقدار به 30٪ می‌رسید، که برابر است با 1/4 بیت برای هر نماد (Gatlin et al,1972).

www.takbook.com

ب: اطلاعات در سیستم‌های زنده

مفهوم جدیدی که علم به اطلاعات بخشیده، در بیشتر شاخه‌های دانش اثربخش بوده است. این تاثیر به حدی بوده که امروز دیگر اطلاعات را شکل سوم ماده می‌دانند. امروزه، در نظریه عمومی سیستم‌ها، اجزای همه سیستم‌ها را به سه دسته تقسیم می‌کنند: ماده، انرژی و اطلاعات. ماده، سازنده پیکره ملموس و پایای سیستم است و انرژی و اطلاعات به مثابه جریان‌هایی هستند که مسیر و اندازه‌شان رفتار سیستم را تعیین می‌کند. موجود زنده نیز، سیستمی پویا است که در محیطی متغیر می‌کوشد تا پایداری خود را حفظ کند. این سیستم هم مانند سایر نظام‌های پیچیده مادی از تأثیر سه عنصر نامبرده بر هم تشکیل یافته است و رفتارش توسط دینامیک این اجزا تعیین می‌شود. موجود زنده، که به عنوان یک سیستم باز با ورود و خروج همیشگی ماده، انرژی و اطلاعات روبروست، از مکانیسم‌هایی پیچیده بهره می‌برد تا درون‌دادها و برون‌دادهای خود را تنظیم کند. به‌طور کلی می‌توان اندرکنش جاندار با محیطش را به سه گروه تقسیم کرد: اندرکنش انرژیایی که می‌تواند تاثیر نیروی مکانیکی –مثل باد– گرانشی، گرمایی، و الکترومغناطیسی را در بر گیرد. اندرکنش متابولیک یا تغذیه‌ای که با خوردن غذا و آب و تنفس و اثر سموم بر موجود مشخص می‌شود. و بالاخره اندرکنش اطلاعاتی که دو مقوله‌ی ژنتیکی و حسی را شامل می‌شود. این موضوع اخیر، یعنی اندرکنش اطلاعاتی، محور بحث این بخش را تشکیل می‌دهد.

همه پیام‌هایی که به عنوان اطلاعات حسی به موجود زنده می‌رسند، قبلا از یک فرستنده گسیل شده‌اند. این فرستنده می‌تواند موجود زنده دیگری باشد، و یا تنها از عوامل بیجان محیطی تشکیل یافته باشد. در صورت نخست، پیام را با همین عنوان رایج، پیام می‌نامیم، و در حالت دوم آن را برگه می‌خوانیم (Seeley et al,) .

www.takbook.com

1989در هردو حالت، اطلاعات باید از فرستنده به گیرنده منتقل شوند. این فرآیند انتقال همیشه از میان زمینه‌ای انجام می‌گیرد که بسته به محیط زیست موجود، می‌تواند هوا، آب، و یا خاک باشد. در هرسه حالت، وجود عوامل فیزیکی در زمینه می‌تواند بر روند انتقال اطلاعات اثر گذارد و نوفه ایجاد کند. مثلا نوفه، از عواملی است که باعث تغییر پیام و کاهش دقت آن می‌شود.

انتقال اطلاعات بین دو موجود زنده را ارتباط هم می‌نامند. گروهی از پژوهشگران این اصطلاح را تنها برای مواردی به کار می‌برند که فرستنده به عمد پیام را ارسال کند. من در این نوشتار از این تعریف پیروی خواهم کرد. ارتباطات را براساس اینکه از نظر توانایی سازش با محیط برای گیرنده سودمند باشند یا نباشد، و فرستنده‌ی آن در گسیل آن عمد داشته باشد یا نداشته باشد، به چهار دسته تقسیم می‌کنند. در حالتی که پیام برای گیرنده ارزش سازشی داشته باشد، و فرستنده هم آن را عمدا ایجاد کرده باشد، ارتباط وجود دارد. در حالتی که پیام برای گیرنده نقش ضدسازشی داشته باشد، –یعنی سازگاریش را با محیط کمتر کند، و فرستنده آن را عمدا بفرستد، آن پیام را فریب می‌نامند مثل دروغ در آدمیان، و پدیده تقلید در جانوران . اگر فرستنده به طور غیرعمد پیام را بفرستد، و پیام ارزش سازشی داشته باشد، آن را انتقال تصادفی می‌گویند، مثل دیده شدن شکار توسط شکارچی. اگر فرستنده غیرعمد پیام دهد و ارزش سازشی پیام هم برای گیرنده منفی باشد، آن را خطای درک می‌خوانند – مثل خطاهای حسی معمولی.

در نظریه‌ی عمومی سیستم‌ها، و سیبرنتیک، مفهومی راهگشا وجود دارد که فضای فاز نامیده می‌شود. اگر ما سیستمی پیچیده را در نظر بگیریم، و تمام عواملی را که تغییرشان به تغییر رفتار سیستم منجر می‌شود شناسایی کنیم، می‌توانیم فضایی چند بعدی را فرض کنیم، که تعداد ابعاد آن با تعداد متغیرهای مؤثر در دینامیسم سیستم

www.takbook.com

برابر باشد. در این فضا، می‌توان تغییرات هر متغیر را با یک نقطه بر محور مختصات مربوطه نشان داد، و از آنجا که شاخصهای تعیین کننده‌ی رفتار سیستم از این محورها خارج نیستند، می‌توان در هر مقطع زمانی، حالت سیستم را با یک نقطه‌ی منفرد در این فضای چند بعدی نمایش داد. این فضا را در سیبرنتیک فضای فاز می‌نامند. ارزش اصلی آن در بحث ما، این است که می‌توان به کمک آن برخی از مفاهیمی را که مورد نظر است شرح داد.

می‌توان به ازای هر موجود، و دستگاه‌های حسی‌ای که دارد، یک فضای فاز تعریف کرد، که تعداد ابعادش برابر باشد با تعداد انواع حواس. یعنی می‌توان برای هر موجود زنده‌ای، دستگاه مختصاتی را در نظر گرفت که دارای Nمحور باشد. اگر هریک از این محورها، نمایانگر یکی از کیفیت‌های حسی[9] باشد، می‌توان به صورت نمادین درک موجود را در آن زمینه –در هر مقطع زمانی،– به صورت مجموعه نقاطی بر آن محور نمایش داد. به این ترتیب ما فضایی N بعدی خواهیم داشت که می‌تواند همه دریافته‌های اطلاعاتی موجود از محیط را بازنمایی کند. این فضا را در اینجا فضای فاز حسی خواهم نامید. این کار، یعنی فرض محور مختصات برای حواس را می‌توان در مورد یک حس خاص هم انجام داد، و مثلا در دستگاه بینایی انسان فعالیت هریک از چهار نوع گیرنده نور شبکیه –سه نوع مخروط و یک استوانه را بر یک محور تصویر کرد و از متصل کردن این محورها به هم، یک فضای فاز بینایی ایجاد کرد. به این ترتیب اگر برای حس خاصی N_r نوع گیرنده وجود داشته باشد، و هر گیرنده هم بتواند در پاسخ به محرک خود Niحالت به خود بگیرد، در نهایت فضای فاز ما دارای $N = N_i * N_r$ حالت خواهد بود. یعنی اگر تعداد حالات یک نوع گیرنده به صورت خطی تغییر کند، اطلاعات دریافت شده توسط

[9] Sensory modality

www.takbook.com

موجود به شکل لگاریتمی تغییر خواهد کرد. به بیان دیگر، رابطه بین حجم اطلاعات قابل‌دریافت و تنوع گیرنده‌ها و حالاتشان، با هم رابطه لگاریتمی دارند، نه خطی (Snyder,Laughgin,Stavevga, 1977).

روشی که در اینجا برای مدلسازی دینامیک اطلاعات در سیستم‌های زنده ارائه شده، راهی است شناخته شده در نظریه سیستم‌ها و سیبرنتیک، و می‌تواند در بسیاری از جاها مفید باشد. با این روش می‌توان به سادگی ریخت اطلاعات را در هر مقطع زمان در هر موجودی، مجسم کرد. یک آدم که دارد با دست در تاریکی دنبال چیزی می‌گردد، بر فضای فاز حسی خود دریافته‌هایی فراوان را در اطراف محور پساوایی نشان می‌دهد، که مکان و دینامیکش در طول زمان به فعالیتی که دارد انجام می‌گیرد بستگی دارد. در عین حال همین آدم در شرایطی که دارد در میان جمعیتی دنبال کسی می‌گردد، بر محور بینایی بیشترین دریافت را نشان می‌دهد. در این مدل می‌توان آسیب‌های حسی گوناگون را به خوبی نمایش داد، مثلا یک آدم نابینا را می‌توان فاقد محور بینایی در نظر گرفت. مقایسه بین موجودات مختلف با دستگاه‌های حسی گوناگون هم با این مدل به خوبی ممکن است. مثلا می‌توان به سادگی دید که در مسیر تکامل، تعداد ابعاد و گستره‌ی محورهای مربوط به فضای فاز حس بینایی در مهره‌داران از ماهیان تا پرندگان افزایش یافته و از فضای تک‌بعدی –تک محوری و کم‌دامنه پارامسی به فضایی با شش بعد –پنج نوع مخروط و یک نوع استوانه در لاک‌پشتان دریایی[10] رسیده.

[10] Chelonia

www.takbook.com

برای تخمین حجمی از اطلاعات که توسط هر حس، و در نهایت توسط موجود زنده دریافت می‌شود، روش‌های گوناگونی وجود دارد. من در اینجا بر رویکردهایی که در عصب‌شناسی مرسوم است بیشتر تاکید خواهم کرد. بنابراین روش، مقدار اطلاعات دریافتی رابطه مستقیمی دارد با توانایی شلیک نورون‌های مربوط به حس مورد نظر. بنابر نظریه اطلاعات کلاسیک، بیشینه اطلاعات موجود در یک پیام، در حالتی به دست می‌آید که احتمال ظهور همه نمادهای بیانگر اطلاعات یکسان باشد. به بیان دیگر، اگر H_{max} را به عنوان بیشینه اطلاعات در نظر بگیریم؛ $H_{max}=\log_2 N$ خواهد بود. حالا اگر بیشترین بسامد شلیک یک نورون را با F_{max} نمایش دهیم، به این معادله می‌رسیم: $H_{max}=\log_2(tF_{max}+1)$ (Gatlin et al, 1977)

بنابر این رویکرد، برای حواس مختلف انسان محتواهای اطلاعاتی متفاوتی به دست می‌آید که هر یک با رابطه‌ای خطی، توان اطلاعاتی آن سیستم حسی یعنی توان جذب و انتقال اطلاعات را تعیین می‌کنند. توانهای اطلاعاتی مورد نظر، مطابق جدول صفحه‌ی بعد به دست خواهد آمد.

www.takbook.com

حس	شمار گیرنده‌ها (N_r)	شمار آکسون‌ها (N_i)	توان اطلاعاتی (bit/s)
بینایی	$2*10^8$	$2*10^6$	10^7
شنوایی	$3*10^4$	$2*10^4$	10^5
پساوایی	10^7	10^6	10^5
بویایی	$7*10^7$	10^5	10^5
چشایی	$3*10^7$	10^3	10^3

توان اطلاعاتی حواس گوناگون در انسان

سرعت انتقال اطلاعات، علاوه بر سرعت تولیدش، به پهنای باند انتقال پیام هم بستگی دارد. پهنای باند، عبارتست از وازه‌ای که بسامد پیام می‌تواند تغییر کند. در مورد آدم، تکلم عادی نیاز به پهنای باندی در حدود 7کیلوهرتز دارد

(Meyer & Neumann. 1972) پهنای باند وسایل ارتباطی معمولی مثل رادیو و تلفن از این مقدار کمتر است. علت اینکه پیام‌های فرستاده شده از راه تلفن و رادیو هم درک می‌شود، این است که در زبان هم به موازات نظام الفبایی حشو وجود دارد.

www.takbook.com

رسانه	پهنای باند (KHz)	توان اطلاعاتی (bit/s)
تلفن	3/1	$3 * 10^4$
رادیو (AM)	4/5	$5 * 10^4$
تلویزیون	5	$5 * 10^7$

توان اطلاعاتی در رسانه‌های عمومی

در جداول بالا، توان اطلاعاتی، که همان سرعت انتقال اطلاعات است، از این معادله به دست می‌آید: ($R_m = B\log_2 (1+S/N$

که در آن R_m بیشینه اطلاعات منتقل شده -برحسب بیت بر ثانیه ، B ثابت وابسته به زمینه، S مقدار نماد معنی دار، و N مقدار نوفه است (Young et al, 1971,1981,1987)

حالا پایه تئوریک لازم برای تخمین کل اطلاعات موجود در یک موجود زنده را در اختیار داریم. شکستن هر مولکول ATP انرژی‌ای آزاد می‌کند که برای گرفتن 20بیت اطلاعات از محیط کافیست. اگر فرض کنیم این فرآیند شکست دست بالا یک ثانیه طول بکشد، و اگر تنها یک صدم انرژی تولید شده در بدن یک آدم معمولی برای پردازش اطلاعات صرف شود، توان پردازش یک انسان برابر با 10^{20}بیت بر ثانیه می‌شود. علاوه بر این ظرفیت عملکردی اطلاعاتی، یک ظرفیت ساختاری اطلاعاتی هم وجود دارد. این امر از پیچیدگی ساختار موجودات زنده ناشی می‌شود، و هم‌ارز مفهوم مبهمی است که مدتها با عنوان نظم مورد بحث بوده. اگر بدن یک موجود زنده را یک محلول آبی کلوئیدی در نظر بگیریم، -که در یک معنا چنین هم هست آنگاه می‌بینیم که در

www.takbook.com

هر مقطع زمان برای تعریف مکان دقیق هر اتم در این محلول،به 10^{28}بیت اطلاعات نیاز داریم. مکان دقیق هریک از مولکول‌های بدن یک انسان را می‌توان با یک صدم این اطلاعات، یعنی با 10^{26}بیت بیان کرد (Carlow et al, 1976, Volkenstein et al, 1982).

می‌توان به روش مشابهی، محتوای اطلاعاتی ژنوم انسان را هم محاسبه کرد. درباره‌ی تخمین‌های به دست آمده در این مورد بین پژوهشگران اتفاق نظر وجود دارد. مقدار اطلاعات موجود در ژنوم انسان –که دارای صدهزار ژن است،– حدود 10^{9}بیت تخمین زده می‌شود. در مورد باکتری‌ها این مقدار به یک صدم، یعنی 10^{7}بیت می‌رسد (Carlowetal,1976).

موجود زنده، از یک دیدگاه، یک سیستم پردازنده‌ی اطلاعات است، و برای بهینه کردن عملکردش باید از میان انبوه داده‌های موجود در محیط، مهم‌ترین پیام‌ها را برگزیند. این امر به ایجاد وازه‌های حسی گوناگونی منجر می‌شود. یعنی در هر دستگاه حسی، اطلاعات موجود در محیط تنها در دامنه‌ی خاصی می‌تواند بر گیرنده‌های حسی موجود اثر کند. به همین دلیل است که در همه‌ی جانداران شناخته شده، فضای فاز هر حس ویژه تنها محدوده‌ی مشخصی را در برمی‌گیرد. تخمین اینکه در هر دستگاه حسی حجم داده‌های اطلاعاتی چقدر است و این داده‌ها با چه سرعتی پردازش می‌شوند، دشوار است، چون این مقادیر به چندین عامل ناشناخته بستگی دارند. این مقادیر در گونه‌ها، دستگاه‌ها، و نقاط گوناگون پردازنده در دستگاه عصبی مرکزی مقادیر مختلفی به خود می‌گیرند. در جدول زیر تخمینی از سرعت پردازش اطلاعات را در انسان می‌بینید.

منبع پیام	توان اطلاعاتی (bit/s)

www.takbook.com

خواندن (نیمه دقیق)	40
گفتار عادی	30
بازی شترنج	0/2
میانگین کل شبکه عصبی در انسان	0/001
جهت یابی در حشرات	0/01-0/02

www.takbook.com

پ) نوفه و استراتژی‌های درک

نوفه می‌تواند سه منشأ داشته باشد:

الف نوفه‌های وابسته به گیرنده: این نوفه در اثر تغییرات فیزیکی کاتوره‌ای اجزای گیرنده‌ها ایجاد می‌شود. مثلا تغییرات دما و حرکات موجود در گیرنده –حتی در سطح مولکولی،– باعث ایجاد نوفه می‌شود.

ب نوفه‌های وابسته به کانال: این نوفه‌ها در اثر تغییرات خود پیام ایجاد می‌شود. این تغییرات معمولا در اثر ناهمگونی کانال انتقال پیام به وجود می‌آید. مثلا در دستگاه بینایی، نوفه‌ی اصلی که در محیط نیمه‌تاریک وجود دارد، ناشی از نوسانات کاتوره‌ای خود فوتون‌ها در محیط است.

پ نوفه‌های وابسته به محیط: این نوفه‌ها، که مهم‌ترین در نوع خود هستند، در اثر رقابت پیام‌های گوناگون موجود در محیط ایجاد می‌شوند. نوفه‌های وابسته به محیط بر خلاف سایر موارد حالت کاتوره‌ای ندارد و تنها از اندرکنش پیام‌هایی ناشی می‌شود که در واژه حسی سیستم گیرنده می‌گنجند.

وجود این دسته‌های گوناگون از نوفه‌های مختل کننده‌ی روند انتقال اطلاعات، موجودات زنده را به ابداع روشی وادار کرده است تا بتوانند تا حد امکان پیام‌ها را از نوفه‌ها تشخیص دهند. چنین روشی به تازگی توسط انسان هم دوباره کشف شده. تکنیک یاد شده، ابتدا به عنوان یک پاسخ برای نیازهای جانبی وابسته به اختراع رسانه‌ها و رادارها مطرح شد (Selin et al,1965,Poor et al, 1988) و بعدها قالب نظریه ردیابی[11] شهرت یافت.

[11] Detection theory

www.takbook.com

مسئله‌ای که باید این نظریه حل شود، چگونگی تشخیص نوفه از نماد است، در شرایط خاص. برای نیل به این مقصود، باید ابتدا مفهوم شرایط خاص دقیقتر تعریف شود. بنابراین لازم است معنی چند اصطلاح را روشن شود. جریان[۱۲]، عبارت است از کل محرکی که توسط فرستنده تولید می‌شود. شدت محرک[۱۳]، عبارت است از مقدار جریان محرک در واحد سطح مثلا برای نور و صوت ، یا در واحد حجم برای مواد شیمیایی . این چگالی جریان اطلاعات، برای سنجش‌های آماری مربوط به اطلاعات حسی کمیتی مهم و کلیدی است. احتمال ظهور نوفه در پیامی با شدت مشخص، از توزیع نرمال گاوسی تبعیت می‌کند، یعنی خصلتی تصادفی دارد. برای جدا کردن نسبی نوفه از پیام، باید حد آستانه‌ای برای شدت پیام تعریف کنیم که در بالای آن آستانه نوفه نداشته باشیم، ولی پیام داشته باشیم. اگر چنین آستانه‌ای وجود داشته باشد، -که معمولا وجود ندارد- تشخیص پیام از نوفه آسان است و تنها به یک سیستم سنجش شدت نیاز است. اگر منحنی توزیع شدت نوفه با پیام تداخل نشان دهد، بهترین استراتژی این است که مرز میان این دو منحنی، آستانه‌ی شدت فرض شود.

آنچه که در اینجا گفته شد، تنها یک مرور کلی و ناقص بود از مسائلی که در نظریه ردیابی مطرح است. ناگفته پیداست که واقعیات با مدل ساده‌ای که در اینجا برای استراتژی‌های ردیابی ارائه شد، تفاوت دارد. مهم‌ترین تفاوت بین مدل ما با جهان طبیعی این است که در حالت اخیر معمولا وجود یا عدم وجود نوفه و پراکندگیش مشخص نیست. بنابراین پردازش داده‌ها بر اساس شدت آستانه پیام ممکن نیست. این امر در مورد بیشتر محرک‌های حسی آشنا در جهان انسانی هم صدق می‌کند، به ندرت می‌توان با شنیدن یک صدای طبیعی در

---

[12] Flux
[13] Intensity

www.takbook.com

محیطی ساکت، وجود و یا عدم وجود نوفه را در آن تشخیص داد. مشکل دوم این است که معمولا در سیستم‌های زنده خطر ناشی از نادیده گرفتن پیام، بیشتر از بهایی است که جاندار برای پیام فرض کردن نوفه می‌پردازد. یک آهو اگر فریاد هشدار همنوعانش را نادیده انگارد ممکن است جانش را از دست بدهد. ولی بهایی که با هشدار فرض کردن یک صدای طبیعی مشابه و بی‌ربط می‌پردازد، تنها مقداری انرژی مثلا برای فرار بی‌مورد خواهد بود. یعنی در جهان جاندار، استراتژی مهم کمینه کردن خطر و بیشینه کردن شانس بقاست، نه کمینه کردن خطا و بیشینه کردن دقت.

با وجود اینکه نمی‌خواهم در این نوشتار زیاد در نکات فنی نظریاتی که به آنها اشاره می‌کنم، وارد شوم، ولی ذکر فرمولی برای یافتن آستانه شدت را لازم می‌دانم. آستانه‌ی شدت، در حالتی که پراکنش نوفه و پیام باهم تداخل داشته باشند، از این معادله محاسبه می‌شود:

$$I_t = [(I_0 + I_s/2) + I_{sd/}(I_s - I_{0)}] L_n [\ 1\text{-}P_s\ C_0 P_s\ C_s]$$

که در آن: I_t نشانگر آستانه شدت مورد نظر، I_0نماد شدت فاقد پیام، I_sبیانگر شدت دارای پیام، I_{sd} علامت انحراف استاندارد نوفه، P_sمعرف احتمال حضور اولیه پیام، و C_0 و C_sبه ترتیب نشان‌دهنده‌ی بهایی هستند که موجود در قبال اشتباه فرض کردن یک نوفه به جای پیام، و تشخیص پیام باید بپردازد.

در معادله بالا، در صورتی‌که بهای اشتباه در درک نوفه با خطر نادیده انگاشتن پیام برابر باشد $C_0 = C_s$ و احتمال حضور اولیه پیام برابر 50 ٪ باشد، شدت آستانه بر وسط منطقه تداخل منحنی شدت نوفه و پیام منطبق خواهد بود.

در نظریه ردیابی یک کمیت قراردادی اهمیت زیادی دارد، و آن عبارتست از نسبت پیام موجود در یک محرک، به نوفه آن. اگر این کمیت برابر صفر باشد، بدان معناست که محرک اطلاعاتی را در بر ندارد و بنابر این موجود

www.takbook.com

جاندار نمی‌تواند از آن سودی ببرد. اگر این مقدار نزدیک به یک باشد، درک اطلاعات از محرک ممکن است، ولی همواره با خطا همراه است و دقت آن وابسته به احتمال حضور اولیه پیام است. اگر نسبت پیام به نوفه خیلی بیشتر از یک شود، در آن حالت اطلاعات نهفته در محرک بالا خواهد بود و درک دقیق آن هم ممکن است.

برای پرهیز از طولانی شدن گفتار، اینجا از پرداختن به سایر معادلات مربوط به ردیابی صرف‌نظر می‌کنم و به علاقمندان مطالعه‌ی کتاب زیبای "بوم‌شناسی حواس" (Dusenbery, 1992) را توصیه می‌کنم.

www.takbook.com

گفتار دوم: بررسی مختصر برخی از حواس اصلی

تا اینجای کار با برخی از مفاهیم اساسی نظریه اطلاعات، و کاربردهای عملی آن در بررسی سیستم‌های زنده آشنا شدیم. هدف من از طرح این بخش، ارائه‌ی دیدگاهی –هرچند ناقص– از چگونگی ورود اطلاعات به سیستم زنده است. به بیان دیگر، برای محکم کردن اساس فلسفه‌ی خود، به شواهدی نیازمندم تا ارتباط میان تجربیات یا همان الگوهای دینامیسم فضای فاز حسی و جهان خارج را مشخص نماید. در همین راستا، لازم می‌بینم تا اشاره‌ای به برخی از مهمترین کانال‌های ورود اطلاعات به سیستم زنده داشته باشم. خواهم کوشید تا حد امکان این بحثها را کوتاه کنم و زودتر به اصل مطلب که نتیجه‌گیری‌های فلسفی است برگردم. به دلیل همین شتابی که برای پرداختن به اصل مطلب دارم، همه‌ی حواس را به یک اندازه نخواهم شکافت، و به همه‌ی موارد هم نخواهم پرداخت. برخی از حواس را که در جهان جانداران اهمیت بیشتری دارند و عامترند، بیشتر هدف خواهم گرفت، و به برخی از حواس –مانند شنوایی و حس مکانیکی– به دلیل مشابهت با موارد ذکر شده تنها اشاره‌ای کوتاه خواهم کرد.

حس بویایی

www.takbook.com

این حس بی‌تردید ابتدایی‌ترین سیستم‌های تکامل یافته در جانداران برای درک اطلاعات از محیط است. توانایی کسب اطلاعات از مواد شیمیایی موجود در محیط، در همه جانداران، حتی باکتری‌ها و ویروس‌ها هم دیده می‌شود. از آنجا که جذب مواد خارجی از سوی موجود زنده معمولا برای دستیابی به ماده و انرژی است، نقش این عمل در اطلاعات‌گیری مورد بی‌توجهی قرار گرفته است. از نظر عملی هم جدا کردن این دو نتیجه‌ی یک عمل یکسان یعنی جذب مواد دشواری‌های آزمایشگاهی فراوانی را به همراه دارد. به همین دلایل است که عملکرد تغذیه‌ای و بویایی در بسیاری از موجودات ساده درهم تنیده شده است، یا دست‌کم اینکه ما تفاوتشان را تشخیص نمی‌دهیم. مثلا یک باکتری را در نظر بگیرید که در محیط خود شنا می‌کند و مولکولها و ذرات قند را از آن می‌گیرد و جذب می‌کند. بی‌شک در این موجود ساده نوعی حس بویایی وجود دارد، چون می‌بینیم که این جاندار رد شیبهای غلظت افزایش‌یابنده‌ی قند را در محیط خود دنبال می‌کند. اما از آنجا که این کار را هم به منظور تغذیه و هم به منظور درک محیط خود انجام می‌دهد، نمی‌توانیم بین این دو هدف تمایز قایل شویم. عملا در مسیر تکامل خیلی طول می‌کشد تا این دو روند –یعنی تغذیه و بویایی– به طور کامل از هم جداشوند.

به‌طور کلی همه موجودات زنده را می‌توان به صورت یک سیستم باز مادی در نظر گرفت. این سیستم، در تبادل همیشگی ماده و انرژی با محیط خارج است، و به همین دلیل هم همواره موادی را در محیط رها می‌کند که می‌تواند برای موجودات دیگر ارزش اطلاعاتی داشته باشد. پس به این ترتیب می‌بینیم که نقش حس بویایی تنها به پیام‌های ارادی فرستنده مربوط نیست. بلکه برعکس، معمولا به پیام‌هایی غیرارادی وابسته است که در جریان سوخت‌وساز جاندار فرستنده حاصل می‌شود. من در اینجا بیشتر بر پیام‌هایی تاکید خواهم کرد که فرستنده آن را به عمد و برای اطلاع‌رسانی ایجاد می‌کند. این پیام‌ها چون از بقیه پیچیده‌ترند و دارای محتوای اطلاعاتی

www.takbook.com

بیشتری هستند، بهتر در بحث می‌گنجند. ولی این تاکید نباید منجر به نادیده انگاشتن نقش عام اطلاعاتی پیام‌های غیرعمد شود.

پیش از شروع بحث، باید منظور خود را از واژه‌ی پیام‌دهی عمدی روشن کنم. به تعریف من، اگر موجودی پیامی را ایجاد کند، و نقش اطلاع‌رسانی آن پیام از نقش زیستی‌اش خیلی بیشتر باشد، آنگاه آن پیام عمدی است. یعنی مثلا بوی عرق آهو -که برای پلنگ یک پیام محسوب می‌شود،- عمدی نیست، چون بیشتر ارزش فیزیولوژیک دارد تا اطلاعاتی. در حالی که بوی فرومون ملکه‌ی مورچه ارادی است، چون نقش غیر اطلاعاتی مهمی ندارد. جانداران می‌توانند دو نوع پیام را به طور عمدی ایجاد کنند (Whittaker & Feeny, 1971, Nordlund, 1981).

الف: گاه موجود، پیامی را تولید کند که در نهایت به نفع خودش است، این دسته پیام‌ها معمولا نقش تغذیه‌ای دارند. این پیام‌ها بیشتر مواقع در قالب حجم زیادی از مواد بودار ایجاد می‌شوند، که دورکننده‌های[14] بدبوی حشرات و جانوران از آن جمله‌اند. مثلا بوی بدی که راسو موقع دفاع از خود از غدد مخرجی‌اش تولید می‌کند،یک‌نوع از این پیام‌هاست. به عنوان مثال‌های دیگر می‌توان از ترشحات غدد شکمی سن‌های گیاهی زیرراسته Heteroptera از راسته Hemiptera و ترشحات بدبوی سوسک‌های جنس Carabeus نام برد.

[14] Repellant

www.takbook.com

ب: گاه موجودی پیامی را تولید می‌کند که در نهایت گیرنده از آن سود می‌برد، در این حالت پیام نقش خالص اطلاعاتی دارد و معمولا به صورت ترشحات کم‌حجم مواد بودار قابل مشاهده است. فرومون‌های حشرات نمونه‌هایی از این مواد هستند.

در جانورشناسی موادی را که صرفا نقش اطلاعاتی داشته و فاقد نقش تغذیه‌ای هستند، با پسوند –مونmone – نامگذاری می‌کنند که کوتاه شده‌ی هورمون است. اگر پیام بویایی اطلاعاتی بین دو هم‌گونه رد و بدل شود، آن را فرومون[۱۵]، و اگر بین دو موجود غیرهم‌گونه تبادل شود، و به نفع گیرنده باشد آن را کیرومون[۱۶] می‌نامند. تعاریف دقیق‌تر مربوط به این واژه‌ها را به زودی خواهید دید. در جدول زیر دسته‌بندی خلاصه مواد بودار را می‌بینید.

رابطه‌ی گیرنده– دهنده	مثال (نقش تغذیه‌ای)	مثال (نقش اطلاعاتی)
موجود زنده با میحط	آب، اکسیژن، نمک	محرک شیمیایی
موجود زنده با موجود زنده	غذا، شیر، سم	Semiochemical
درون‌گونه‌ای	شیر، هدیه‌ی عروسی بندپایان	Pheromone
بین گونه‌ای	Allochemical	Allochemical
سودمند برای گیرنده	غذا	Kairomone
سودمند برای فرستنده	سم، پادتن	Allomone

[15] Pheromone
[16] Keiromone

www.takbook.com

سودمند برای هردو	شهد گلها، عسلک شته‌ها	Synomone
بین اندامها	قند خون	هورمون‌ها

دسته‌بندی مواد شیمیایی دارای نقش اطلاعاتی و تغذیه ای در جانوران

www.takbook.com

بو و مواد بوزا

مواد بوزا، گروهی از ویژگی‌های مشترک دارند که برای درک بهتر مفهوم بو، لازم است در موردشان بیشتر بدانیم. به طور کلی مواد بوزای موجود در آب نسبت به مواد محلول در هوا قطبی‌ترند چون باید در آب قطبی حل شده و توسط آن منتقل شوند . بوهایی که در آبزیان نقش تغذیه‌ای دارند، معمولا از مشتقات اسیدهای آمینه و اسیدهای نوکلئیک هستند. این مواد معمولا در شکار یا ماده مطلوب غذایی غلظتی بالا دارند و از راه انتشار یا ترشح از آن به محیط منتقل می‌شوند (Carr et al,1988). به این ترتیب همواره یک شیب غلظتی[۱۷] از ماده بودار در اطراف جاندار خوراکی وجود خواهد داشت که شکارچی می‌تواند با ردگیری آن به غذا برسد. معمولا مواد بودار موجود در آب دارای 20 کربن هستند و حدود 300 دالتون وزن دارند.

یکی از بهترین بوهای راهنما برای جانوران خشکی‌زی، گاز کربنیک است. دی‌اکسیدکربن توسط همه‌ی جانداران هوازی دفع می‌شود و بنابراین بویی مناسب برای ردگیری آنها محسوب می‌شود. گونه‌هایی فراوان از شکارچیان و انگل‌ها، شکار و میزبان خود را از راه بوییدن گاز کربنیک دفع شده از آنها پیدا می‌کنند. پشه‌ها و مگس‌های خونخوار از این راه میزبان خود را در محیط تشخیص می‌دهند (Gillies et al, 1980).

---

[17] Gradient

www.takbook.com

نشان داده شده که کرم‌های لوله‌ای Nematoda نیز می‌توانند ریشه گیاهان میزبان را در خاک از همین راه پیدا کنند (Dusenbery -1963,1965),(Klingeretal et al,1987). لارو گوشتخوار حشرات هم در خاک از CO_2 شکارهای خود برای تعیین مکانشان بهره می‌برند (Doane et al, 1975). به نظر من سازش‌هایی برای گریز از ردیابی شدن به این روش که برخی از حشرات تکامل یافته که بارزترین آن انباشتن و عدم دفع گاز کربنیک برای مدتی، و بعد دفع انفجاری آن است. این روش می‌تواند با ایجاد یک شیب ناپیوسته و ناگهانی از بوی قابل‌ردیابی، توانایی شکارچیان را برای یافتن محل شکار مختل کند. استفاده از بوی گاز کربنیک، با وجود رواج فراوانش، ایراداتی را هم در بر دارد.مهم‌ترین ایراد این که منابع تولید این بو بسیار متنوعند و احتمال تداخل و ایجاد نوفه بالاست. از سوی دیگر این برگه چندان اختصاصی نیست و همه جانداران هوازی، از گیاه تا حشره را در بر می‌گیرد. یک ایراد دیگر این روش، سرعت انتشار زیاد CO_2 در هواست. بنابر محاسبات انجام شده، به طور متوسط در هر ساعت یک گرم گاز کربنیک از هر متر مربع خاک آزاد می‌شود (Wesselingetal.1962). که تولیدات بازدمی پرندگان و پستانداران تنها ٪ 5این مقدار را تشکیل می‌دهد (Altmanetal,1958,1985).پس این بو بیشتر به عنوان یک منبع اطلاعاتی کمکی کاربرد دارد، نه اصلی.

مواد ترشح شده توسط موجودات زنده، به طور کلی حاوی اطلاعات باارزشی هستند. گاز کربنیک هرچند مهم‌ترین ماده از این گروه است، ولی منحصر به فرد نیست. آمونیاک ماده مهم دیگری است که به ویژه در موجودات دریازی اهمیت دارد. غلظت این ماده در آب دریا حدود 10^{-8}مول است که همه‌ی‌آن توسط جانوران ترشح می‌شود (Atema et al, 1987) . اسید اولئیک به عنوان یکی از نتایج فساد بدن مورچه‌ها در کلنی این موجودات نقش مهمی را بازی می‌کند. نشان داده شده که مورچگان اجساد افراد هم‌لانه خود را از روی بوی این

www.takbook.com

اسید تشخیص می‌دهند. این حشرات همه اشیای آغشته به این بو را از لانه‌شان بیرون می‌اندازند (Wilson & Holdobler, 1990). موجودات ابتدایی باکتری‌خوار[18]، مثل کپک مخاطی [19] می‌توانند رد باکتری‌ها را از روی اسید فولیکی که ترشح می‌کنند، $C_{19}H_{19}N_7O_6$ تشخیص دهند (Gerisch et al, 1982). کرم‌های لوله‌ای باکتری‌خوار هم از مواد مشابهی برای ردگیری شکار خود استفاده می‌کنند. از میان این مواد می‌توان به آدنوزین‌منوفسفات (Wardetal,1973) مولکول حلقوی پیریدین (Dusenbery et al, 1976) و همچنین آمیل‌استات (Balanetal,1985) اشاره کرد. در میان گیاهان، بوهایی که اهمیت بیشتری دارند معمولا به الکل‌ها مربوط می‌شوند. بررسی 58گونه از گیاهان مختلف –شامل بته، علف، و درخت– نشان داده که 68 ٪ از آنها در هر ساعت ماده‌ی ایزوپرن[20] را با غلظتی بیشتر از 0/01 میکروگرم بر هر گرم از برگ خشک، ترشح می‌کنند (Lamb et al, 1987). از میان دیگر تولیدات مهم بوزای گیاهان می‌توان به آلفا–پینن[21] اشاره کرد که 16٪ از ترشحات درختان مخروطی را تشکیل می‌دهد (Finch et al, 1980).

آدم هم، مثل بقیه جانداران بوهای مربوط به خود را دارد، این بوهای متنوع به دلیل توانایی بویایی اندک انسان، معمولا نادیده گرفته می‌شوند. در بازدم یک آدم معمولی، حدود صد ماده‌ی مختلف وجود دارد که تراکمی در حدود 33 –120نانوگرم بر لیتر دارند. از میان این مواد، مهم‌ترینشان پروپانون[22] است که 120 نانوگرم برمول

---

[18] Bacterivora
[19] Slime mold =Dictyostelium
[20] Isoprene = C5H8
[21] □-Pinene
[22] Propanone

www.takbook.com

غلظت دارد. در سوی دیگر این طیف، استونیتریل[۲۳] و ایزوپرن با –به ترتیب با تراکمهای 24و 33 نانوگرم بر لیتر– قرار دارند α-Androst-6-en-3a-ol یکی از این مواد است که به میزان یک میلی‌گرم در روز دفع می‌شود (Goweretal,1972). بوی این ماده به قدری مشخص است که اگر این مقدار در پنج هزار لیتر آب هم رقیق شود، باز بویش توسط یک آدم عادی قابل‌شناسایی است. مگس‌های تسه‌تسه[۲۴] توسط بوی همین مواد محلول در ادرار و البته CO2 میزبانان انسانی خود را می‌یابند (Vale & Hall, 1985).

شاید بتوان مهم‌ترین مواد بوزا در جهان جانوران را –از نظر تنوع و کارکرد– فرومون حشرات دانست. فورمون‌ها برای آنکه بتوانند نقش اطلاع‌رسانی خود را درست ایفا کنند، باید چند ویژگی داشته باشند. آنها باید مختص به گونه‌ای باشند که تولیدشان می‌کند. این ویژگی از آن رو مهم است که از اشتباه گرفتن پیام‌های گونه‌های دیگر با گونه‌ی خودی جلوگیری می‌کند و بنابراین احتمال ایجاد نوفه را کم می‌کند. علاوه بر این فرومون باید نسبت به پیامی هم که منتقل می‌کند ویژه باشد، و بتواند در سیستم حسی گیرنده، پاسخ فیزیولوژیک لازم را ایجاد کند. برای دقیق‌تر کردن پیچیدگی‌های موجود در مطالعه فرومون‌های حشرات واژگانی ابداع شده‌اند که برخی از آنها را در اینجا تعریف می‌کنم. هر ماده شیمیایی که از موجودی آزاد شود و بر موجودی دیگر اثر کند، Allomoneنامیده می‌شود. برخی از نویسندگان این مواد را با نام Allochemical مورد اشاره قرار داده‌اند. این ماده را، اگر ماده‌ی مزبور برای گیرنده مفید باشد، Kairomone اگر برای فرستنده مفید باشد، Allomone

[23] Acetonitrile
[24] Glassina palparus

www.takbook.com

و اگر برای هردو مفید باشد، Synomone می‌نامند. در ضمن موادی را هم که از مواد بی‌جان آزاد می‌شوند ولی برای جانداران ارزش اطلاعاتی دارند، Apneumoneخوانده می‌شوند.

تنوع زیاد فرومون‌ها در حشرات و پیچیدگی رفتارهای ناشی از آنها، بخشی از جالب‌ترین نمونه‌های استراتژی‌های تکاملی برای انتقال اطلاعات را فراهم آورده است. برخی از گونه‌های حشرات – معمولا به دلیل خویشاوندی نیاکانی– دارای فرومون‌هایی یکسان هستند. در این موجودات برای پرهیز از تداخل اثر فرومون‌های تولید شده از سوی فرستنده‌ی یک گونه در گیرنده گونه دیگر، روش‌های جالبی تکامل یافته است. مثلا در بسیاری از حشرات، یک فرومون در دو گونه پیام‌های متفاوتی را منتقل می‌کند. این جدایی معنایی، و جدایی رفتاری‌ای که پیامد آن است، امکان تداخل و نوفه‌سازی را کم می‌کند. در برخی دیگر یک نوع فرومون در دو گونه‌ی متفاوت در دو مقدار مختلف تولید می‌شود و آستانه‌های درک متفاوتی هم دارد. مثلا قاب‌بال Dendroctonus pseudotsugaeباید حتما بیشتر از 90دقیقه در معرض یک نوع فرومون عام قرار گیرد تا واکنش نشان دهد. گاه این یکسان بودن فرومون‌ها خود یک استراتژی تکاملی است. مثلا آلفا–پینن که گفتیم از مخروطیان ترشح می‌شود، فرومون تجمع قاب‌بال Dendroctonus frontalis هم هست، که از آفات مهم درختان کاج است. این ماده، در ضمن بیشتر از شش گونه از شکارچیان و انگلهای این قاب‌بال را هم به خود جلب می‌کند. می‌بینید که در اینجا زنجیره‌ای از رفتارهای گوناگون در گونه‌هایی متفاوت، توسط یک فرومون ایجاد می‌شود.

یکسان بودن فرومون‌ها پیچیده‌ترین حالت خود را در حشرات اجتماعی آشکار می‌کند. در این حشرات، و به ویژه در مورچگان، نمونه‌های فراوانی از جاسوسی و سوءاستفاده بیوشیمیایی دیده می‌شود. مثلا مورچه‌های انگل

www.takbook.com

Camponotus laterans می‌توانند فرومون غذایابی[۲۵] مورچگان میزبان خود، Chrematogaster scutellata را درک کنند و از آن به محل غذا پی ببرند. تقریبا همه‌ی گونه‌های مورچه‌دوست[۲۶] به فرومون‌های راهیابی میزبانان خود حساسند و از آن راه مکان لانه مورچه مورد نظر را پیدا می‌کنند. جاسوسی محل غذا در زنبوران هم دیده می‌شود، چون زنبوران هم مثل مورچگان به فواصل منظم 10-15متری از ترشحات غدد آرواره‌ای خود ردی به جا می‌گذارند. زنبور انگل Trigona xanthotricha با استفاده از پیگیری همین ردها می‌تواند به محل غذای میزبان خود T.postica دست یابد.

گاه این مبارزه بیوشیمیایی در جهان حشرات حالت تهاجمی بیشتری پیدا می‌کند. در میان پروانگان، دو خانواده Lycaenidae و Riodinidae به دلیل داشتن لاروهایی با ترشحات جذب کننده‌ی مورچگان، می‌توانند به شکل انگل در لانه‌ی آنها زندگی کنند. خانواده‌ی اولی از مهم‌ترین عناصر راسته پولک‌بالان Lepidoptera است و حدود 40 ٪ درصد کل گونه‌هایش را شامل می‌شود. Lycaeena arion یکی از این پروانگان است. این حشره در دوره‌ی لاروی و در آخر سن سوم به دنبال مورچه‌ای از جنس Myrmica می‌گردد و پس از یافتنش آن را با موادی که از غدد بند هشتم شکمش ترشح می‌شود، مست می‌کند. مورچه که زیر اثر مخدر این ترشحات رفتارش غیرعادی می‌شود، لارو را به داخل لانه می‌برد و در آنجا لارو پروانه از لارو مورچگان تغذیه می‌کند. چنین حالتی در قاب‌بالان خانواده Staphylinidae هم دیده می‌شود. این موجودات هم ترشحات شکمی‌ای ویژه‌ای دارند که برای مورچگان مخدر و جذاب است. یک نمونه از این حشرات،

---

[25] Forage
[26] Myrmecophil

www.takbook.com

Atemeles pubiculisاست که به کمک همین مواد مخدر، به راحتی در لانه مورچگان زندگی می‌کند و از لاروهایشان تغذیه می‌کند و از آسیبشان هم در امان است. خود مورچه‌ها هم برای حمله به لانه‌ی قربانیانشان از این راه‌ها استفاده می‌کنند.

ملکه مورچه‌ی Epimyrma stumperi که در لانه Tetramurium caespium تخم می‌گذارد، برای گول زدن نگهبانان لانه، یک کارگر میزبان را پیدا کرده و پس از کشتنش، عصاره بدن قربانی را به تنش می‌مالد و به این ترتیب بوی او را به خود می‌گیرد. بسیاری از گونه‌های مورچه‌ی انگل بدون نیاز به این کارها، می‌توانند فرومون‌های مربوط به مورچه میزبان را تولید کنند. به این ترتیب میزبان قادر نخواهد بود آنها را از ساکنان رسمی لانه تشخیص دهد. پدیده برده گیری هم در مورچگان بر مبنای حس بویایی استوار شده است. مورچگان برده گیر، -مثل جنس‌های Polyergus ,Formica Harpagoxenus- پس از حمله به لانه‌های میزبان و دزدیدن شفیره‌های لانه‌ی فتح شده، آنها را به لانه خود می‌برند. مورچگان برده پس از بیرون آمدن از پیله بدون اینکه بفهمند در لانه خود نیستند، بوی فرومون برده‌گیران را به جای بوی کلنی خود می‌پذیرند و به این ترتیب نوعی تثبیت[۲۷] در حافظه اکتسابی‌شان شکل می‌گیرد. ملکه‌های برخی از برده‌گیران که در لانه میزبان ساکن می‌شوند، تا زمان بیرون آمدن کارگران خود، به صورت پنهانی در لانه میزبان زندگی می‌کنند. این جانوران هم برای فریب دادن میزبان‌ها فرومون‌هایی شبیه به آنها را ایجاد می‌کنند و همگی غده‌ی دوفور[۲۸] بزرگی دارند.

---

[27] Imprinting
[28] Dufour gland

www.takbook.com

گاه پیام‌های منتقل شده توسط فرومون بسیار اختصاصی‌اند. مثلا زنبور انگل Cardiochiles nigriceps پس از تخم‌گذاری بر بدن لارو میزبان، ردپایی فرومونی از خود به جا می‌گذارد که به بقیه همنوعانش می‌فهماند که این لارو آلوده است، و بنابراین از تخم‌گذاری آنها بر همان لارو و ایجاد رقابت بین تخم‌ها جلوگیری می‌کند. مگس سیب Rhagoletis pomonella و مگس گیلاس R.cerasi هم از روش مشابهی برای بیمه کردن تخم‌های خود در برابر حضور تخم‌های رقیب، بهره می‌برند. فرومون ترشح شده توسط این حشرات پایدار و قطبی و محلول در آب بوده و تا مدتها دوام دارد. در میان زنبوران یک نمونه جالب دیگر هم دیده می‌شود و آن Trigona fulviventris است. این زنبور فرومون هشدار تولید نمی‌کند، ولی با شنیدن بوی سیترات، یا فرومون شناسایی زنبور مهاجم ویژه لانه‌اش، Lestrimellita imago رفتار دفاعی از خود نشان می‌دهد، یعنی در این حشره بوی مهاجم مستقیما به جای فرومون هشدار عمل می‌کند.

بنابر شواهد بیوشمیایی، فرومون‌ها برای آن که تنوع کافی برای انتقال پیام‌های گوناگون را داشته باشند، به دست کم پنج کربن نیاز دارند. فرومون‌های معمولی حشرات خشکی‌زی بسته به نقش خود، اندازه‌های گوناگونی دارند. فرومون‌های اخطاری دارای زنجیره‌ای متشکل از 15–25 کربن هستند، و 200–300دالتون وزن دارند. در مقابل فرومون‌های اخطاری 6–15 کربن دارند و وزنشان بین 100–200دالتون است (Wilson et al, 1970). این مواد اخیر با وجود وزن کمترشان، متنوع‌ترین مواد بوزای جهان حشرات را شامل می‌شوند و اغلب ساختمان ترپنی دارند (Blumetal,1985). به عنوان چند نمونه‌ی استثنایی، می‌توان به این موارد اشاره کرد: ممکن است فرومون های جنسی در بیدها، 10– 21کربن، و در مگس‌ها، 7– 40کربن داشته باشد (Tamaki et al, 1985). به طور کلی، می‌توان ساختار شیمیایی فرومون‌های جانوران خشکی‌زی را هیدروکربن‌هایی

www.takbook.com

دانست که از زنجیره‌های کربنی ساده مشتق می‌شوند. فرومون های جانوران آبزی با خشکی‌زی‌ها تفاوت زیادی دارد.این مواد بودار همگی قطبی‌اند و وزن مولکولی بالایی دارند. ساختار این مواد بیشتر به پروتئین‌ها نزدیک است. این فرومون‌ها در زنجیره خود دست‌کم شش کربن دارند.

نشان داده شده که فرومون‌ها حالت خالص ندارند و معمولا هر حشره مخلوطی از چند نوع ماده بودار را رها می‌سازد

(Tamaki et al, 1985,Linn et al, 1987). این ترکیبی بودن پیام بویایی برای جانور چندین مزیت دارد. نخست این که به این ترتیب مراحل ساخت فرومون ساده‌تر می‌شود. همواره ساختن و ترشح کردن یک ماده‌ی خالص برای سیستم زنده دشوارتر است تا تولید مخلوطی از چند ماده شبیه به هم. دوم این که با ترکیب شدن چند ماده، تنوع ممکن برای پیام‌هایی که قرار است فرستاده شوند، افزایش می‌یابد و به این ترتیب توانایی انتقال اطلاعات زیاد می‌شود. سومین سود ترکیبی بودن فرومون‌ها، این است که آستانه‌های درک بویایی در گیرنده برای هر جزء مخلوط متفاوت است، و به این ترتیب با توجه به فواصل متفاوت گیرنده از فرستنده، دقت پیام منتقل شده توسط چند جزء افزایش می‌یابد. سومین سود ترکیبی بودن فرومون‌ها این است که سرعت تبخیر و انتشار اجزای مختلف یک پیام با هم تفاوت می‌کنند و بنابراین در روند پراکنده شدن فرومون در محیط، اطلاعات بیشتری را منتقل می‌کنند. گیرنده با توجه به نسبت اجزای موجود در بویی آشنا، می‌تواند فاصله فرستنده با خود را تخمین بزند.

راه عصبی و مراکز مغزی بویایی در مغز

www.takbook.com

در انسان مراکز گیرنده مواد شیمیایی در دو بخش از سیستم حسی متمرکز شده‌اند. یکی از این دو بخش، به درک مواد محلول در هوا می‌پردازد، و دیگری مواد محلول در آب را حس می‌کند. این دو بخش به ترتیب در مخاط بینی و سطح زبان قرار گرفته‌اند، و بویایی و چشایی را ایجاد می‌کنند. مخاط بویایی، دارای 10-20میلیون یاخته‌های گیرنده است، که هریک در اصل نورونی مجزا محسوب می‌شوند. این گیرنده‌ها دندریت‌های کوتاه و ضخیمی دارند که بر رویشان ده تا بیست زایده‌ی بدون میلین نازک وجود دارد، این زواید را مژک می‌نامند. گیرنده‌ها آکسون خود را از میان استخوان پرویزنی به پیاز بویایی می‌فرستند. این آکسون‌ها در آنجا با یاخته‌های میترال اتصال برقرار می‌کنند. این اتصالات پیچیده کلاف‌های بویایی را ایجاد می‌کند. آکسون‌های یاخته‌های میترال، از دو راه به سوی مغز پیش می‌روند. این راه‌ها را بر اساس موقعیتشان با نام‌های راه کناری بویایی[۲۹] و راه میانی بویایی[۳۰] می‌نامند. این راه‌ها قشر بویایی ختم می‌شوند، که شامل هسته‌هایی مثل هسته بویایی پیشین، هسته گلابی‌شکل[۳۱]، تکمه بویایی[۳۲]، بخش انتقالی درون‌بینی بادامه[۳۳]، و بخش قشری میانی بادامه است. علاوه بر این مسیر اصلی، دو راه دیگر هم وجود دارند که از پیاز بویایی منشأ می‌گیرند (گانونگ, 1991).

محتوای اطلاعاتی سیستم بویایی

---

[29] Lateral Olfactory Tract =LOT
[30] Intermediate Olfactory Tract
[31] Pyriform nucleus
[32] Olfactory tubercle
[33] Transitional Entorhinal amygdala

www.takbook.com

آستانه درک برای حس بویایی را می‌توان بر حسب کمینه تغییر غلظت ماده بودار در محیط تعریف کرد، که منجر به ایجاد احساس یک بو شود. یعنی اگر در محیطی استاندارد ماده‌ی بوداری با غلظت خاصی وجود داشته باشد و گیرنده‌های بویایی هم نسبت به آن سازگار شده باشند، غلظت ماده‌ی بودار باید چقدر افزایش یابد تا موجود آن بو را درک کند. این آستانه راباتوجه به تعریف یاد شده می‌توان به این صورت فرموله کرد: $\Delta C/C = (tD_cR)\ 0/5$

که در آن C معرف غلظت ماده بودار در محیط بر حسب تعداد مولکول بر واحد حجم ، t نماد زمان بر حسب ثانیه ، D_c نشانگر ضریب انتشار ماده بوزا در محیطش، و R بیانگر شعاع فعالیت گیرنده بویایی است. این معادله برای جانداران آبزی، در محلول‌های یک مولاری آبی غلظت آستانه‌ای برابر $6 * 10^{2}$ مولکول بر سانتی‌متر مکعب را به دست می‌دهد. در مورد خشکی‌زی‌ها در فشار استاندارد این مقدار به $2/5 * 10^{19}$ مولکول بر سانتی‌متر مکعب می‌رسد (Berge & Purcell, 1977).

در جانداران آستانه‌های بویایی بسیار پایینی ثبت شده است. در برخی از باکتری‌ها، فرومون جنسی در غلظتی برابر با 10^{-12} مول اثر می‌کند (Suzuki et al, 1984). پاسخ‌های مربوط به بوگرایی[۳۴] هم، که در اثر تحریک‌هایی در زمان‌های درازتر انجام می‌گیرند، در آستانه 10^{-7} مول دیده می‌شوند (Mesibov al, 1969 et al,1973 Alder et در برخی از میگوهای دریایی آستانه تا

[34] Chemotaxy

www.takbook.com

10^{-13} مول می‌رسد (Derby &. 1988 Atema). در میان جانوران، انسان موجودی با بویایی ضعیف محسوب می‌شود. مخاط بویایی یک سگ شکاری معمولی حدودا 25برابر آدم وسعت دارد (Albone & Shirley, 1984). اگر توانایی سگ شکاری و آدم را برای درک دو بوی متفاوت مقایسه کنیم، به این نتیجه می‌رسیم که بویایی سگ ژرمن‌شپرد[۳۵] هزار تا ده‌هزاربار از انسان قوی‌تر است (Moulton&Marshal,1976,1981). باید در اینجا به این نکته توجه کرد که همیشه آستانه‌ی پیش‌بینی شده به صورت تئوری، از آستانه واقعی موجود کمتر است. یکی از علل این امر، وجود نوفه در محیط طبیعی است، که معمولا در معادلات تئوری در نظر گرفته نمی‌شود. برای آن که به شدت تفاوت نظریه و عمل پی ببرید، به نمونه‌ای اشاره می‌کنم. با توجه به معادلاتی که بیان شد، یک پروانه ابریشم Bombix moriنر که بر شاخک‌هایش 25000گیرنده بویایی دارد، باید بتواند وجود یک مولکول از فرومون جنسی ماده را در هوا احساس کند، ولی در عمل، این آستانه به جای یک مولکول، 10^{3} -10^{4}مولکول بر سانتی‌متر مکعب است.

برای بیشتر کردن احتمال برخورد مواد بودار به گیرنده‌های بویایی، روش‌های فراوانی وجود دارد. آشناترین راه، بو کشیدن است، یعنی زیادتر کردن سرعت هوایی که از مجرای بویایی عبور می‌کند، و بنابر این بیشتر کردن حجم کلی هوایی که با گیرنده‌ها برخورد می‌کند. نشان داده شده که حتی سخت‌پوستان آبزی ساده‌ای مانند پاروپایان[۳۶] با ایجاد جریان‌های گردابی ویژه‌ای در اطراف گیرنده‌های بویایی خود، به عبارتی بو می‌کشند (Andrew et al, 1983).استراتژی مشابهی در قالب رفتار شاخک‌زنی، در حشرات دیده می‌شود. این جانوران

---

[35] German Shepherd
[36] Copepoda

www.takbook.com

با حرکت دادن شاخک‌های خود، در هوای اطراف به دنبال مولکول‌های حاوی ارزش اطلاعاتی می‌گردند. چنین رفتاری در سوسک‌های خانگی آلمانی Blatea germanica و سوسری آمریکایی Peripelaneta americanaبه خوبی دیده می‌شود. در مورد توانایی بویایی حشرات پرنده اختلاف نظر وجود دارد. گروهی از دانشمندان معتقدند که حشرات در حال پرواز به دلیل جریان هوای سریع اطراف شاخکشان، توانایی بویایی بهتری نسبت به حالت عادی دارند (Kaissling et al, 1971). گروهی دیگر مدعی‌اند که دقیقا به همین دلیل، یعنی برای شدت جریان هوا در اطراف شاخک‌ها، قدرت بویایی حشرات پرنده کم می‌شود (Meyer & Mankin, 1985). شواهدی از سوی هر دو گروه برای تایید حرفشان ارائه شده است، و به این ترتیب هنوز برای پاسخگویی قاطع به این پرسش زود است.

هر نورون و هر گیرنده تنها می‌تواند دو نوع پاسخ تولید کند، یعنی شلیک بکند، یا نکند. یعنی می‌توان برای تخمین محتوای اطلاعاتی یکی سیستم حسی، هر نورون را یک سیستم پردازنده با پاسخ دودویی در نظر گرفت (Atemaetal,1985). با توجه به تعداد گیرنده‌های بویایی در انسان، حدود دویست هزار پاسخ مختلف در برابر بوهای گوناگون می‌تواند ایجاد شود (Wilson & Bossert, 1963). با وجود این تنوع بالای پاسخ‌های ممکن، در انسان تشخیص بین دو بو تنها هنگامی امکان‌پذیر است که الگوی پاسخ مورد نظر برای یکی، بیشتر از 50٪ با دیگری تفاوت داشته باشد. مقدار مشابه برای دستگاه بویایی ماهیان بین 10-30 ٪ است (Blaxter et al, 1988).

می‌توان چنین فرض کرد که همه بوهای قابل‌درک برای یک موجود، ترکیبی از چند بوی اصلی باشد. همانطور که همه رنگ‌های موجود ترکیبی از فعالیت سه نوع گیرنده هستند. برای تخمین تعداد بوهای اصلی راه‌های

www.takbook.com

فراوانی پیشنهاد شده است که یکی از آن‌ها، آزمایش بر بیماران مبتلا به نابویایی[۳۷] است. این بیماری از نقص در دستگاه گیرنده و پردازنده بویایی ناشی می‌شود و به اندازه کور رنگی شیوع دارد. تنها ٪ 15از جمعیت انسان‌ها هستند که به هیچ یک از انواع نابویایی مبتلا نیستند. مبتلایان به این بیماری گاه یک یا چند بوی خاص را نمی‌توانند تشخیص دهند. بر مبنای حالات گوناگون این بیماری، حدس زده می‌شود که حدود هشت نوع گیرنده اصلی بو وجود داشته باشد (Amoore et al ,1967,1969,1971). به این ترتیب می‌توان فرض کرد که چیزی حدود سی نوع بوی اولیه باید از ترکیب عمل این گیرنده‌ها حاصل شود. اگر هریک از این بوها در ده گام از غلظت قابل‌تشخیص باشند، آنوقت تعداد کل بوهای موجود قابل‌تشخیص از هم به $2^{100}= 10^{30}$ می‌رسد که برای کد کردن هرکدامشان حدود صد بیت اطلاعات لازم است (Dusenbery. 1992).

نورون‌های آوران پیام‌های ارسالی از پیاز بویایی در راه خود به مغز در گره‌های عصبی کوچکی به نام کلاف مجتمع می‌شوند و تا حدی پردازش می‌شوند. عده‌ای از محققان هریک از این کلاف‌ها[۳۸] را با یک بوی اصلی هم‌ارز گرفته‌اند (Macleod et al. 1971,Hilhbrand & Montague, 1986). با این فرض، در بید ابولهول[۳۹] (Manduca sexta) که دارای 60 کلاف است، باید 60نوع بوی اصلی وجود داشته باشد. اگر هریک از بوها در دو حد از غلظت درک شود، 2^{60}یا 10^{18}نوع بو توسط این بید درک خواهد شد. در مهره‌داران که تعداد این

Anosmia[37]
[38] Glomeruli
[39] Sphinx moth

www.takbook.com

کلاف‌ها دست‌کم دو هزارتاست (Alison & Warwick. 1949). تعداد ابعاد فضای فاز بوهای قابل‌درک، به دوهزارتا می‌رسد. یک راه دیگر برای تخمین محتوای اطلاعاتی حس بویایی عبارت از رویکرد ژنتیکی. بر این اساس، می‌توان دید که ژن‌های کد کننده‌ی اطلاعات مربوط به گیرنده‌های بویایی دست‌کم صدتا هستند. با در نظر گرفتن محتوای اطلاعاتی متوسط یک ژن، می‌توان مقدار اطلاعات لازم برای کد کردن همه گیرنده‌های بویایی را به دست آورد (Buck & Axel. 1991). این رویکرد به گمان من یک ایراد اساسی دارد و آن هم این است که به جای سنجش حجم اطلاعات پردازش شده در دستگاه بویایی، تنها تخمینی از اطلاعات لازم برای ساختن یک دستگاه بویایی را به دست می‌دهد، و یکی از ویژگی‌های مهم ساختارهای زنده هم این است که در طول زمان می‌کوشند تا اطلاعات موجود در سیستم خود را افزایش دهند. به این ترتیب هم‌ارز گرفتن مفهوم اطلاعات ساختاری و عملکردی در اینجا کار چندان درستی نیست. راه دیگری که برای تخمین حجم داده‌های بویایی وجود دارد، استفاده از شواهد رفتاری است. با توجه به این که بسامد درک بوی جدید در انسان بین 10تا 100ثانیه است، می‌توان حجم داده‌های ورودی به سیستم بویایی را 10^4بیت بر ثانیه تخمین زد.

www.takbook.com

ویژگی‌های نور و رنگیزه‌ها

نور یکی از مهم‌ترین محرک‌های موجود در محیط است. توانایی درک نور در بعضی از جانوران ابتدایی و گونه‌های غارزی، وجود ندارد، ولی با این وجود این حس همچنان به عنوان یکی از مهم‌ترین حواس جانوران، و شاید مهم‌ترین حس انسان، مطرح است. محرک اصلی این مقوله، فوتون‌های نوری است که می‌تواند از سرچشمه‌های گوناگونی تولید شود، ولی مهم‌ترین منشأ آن خورشید است. طول موج فوتون‌ها، تعیین کننده رنگشان است و چگالی آنها در محیط، درخشش نور را می‌سازد. امواج الکترومغناطیس موجود در سیاره‌ی ما، دامنه‌ای دارند که از امواج کوتاه رادیویی 10^{-14}نانومتر گرفته تا تشعشعات کیهانی 10^{4} نانومتر را در بر می‌گیرد. طول موج‌های خیلی پایین، –مثلا کمتر از 200 نانومتر،– به سرعت توسط هوا جذب می‌شوند و بنابراین کاربرد اطلاعاتی ندارند. این نورها به دلیل انرژی زیاد خود، برای سیستم‌های زنده خطرناک هم هستند، چون می‌توانند در برخورد با مولکول‌های سیستم زنده، –و به ویژه آب– آنها را تجزیه کنند. مولکول‌های پروتئینی می‌توانند امواج الکترومغناطیسی بیشتر از 300نانومتر را به خوبی جذب کنند. طول موج‌های بلندتر از هزار نانومتر، به دلیل انرژی اندکشان نمی‌توانند بر مولکول‌های زنده اثر گذارند و به این دلیل نقش بیولوژیک ندارند. به این ترتیب آشکار است که نور مورد نظر در زیست‌شناسی حواس، 330–1000نانومتر طول موج دارد. بیشینه طول موجی که توسط جانوران گوناگون جذب می‌شود، بسته به رنگیزه‌های نوری‌شان، تفاوت می‌کند. مثلا حشرات

www.takbook.com

343نانومتر را بهتر از همه جذب می‌کنند، در حالی که ماهیان در 625نانومتر بیشینه جذب را از خود نشان می‌دهند.

توانایی درک و پردازش اطلاعات نهفته در امواج نورانی در همه شاخه‌ها و رده‌های جانوران دیده می‌شود. بیشتر گونه‌هایی که به نور حساس نیستند، این ناتوانی را در اثر پسروی تکاملی و زندگی در محیط فاقد نور کسب کرده‌اند.

چنانکه گفته شد، سرچشمه همه‌ی نورهایی که در زمین دیده می‌شود، انرژی خورشید است. تنها استثنا در این مورد، نورهای کمیاب ناشی از آتشفشانها و رعد و برق‌ها هستند. به تعبیری، نور ناشی از سوخت‌های فسیلی هم منشأ خورشیدی دارند، چون انرژی شیمیایی موجود در آنها از خورشید تامین شده. حتی نورهای مصنوعی الکتریکی هم از جنبه‌ای مربوط به خورشیدند، چون در اثر نور آفتاب جابجایی‌های بخار آب بر زمین انجام می‌گیرد و انرژی پتانسیل ذخیره شده برای تولید برق را فراهم می‌آورد. به این ترتیب می‌توان با پرداختن به کیفیت نور خورشید، به بسیاری از پرسش‌ها درباره سایر نورها هم پاسخ داد.

نور خورشید، از نظر فیزیکی با نوری که از یک جسم سیاه با دمای شش هزار درجه سانتی‌گراد تابش می‌شود، هم‌ارز است. این نور در برخورد با جو زمین تغییراتی را تحمل می‌کند که برای موجودات زنده اهمیت زیادی دارد. پرتوهای فرابنفش و کوتاه‌موج دیگر، در برخورد با لایه خارجی هواسپهر جذب می‌شوند و تنها بخشی از تشعشعات از سد جو زمین عبور می‌کنند. همین انتشار طول موج‌های بالاست که رنگ آبی آسمان را موجب می‌شود. تقریبا همه پرتوهایی که به زمین می‌رسند، برای موجودات زنده اهمیت اطلاعاتی دارند. این نورها، گاه

www.takbook.com

در برخورد با جو تغییراتی کرده‌اند که ارزش اطلاعاتی‌شان را بیشتر می‌کند. مثلا نور قطبیده[40] که از برخورد آفتاب به هواسپهر ایجاد می‌شود، می‌تواند جهت تابش خورشید را نشان دهد، و در جهت‌یابی مورد استفاده قرار گیرد. اجسام موجود بر سطح زمین، هریک توانایی جذب ویژه‌ای دارند. نوری که به آنها می‌تابد، تقریبا نور سفید محسوب می‌شود، یعنی همه طول موج‌ها را در خود دارد. بسته به این که مواد چه بسامدی از نور را بیشتر جذب کنند، رنگ‌های گوناگون ایجاد می‌شوند. مثلا آب که طول موج‌های پایین را بهتر جذب می‌کند، تنها به امواج آبی –با طول موج 450نانومتر– اجازه عبور می‌دهد، و به همین دلیل هم آبی رنگ به نظر می‌رسد (Hojerslev et al, 1986). اگر همین آب دارای منابع زیستی فیتوپلانکتونی باشد، به دلیل وجود رنگیزه‌های آنها، طیف جذبیش تغییر می‌کند و به رنگ سبز دیده می‌شود. از سوی دیگر، تجزیه مواد آلی موجود در آب، رنگ آن را به زرد برمی‌گرداند (Lythgoe et al, 1988). محیط پیرامون ما، به این شکل رنگین می‌نماید و اطلاعاتی را درباره جنس و حالت اشیا به گیرنده‌های حسی موجودات زنده منتقل می‌کند. هرچه بسامد موج مربوط به فوتون کمتر باشد یعنی رنگش به فروسرخ نزدیک‌تر باشد، توسط محیط بیشتر جذب می‌شود. به همین دلیل هم معمولا گیرنده‌هایی برای این محدوده از نورها وجود ندارد. تنها استثنای مهم در این مورد مارها هستند. در جدول زیر آستانه درک گیرنده‌های نوری گروهی از جانداران را می‌بینید.

[40] Polarized

www.takbook.com

جنس	بیشینه-ی طول موج قابل درک (nm)	آستانه-ی درک (فوتون بر متر مربع بر ثانیه)	زمان تجمع (ثانیه)	مرجع
Holobacterium	565	10^{18}	3	Schmitt et al ,1979 Hildbrand et al, 1982.
Rhodospirillium	870	10^{16}	؟	Hildbrand et al, 1978
Euglena	480	10^{15}	1	Song et al,1983
Chlamydomonas	503	10^{15}	1	Foster & Smith, 1980
Phycomyces	450	10^{9}	10^{3}	Galland&ipson,1987

آستانه حساسیت جانداران پست به نور

چنان که گفته شد، نور در برخورد با سطوح پراکنده می‌شود. پراکنده شدن نورهای دارای طول موج پایین کمتر از نورهایی است که طول موج بالایی هستند. هنگامی که نور کمی به هواسپهر برخورد کند، تنها نورهای

www.takbook.com

دارای بسامد کم به سطح زمین می‌رسند. به همین دلیل هم در زمان طلوع و غروب خورشید، افق -یعنی محل انتشار نور خورشید- سرخ و زرد به نظر می‌رسد. یک نمونه دیگر از این پدیده پراکندگی و شکست نور را می‌توان در رنگین کمان دید. منتها در اینجا نوری که از درون جسمی شفاف - قطرات باران- می‌گذرد، می‌شکند. نور بر روی اشیای مادی معمولی هم می‌تواند بشکند. اگر سطح مقابل نور دارای سطوح میکروسکپی موازی و فراوان باشد، این پراکندگی نور به جذب برخی از طول‌موج‌ها و بازتابش برخی دیگر می‌انجامد، و نتیجه یک سطح با منظره‌ی رنگین‌کمانی خواهد بود. از این پدیده در جهان جانوران استفاده‌ی بسیار شده است. تولید رنگیزه به شکل شیمیایی و انبار کردنش در اعضای خاص نمایش دهنده، راهی پرخرج برای انتقال اطلاعات است. یک راه ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر برای جاندار، این است که نوعی تغییر شکل ساختاری در سطح خارجی خود بدهد، و با استفاده از پدیده‌ی پراکندگی نور، یک مجموعه از رنگ‌ها را تولید کند. چنین تکنیکی توسط بسیاری از جانوران شاخه‌های گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرد. نمونه‌های آشنایی که در این‌باره وجود دارند، عبارتند از: پر زیبای طاووس Pavo Cristatus نر، پرهای تزیینی مرغ بهشتی، و قرقاول. برخی از حشرات هم که جلای فلزی دارند، -مثل قاب بال Cetonia aureatus مگس‌های Lucilia و برخی پروانگان- از همین راه بهره می‌برند.

فیتوکروم مهمترین رنگیزه حساس به نور در جهان گیاهان است. این ماده دو نوع دارد: یک‌نوع به670 نانومتر قرمز و دیگری به 730نانومتر فروسرخ بیشترین پاسخ را می‌دهد. نسبت بین تحریک‌شدگی این دو نوع رنگیزه، برای گیاه معرف تراکم گیاهان دیگر در همسایگیش است، یعنی هرچه نور فروسرخ نسبت به نور سرخ بیشتر باشد، تعداد گیاهان رقیب در محیط هم بیشتر است. این درک نوری اساس رفتارهای رقابتی بین گیاهان را تشکیل می‌دهد (Ballare et al, 1990, Bradburne et al, 1989). دانه‌ها هم با توجه به شدت نوری که به

www.takbook.com

پوسته‌شان می‌رسد، تصمیم می‌گیرند که جوانه بزنند، یا نزنند. شدت نور مورد نظر معرف فاصله دانه تا سطح خاک است (Pratt & Cordonier,1989). گویا این توانایی به رنگیزه فلاوین مربوط باشد که در قارچ‌ها و جلبک‌ها هم وجود دارد (Hader et al, 1988). رنگیزه رودوپسین که در مهره‌داران مهم‌ترین گیرنده نور است، در جلبک‌ها هم یافت می‌شود -(Martin et al, 1986 , Foster et al,1984). مولکولهایی شبیه به این ماده در کهن‌باکتری‌ها[41] هم یافت شده‌است (Schmitz et al, 1982).

رودوپسین، که رایج‌ترین رنگیزه‌ی نوری[42] در جانوران است، از نوعی پروتئین به نام اوپسین[43] مشتق می‌شود. این ماده، با یکی از مشتقات ویتامین A که الکلی است به نام رتینال ترکیب می‌شود. این مولکول اخیر تقریبا برابر است با نیمی از یک مولکول بتا-کاروتن[44]، که پیش‌سازش می‌باشد. این رنگیزه‌ی نارنجی- قرمزی است که در میوه‌های سرخ و نارنجی وجود دارد. چنان که از نامش پیداست، در هویج Carota dacousae فراوان یافت می‌شود. مولکول دو شکل ایزومری دارد، cis-Retinal-11 که حالت عادی و پایه‌ی مولکول است، و all-trans-Retinal که حالت برانگیخته آن است و در مکان کربن 11 دارای پیوند دوگانه است. برخورد نور به این مولکول، موجب تبدیل حالت پایه به برانگیخته می‌شود. هر اوپسین، پروتئینی است با هفت مارپیچ آلفا، که به طور عمودی در غشاء پلاسمایی یاخته‌های گیرنده نور قرار می‌گیرد. مولکول رتینال تقریبا در وسط این پروتئین

---

41 Archaebacterium
42 Photopigment
43 Opsin
44 b-Carotene

www.takbook.com

جای می‌گیرد و نسبت به محور طولی آن عمودی باقی می‌ماند. یک مکانیسم آنزیمی درون‌سلولی برای کنترل عمل رودوپسین وجود دارد، که در عین حال باعث بازگشت رتینال به حالت پایه نیز می‌شود (Rawn,1989).انرژی لازم برای تحریک مولکول رودوپسین، حدود 10^5* 1/4 ژول بر مول است (Ben-Yosef&Rose,1978). یعنی حتی برخورد یک فوتون تنها هم می‌تواند باعث برانگیخته شدن یک مولکول رتینال شود (Waldetal,1968). مولکول رودوپسین به نور فرابنفش هم حساس است، ولی به دلیل جذب شدن این نور توسط عدسی چشم پستانداران، این پرتو در آنها کار مهمی را انجام نمی‌دهد. در آدم و سایر پستانداران ، توانایی جذب عدسی با افزایش سن زیاد می‌شود. ولی حتی در یک انسان جوان هم، تنها 15 ٪ نورهای با طول موج 405 نانومتر به شبکیه می‌رسند، و این مقدار برای طول موج 365نانومتر فقط به 0/1 ٪ می‌رسد. نشان داده شده که مبتلایان به بیماری آب مروارید، که به این علت عدسیشان برداشته شده، قادر به دیدن در زیر نور فرابنفش هستند (Wald et al,1945).

مولکول‌های رودوپسین، با وجود داشتن گیرنده‌های نوری یکسان از جنس رتینال، تفاوت‌هایی با هم دارند. پروتئین اوپسین می‌تواند بسته به برنامه ژنتیکی، تفاوت‌هایی را از خود نشان دهد. نوع اوپسین، اثر مستقیمی بر فعالیت رتینال می‌گذارد. یعنی بیشینه جذب نور در رودوپسین‌های دارای اوپسین‌های مختلف، به بسامدهای متفاوتی مربوط می‌شود. این امر علت اصلی تنوع گیرنده‌های نوری در مهره‌داران است. وجه تمایز اصلی یاخته‌های مخروطی و میله‌ای، از یکسو، و انواع گوناگون یاخته‌های مخروطی از سوی دیگر، به همین دلیل است (Carlson, 1986). تنوع اوپسین‌ها، اساس رنگ‌بینی را در مهره‌داران تشکیل می‌دهد. همگرایی تکاملی در اینجا هم مثل سایر قلمروهای زیست‌شناسی دیده می‌شود. مثلا ماهیان استخوانی، سخت‌پوستان و آب‌بازان–مثل

www.takbook.com

نهنگ و دلفین- همگی بیشترین حساسیت را نسبت به نور آبی نشان می‌دهند، که در اقیانوس‌ها محیط را روشن می‌کند. جالب اینکه ماهیان ساکن آبهای سبز، یا زرد، بیشترین حساسیت را به نورهای مربوط به رنگ محیطشان نشان می‌دهند (Lythgoe et al, 1987,1989). در انسان، و سایر نخستی‌های روزخیز، رودوپسین چهار شکل دارد: یک نوع آن به نور کم حساس است و در میله‌ها متمرکز است، و سه نوع دیگر در مخروطها جای دارند و نسبت به نور شدید پاسخ می‌دهند. این گروه اخیر به ترتیب در طول موج‌های 536، 420و 564نانومتر بیشینه جذب خود را نشان می‌دهند و به ترتیب رنگ‌های سرخ و سبز و آبی را جذب می‌کنند (Lythgoe et al, 1979). در انسان بیشترین حساسیت رنگی در طول‌موج‌های 500-600نانومتر دیده می‌شود. اما در طول موج‌های کمتر از 440 و بیشتر از 660حساسیت به رنگ کم می‌شود (Levi al, 1980 et).

ساده‌ترین شکلی که رودوپسین می‌تواند به خود بگیرد را می‌توان در برخی از باکتری‌ها و موجودات تک‌یاخته‌ای دید. در این حالت رودوپسین در عرض غشای پلاسمایی یاخته جاسازی شده و هیچ ساختار پیچیده‌ای را ایجاد نکرده (Burr et al, 1984). چگالی این مولکول در این موجودات نسبتا کم، و در حدود 20هزار بر میکرومتر مربع است (Krebs & Kuhn, 1977). در تاژک‌داران -به ویژه Euglenida- ساختارهایی پیش‌رفته‌تر وجود دارد.

www.takbook.com

در این موجودات لکه‌ی رنگی[45] سرخی در کنار تاژک‌ها قرار دارد که نسبت به نور حساس است (Barns, 1987). حتی برخی از محققان وجود ساختاری شبیه به عدسی را بر روی این لکه رنگی توصیف کرده‌اند. این لکه از چیزی حدود 40-50 کیسه محتوی رودوپسین که همگی در ارتباط با هم هستند، تشکیل یافته است. در موجودات پیچیده‌تر، که اطلاعات بینایی اهمیتی بیشتر پیدا کرده‌اند، روش‌هایی جدید برای جذب بیشتر نور ابداع شده است. مهم‌ترین مشکلی که بر سر راه سلول‌های گیرنده نور در این موجودات وجود دارد، این است که مقدار رودوپسین موجود بر سر راه نور، برای جذب همه، آن کافی نیست. برای حل این مشکل، رنگیزه‌ها در طبقاتی موازی با هم متمرکز شده‌اند. این طبقات صفحاتی پوشیده از رنگیزه را تشکیل می‌دهند که عمود بر محور تابش نور قرار می‌گیرد و شانس برخورد فوتون‌ها با مولکول‌های حساس را بیشینه می‌کند. به این ترتیب فوتون‌هایی که از یک لایه نشت می‌کنند، توسط لایه بعدی جذب می‌شوند. این لایه‌های موازی در مهره‌داران از تغییر شکل مژک‌ها، و در حشرات از دگرگونی ریزمژک‌ها[46] حاصل می‌شود. به‌طور متوسط، هر هزار چین در طیف جذبی ویژه خود، 25٪ نور در یافتی را جذب می‌کنند (Schmidt et al, 1978). برای مقایسه، بد نیست بدانید که در دوزیست دم‌دار جنس Necturus یاخته‌های میله‌ای دارای 2200لایه هستند (Wald et al, 1963).

مشکل دیگری که در برابر روند زیاد شدن وضوح دید چشمان جانوران پیچیده قرار دارد، این است که یاخته‌های حاوی رنگیزه نوری بیش از حد خاصی نمی‌توانند در شبکیه متراکم شوند. به این سبب هم تعداد

[45] Stigma
[46] Microcillia

www.takbook.com

یاخته‌هایی که می‌توانند در برابر مسیر نور قرار گیرند، محدودند. در ماهیان برای حل این مشکل استراتژی جالبی دیده می‌شود و آن قرار گرفتن میله‌ها در چند لایه موازی با هم است. در اینجا، عملی که یکبار با لایه لایه شدن برای رنگیزه‌ها انجام گرفته بود، بار دیگر برای خود یاخته‌ها صورت می‌گیرد (Locket et al, 1975). این هم یکی از مواردی است که مشاهده‌گر را به یاد اصل خودهمانندی در سیستم‌های برخالی می‌اندازد. یک راه دیگر، این است که عرض یاخته‌های میله‌ای موجود در چشم کم شوند، تا تعداد کل یاخته‌ها افزایش یابد. چنین راه‌حلی در پرندگان شکاری راسته Falconiformes –مثل عقاب– به کار گرفته شده (Snyder et al, 1990).

نیمه‌عمر مولکول رودوپسین در حالت پایه هزار سال است، یعنی در هر هزار سال، 50 ٪ احتمال دارد که یک مولکول رودوپسین خود به خود برانگیخته شود. با توجه به این که در هر یاخته میله‌ای 200 میلیون مولکول رودوپسین وجود دارد، می‌توان چنین نتیجه گرفت که در هر دقیقه در هر یاخته‌ی‌میله‌ای، یک مولکول رودوپسین خود به خود فعال می‌شود (Yau et al, 1979). به دلیل پردازش دقیق و پیچیده اطلاعات بینایی، این نوفه‌های تصادفی اختلالی در دید ایجاد نمی‌کنند. دیدن لکه‌هایی روشن در تاریکی مطلق، مهم‌ترین پدیده‌ای است که از این نوفه‌ها نتیجه می‌شود.

در موجودات ساده‌ای مثل Halobacterium تنها یک نوع مولکول برای درک نور وجود دارد. رنگیزه‌ی یکتای مزبور در طول‌موج‌های مختلف فعالیت‌های متفاوتی از خود آشکار می‌کند. این موجودات رنگ‌های گوناگون را با توجه به شدت فعالیت این مولکول‌ها درک می‌کنند (Armitage et al ,1988). در سوی دیگر درخت تکاملی جانوران، حشرات دارای بهترین رنگ‌بینی هستند. توانایی بعضی از آنها در درک نورهای مختلف، در جهان جانوران منحصر به فرد است. گیرنده‌های نورانی حشرات بیشینه حساسیت خود را نسبت به

www.takbook.com

طول‌موج‌های 350 نانومتر فرابنفش و 450 نانومتر سبز نشان می‌دهند. پس چنین به نظر می‌رسد که در حشرات معمولی رنگ‌هایی که درک می‌شوند، ترکیبی از این دو رنگند. زنبور عسل در منحنی حساسیتش به نورهای مختلف، سه قله دارد، یعنی این حشره هم ترکیبی از سه رنگ را می‌بیند. این سه رنگ عبارتند از: فرابنفش 340 نانومتر ، سبز 440 نانومتر ، و زرد 550نانومتر (Lythgoe et al, 1979). توانایی رنگ‌بینی حشرات، به ویژه اعضای راسته نازک‌بالان Hymenoptera تکامل موازی جالبی را در میان گیاهان و حشرات باعث شده است.

می‌دانیم که رنگ‌های گوناگون و جذاب گل‌ها، و همچنین شکلشان، تمهیدی تکامل‌یافته‌اند برای جذب حشرات به گل‌هایی که نیازمند گرده‌افشانی‌اند. نکته جالب این‌که بیشتر گل‌هایی که به نظر ما سفید و معمولی می‌آیند، در چشمانی که نور فرابنفش را می‌بیند، رنگین و زیبا جلوه می‌کنند (Eisner et al, 1969). پروانگان برعکس زنبوران به نور قرمز بیشتر حساسند، و بنابراین گل‌هایی که توسط این حشرات گرده‌افشانی می‌کنند، رنگ سرخ دارند (Hintonetal,1973). اطلاعاتی که به این ترتیب از گل‌ها به گیاهان منتقل می‌شود قاعدتا پیام‌هایی هستند که وجود شهدهایی شیرین را در گل نوید می‌دهند. و پاسخی که حشره به این پیام می‌دهد، نه تنها سیر شدن خودش است، که منتقل کردن گرده‌های گل هم هست. این یک نمونه زیبا از انتقال اطلاعات در جهان زنده است. گل‌ها با ترشح شهدهای شیرین خوشایند حشرات و فرستادن پیام‌هایی که وجودشان را خبر می‌دهند،دست به یک سرمایه گذاری سودمند می‌زنند. آنان در نقابل مقابل این صرف انرژی –برای تولید شهد و رنگیزه‌های زیبا– سودی بزرگ می‌برند، و آن هم استفاده از حشرات برای گرده‌افشانی است. به سادگی می‌توان دید که در اینجا یک پیام نرم‌افزاری –رنگ جذاب – فرستاده می‌شود، تا فرستادن یک پیام سخت‌افزاری –کدهای ژنتیکی گیاه نر– انجام گیرد. موفقیت این استراتژی تکاملی نیازی به اثبات ندارد، به سادگی می‌توان دید که در حال حاضر

www.takbook.com

موفق‌ترین گیاهان، گیاهان گلدار هستند. موفق‌ترین حشرات هم به ترتیب عبارتند از: قاب‌بالان Coleoptera پروانگان Lepidoptera و نازک‌بالان Hymeniptera که همگی در گرده‌افشانی نقش دارند و بنابراین می‌توانند از شهد گلها استفاده کنند .

www.takbook.com

شرایط محیطی	شدت نور (فوتون بر سانتیمتر مربع بر ثانیه بر نانومتر)
روز آفتابی	10^{14}
روز ابری	10^{13}
هنگام سپیده دم	10^{11}
نور مهتاب	10^{8}
شب بدون ماه (نور ستارگان)	10^{6}
شب بی‌ماه ابری	10^{5}
ژرفای هزار متری زیر اقیانوس (در روزی آفتابی)	10^{6}

www.takbook.com

وضوح دید[47]، بنابر تعریف فیزیکی آن، عبارت است از آستانه توانایی یک سیستم نوری برای تمیز دادن دو نقطه نزدیک به هم. یا به عبارت دیگر، تفاوت مکانی آستانه لازم بین دو نقطه است تا یک سیستم گیرنده بتواند بین آن دو تفاوت قایل شود. وضوح دید یک چشم مرکب، بستگی به طول موج نور تابیده شده بر آن دارد. خود طول موج هم کمیتی است وابسته به قطر اوماتیدی‌ها و زاویه قرارگیری آنها نسبت به هم. یعنی : $\lambda/2 = \varphi d$ که در آن lنماد طول موج نور مرئی، dنشانگر قطر هر اوماتیدی و jبیانگر زاویه دو اوماتیدی همسایه است. می‌توان این برابری را از معادله‌ی بالا نتیجه گرفت:

$$\lambda/2 = \varphi r \sin\varphi = r\varphi^2$$

که در آن rنشانگر قطر کل چشم است (Land et al, 1981). به این ترتیب مشخص است که در حشرات وضوح دید به مربع اندازه چشم بستگی دارد (Kirschfeld et al, 1976). آشکار است که این عامل، یعنی قطر چشم، تنها عامل موثر در وضوح دید نیست. در این معادله، برای پرهیز از پیچیدگی سایر شرایط محیطی همه استاندارد فرض شده‌اند در حالی که در جهان خارج همواره چنین نیست. مثلا در محیط آبی، پراکنش و جذب نور بیشتر است، و در نتیجه وضوح دید کاهش می‌یابد. در نتیجه دید در هوا بسیار دقیق‌تر از دید در آب است. این امر حتی برای ماهیان هم راست است. شاهد ما بر این مدعا، رفتار آشنای ماهیان است که از آب بیرون

[47] Resolution

www.takbook.com

می‌پرند تا شکارچیان احتمالی را بهتر ببینند. وضوح با بسامد نور دریافتی هم رابطه دارد. هرچه بسامد نور دریافتی بیشتر باشد، وضوح هم بیشتر می‌شود. به همین دلیل هم چشم بیشتر جانوران به عنوان یک صافی برای نورهای کم بسامد عمل می‌کند. لکه زرد هم، در نخستی‌ها، چنان که از نامش پیداست، رنگ زرد را جذب می‌کند. ناگفته پیداست که بالا بودن بسامد نور، تا حدی برای چشم مفید است و بسامدهای خیلی بالا، –در حد فرابنفش– برای شبکیه خطرناکند.

تباین[۴۸] بنابر تعریف فیزیولوژیکش، عبارت است از تفاوت آستانه بین دو نور، که لازم است تا گیرنده‌ای بین آن دو تفاوت قایل شود. این تفاوت می‌تواند در درخشش، یا طول موج باشد. در انسان، بسته به نوری که محیط را روشن می‌کند، تباین لازم برای درک اشیا می‌تواند تا هزار برابر افزایش یابد (Jeske et al, 1988). چشم برای تنظیم شدت نوری که واردش می‌شود، به دستگاه مردمک مجهز است. این سیستم تنظیم کننده نور، می‌تواند تا ده برابر شدت نور را کم و زیاد کند. البته این مقدار برای حفاظت چشم کافی نیست. چرا که نوسانات شدت نور در محیط زیست انسان خیلی شدیدند. مثلا در یک روز آفتابی معمولی، شدت نور حدود صد میلیون‌بار بیشتر از یک شب بدون ماه است (Dusenbery, 1992). در انسان اگر تباین شدت نور تابیده از جایی نسبت به محیطش از 30٪ بیشتر شود، آن نقطه به عنوان منبع نور درک می‌شود (Marr et al, 1982,1986). در جدول زیر شدت تابش‌های گوناگون را در شرایط معمولی می‌بینید.

---

[48] Contrast

www.takbook.com

نور، علاوه بر مفاهیم مربوط به کیفیت ماده‌ی فرستنده‌اش، می‌تواند اطلاعات دیگری را هم منتقل کند. یکی از مهم‌ترین این اطلاعات، مسایل مربوط به جهت تابش نور است. در باکتری‌ها، به دلیل کوچکی اندازه‌ی موجود و گیرنده‌هایش، تعیین جهت تابش نور –در دامنه‌ی طول موج مرئی– ممکن نیست (Foster & Smith, 1980). در آغازیان تک‌یاخته‌ای دارای رنگیزه نوری مثل مژک‌داران و تاژک‌داران ، اندازه بدن آنقدر بزرگ است که نور گذر کرده از بدن تغییر شدت و بسامد محسوسی را تولید می‌کند. در این موجودات درک جهت نور با توجه به پدیده Tropotaxisممکن است (Hader et al, 1987). پدیده مشابهی در آمیب‌ها هم دیده می‌شود (Nultsch & Hader, 1988). در جانوران پرسلولی، گذشته از چند نمونه که پسرفت تکاملی داشته‌اند،درک جهت نور ممکن است. هرچه چشم بزرگتر باشد، جهت‌یابی به کمک نور بهتر انجام می‌گیرد. در عین حال اگر فاصله بین دو گیرنده از دو برابر طول موج رسیده به آن –حدود یک میکرومتر– بیشتر شود، فوتون‌ها گیرنده‌ای به گیرنده همسایه نشت خواهند کرد، و وضوح دید کم می‌شود. بنابراین در این میان مقدار بهینه‌ای وجود دارد که چشم بیشتر جانوران بر آن اساس کار می‌کند.

از بین اطلاعات دیگری که از یک دسته پرتو قابل‌استخراج هستند، بی‌تردید درک فاصله اهمیت زیادی دارد. دریافتن این مطلب که منبع بازتاباننده –یاتاباننده– نور تا گیرنده چه فاصله‌ای دارد، برای موجود ارزش فراوانی دارد. برای انجام این کار، در طبیعت سه راه وجود دارد:

www.takbook.com

الف: ساده‌ترین کار این است که تفاوت‌های تصاویر ارسال شده به یک گیرنده در وضعیت‌های مکانی متفاوت آن گیرنده مورد تحلیل قرار گیرد. این رویکرد به مشکل با عنوان اختلاف دیدگاه[۴۹] شهرت یافت است. این روش در واقع مقایسه تصاویری است که از یک جسم به گیرنده‌ی تنهای متحرکی می‌رسد. به این ترتیب با این مقایسه هرچه جسم مورد نظر به گیرنده نزدیک‌تر باشد، اختلاف فاصله‌اش نسبت به عناصر زمینه، بیشتر خواهد بود. در جانوران بزرگ‌جثه‌ی پیچیده، که درک فاصله برایشان ممکن و مهم است، حرکات چشم همیشه وجود دارد. این حرکات از یک‌سو از سازگار شدن گیرنده‌های نوری نسبت به محرک‌ها جلوگیری می‌کند و تداوم تصاویر را حفظ می‌کند، و از سوی دیگر توانایی درک فواصل را فراهم می‌آورد. جنبش عضلانی خفیف سه عضله حرکت دهنده چشم در مهره‌داران و حرکت مداوم[۵۰] سر جانوران فاقد این جنبش مثل مار و سوسمار و جغد سازشی برای نیل به این مقصود می‌باشند. در حشرات هم استفاده از چنین روشی رواج دارد. مثال آشنایی که می‌توان ذکر کرد، پریدن ملخ است. ملخ پیش از پریدن بدنش را کمی حرکت می‌دهد و بعد می‌پرد. این عمل در واقع راهی است برای تخمین درست‌تر فاصله‌ای که باید پریده شود (Wehner et al, 1981).

ب: راه دیگر این است که نور رسیده به دو یا چند گیرنده –که با هم فاصله دارند– با هم مقایسه شود. این رویکرد بانام دید دوچشمی[۵۱] مشهور است. در چشمان انسان، تفاوت زاویه دید دو چشم می‌تواند تا اختلاف چند ثانیه درک شود، و این کاملا برای درک فاصله کافی‌است. پردازش مغزی داده‌های مربوط به دو چشم، که به

---

[49] Motion parallax
[50] Tonus
[51] Binocular vision

www.takbook.com

درک فاصله می‌انجامد، با وجود پیچیده بودن با موفقیت مدلسازی شده و در صنایع روباتیک از آن استفاده می‌شود (McCoffey,1990). کمیت مهمی که در این مدلسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد، نسبت بین کل زاویه قابل‌مشاهده توسط گیرنده‌ها، و زاویه‌ای است که تصاویر دریافت شده در آن دو برهم‌افتادگی[۵۲] دارند. در جهان زنده هم چنین کمیتی برای پژوهشگران کاربرد تحلیلی دارد. چشمان آدم با 180درجه میدان دید، در 130درجه برهم‌افتادگی دارند.در گربه، زاویه میدان دید 187درجه است که 99درجه از آن برهم می‌افتند. در عین حال، در خرگوش که دیدی 360درجه‌ای دارد، -یعنی می‌تواند پشت سرش را هم ببیند،- برهم‌افتادگی تنها 24درجه است. در حشرات، به دلیل کوچک بودن اندازه کلی چشم، درک فاصله فقط در حد چند میلی‌متری گیرنده ممکن است (Wehneretal,1981).

پ: راه سومی که برای تشخیص فاصله وجود دارد، عبارت است از تطابق[۵۳] این عمل در اصل همان حرکات غیرارادی عدسی چشم مهره‌داران است. این بازتاب عصبی برای متمرکز کردن تصویر اشیای دور و نزدیک بر شبکیه سازگار شده است. اگر جانور بتواند درجه خمیدگی عدسی چشم خود را تخمین بزند، می‌تواند فاصله جسمی را هم که عدسی بر آن متمرکز شده، تخمین بزند. شواهد در مورد به کارگیری این روش در جانوران اندک است و گویا تنها مهره‌داران خشکی‌زی از آن بهره می‌برند. بهترین نمونه از این رویکرد، در

[52] Overlap
[53] Accomodation

www.takbook.com

آفتاب‌پرست[54] دیده می‌شود. این جانور از این راه برای تخمین فاصله حشرات با خودش استفاده می‌کند و بعد با حرکت زبان آنها را شکار می‌کند (Lythgoe et al, 1979).

ت: راه‌های دیگری هم برای تخمین فاصله وجود دارد، که من در اینجا به مجموع همه نام رویکرد پردازشی را می‌دهم. این رویکرد بیشتر به کارهایی مربوط می‌شود که مغز جانور برای تحلیل داده‌های بینایی، بر آنها اعمال می‌کند. این کارها دیگر به دستگاه گیرنده ربطی ندارند و بیشتر به سیستم پردازنده وابسته‌اند. در اینجا فهرستی از روش‌های گوناگون این رویکرد را می‌آورم:

یک راه، عبارت است از استفاده از برگه‌های دیگر موجود در محیط. یعنی جایی که جسم مورد نظر در زمینه‌ای آشنا دارد، می‌تواند به عنوان نشانه‌ای برای تخمین اندازه‌اش و فاصله‌اش به کار رود.

راه دیگر، بهره‌گیری از اندازه نسبی اشیای آشناست. اگر جسمی که اندازه‌ای مشخص دارد، بر شبکیه به اندازه‌ای مشخص دیده شود، می‌توان با یک تناسب ساده به فاصله آن تا شبکیه پی برد. این روش به ویژه در رفتار جفتگیری مگس‌های نر اهمیت دارد (Wehner et al, 1981). برهم‌افتادگی عناصر موجود در میدان دید هم می‌تواند به عنوان یک برگه برای تخمین فاصله‌ها به کار رود. استفاده از تصویر اشیای آشنای موازی هم می‌تواند چاره‌ساز باشد، چون خطوط موازی در فواصل دورتر به هم نزدیکتر می‌شوند. از روی بافت اشیای آشنا هم می‌توان به فاصله پی برد. هرچه فاصله بیشتر باشد، بافت‌های خشن و پر چین و شکن صاف‌تر جلوه می‌کنند.

محتوای اطلاعاتی دستگاه بینایی

---

[54] Chameleo

www.takbook.com

در نور یک روز عادی، چشمان یک انسان 10^{12} فوتون را در هرثانیه جذب می‌کنند. اگر محتوای اطلاعاتی این درونده را 10فوتون برای هر بیت فرض کنیم، به این نتیجه می‌رسیم که چشمان یک انسان در هر ثانیه 10^{11}بیت اطلاعات دریافت می‌کند. در چشمان انسان، به طور متوسط 8^{10}گیرنده نوری وجود دارد. اگر هر گیرنده تنها دو حالت رفتاری داشته باشد، یعنی شلیک بکند، یا نکند. و بسامد تولید پتانسیل فعالیت هم 100هرتز باشد، آنوقت کل اطلاعاتی که می‌تواند توسط گیرنده‌ها کد شوند، 10^9بیت بر ثانیه خواهد بود. با محاسبه‌ی مشابهی می‌توان به این نتیجه رسید که عصب بینایی که تعداد نورون‌هایش از گیرنده‌ها کمتر است توان اطلاعاتی‌ای در حدود 10^8بیت بر ثانیه دارد. که تباین قابل درک برای چشم انسان، در حدود 30-40پله در نظر گرفته می‌شود. یعنی می‌توان 30-40 درجه از درخشش را در یک نور تک‌فام تشخیص داد. بر این اساس (چون 2^5 = 32)، 5 بیت برای بیان تباین رنگ‌ها کافی می‌باشد (Grusser&Grusser-Corne,1978). تعداد کل رنگ‌های قابل درک توسط چشم انسان، هفده‌هزار تا تخمین زده می‌شود، به این ترتیب برای انتقال کل رنگ‌های موجود، (2^{14} = 16384) تنها به 14بیت اطلاعات نیاز هست (LeGrand et al, 1968).

چشم‌هایی که دارای یک عدسی هستند، کل از وضوح دید بیشتری برخوردارند. ولی در مواردی که اندازه کلی چشم اندک است، -مثل چشم حشرات- وجود یک مانع شکننده در سرراه نور کافی نیست، و به این دلیل هر دسته گیرنده به عدسی خاص خود نیاز دارند. حشرات علاوه بر چشم مرکب به چشم ساده هم مجهزند که توانایی تشکیل تصویر را ندارد، ولی با سرعت بیشتری اطلاعات را منتقل می‌کند. این وسیله به ویژه در جهت‌یابی افقی کمک موثری به حشره می‌کند (Wehner et al, 1987,Mohl et al ,1989).

www.takbook.com

در جانوران پیچیده‌تری مثل مهره‌داران و حشرات، دستگاه بینایی پیچیدگی و تکامل زیادی پیدا می‌کند و درکی دقیق و گسترده را از جهان خارج به دست می‌دهد. صاحبان بهترین قدرت بینایی در وابستگان به این دو شاخه، -یعنی پرندگان و حشرات- تنها جانورانی هستند که حجم چشمانشان از حجم مغزشان بیشتر است (Landetal,1981).

www.takbook.com

راه عصبی بینایی و مراکز مغزی مربوط به آن

آکسون‌های سازنده‌ی عصب بینایی در انسان، از نورون‌هایی سرچشمه می‌گیرند که اطلاعات خود را مستقیما از گیرنده‌های نوری شبکیه دریافت می‌کنند. این یاخته‌های‌گره‌ای[۵۵] سه نوعند. گروهی که قطر زیادی داشته و به نام Y مشهورند، اطلاعات حاصل از مخروطها با هم جمع می‌کنند. این یاخته‌ها با دید دقیق ارتباط دارند. یاخته‌های دیگری که اندازه کوچکی دارند، –و به نام X مشهورند،– اطلاعات مخروطها را از هم کم می‌کنند. این یاخته‌ها با رنگ‌بینی مربوطند. یک دسته کوچک از یاخته‌های گره‌ای هم وجود دارد که به نام W خوانده می‌شود و مسیرش با دیگران فرق می‌کند. سرعت انتقال پیام در آکسون‌هایی که از این یاخته‌ها سرچشمه می‌گیرند با یکدیگر فرق می‌کنند. راه عصبی ناشی از گره‌های Y قطورترین آکسون‌ها –و بنابراین سریعترین انتقال–، و راه مربوط به W نازک‌ترین آکسون‌ها را دارند (Carlson, 1986).

آکسون‌های این سه راه با هم متحد شده و در قالب یک عصب با ساختار چهار لایه‌ای، مسیر بینایی را تشکیل می‌دهند. این مسیر از هر چشم تا اجسام زانویی کناری (LGB[۵۶]) هسته‌هایی با ساختار شش لایه‌ای در تالاموس ادامه می‌یابد. اعصاب بینایی مربوط به چشم راست و چپ، پیش از رسیدن به هسته‌های زانویی، در محل صلیب‌بینایی[۵۷] با یکدیگر تقاطع حاصل می‌کنند و در این محل برخی از آکسون‌ها از مسیر قبلی خود منحرف

[55] Ganglion cell
[56] Lateral geniculate body
[57] Optic chiasma

www.takbook.com

می‌شوند. به این معنی که آکسون‌های مربوط به بخش میانی[۵۸] شبکیه به نیمکره‌ی مقابل مغزی می‌روند، اما آکسون‌های بخش کناری[۵۹] راه خود را به سوی نیمکره‌ی همسوی چشم ادامه می‌دهند. این تقاطع اعصاب بینایی در جانوران گوناگون اشکال مختلف به خود می‌گیرد. در خزندگان، پرندگان و بسیاری از پستانداران دیگر، این تقاطع کامل است و هر چشم اطلاعات خود را منحصرا به نیمکره مقابل می‌فرستد. تقاطع ناقص موجود در انسان و دیگر نخستی‌ها را معلول دید دوچشمی در آنها می‌دانند. در این موجودات دو چشم کمابیش در یک صفحه قرار دارند و چنان که گفتیم بر هم افتادگی در دو میدان دید قابل‌ملاحظه است. به این علت اطلاعات دریافتی از یک چشم برای هردو نیکره ارزشمند است. در نتیجه این تقاطع ناقص، آکسون‌هایی که به جسم زانویی می‌رسند، به هردو چشم مربوطند.

جسم زانویی در اصل هسته‌ایست در تالاموس، که دارای ساختار شش لایه‌ای مشهور موجود در قشر نوی[۶۰] آدمیان است. چهار لایه خارجی این هسته دارای یاخته‌هایی کوچکند و به همین دلیل هم Parvocelular نامیده می‌شوند. لایه‌های اول و دوم برعکس دارای نورون‌های درشتی هستند و با نام Magnocelular خوانده می‌شوند. در هر جسم زانویی، لایه‌های 1، 4و 6 آکسون‌های مربوط به چشم مقابل را دریافت می‌کنند و لایه‌های 2، 3و 5 برای چشم همان طرف اختصاص یافته‌اند. یاخته‌های کوچک این هسته با راه بینایی X و سلول‌های بزرگ آن با راه Y ارتباط حاصل می‌کنند.

---

58 Nasal
59 Temporal
60 Neocortex

www.takbook.com

دو عصب بینایی پس از تقاطع و گذشتن از جسم زانویی راه خود را در قالب راه زانویی[۶۱] به سوی قشر مخ ادامه می‌دهند. آکسون‌های راه زانویی در بخش پسین نیمکره‌ها واگرایی پیدا می‌کنند و راه بادبزن مانندی را ایجاد می‌کنند که تشعشع بینایی[۶۲] نامیده می‌شود. این تشعشع در نهایت به قشر پس‌سری منتهی می‌شود که محل انجام پردازش‌های عالی بینایی در مغز است.

محل ختم اعصاب بینایی، با منطقه – 17براساس نامگذاری بافت شناختی برودمن– منطبق است. این ناحیه اطراف شیار Calcarin را شامل می‌شود. قشر پس سری برای پردازش کامل داده‌های بینایی، با دیگر بخش‌های قشر مخ همکاری می‌کند. نشان داده شده که بخش زیرین لوب گیجگاهی[۶۳] – جایی که به نام سیستم زیرین[۶۴] خوانده می‌شود– در تشخیص اشیای آشنا و درک تصاویر جزیی و بازشناسی عناصر تصویری نقش مهمی را ایفا می‌کند. همچنین بخش پشتی لوب آهیانه‌ای[۶۵] – جایی که به نام سیستم زبرین[۶۶] مشهور است،– چنین نقشی را برای درک روابط بین اجزا و درک فضایی و تحلیل کل‌گرایانه ایفا می‌کند. باید به یاد داشت که پردازش اطلاعات در دستگاه عصبی، تنها به بخش خاصی منحصر نیست و کل سیستم در این کار را انجام می‌دهد. در دستگاه بینایی هم در خود شبکیه پردازش داده‌ها شروع می‌شود، و به کمک پدیده‌هایی مثل مهار جانبی[۶۷]، مفاهیمی مثل خط،

---

[61] Geniculate tract
[62] Optic radiation
[63] Inferior Temporal
[64] Ventral system
[65] Posterior Parietal
[66] Dorsal system

[67] Lateral inhibition: پدیده‌ای است که در گیرنده‌های نوری شبکیه مشاهده می‌شود. به طور خلاصه یعنی مهار شدن فعالیت یک گیرنده، در اثر فعالیت گیرنده همسایه‌اش. این پدیده به ایجاد خط و مرز بین اشکال می‌انجامد.

www.takbook.com

نقطه و مرز بین اشکال معنی می‌یابند. این توانایی پردازش در سایر بخش‌های سیستم عصبی هم کمابیش وجود دارد. ولی پردازش خودآگاه داده‌های بینایی همیشه در قشر مخ انجام می‌گیرد.

تصویری که بر شبکیه می‌افتد، پس از انتقال به مناطق دیگر مغزی، شکل فضایی خود را حفظ می‌کند. یعنی نقاطی که در شبکیه در کنار هم قرار دارند، در مراکز عالیتر هم در کنار هم قرار می‌گیرند. به این ترتیب نقشه جغرافیایی شبکیه در برخی از مراکز دیگر مغزی بازنمایی می‌شود. جسم زانویی اولین مرکز بازنمایی این داده‌هاست. بر این هسته نقشه شبکیه به خوبی دیده می‌شود. نقشه مورد بحث در لوب پس‌سری قشر مخ نیز دیده می‌شود. علاوه بر مسیرهایی که تا اینجا به آن اشاره شد، دو راه عصبی کوچک دیگر هم وجود دارد. نخست، راهیست که از عصب بینایی تا ناحیه پیش‌بامی[۶۸] واقع در مغز میانی کشیده می‌شود. این راه در برجستگی‌های زبرین[۶۹] ختم می‌شود، و بازتاب‌های مربوط به عضلات چشم و عدسی را ایجاد می‌کند. حتی بر این هسته نیز نقشه‌ای از شبکیه وجود دارد. راه دیگر از صلیب بینایی به هسته‌ی بالای صلیبی[۷۰] در هیپوتالاموس کشیده می‌شود و داده‌های مورد نیاز برای تنظیم ساعت درونی را در اختیار این هسته قرار می‌دهد.

---

[68] Pretectal area
[69] Superior colliculus
[70] Suprachiasmic nucleus

www.takbook.com

ویژگی‌های صوت

صوت، عبارت است از ارتعاش مولکولهای یک سیال. این ارتعاش، ایجاد امواجی عرضی را می‌کند که از نواحی پرفشار و کم فشار متوالی‌ای تشکیل شده است. اختلاف فشار ایجاد شده در اثر موج صوت را می‌توان از معادله زیر به دست آورد:

$$V_s\ V_p\ P_s = \rho$$

که در آن P_s نشانگر اختلاف فشار ناشی از صوت، V_s نماد سرعت پراکندگی صوت، V_p بیانگر سرعت ذرات سیال، و r معرف چگالی سیال است. از آنجا که چگالی آب هزار برابر بیشتر از هواست، فشار صوت درون آب هم هزار برابر فشار صوت درون هوا می‌شود.

شدت صوت، عبارت است از انرژی ناشی از موج صوت، که در هر واحد سطح عمود بر امتداد گذر صوت وجود دارد. این کمیت را می‌توان از این معادله محاسبه کرد: $I=P_s V_p(P_s^2/V_s\ \rho)$

که در آن I نشانگر شدت صوت است (Michelsen et al, 1983).

سطح فشار صوت، کمیتی است که از برابری‌های بالا مشتق می‌شود و نسبت فشار صوت است، به فشار سیال. این مقدار را از این برابری می‌توان حساب کرد: $SPL=20 \log (P_s/P_0)$

www.takbook.com

که در آن SPL نشانگر سطح فشار صوت[71] برحسب دسی‌بل ، و P_0 نماد فشار استاندارد سیال است. این فشار برای هوا برابر $2 * 10^{-5}$ نیوتون بر متر مربع، و برای آب برابر 10^{-6} نیوتون بر متر مربع است (Urick et al, 1983).

کمیتی مشابه را می‌توان برای شدت صوت هم تعریف کرد.

آستانه شنوایی در انسان، –که برابر 3 کیلوهرتز است،– تقریبا برابر است با فشار صوتی معادل 10^{-5} نیوتون بر متر مربع،یا 20 میکروپاسکال. شدت این صوت، 10^{-12} وات بر متر مربع است. حرکات عادی هوای گرم معمولی، امواجی را ایجاد می‌کند که تا 120 این آستانه فشار و شدت می‌رسند (Newmann, 1972 & Meyer).

راه عصبی شنوایی و مراکز مغزی مربوط به آن

در هر گوش انسان، حدود 1900نورون ارتباط بین مغز و گیرنده‌های شنوایی و تعادلی را برقرار می‌کنند. جسم سلولی این نورون‌ها در هسته‌ی دهلیزی قرار دارد. این هسته پیام‌های تعادلی خود را به لوب Floculonodular در مخچه، می‌فرستد. این ناحیه پیام‌های دیگری را هم از راه fasciculus Medial

[71] Sound Pressure Level

www.takbook.com

longitudinal به مغز می‌فرستد و از آن راه بر مراکز کنترل کننده حرکات چشم اثر می‌کند. یک مسیر فرعی دیگر این هسته را با تالاموس و بعد هم قشر مغز مربوط می‌کند (گانونگ, . 1991).

مراکز اصلی پردازش داده‌های شنوایی در مغز انسان، در قشر مخ و در لوب گیجگاهی[۷۲] قرار گرفته‌اند. بخشهایی از این لوب، برای تشخیص و درک ترکیبات صداها تخصص یافته‌اند، و به ویژه در نیمکره‌ی غالب مغز، مراکز بسیار تخصصی شده‌ای وجود دارد که کارکرد ویژه‌اش درک زبان است. این مراکز در بیش از 90 ٪ از آدمیان در ناحیه‌ی موسوم به ورنیکه، در نیمکره‌ی چپ قرار دارد. ناحیه‌ی مشابهی در میمونها و سایر پستانداران تحلیل پیامهای صوتی را بر عهده دارد. ساختارهایی موازی با این بخشها، در مغز پرندگان آوازه‌خوانی مانند قناری هم شناسایی شده است. در جانوران دیگر جز انسان نیز، این غلبه‌ی نیمکره‌ی چپ بر راست مصداق دارد و عدم تقارن مورد بحث در سایر گونه‌ها هم دیده می‌شود.

در مورد حس شنوایی می‌توان بسیار گفت و بسیار نوشت. از آنجا که بحثهای مربوط به عصب‌شناسی زبان را در جاهایی دیگر به تفصیل آورده‌ام، در اینجا نیازی به تکرار آن نمی‌بینم. پس از این مبحث می‌گذرم و علاقمندان به آشنای بیشتر با ساختار و عملکرد دستگاه شنوایی را به خواندن مراجع یاد شده در انتهای این نوشتار تشویق می‌کنم.

حس گرما

---

[72] Lobus Temporalis

www.takbook.com

دما، در مفهوم فیزیکی‌اش عبارت است از جنبش مولکول‌های یک جسم مادی. این کیفیت، با توجه به نقش مهمی که در فرآیندهای فیزیولوژیک بدن موجودات زنده بازی می‌کند، یک سرچشمه اطلاعاتی ارزشمند است. توانایی درک گرما، در همه موجودات زنده جانوری وجود دارد.

سرچشمه اصلی گرما بر زمین هم، مثل نور، خورشید است. تنها استثنا در این مورد برخی از منابع گرمایی نادری هستند که از درون خود زمین منشأ می‌گیرند. انرژی مرکز گداخته‌ی زمین، پس از آنکه توسط پدیده انتشار به سطح خاک می‌رسد، تنها گرمای نامحسوسی را ایجاد می‌کند. مقدار این گرما عبارتست از 10^{-6} * 4/1 کالری بر سانتی‌متر مربع در ثانیه (Garland et al, 1971). انرژی گرمایی خورشیدی، توسط امواج الکترومغناطیسی به زمین منتقل می‌شود. خورشید که از نظر فیزیکی همتای یک جسم سیاه با نشر[۷۳] بین 0/05- 0/95 است، امواجی را آزاد می‌کند انرژی‌شان با توان چهارم دمایش نسبت مستقیم دارد. باتوجه به دمای خورشید، طول‌موج این امواج الکترومغناطیس، بین 17تا 700 نانومتر می‌شود. این امواج همان آفتاب و نور خورشید را تشکیل می‌دهند (Davidson et al, 1972).

حتی باکتری‌ها هم برای درک گرما سازش یافته‌اند و حرکاتشان به شکلی است که همواره پیگیری شیب گرمایی خاصی را برایشان ممکن می‌سازد (Maea et al, 1976). مثال مشهور دیگری که در مورد این حس در جانوران پست وجود دارد، توانایی انگل‌های جانوران خون‌گرم است، برای درک دمای بدن میزبانشان (Cohen et al, 1980). این امر حتی در

---

[73] Emissivity

www.takbook.com

مورد زنبوران انگل هم مصداق دارد. این موجودات هم با توجه به گرمای تولید شده توسط لاروهای قاب‌بالان – که در زیر پوسته درختان زندگی می‌کنند،– مکانشان را تشخیص داده و بدون در دست داشتن برگه‌ی دیگری، تنها به این وسیله آنها را مورد حمله قرار داده و در بدنشان تخم می‌گذارند (Richardson&Bordebn,1972). موجودی به سادگی کپک مخاطی هم می‌تواند دما را حس کند. این موجود در اصل از توده‌ای هسته تشکیل یافته که در یک زمینه سیتوپلاسمی شناورند. با این وجود، حرکات کند آن هدفمند است و می‌تواند از محیط با دمای نامطلوب –با اختلاف دمایی در حد چند درجه سانتی‌گراد– به محیط مطلوب گرماییش برود (Withacker & Poff, 1980). کپک مخاطی در ابعاد میکروسکوپی به اختلافات دمایی در حد 05/0درجه سانتی‌گراد بر سانتی‌متر هم واکنش نشان می‌دهد (Bonneretal,1850 ,Poff & Withacker,1877). شواهد جدیدتر نشان می‌دهند که این موجود در مرحله‌ای از چرخه‌ی رشد خود –موسوم به Pseudoplasmodium –که در کل تنها صد میکرومتر قطر دارد، می‌تواند به شیب‌های گرمایی در حد $5*10^{-4}$ درجه سانتی‌گراد پاسخ دهد (Dusenberyetal,1988). نشان داده شده که برخی از کرم‌های لوله‌ای خاکزی با توجه به حساسیت گرماییشان، –که چیزی در حد دقت کپک مخاطی است،– می‌توانند فاصله خود را تا سطح خاک تعیین کنند (Dusenberyetal,1989). درک این فاصله برای این کرم‌ها اهمیتی حیاتی دارد. این جانوران درک گرمایی خود را نه تنها نسبت به تغییرات دمای موجود بر سطح، بلکه بر تغییرات فضایی دما هم آشکار می‌کنند (Dusenbery&Gould,1985).

www.takbook.com

در میان مهره‌داران، حساس‌ترین گیرنده گرمایی شناخته شده به مارهای افعی دارد. در اطراف بینی این مارها حفراتی وجود دارد که به نام حفرات چهره[۷۴] یا اندام‌های حفره‌ای مشهورند. هریک از این حفره‌ها، به یک گیرنده گرمایی حساس مجهزند. این گیرنده ورقه‌ای است با ضخامت 10-15میکرومتر و سطح 3-4میلی‌متر مربع، که به صورت آزاد در این حفره آویزان است. این ورقه دارای ظرفیت گرمایی ویژه اندکی است و با موج‌های کوتاه‌موج به راحتی گرم می‌شود. از انتهای این گیرنده، حدود 3500نورون به آن وارد می‌شوند و در آن پراکنده می‌شوند. نور فروسرخ در برخورد با این گیرنده، آن را گرم می‌کند و در نهایت موجب تحریک نورون‌ها می‌شود (Newmann&Hartline,1982).

توانایی نظری این گیرنده برای گرفتن دما، حدود $7*10^{-8}$ درجه سانتی‌گراد است، ولی از آنجا که نوسانات گرمایی خود ورقه‌ی گیرنده نوفه‌های زیادی تولید می‌کند، این مقدار در عمل 0/003 درجه سانتی‌گراد است (Dusenberyetal,1988). باید توجه داشت که انرژی تولید شده توسط نور فروسرخ بسیار اندک است. برای طول موج‌های 1-10 میکرومتر 1000-10000 نانومتر این انرژی تنها 10^{-4} وات بر سانتی‌متر مربع است (Hartlineetal,1974). افعی‌ها می‌توانند به کمک همین اندام‌ها، در تاریکی شب حرکات سر یک آدم را از فاصله دو متری به خوبی ردگیر کنند. همچنین به طور نظری برای آنها ردیابی یک موش از فاصله 30سانتی‌متری ممکن است (Buning et al, 1983). نشان داده شده که حرکات تهاجمی مارهای افعی توسط اطلاعات دریافتی از این گیرنده‌ها تنظیم می‌شود. اطلاعات مورد بحث در نقاطی از مغز پردازش می‌شوند که اشتراک زیادی

---

[74] Facial pits

www.takbook.com

با نواحی پردازنده داده‌های بینایی دارند. به این دلیل است که پژوهشگران معتقدند درک مارها از این اطلاعات، شبیه به حس بینایی بازنمایی[۷۵] می‌شوند.

برای مدت‌ها، اندامهای گیرنده گرما در افعیها به عنوان تنها گیرنده‌های فروسرخ تکامل یافته در جهان جانوران مورد اشاره قرار می‌گرفت. اما به تازگی شواهدی به دست آمده که این انحصار را از مارهای افعی برمی‌دارد.

یک نوع حشره‌ی قاب‌بال به نام Melanophyla acuminata راسته‌ی Coleoptera خانواده Buprestidae پیدا شده که لاروش بر روی چوبهای خشک و تازه سوخته شده زندگی می‌کند. این لارو برای تغذیه به چوبهای سوخته نیازمند است و بنابراین ماده‌ی بارور آن با مشکل یافتن چوبهای تازه سوخته شده روبروست. در حفره‌های کنار بند میانی سینه‌ی این حشره، حرفات زوجی کشف شده که هریک دارای 50-100یاخته‌ی کروی شکل گیرنده‌ی نور فروسرخ است. این گیرنده‌ها به هنگام پواز حشره از زیر بالپوشها خارج می‌شوند و محیط را برای یافتن ردپایی از نور مربوط به آتش می‌اوند. این نور مطلوب، همان فروسرخ است و 250-400 نانومتر طول موج دارد. یاخته‌های کروی مزبور با جذب این نور منبسط شده، پیام عصبی ویژه‌ای را پدید می‌آورند که به حشره مکان آتش را نشان می‌دهد. بهاین ترتیب حشره‌ی ماده می‌تواند جنگل در حال آتش گرفتن را ردیابی کند در کناره های آن تخمریزی کند (Schmitz .et al, 1997).

در میان بی‌مهرگان نیز، به تازگی چنین توانایی‌ای مشاهده شده است. سوسک گونه‌ی Melanophilaacuminata حشره‌ای است از راسته‌ی قاب‌بالان Coleoptera و خانواده‌ی .

---

[75] Representation

www.takbook.com

Buprestidaاین حشره در چوبهای خشک و سوخته تخم‌ریزی می‌کند و لاروش در این نوع چوب‌ها رشد می‌کنند و از مواد چوبی نیم سوخته تغذیه می‌کنند. حفره‌هایی زوج در زیر بند دوم سینه‌ای این موجود دیده می‌شود که هریک حاوی 50تا 100گیرنده‌ی حسی نوری-گرمایی باریک گنبدمانند است. این گیرنده‌ها از کوتیکول داخلی Endocuticle پوست حشره سرچشمه می‌گیرند و بیشترین حساسیت را به طول موج 250تا 400 نانومتر نشان می‌دهند. این نوری است که در تابش ناشی از آتش گرفتن چوب به فراوانی دیده می‌شود. این حشره به هنگام پرواز بالهایش را از روی اندامهای حفره‌ای سینه‌ایش کنار می‌زند و به این ترتیب می‌تواند مراکز وجود این نور خاص را ردیابی کند. این ردیابی موفقیت حشره را در تخمگذاری در جاهای مناسب تضمین می‌کند. این سوسک اولین نمونه از جانوران بی‌مهره است که توانایی درک نور فروسرخ در آن نشان داده شده (Schmitz et al, 1997).

توانایی درک دما در پستانداران و مهره داران دیگر بسیار کمتر از مقادیری است که تا اینجا ذکر شد. با توجه به سرعت انتشار دما در سطح پوست و نوسانات گرمایی خود پوست، دمای محیط فقط می‌تواند تا حدود 200میکرومتر در زیر پوست نفوذ کند. با توجه به این که گیرنده‌های گرمایی انسان در عمق حدود 100میکرومتری پوست قرار گرفته‌اند، علت این نادقیق بودن آشکار می‌شود (Henesen et al, 1982). آستانه درک برای گیرنده‌های گرمایی انسان چیزی در حدود 0/1 درجه سانتی‌گراد است(Hensen et al, 1981). با توجه به پردازش مغزی داده‌های حاصل از این گیرنده‌ها، دقت حس گرما می‌تواند عملا تا 0/08 – 0/05 درجه سانتی‌گراد هم افزایش یابد (Ivanova et al,1981).

www.takbook.com

اگر یک موجود زنده با سرعت V و در زمان tدر محیطی با شیب گرمایی Gحرکت کند، دمایش به اندازه $\Delta T=VtG$ درجه کلوین افزایش می‌یابد. این امر نوفه‌گرمایی را ایجاد می‌کند که از این برابری هم به دست می‌آید:

$$\Delta T= T[K_b/C_v]^{0/5} [C_v4\pi K_t]^{0/75}$$

که در آن K_t نماد رسانایی گرمایی محیط –مثلا برای آب (= $2/6*10^{-3}$) ژول بر ثانیه بر سانتی‌متر بر درجه‌کلوین–، C_v نشانگر ظرفیت گرمایی ویژه محیط – مثلا برای آب (= 4/ 2ژول بر سانتی‌متر مکعب بر درجه کلوین)، K_b بیانگر رسانایی گرمایی بدن موجود، و ΔT نشانه مقدار نوفه گرمایی بر حسب درجه کلوین است. گیرنده‌های گرمایی، با توجه به حرکت عادی مولکول‌های خود، نوفه‌ای در حدود 10^{-6}درجه سانتی‌گراد را ایجاد می‌کنند (Dusenberyetal,1988.)

بر اساس همین معادله می‌توان آستانه شیب گرما را هم برای گیرنده‌های گرمایی معمولی به دست آورد. یعنی می‌توان مقدار اختلاف دمایی را که لازم است تا گیرنده گرمایی به اختلافش پی ببرد مشخص نمود. از همین معادله‌ی ذکر شده نتیجه می‌شود که در دمای استانده و محیط آبی، آستانه شیب دما برابر است با $2/4*10^{-8}$درجه سانتی‌گراد. در اینجا هم مطابق معمول محاسبات با واقعیات اختلاف دارند. بنابر مشاهدات یک باکتری می‌تواند اختلاف دماهایی در حد $3*10^{-4}$ درجه سانتی‌گراد بر سانتی‌متر را درک کند (Dusenbert et al, 1988).

www.takbook.com

نتیجه

از آنچه که گذشت، نتیجه‌ای کلی می‌توان گرفت. من این نتایج را به صورت گزاره‌هایی مختصر مرتب می‌کنم و فهرست‌وار ذکرشان می‌کنم، بعد کمی بیشتر در مورد تصویری که تا اینجای کار به دست آوردیم خواهم نوشت. آنچه تا به حال نتیجه شد، این بود:

1) هر موجود زنده، سیستمی پیچیده است که مرتبا در معرض دگرگونی‌های محیط قرار می‌گیرد. این دگرگونی‌ها می‌تواند هرنوع تغییر در ماده، انرژی، و یا اطلاعات موجود در محیط پیرامون موجود زنده را معنی دهد.
2) هر موجود زنده، برای بقا و حفظ حالت شبه‌متعادل ترمودینامیکی خود، نیازمند تغذیه از مواد و انرژی موجود در محیط خود است. همچنین باید بتواند برای حفظ تعادل خود، ماده و انرژی دفعی خود را نیز به محیط پس دهد.
3) این ورود و خروج ماده و انرژی، باز بودن سیستم زنده را نتیجه می‌دهند.
4) سیستم زنده، که همواره با جریانی گذرا از ماده و انرژی روبروست. ناچار است برای کنترل رفتار خود و غلبه بر هرج‌ومرج ناشی از تعادل ترمودینامیک محیط خارجی، از اطلاعات برای نظارت بر سیستم خود بهره ببرد.
5) به این ترتیب هر سیستم زنده در اصل عبارت است از یک پردازنده‌ی اطلاعات. موفقیت هر موجود زنده برای بقا، به دو اصل بستگی دارد. نخست کمیت و کیفیت جریان اطلاعاتی که وارد سیستم می‌شود، و دوم توانایی سیستم برای پردازش و بهره‌وری از این داده‌ها.

www.takbook.com

6) همه‌ی سیستم‌های زنده، مراکزی هستند که اطلاعات را از محیط خارج خود می‌مکند و آن را پردازش می‌کنند. از آنجا که نیازهای هر گونه و محیط زندگیش محدود است، اطلاعاتی که برای سیستم کاربرد دارند، در مسیر تکامل تخصص پیدا کرده‌اند. یعنی هر سیستم زنده، بر مبنای سخت‌افزار وراثتی از پیش تعیین شده‌اش، فقط با وازه‌ی مشخصی از اطلاعات، سرو کار دارد.

7) پس نوع و دامنه‌ی اطلاعات مورد استفاده‌ی هر سیستم زنده، محدود و مشخص است.

8) مرزهای این محدودیت را در ابتدا برنامه‌ی ژنومی موجود، و در درجه‌ی بعد، محیط زیست موجود تعیین می‌کند.

شواهد بیشماری صحت این نتایج را تضمین می‌کنند. این بخش تنها به عنوان نمونه، به برخی از آنها پرداخته است.

تصویری که تا اینجا از موجود زنده به دست آوردیم، جالب است. این تصویر به موجودی تعلق دارد که ساختاری پیچیده، و رفتاری با تنوع فراوان دارد. مهمترین هم و غم این سیستم، بقاست. اما نه صرفا بقای فردی، بلکه بقای ژنومی. تنها هدفی که انتخاب طبیعی برگزیده، تکثیر ژنوم گونه است. به این ترتیب هر سیستم زنده‌ای، عبارت است از ماشینی که تکامل در مسیر پرفراز و نشیب خود، با هدفمندی کور و تصادفی مخصوصش، برنامه‌ای را در آن نهاده است. و هدف نهایی همه‌ی این برنامه‌ها یکیست: ژنوم خودت را تکثیر کن. رفتار همه‌ی سیستم‌های زنده، بر این مبنا استوار است. همگی از سلسله مراتب علی پیچیده و بغرنجی پیروی می‌کنند که خودسازماندهی شگفت‌انگیز و توانایی همانندسازی را بدیشان می‌بخشد.

www.takbook.com

سیستم زنده، در این بین باید موفق باشد. او باید بتواند وظیفه‌ی خطیر حفظ تعادل سیستم خود را درست انجام دهد. اگر بخواهم دقیقتر باشم باید به قول هاکن استناد کنم و بگویم حالت نزدیک به تعادل آنچه که امکان انجام این وظیفه را برای موجود زنده فراهم می‌کند اطلاعات است.

اطلاعات، موتوری است که ماشین درون سیستم زنده را به کار می‌اندازد. موجود زنده‌ای که از اطلاعات جهان خارج خود محروم شود مدت چندانی دوام نخواهد آورد. نوسانات برخالی و دینامیسم آشوبناک موجود در ساختار پیچیده‌ی زندگی آنقدر برجسته هست که در غیاب اطلاعات تصحیح کننده‌ی خارجی، ساختار منظم آن را متلاشی کند. اطلاعات، و پردازش درست آن، تنها راه حفظ کارکرد پایدار و پویایی است که زندگی نامیده می‌شود. اطلاعات، در واقع بازتاب حرکت و پویایی جاویدان جهان خارج است، بر آیینه‌ی پیچیده و کوتاه عمر سیستم زنده. اطلاعات، همان بازنمایی دگرگونی جهان خارج است. اما هر آیینه‌ای به نوعی چره هرا می‌نمایاند و هر ساختاری چیزهای خاصی را بازنمایی می‌کند.

این سیستم زنده که در برخورد با جهانی غیرقابل‌پیش‌بینی و آشفته مجبور به عمل کردن است، نمی‌تواند از همه‌ی اطلاعاتی که به دست می‌آورد بهره‌برداری کند. جذب تمام تغییرات محیط ناممکن است. ساختار او اجازه‌ی برداشت کردن تمام اطلاعات تولید شده توسط محیط را به او نمی‌دهد. به همین دلیل هم موجود زنده، خواه ناخواه دست به انتخاب می‌زند. او ناچار می‌شود تا به جبر ساختار خاص خود، و برنامه‌ریزی ژنومی مشخصی که بالیدن و تشکیل این ساختار را رقم می‌زنند، بخشی از این تغییرات خارجی را نادیده انگارد، و تنهابه برخی از آنها توجه کند. به این ترتیب در طول میلیاردها سالی که بر تاریخ زندگی گذشته، برنامه‌ریزی‌های ویژه‌ای در ژنوم پدید آمده، که جذب و پردازش بهینه‌ی این اطلاعات محدود را ممکن سازد.

www.takbook.com

موجود زنده، همواره در حال رقابت با همگنان خود است. هر موجودی می‌کوشد تا باقی بماند و ژنوم خود را تکثیر کند. از این رو مسابقه‌ی سرعتی در مسیر تکامل وجود دارد، که همه می‌کوشند تا در آن برنده شوند. برندگان این مسابقه، توسط الهه‌ی نابینای عدالت برگزیده می‌شوند. گزینش آنها کاملا تصادفی است. تغییراتی تصادفی برخی از آنها را دگرگون می‌کند و تصادفا برخی از این تغییرات به بقای موجود کمک می‌کند. از این رو در مسیر این مسابقه، که همه‌ی گونه‌ها در کنار هم صف آرایی کرده‌اند، خدایی بی‌تفاوت و تقارن‌پرست را می‌بینیم که از شاخ فراونی خود چیزهایی مطلوب یا نامطلوب بیرون می‌کشد و به تصادف آن را به مسابقه دهندگان می‌بخشد. در این میان از این بذل و بخششی که جهش نام دارد، هرکس به چیزی می‌رسد. یکی چشم بهتری برای دیدن، و دیگری مغزی بهتر برای فهمیدن به دست می‌آورد. ولی آنچه که در نهایت بی‌تغییر باقی می‌ماند. مسابقه است، و تلاش مسابقه دهندگان.

سیاره‌ی ما، صحنه‌ی این مسابقه است، و موجودات متنوعی که در گوشه و کنار می‌بینیم، هرکدام نمایندگانی از میلیاردها مسابقه دهنده‌ی کهنسال. در این میان. به خوبی می‌توان دید که یکی از مهمترین معیارهای برتری در این مسابقه، اطلاعات است. اینکه هر موجودی چه چیزهایی را درک کند، و آنچه را که درک کرده تا چه حد مورد استفاده قرار دهد، برای هر موجودی تعیین کننده است.

ما هم همگی نمونه‌هایی از این مسابقه دهندگان هستیم، ما نیز ساختاری داریم که توسط ژنوم‌مان به ما دیکته شده، و گیرنده‌هایی برای جذب اطلاعات، و مغزی برای پردازش آن در اختیار داریم. ما هم مانند بسیاری از موجودات دیگر، نور و صدا و بو مزه و لمس را مبنای جهان اطرافمان می‌دانیم، و ما نیز چون آنان، جهان خارج را منحصر به همین‌ها می‌دانیم.

www.takbook.com

چنان که خواهیم دید، هدف این نوشتار بازبینی این نگاه حسی، –و تاحدی بدوی– به جهان خارج است.

www.takbook.com

گفتار سوم: مفهوم شکست پدیده

در این گفتار، بار دیگر به روند منطقی‌تر خود بر خواهم گشت و کمتر بر شواهد تجربی تکیه خواهم کرد. خوب است که این گفتار را بازپرسی سوالی که در گفتار اول مورد نظرمان بود آغاز کنم: رابطه‌ی تجربه با جهان خارج چیست؟

برای پاسخگویی به این پرسش، چنین عمل خواهم کرد. نخست چند گزاره‌ی پایه‌ای را با اشاره‌ای –و نه ذکری– از شواهد مربوطه همراه می‌کنم. بعد از آنها نتیجه‌ی مهم خود را خواهم گرفت و مفهومی را که با نام شکست پدیده مورد اشاره قرار می‌دهم، تعریف خواهم کرد.

الف: گزاره‌های منطقی–تجربی

گزاره‌ی نخست: همه‌ی موجودات زنده، تنها قادر به درک بخشی از حرکت جهان اطراف خود هستند.

با توجه به آنچه که برای روشن کردن مفهوم اطلاعات آمد، این حرف نباید چندان عجیب جلوه کند. حرکت، همان است که سرچشمه‌ی تمام محرکهای خارجی است. برای ما، تنها آن حرکاتی وجود دارد که قادر به درکشان هستیم. یعنی تنها در وازه‌ای که اطلاعات مربوط به تغییرات جهان خارج را درک می‌کنیم، بر وجود آن تغییرات

www.takbook.com

آگاهیم. با توجه به اینکه ما به عنوان یک جانور پستاندار خشکی‌زی، الگوی خاصی از تکامل را تجربه کرده‌ایم، طبیعی است که در درک تغییرات محیطی دچار چندین محدودیت باشیم. این محدودیتها، به ترتیب –از نظری به تجربی– عبارتند از:

1ما نمی‌توانیم محرک‌های خارجی را فراتر از محدوده‌ی فضا–زمانی خاصی درک کنیم.

همه‌ی ما موجوداتی هستیم میرا و کوتاه عمر، که بیشینه بهره‌مان از عمر در حدود صد سال است. ما همگی سیستم‌های بازی هستیم که مدتی کوتاه در برابر فشار محیط برای رسیدن به تعادل ترمودینامیکی با آن مقاومت می‌کند. همه‌ی ما می‌دانیم که این مقاومت موقت است و مدتی کوتاه بیشتر نمی‌پاید. جالب اینست که درست همان چیزی که امکان تجربه را به ما می‌بخشد –یعنی پیچیدگی و خودسازماندهی– ساختار ما را هم میرا و شکننده می‌سازد و از سوی دیگر مهلت ما را برای تجربه کم می‌کند. از این رو محدودیت زمان تجربه، به توانایی تجربه پیوسته است. در جهانی که دست کم تا به حال پانزده میلیارد سال عمر کرده، ما فقط توانایی برخورد با مقطع کوتاهی از کل عمر آن را داریم. در واقع تمام زمان ممکن برای تجربیات ما در برابر کل عمر گیتی، مانند مقطعی لحظه‌ای از یک روند دراز مدت است. این محدودیت ذاتی که به دلیل زنده بودند بر سیستم ما تحمیل شده، خواه ناخواه ما را مجبور خواهد کرد تا بخش مهمی –عملا تمام– تغییرات قابل درک در جهان خارج را از دست بدهیم، و تنها جزئی اندک از آن را درک کنیم. من این را محدودیت زمانی تجربه می‌نامم.

اما این تمام ماجرا نیست. ما باز به دلیل برخورداری از ساختار خاص پیجچیده و خودسازمانده خود، محکومیم تا در فضایی محدود و مورد یورش عوامل خارجی زندگی کنیم. به بیان دیگر، همه‌ی ما به دلیل اینکه زنده‌ایم، در اصل عبارت هستیم از نوعی محلول پروتئینی در آب نمک. این محلول که مدتی کوتاه خصلت زندگی را در

www.takbook.com

خود ظاهر می‌کند، فضایی اندک و محدودرا اشغال می‌کند،و بنابراین تنها این شانس را دارد که با تغییرات همسایه با فضای خاص خود روبرو شود. این محلول آب نمک، که ما را می‌سازد، مرتبا در معرض هجوم عوامل برهم زننده‌ی تعادلش قرار دارد. و همین عواملند که تجربه‌ی او را تشکیل می‌دهند. مشکل اینجاست که این محلول، و محرکهای موثر بر آن، همگی در فضایی اندک گنجانده شده‌اند. در میان جهانی به این بزرگی، که چندین کهکشان به بزرگی کهکشان راه شیری در گوشه‌ای از آن گنجیده‌اند، ما جایگاهی واقعا ناچیز داریم. مقدار کل محرکهایی که ممکن است با ما برخورد کند و ما را متأثر کند، نسبت به کل آنچه که در جهان وجود دارد، چیزی معادل هیچ است. آنچه که ما به عنوان محرک درک می‌کنیم، تنها برشی است ناچیز، از جهانی بسیار فراخ. محرکهای موجود در این برش، خاص و ثابتند. چرا که این ثبوت و ویژه بودن لازمه‌ی بقای زندگی و حفظ سیستم‌های خودسازمانده موجود در آن است. از این رو آنچه که ما به عنوان تغییرات محیطی درک می‌کنیم، چیزی بسیار رقیق شده و تلطیف شده است،که از صافی شرایط خاص زمین گذشته، و بعد به ما رسیده و ما را متأثر کرده. این مرز فضایی حجم تجربه را از این پس با اصطلاح محدودیت مکانی تجربه مورد اشاره قرار خواهم داد.

از همه این حرفها می‌خواهم این نتیجه را بگیرم: در جهانی که 10^{16}سال نوری قطر دارد، ما تنها مالک هفتاد دسی‌متر مکعب هستیم. در جهانی که پانزده میلیارد سال عمر دارد، ما تنها با هفتاد سال از آن برخورد می‌کنیم. ما به هیچ عنوان حق نداریم ادعا کنیم که با تغییرات موجود در جهان خارج برخورد کرده‌ایم. اگر بی‌طرف باشیم، می‌بینیم که به راستی هم چنین ادعایی بی‌معناست. دامنه‌ی تغییرات موجود در جهان خارج –در همین حد اندکی

www.takbook.com

که ما درک کرده‌ایم- آنقدر زیاد است، و دامنه‌ی امکان تجربه‌ی ما -به لحاظ زمانی/مکانی- آنقدر اندک است، که چنین ادعایی جز پوچی مفهومی ندارد.

2همه‌ی ما تنها توانایی جذب اندکی از اطلاعات موجود در محیط خود را داریم.

هرکسی می‌تواند ادعا کند که خارج از واژه‌های قابل درک برای ما، محرکهای بیشماری وجود دارد که برای ما قابل‌درک نیست. رفتارشناسی و عصب‌شناسی نوین نشان می‌دهد که چنین ادعایی، چندان هم یاوه نیست. به راستی هم محرکهای فراوانی یافت شده‌اند که برای بشر کاملا غیرقابل‌درکند. سیستم سونار خفاشان، نمونه‌ای از آن است. اما در این ادعا مشکل بزرگی وجود دارد. آن هم این است که با فرض نامحسوس بودن این محرکها، ما از اول دست و پای خودمان را برای تجربه کردن این تغییرات خاص بسته‌ایم. وقتی ما از اول ادعا می‌کنیم که فلان محرکهای خاص وجود دارند، ولی به هیچ شکلی توسط ما درک نمی‌شوند، عملا ادعایمان مانند ادعای کسی است که مدعی بود در اطراف ما هزاران جن کوچک وجود دارند که با افتادن نگاه ما بر آنها غیب می‌شوند. این ادعایی است که به لحاظ تجربی غیرقابل‌رد، یا اثبات است.

با این وجود، شواهدی فراوان از علوم گوناگون به دست آمده که درستی همین ادعای رد ناکردنی را نشان می‌دهد. به خوبی می‌توان تصور کرد که جهان اطراف ما، علاوه بر تغییراتی که ما بهشان حساسیم، تغییرات دیگری هم دارد که از قلمرو حس ما خارج است. این امری معقول است ولی ادعایی علمی محسوب نمیشود. چون مستقیما تجربه‌پذیر نیست. آنچه که من در اینجا بیشتر مورد تایید قرار می‌دهم، ادعایی است که می‌کوشم بیشتر معقول و منطقی باشد. آن هم این است که ما در زمینه‌هایی هم که دستگاه‌های حسی گیرنده داریم، از درک بخش

www.takbook.com

مهمی از تغییرات موجود در محیطمان ناتوانیم. این ادعا، به سادگی با بازنگری به جداول و اعدادی که در گفتار قبل ذکر شد، اثبات می‌شود.

ما جانورانی هستیم که به امواج الکترومغناطیس شناور در محیط خود، در وازه‌ای باریک حساسیم بینایی . ما پستاندارانی هستیم که برای درک محرکهای مکانیکی موجود در فشار و دمای خاصی تخصص یافته‌ایم، و به این ترتیب قادریم تا در وازه‌ی مشخص و کمی این محرکها را حس کنیم پساوایی . ما جانورانی خشکی‌زی هستیم که به ارتعاشات هوا در دامنه‌ای نه چندان زیاد حساسیم، شنوایی ما مولکولهای محلول در هوا بو یا در بزاق خود مزه را تنها در غلظتی معین درک می‌کنیم. ما از بسیاری از جنبه‌های فیزیولوژی حواس، جانورانی کم‌استعداد و غیرحساس هستیم. بویایی ما نسبت به سگ‌سانان و پروانگان مانند کاریکاتوری از این توانایی حسی است. بینایی ما در برابر خزندگان و پرندگان ضعیف و کم‌سو است، و قدرت شنواییمان در برابر خفاش و دلفین اصلا به حساب نمی‌آید. با این اوصاف، ما از نظر حسی هیچ چیزی نیستیم، جز نمونه‌ای از پستانداران دارای حس معمولی و متوسط. این موارد، چزهایی هستند که دانش زیست‌شناسی می‌تواند در مورد بُرد حواس ما با ما بگوید.

نتیجه‌ای که می‌خواهم از این حرفها بگیرم است است که انسان به عنوان یک جاندار با دستگاه‌های حسی خاص خود، از نظر وازه محرکهای قابل درکش، هیچ برتری‌ای بر سایر جانداران ندارد. هرآنچه که در سایر گونه‌ها دیده می‌شود، در انسان نیز وجود دارد. تواناییهای حسی ما، نتیجه‌ای طبیعی از عملکرد دراز مدت نیروهای گزینشگر تکاملی هستند. آنچه که فضای حسی یک انسان را تشکیل می‌دهد، چهارچوبی است محدود و کوچک که در مسیر فرگشت دستگاه عصبی در راسته‌ی نخستیها تکوین یافته. به بیان دیگر، هرآنچه که ما درک می‌کنیم، از محدودیت ذاتی موجود در سیستم‌های زیستی پیچیده، و برنامه‌های ژنومی تخصص یافته‌ی آنها پیروی می‌کند.

www.takbook.com

گزاره‌ی دوم: همه‌ی موجودات زنده تنها بخشی از اطلاعات دریافتی خود را مورد استفاده‌ی درست قرار می‌دهند.

تا اینجای کار دیدیم که سیستم زنده تنها قادر به تغذیه از بخشهایی مشخص و محدود از محرکهای موجود در جهان اطراف خود است. اما این همه‌ی ماجرا نیست. محدودیت ذاتی دستگاه‌های عصبی، –و کلا ساختارهای گیرنده،– توسط محدودیت دیگری در پردازش داده‌ها تشدید نمی‌شود. این محدودیت دوم، چیز است که در اینجا به آن خواهم پرداخت.

1توان پردازش اطلاعات همه‌ی ما، کمتر از توان دریافت اطلاعات ماست.

این بدان معناست که همه‌ی ما بیشتر از آنچه که بتوانیم بفهمیم، اطلاعات دریافت می‌کنیم. این حقیقت، مدتها است که در فیزیولوژی حواس و عصب‌شناسی شناخته شده است. سیستم پردازنده‌ی اطلاعات همه‌ی ما عبارت است از شبکه‌ای با پیچیدگی عظیم، از واحدهای پردازنده‌ی خُرد، که هریک نورون نامیده می‌شوند. این واحدها، در آن هنگام که به صورت یک کل هماهنگ عمل کنند، می‌توانند زمینه‌ای شوند برای فرآیندی شگفت‌انگیز به نام پردازش اطلاعات. پردازش اطلاعات، همان است که جهان خارج را برای ما می‌سازد. رمز بازآفرینی حرکت کلی و واقعی موجود در جهان خارج، بر ساختار درونی و حسی سیستم زنده، در همین توانش پردازشی نهفته است. هر سیستمی که بتواند اطلاعات وارد شده به سیستم خود را بپردزد و از آن برای کنترل راه‌های عملردی خود استفاده کند، خواهد توانست تا تصویری از جهان خارج را در درون خود بازنمایی کند. این دقیقا همان چیزی است که موجودات زنده، ملیاردها سال است انجام می‌دهند. هر موجود زنده، مانند ماشین داده‌خوار و

www.takbook.com

داده‌گوار شگفت‌انگیزی است، که مرتبا با بهره‌گیری از اطلاعات محیطی، می‌کوشد تا ساختار خود را سازماندهی کند، یا به بیان دیگر زنده بماند.

موجود زنده، سیستمی است پیچیده که در درون خود یک فضای فاز حسی را می‌آفریند. اما این خلق تصویری از جهان خارج، همه‌ی کاری نیست که او انجام می‌دهد. موجود زنده، علاوه بر جمع آوری داده‌ها، از آنها برای راهبری نظام خویش استفاده می‌کند. مکانیسم این راهبری و بهره‌برداری از داده‌ها، همان است که پردازش اطلاعات خوانده شده است.

سازمان اطلاعاتی هر سیستم زنده را می‌توان بر اساس عملکرد به دو بخش تقسیم کرد:

نخست بخش گیرنده‌ی اطلاعات، که عبارت است از همان دستگاه‌های حسی خاص، که تا اینجا مورد بحث بود. این بخش از سیستم، تنها وظیفه‌ی جمع‌آوری، دسته بندی، و کدگذاری اطلاعات را بر عهده دارد. همه‌ی آنچه که در مورد توانش اطلاعاتی سیستم‌های زنده و دستگاه‌های حسی گوناگون گفته شد، در این قالب می‌گنجد.

بخش دوم، به ساختار پردازنده‌ی اطلاعات مربوط می‌شود. بخشی که وظیفه‌ی منظم کردن و نتیجه‌گیری از داده‌های حاصل از بخش نخست را بر عهده دارد. این بخش، همان است که در کل دستاه عصبی مرکزی CNS را در جانداران عالیتر می‌سازد.

باید در حاشیه‌ی این مفاهیم به دو نکته اشاره کرد:

نخست اینکه این دو بخش، لزوما در همه‌ی جانداران از هم تفکیک نشده‌اند. در عمل تنها جانوران عالی هستند که تمایز مشخصی را در بین سخت‌افزار سازنده‌ی این دو بخش از خود نشان می‌دهند. در واقع در چهار فرمانرو از جانداران –یعنی آغازیان، تکزیان، قارچها و گیاهان،– این تمایز دیده نمی‌شود. در این چهار فرمانرو، که بخش

www.takbook.com

مهمی از تنوع زیستی موجود بر سطح سیاره‌ی ما را تشکیل می‌دهند، سیستم‌هایی وجود دارند که با یک ساختار یگانه، و غیرقابل‌تفکیک، هردو کار مورد نظر ما را انجام می‌دهند. یک فاژ که با پروتئین گیرنده‌ی خاص خود به سطح باکتری میزبانش می‌چسبد، دارد از اطلاعات بهره می‌برد. ساختار فضایی سوم و چهارم پروتئین مورد نظر، حاوی اطلاعاتی است که بر مبنای برنامه‌ریزی ژنومی کد می‌شود و به فاژ امکان شناسایی سطح باکتری میزبان را می‌دهد. اما این دستگاه گیرنده‌ی مولکولی اطلاعات، علاوه بر انجام این کار، به پردازش این داده‌ها، –مثلا ورود و تزریق ماده وراثتی ویروس به داخل باکتری– هم کمک می‌کند. در اینجا به سادگی می‌بینیم که سازمان گیرنده و پردازنده‌ی اطلاعات از هم تفکیک نشده‌اند و با یکدیگر پیوستگی تنگاتنگی را نشان می‌دهند. یک باکتری یا پارامسی که گیرنده‌های شیمیایی خاصی برای درک حضور یک ماده‌ی غذایی –مانند قند– در محیط خود دارد هم چنین حالتی را از خود نشان می‌دهد. در اینجا نیز ساز و کاری که حرکت و شنای موجود را به سوی منبع غذا هدایت می‌کند، نوعی ماشین مولکولی دقیق است که خود گیرنده‌ی مزبور از چرخ دنده‌های مهم آن است. در اینجا نیز مولکول گیرنده‌ی قند، علاوه بر واکنش نشان دادن نسبت به حضور لیگاند خاص خود –قند– یک روند زنجیره‌ای علی را نیز به کار می‌اندازد که به حرکت باکتری منجر می‌شود.

در گیاهان و قارچها هم چنین سناریویی تکرار می‌شود. مولکولهای کلروفیل موجود در برگ یک گیاه که در وازه‌ی خاصی نور خورشید را می‌گیرند و آن را به مواد انرژی‌زا تبدیل می‌کنند، نمونه‌هایی دیگر از این مورد هستند. کارکرد گرفتن اطلاعات در این مولکولها، –که عبارت است از تغییر شکل مولکول کلروفیل در برابر نور– نسبت به کارکرد داده‌آمایی آن –تولید قند– تمایز خاصی را از خود نشان نمی‌دهد. همان چیزی که دگرگونی

www.takbook.com

مولکول مورد نظر را موجب می‌شود، تولید قند را هم هدایت می‌کند. در واقع در اینجا نیز هنوز سیستم به قدری پیچیده نشده تا وجود دو دستگاه موازی سخت‌افزاری را ایجاب کند.

اما در مورد جانوران وضعیت فرق می‌کند. مهمترین ویژگی جانوران، از زاویه‌ی دید اطلاعات، حرکت است. جانور، موجودی است که در محیطی ناشناخته حرکت می‌کند، و برای دستیابی به ماده و انرژی مورد نیاز خود، به جانداران دیگر محیط خود وابسته است. جانور با گیاهی که از نور تغذیه می‌کند، و قارچی که بقایای آلی را می‌گوارد، و باکتری‌ای که از مواد شیمیایی انرژی می‌گیرد تفاوت دارد. بیشتر جانوران، برای فراهم کردن درون‌دادهای مناسب برای ساختارشان، به تغذیه از جانداران دیگر، یا تولیداتشان می‌پردازند. این شیوه‌ی خاص زندگی، نیازمند پیچیدگی و پویایی‌ای بیش از سایر فرمانروهاست. به همین دلیل هم جانوران پیچیده‌ترین جانداران سطح زمینند. در این گروه از جانوران، –که بزرگترین بخش از تنوع زیستی زمین را هم تشکیل می‌دهند،– داده آمایی به صورت نوعی هدف تکاملی در آمده. جانوری موفق است که بتواند جانداران دیگر مورد نیاز خود را در محیط شناسایی کند، از تکنیکهای دفاعی ویژه‌ی آن موجودات بپرهیزد، و نسبت به کنشهای او واکنشهایی درست نشان دهد. این بازی تکاملی و این بازخورد مثبت، در نهایت به پیچیده‌شدن روزافزون سیستم‌های زنده‌ی جانوری در مسیر تکامل انجامیده است. آنچه که در تکامل با عنوان قانون کوپ، و نیول[۷۶] شهرت دارد، در جانوران با شتابی بسیار فراتر از سایر جانداران عمل می‌کند. شدیدتر بودن این مسابقه‌ی تکاملی در جانوران، به افزایش توان

---

[۷۶] Cope's & Newell's laws : : قانونی در تکامل و دیرین‌شناسی که می‌گوید در طول زمان ابعاد – و در نتیجه پیچیدگی– سیستم‌های زنده‌ی جانوری افزایش می‌یابد.

www.takbook.com

اطلاعات گیری و داده‌آمایی در سیستم‌های زنده منجر شده. افزایشی که خواه ناخواه تخصص بیشتر در سیستم اطلاعاتی موجود زنده، و تفکیک دو بخش مورد بحث را نتیجه داده است.

در جانوران، دو بخش مورد نظر از هم تفکیک شده‌اند. بخشهایی وجود دارند که به طور خاص برای گرفتن اطلاعات ویژگی یافته‌اند، و بخشهایی دیگر هم هستند که وظیفه‌ی پردازش و نتیجه‌گیری از این داده‌ها را بر عهده دارند. این دو بخش، به ترتیب اندامهای حسی و اعصاب محیطی PNS و دستگاه عصبی مرکزی –مشتمل بر مغز و نخاع– را ایجاد کرده‌اند. هرچه پیچیدگی سیستم مورد نظر ما بیشتر باشد، تفکیک این دو بخش هم از یکدیگر بهتر انجام شده، و تخصص بخشهای گوناگون آن بهتر به چشم می‌خورد. تا جایی که امروز می‌دانیم، انسان صاحب پیچیده‌ترین ساختار در میان جانوران است. شاید به همین دلیل باشد که رشد و تمایز این دو بخش از دستگاه عصبی در انسان از جانداران دیگر چشمگیرتر است.

دومین نکته‌ای که باید مورد تذکر قرار گیرد، این است که تفکیک مورد بحث، با وجود کارگشا بودن و فایده‌ی عملیش، در نهایت بر اسا یک تقسیم‌بندی ذهنی استوار است. با وجود اینکه می‌توان بخشهایی از دستگاه عصبی را به عنوان گیرنده‌ی تخصص یافته، و بخشهایی دیگر را به عنوان پردازنده‌ی تخصص یافته مورد بحث قرار داد، اما منحصر دانستن کارکرد یک بخش به یک مورد چندان درست نیست. شاید بتوان کارکرد گیرندگی را در بخشهایی از دستگاه عصبی متمرکز دانست، ولی در مورد پردازش چنین کاری مجاز نیست. من در اینجا برای ساده شدن بحث و راحت‌تر شدن درک مطلب، بر این تمایز پافشاری کرده‌ام، و این تمایز و تخصص را با سیر تکاملی و پیچیدگی موجود مربوط کرده‌ام. این کار درست است، ولی فقط در چهارچوبی خاص مجاز است. گرفتن اطلاعات،کاری است که آشکارا در بخشهای خاصی ا دستگاه عصبی کد می‌شود. یاخته‌های شبکیه تنها

www.takbook.com

جاهای هستند که برای درک نور تخصص یافته‌اند، و و هیچ نورونی در مغز نمی‌تواند مستقیما نور را حس کند. همچنین آشکار است که بو بر پوست و صدا بر بینی بی اثر است. بنابراین جدا کردن مفهوم گیرندگی را –به معنای تخصص یافتن به محرک خاص– می‌توان درست فرض کرد.

اما این گرفتن داده‌ها همواره با پردازش مقدماتی اطلاعات هم همراه است. شبکیه‌ی چشم، در همان مرحله‌ی گرفتن نور، بر اساس چند قاعده‌ی ساده پردازش اولیه‌ی محرکهای نوری را انجام می‌دهد. همه می‌دانند که خط و زاویه و حرکت، چیزهایی هستند که در خود شبکیه، و در درون ساختارهای گیرنده‌های تخصصی نور معنا می‌یابند. دستگلاه چشایی و بویایی، بر اساس ساختار گیرنده‌های شیمیایی خود، نوعی از پردازش اولیه را به هنگام برخورد با مواد محرک خود انجام می‌دهند، و این امر در مورد سایر حواس هم مصداق دارد.

نتیجه آنکه، تفکیک شدن حس و پردازسش را، به مفهومی که گفتم، باید هم‌ارز با تمایز یافتن گیرنده‌ها دانست. من در ادامه‌ی بحث، باز هم به بخش گیرنده ، و بخش پردازنده اشاره خواهم کرد، اما این کار را با توجه به این تبصره می‌کنم، که پردازش کارکردی منتشر در همه بخشهای سیستم اعصاب –حتی در خود گیرنده‌ها،– است. و این گیرنده‌های خاص هستند که از سایر بخشها تفکیک می‌شوند و تخصص می‌یابند.

در این چهارچوب، می‌توان دستاوردهای پژوهشی موجود در عصب‌شناسی را بهتر فهمید. ستگاه پردازنده‌ی همه‌ی جانداران، محدودیتی بیش از دستگاه‌های گیرنده دارد. ساختار پردازنده، به دلیل پیچیدگی کاری که باید انجام دهد، و محدودیتهای ذاتی سخت‌افزاری‌ای که با آن روبروست، از گیرنده‌ها ناتوانتر است. گیرنده ها با وجود تمام ضعفهایشان، قادر به درک و کدبندی حجم زیادی از اطلاعات هستند. این اطلاعات آنقدر زیاد است که مغزهای پردازنده‌ی همه‌ی ما همیشه در معرض بمباران این داده‌ها قرار دارد. این در فیزیولوژی مغز به خوبی

www.takbook.com

شناخته شده که یکی از مهمترین کارکردهای پردازنده‌های جانداران، تصفیه‌ی اطلاعات ورودی، و حذف داده‌های نامربوط و غیرلازم است. در صورتی که این حذف و تصفیه‌ی ورودی‌ها انجام نگیرد، مغز با چنان تراکمی از داده‌ها روبرو خواهد شد که از پردازش درست آنها باز می‌ماند. این کارکرد مشهور مغز، چیز جالبی را برای ما فاش می‌کند. این امر نشانگر این است که توان پردازش اطلاعات در مغز، از توان جذب اطلاعات توسط بخش گیرنده کمتر است. این تفاوت توان انقدر معنی‌دار است که در طول تکامل اختصاص بخش مهمی از مغز را برای کاستن از حجم داده‌های ورودی توجیه کرده است. نتیجه‌ای که از همه‌ی این بحثها می‌گیرم، این است: مغزها و پردازنده‌های موجودات زنده، تنها بخشی از داده‌های ورودی را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند. یعنی همه‌ی ما تنها از بخشی از اطلاعات قابل جذب خود استفاده می‌کنیم.

2پردازش داده‌ها به دگرگون کردن ساختار اولیه‌ی محرکها منجر می‌شود.

در اینجا مجال پرداختن به چگونگی پردازش اطلاعات در مغز نیست. این خود مبحثی است جداگانه، و بسیار جالب، که نمی‌خواهم در اینجا با گریز زدن به آن خرابش کنم. به طور گذرا به چند نمونه از این پردازش اشاره خواهم کرد، ولی برای پرهیز از خراب شدن یک بحث جذاب دیگر، که شاید بعدها به آن بپردازم– از ورود به جزئیات خودداری می‌کنم.

مغزها، یا سایر ساختارهای ساده‌تر پردازنده‌ی اطلاعات، با توجه به داده‌هایی که از گیرنده‌ها دریافت می‌کنند، تصویری از جهان خارج می‌سازند. این تصویر، وابستگی مستقیم به گسترش و نوع فضای فاز حسی موجود دارد. هر جانداری، جهان خود را بر اساس داده‌های ویژه‌ای که درک می‌کند، و در زمینه‌ی مشخصی می‌سازد. هرچه

www.takbook.com

دامنه‌ی حسی موجود بزرگتر باشد، و فضای فاز حسی جاندار گسترده‌تر باشد، و پردازش داده‌ها توسط بخشهای پردازنده دقیقتر باشد، تصویر حاصل شده نماینده‌ی بهتری از جهان خارج خواهد بود.

اما هیچ مغزی، این بازآفرینی جهان را خیلی دقیق انجام نمی‌دهد. شواهد فراوانی در دست است که نشان می‌دهد این بازنمایی جهان خارجی، به شکلی منحرف و جهتگیری شده انجام می‌شود. هیچ مغزی در درک جهان، بی‌طرف نیست. هر پردازنده‌ای، مسئول بقای ساختاری است که خود بخشی از آن است، از این رو هم همواره به داده‌هایی که بقایش را تضمین کنند، بیشتر توجه نشان می‌دهد. چشم قورباغه که باید مگس را شکار کند، تنها به حرکت و شکل کلی حساس است، اما چشم زنبور یا میمونی که از گل و میوه تغذیه می‌کند، به رنگ بیشتر حساس تا شکل کلی. جیرجیرک ماده، تنها در وازه‌ای که صدای آواز نرها تعیین می‌کند به صداها توجه می‌کند، و پروانگان به بوهایی حساسند که از سوی جنس مخالفشان رها می‌شود و به جفتگیریشان کمک می‌کند. باید این حقیقت را همیشه در نظر داشت که کارکرد دستگاه عصبی، و کلا سیستم زنده، در وحله‌ی اول برای هدف بقا طراحی شده است. درک محیط اطراف به بقا کمک می‌کند، ولی این تنها عامل بقا نیست. این خیلی مهم است که همواره به یاد داشته باشیم که هدف‌دستگاه عصبی، درک واقعیت خارجی نیست. وظیفه‌ی آن، کمک به بقای گونه است.

چشم انسان، ساختاری است تخصص یافته برای درک نور و شکل. این دستگاه پیچیده و شگفت‌انگیز حس بینایی را در انسان و سایر جانوران ایجاد می‌کند. چشم، از محیط خارج مجموعه‌ای از محرکهای نوری را می‌گیرد. آنچه که بر گیرنده‌های شبکیه‌ی چشم می‌تابد، تصویری واقعگرایانه از جهان خارج نیست. بلکه تنها آش شله‌قلمکاری است که از ملیونها فوتون با طول موجهای گوناگون تشکیل یافته. این مجموعه‌ی درهم و برهم، در

www.takbook.com

اصل عبارت است از مجموعه فوتون‌ها ی معدودی که از میان عدسی نه چندان شفاف ما، گذشته‌اند و توانسته اند به اطاقک تاریک شبکیه راه یابند. این حقیقت که مغز ما، چطور از این دریاچه‌ی آشوبناک فوتونی جهانی تروتمیز با درازا و پهنا و بلندا را استخراج می‌کند، یکی از جالبترین مباحث عصب‌شناسی است. آنچه که ما به عنوان تصویر جهان خارج می‌بینیم، به هیچ عنوان چیزی نیست که در آن بیرون وجود دارد. این جهان دیدنی، چیزی است که مغز خلاق ما آن را می‌آفریند. شواهد بیشماری وجود دارد که به ما در درک چگونگی این عمل کمک می‌کند. بیماریهای فراوانی شناخته شده که در اثر نقص‌های کوچکی در این سیستم پردازنده ایجاد می‌شود، و جهان دیدنی را برای بیمار دگرگون می‌کند. این دگرگونی ممکن است از تغییرات گیرنده‌های مخروطی رنگ‌بین شروع شود، و تا عوارض سکته‌ی مغزی و مرگ نورون‌های قشر پس‌سری که مسئول این آفرینش‌اند، ادامه یابد. ممکن است فرد جهانی معمولی را با آمیزه‌هایی از رنگها و سایه‌های آبی و زرد ببیند. و ممکن هم هست محیط اطراف خود را ببیند و نتواند اجزای آن راتشخیص دهد. ممکن است بتواند تنها یک نقطه‌ی هدف دیدش را درک کند، ولی از درک جزئیات اشیا ناتوان باشد، و ممکن هم هست همه چیز را تشخیص دهد،به جز چهره‌ها را.

این شواهد، و شواهد بیشمار دیگری که از مطالعات رفتارشناسی نتیجه شده‌اند، نشان می‌دهند که:

الف: جهانی که ما درک می‌کنیم، بیش از آنکه نماینده‌ی جهان خارج و محرکهای موجود در آن باشد، حاصل کارکرد ویژه‌ی سیستم پردازنده‌ی اطلاعات مغزمان است. ممکن است یک مار و یک کرم خاکی و یک آدم افتادن برگی را از درخت درک کنند، ولی مار آن را بشنود و کرم آن را لمس کند و آدم آن را ببیند. یک تجربه‌ی مشترک، یعنی یک مجموعه‌ی یگانه از محرکهای خارجی، توسط گونه‌های گوناگون به اشکال متفاوت تعبیر می‌شود.

www.takbook.com

ب: آنچه که ما به عنوان تصویر جهان خارج درک می‌کنیم، بیش از آنکه حاصل افزودن اطلاعاتی بر اطلاعات گرفته شده توسط حواس باشد، حاصل تصفیه و حذف اطلاعات نامربوط و غیرمهم است. اینکه چه اطلاعاتی مربوط و مهم هستند و چه داده‌هایی بی‌ارزشند، مطالبی هستند که توسط برنامه‌ریزی ژنومی موجود، فضای فاز حسی‌اش، و بوم خاص تکاملیش تعیین می‌شود.

پ: بخش مهمی از عناصر موجود در تصویر جهان خارج، توسط مغز ما آفریده می‌شود. آزمایشات فراوانی هست که نشان می‌دهد مغز آنچه را که مایل بوده ببیند، یا لازم می‌دانسته ببیند، از جهان خارج بیرون می‌آورد. حتی اگر از آغاز چنین چیزی واقعیت نداشته باشد.

ماری که برای دیدن تصویر ثابت یک موش، موتب سر خود را تکان می‌دهد، در اصل شمغول بازآفرینی حرکت در یک شیء ثابت خارجی است. مار برای درک تصویر باید آن را متحرک ببیند، و اگر موجود مورد نظرش متحرک نباشد، خود مار آن را متحرک می‌کند. ماری که هنگام دیدن مشی سر خودرا تکان می‌دهد و به این وسیله او را شکار می‌کند، احتمالا موش مورد نظر را متحرک می‌بیند، چون رفتارش با زمانی که موشی در حال فرار را شکار می‌کند یکسان است. نکته‌ی مهم اینکه در اینجا مار به دلیل نیازی که به حرکت دارد، حرکت را در موضوع مورد علاقه‌اش می‌آفریند. برای او اهمیتی ندارد که موش راه برود یا بر جای خود بایستد، او برای شکار موش به حرکت نیاز دارد و اگر آن را در جهان خارج نبیند خودش آن را می‌آفریند.

گزاره‌ی سوم: بازنمایی جهان خارج در همه‌ی موجودات زنده بر اساس نیازهای آنها انجام می‌گیرد.

مفهومی که در ادامه این بحث با عنوان شکستن پدیده مورد اشاره قرار خواهد گرفت، –و نقشی کلیدی خواهد داشت– پیش از هرچیز بر مبنای شواهد زیستی استوار شده است. شواهد تجربی، چنانکه اشاره شد، به شدت

www.takbook.com

گزاره‌های مورد نیاز برای تعریف مفهوم مورد نظر مرا پشتیبانی می‌کند. با این وجود، نقدپذیری این عبارت همچنان در جای خود باقی است. پیش از پرداختن به تعریف مفهوم کلیدی یاد شده، لازم است تا مدلی کلی از موجود زنده بر اساس گزاره‌های حاصل شده تا اینجا ساخته شود. مدل مورد نظر من، کمابیش با آنچه که در نظریه عمومی سیستم‌ها و سیبرنتیک رایج است، همخوانی دارد. در مورد صورتبندی ریاضی این مفاهیم و انتقادها و اصلاحاتی که می‌توان در مورد این مدلها مطرح کرد، در اینجا چیزی نمی‌گویم. در جاهای دیگر این مفاهیم را خیلی روشن و مفصل نگاشته‌ام. تلاش من در این قسمت این خواهد بود تا از بسط مدلی که خواهم ساخت، رابطه‌ی تجربه با جهان خارج را نتیجه بگیرم. روشن شدن این رابطه، برای بازسازی فلسفه‌ی شناخت بسیار مفید خواهد بود. پیشاپیش تذکر دهم که برای جمع‌بندی آنچه که تا اینجا گفته شد و برای تصویر کردن مدلی ساده و کلی از سیستم زنده، ناچارم بخشی از آنچه را که تا اینجای کار به طور مفصل گفتم، بار دیگر تکرار کنم. این مرور شاید خسته کننده به نظر برسد، ولی برای هم‌سطح کردن درک خوانندگان از آنچه که تا اینجا گذشت لازم است. تمرکز اصلی این قسمت، بررسی چگونگی تخصص یافتن –و در نتیجه محدود شدن– تجربه، بر اساس نیازهاست.

www.takbook.com

www.takbook.com

بخش سوم: نتایج فلسفی

گفتار نخست: مدلسازی سیستم زنده‌ی شناسا

چنانکه دیدیم، همه‌ی مفاهیم مورد نظر این مباحث، پیش از هرچیز بر موجودات زنده سوار شده‌اند. شناخت، که از اندرکنش تجربه با جهان خارج تولید می‌شود، پدیده‌ای است که پیش از هرچیز، در زندگی ریشه دارد. به گمان من، پاسخگویی به پرسشهای مهمی مانند چگونگی مکانیسم شناخت، -که در نهایت مورد نظر ما است- تنها با تکیه بر پایگاهی از دانش زیست‌شناسی ممکن است. در ادامه‌ی بحث، خواهم کوشید تا تنها بر گزاره‌های پایه و بدیهی به دست آمده تا اینجای کار حساب کنم و با نتیجه‌گیری از آنها پیش بروم. به این ترتیب برای ورود به بحث، باید مفهوم زندگی را کمی بیشتر بشکافیم. زندگی را شاید بتوان به این شکل ساده مدلسازی کرد:

موجود زنده، سیستمی است که از سه جزء تشکیل یافته است: ماده، انرژی، و اطلاعات. این سه عنصر، پایه‌های اصلی تمام ساختارهای مادی را شامل می‌شوند. از میان این سه، ماده و انرژی دو صورت از یک جوهرند که در سطح حسی ما متفاوت به نظر می‌رسند. شواهدی که از فیزیک ذرات بنیادی ناشی می‌شود، نشان می‌دهند که در سطوح میکروسکپی، این تمایز میان ماده و انرژی چندان معنا ندارد. اطلاعات هم مفهوم مادی انتزاعی‌ای است که به روی ساختار هر سیستم متشکل از ماده و انرژی سوار می‌شود. تعاریف پایه‌ی این مفهوم در اینجا

www.takbook.com

دانسته فرض می‌شود. موجود زنده، سیستمی باز است، یعنی می‌تواند ماده، انرژی و اطلاعات را با جهان خارج رد و بدل کند. موجود زنده، سیستمی پیچیده هم هست، یعنی از تعداد زیادی اجزاء تشکیل یافته، رفتارش به متغیرهای فراوانی بستگی دارد، و تنوع رفتارش زیاد است. هر سیستم پیچیده‌ی زنده، یک ویژگی مهم دارد، که شاید بتواند به عنوان یکی از تعاریف کلیدی برای مفهوم زندگی هم محسوب شود، و آن خودسازمانده بودن است. سیستم زنده، و برخی از سیستم‌های پیچیده‌ی خاص دیگر، دارای ویژگی مهمی هستند که به آنها اجازه می‌دهد اطلاعات و نظم موجود در داخل اجزای خود را در طول زمان بیشتر کنند. این توانایی، همان خودسازمانده بودن است و تعاریف دقیقتری هم دارد که در اینجا به آن نمی‌پردازم. هر سیستم خودسازمانده، برای حفظ ساختار خودبسنده و ابرتعادلی[۷۷] خود، نیازمند یک سازمان کنترلی دقیق است، تا سیر ماده و انرژی را در داخل مجموعه‌ی عناصرش هدایت کند. این سازمان کنترلی، بیشتر بر مبنای اطلاعات کار می‌کند،ولی مانند سایر بخشها، پیکره‌ای مادی دارد. ایجاد ارتباط بین بخشهای گوناگون اجزای داخل سیستم، و ارتباط سیستم با محیط خارجی خود بر عهده این بخش است.

موجود زنده، برای سازگار شدن با محیط خارجی خود، به جریان اطلاعاتی وابسته است که به طور پیوسته از بیرون به درون سیستم وارد می‌شوند. کاری که بر این اطلاعات در داخل سیستم انجام می‌شود، پردازش نام دارد. سیستم پردازنده بسیاری از موجودات زنده‌ی پیچیده‌تر، تخصص یافته، و پیکره‌ی کنترلی ویژه‌ای را به وجود آورده است. دستگاه عصبی، نام زیست‌شناختی این سیستم پردازنده‌ی مرکزی است. باید به این نکته توجه کرد

---

[۷۷] Hyperstatic-

www.takbook.com

که دستگاه عصبی، تنها پردازنده‌ی موجود نیست. هر یاخته به نوعی به پردازش اطلاعات مشغول است. بنابراین بازده و تخصص یاخته‌های عصبی برای داده‌آمایی را نباید به معنای در انحصار نورون بودن کارکرد مزبور پنداشت. همچنین در بسیاری از موجودات، که ساختاری ساده‌تر دارند، این وظیفه‌ی اطلاعاتی بر عهده‌ی یاخته‌های تمایزیافته‌ی مشخصی نهاده نشده، به این ترتیب عمل پردازش داده در این موجودات توسط همه‌ی یاخته‌ها و به شکلی هم‌توان[۷۸] انجام می‌گیرد. موجودات تک‌یاخته‌ای، و مرجانها و اسفنجها نمونه‌هایی از این موجوداتند. با تمام این حرفها، چون مقصود از این بحث، پرداختن به مفاهیم عالی‌تر شناخت است، حرف خود را کمی محدود می‌کنم و تنها در مورد موجوداتی صحبت می‌کنم که دارای دستگاه عصبی پیچیده هستند. به تدریج با دقیقتر شدن بحث، ناگزیر خواهم بود این روند محدود کردن نمونه‌های مورد توجه خود را ادامه دهم، تا در نهایت به موجوداتی برسم که دارای سیستم پردازنده‌ی خودآگاه هستند.

موجود زنده، در محیطی پویا و متغیر زندگی می‌کند، و خود نیز ساختاری نامتعادل و متحرک دارد. به بیان دیگر، ماده‌ی زنده عبارتست از سیستمی باز و متغیر، که در زمینه‌ای متغیر و دگرگون شونده قرار دارد. هریک از این دو سیستم –موجود زنده و محیط– دارای دینامیسم خاص خود هستند که توسط متغیرهای گوناگونی تعیین می‌شود. دینامیسم مورد بحث، و متغیرهای مورد نظر، در موجودات زنده‌ی گوناگون، و محیطهای مختلف تغییر می‌کند. متغیرهای موجود زنده، پیش از هرچیز توسط مجموعه اطلاعات ساختاری شگفت‌انگیزی تعریف می‌شود

---

[۷۸] Equipotent

www.takbook.com

که ژنوم موجود نام دارد. این مجموعه اطلاعات که در سایر جاها نام اطلاعات ساختاری[۷۹] را برای خواندنش به کار می‌برم، در طول زمان دگرگون می‌شوند و تغییرات تصادفی و گزینش شده‌ی آنها، تکامل و فرگشت موجود زنده را باعث می‌شود. موجود زنده‌ی مورد نظر ما، در اصل مقطعی است از عمر این ژنوم. موجود زنده، برخالی است که بر مبنای قوانین پایه‌ی نهفته در ژنوم خود متبلور می‌شود، و دینامیسم پیچیده‌ی خودسازماندهی را ایجاد می‌کند، که ما موجود زنده می‌نامیمش.

پس موجودات زنده همیشه در این تلاشند تا دینامیسم پیچیده‌ی خود را با پویایی جهان خارج از خود سازگار کنند. همه‌ی موجودات زنده برای مدتی کوتاه موفق به انجام این کار می‌شوند، ولی در نهایت شکست می‌خورند و از سازگار کردن دگرگونیهای درونی خود با آنچه که در خارج می‌گذرد باز می‌مانند. این باز ماندن سیستم زنده از سازگاری با جهان خارج، همان چیزی است که بار دیگر قانون دوم ترمودینامیک را جاری می‌سازد، و نظم سیستم را در خود حل می‌کند. پایان یافتن این کشاکش دینامیک موجود زنده با محیطش را مرگ می‌نامیم. همه‌ی موجودات زنده می‌کوشند تا زمان این شکست را به عقب اندازند، و برای توفیق نسبی در این تلاش، نیازمند اطلاعات هستند. آنها گیرنده‌هایی دارند که از راه آنها تغییرات محیط خارجی خود را درک می‌کنند. و سازماندهی درونی خاصی دارند که به آنها امکان پاسخ مناسب دادن به این دگرگونیها را می‌دهد. گیرنده‌ها بر اساس محیط زیست موجود زنده، تخصص یافته‌اند و هردسته از آنها برای درک تغییرات خاصی در وازه‌ی خاصی به کار گرفته می‌شوند.

---

[۷۹] Structural information

www.takbook.com

موجودات دارای دستگاه عصبی مرکزی، با مشکل بزرگی روبرو هستند. آنها به دلیل پیچیده بودن ساختار خود، نیازمند حجم زیادی از اطلاعات هستند، تا هماهنگی‌های مورد نیاز را انجام دهند. اما صرف زیادی اطلاعات برای هیچ دستگاه پردازنده‌ای مفید نیست. دستگاه عصبی موجودات زنده، باید مشکل مهمی را حل کند، و آن هم سازماندهی به این انبوه داده‌های مربوط به جهان خارج است. همه‌ی داده‌ها، توسط روشی یکسان کد می‌شوند و به صورت کوانتومهایی هم‌ارز مورد پردازش قرار می‌گیرند. واحد داده در این سیستم، عبارت است از تکانه‌ی عصبی[۸۰]، و هر داده‌ای، از اطلاعات مربوط به تحریک گیرنده‌های شبکیه گرفته تا مفاهیم فلسفی ذخیره شده در حافظه، با همین شکل کد می‌شوند. بنابراین موجود نیازمند روشی برای تمیز دادن این کدهای هم‌شکل از یکدیگر است.

دستگاه عصبی موجود زنده، برای حل این مشکل دو راه را در پیش می‌گیرد.

راه نخست: تخصصی شدن سخت افزاری

منظور از تخصص یافتن در سخت افزار، دگرگونی ریخت شناختی و فیزیولوژیک گیرنده‌ها، و ویژه شدن مسیرهای اطلاعاتی و پردازشی ابتدایی وابسته به آنها در مغز است. هرنوع تغییری که در دستگاه عصبی موجود زنده ایجاد شود و به آن کمک کند تا در روند دریافت و انتقال اطلاعات تخصص یافته‌تر عمل کند، آن تغییر

---

[۸۰] Neural impulse

www.takbook.com

سخت افزاری است. نام سخت افزاری شاید در اینجا چندان مصداق نداشته باشد، ولی چون این تمایز یافتن دستگاه گیرنده و ناقل پیام، معمولا با دگرگونی‌های ریختی مشخص همراه است، این نام را برایش برگزیده‌ام. به این ترتیب همه‌ی رفتارهای دستگاه گیرنده و ناقل اطلاعات که به تمایز در نوع و شکل پیام بینجامد، نوعی رفتار سخت‌افزاری است. تخصصی شدن سخت افزاری در دستگاه عصبی جانوران، در چند سطح انجام می‌شود:

نخست آن که گیرنده‌ها بیشتر و بیشتر تخصصی می‌شوند. گیرنده‌هایی که قبلا در موجودات شبیه به اسفنج برای درک نور و ارتعاش و لمس به طور همزمان کاربرد داشتند، در اینجا ویژه می‌شوند و هریک کار خاصی را انجام می‌دهد. این تخصص یافتن، تمایز گیرنده‌ها را نتیجه می‌دهد، که به نوبه‌ی خود پدیده‌ای ژنومی است و در طول تکامل حاصل می‌شود. پس گیرنده‌های شبکیه با گوش داخلی تفاوت می‌کنند و وضعیت خاص جایگیری فضایی–زمانی گیرنده‌ها در ساختار موجود زنده تعیین می‌شود. یاخته‌های گیرنده، بر مبنای الگوی ژنتیکی–محیطی خود، توانمندیهای خاص بیوشیمیایی–مولکولی‌ای را به دست می‌آورند که به آنها امکان پاسخ دادن به محرکهای محیطی را می‌بخشد. این یاخته‌ها، علاوه‌بر این جایگیری خاصی هم پیدا می‌کنند، به شکلی که همواره در زمان مناسب از دوره‌ی رشد و نمو موجود در مکان مناسبی از نظر تراکم داده‌ها باشند. به همین دلیل هم می‌بینیم که گیرنده‌های بینایی در جلوی سر، و گیرنده‌های مکانیکی و لمسی در تمام پوست پراکنده شده‌اند. به این ترتیب موجود تا حدی به حل مشکل نزدیک می‌شود.

دومین کاری که در این مورد انجام می‌شود، این است که خود گیرنده‌ها هم در میان خود تخصص یابند. یعنی گیرنده‌ای که تا به حال به شکلی تخصص نیافته امواج نورانی را در وازه‌ی طول موج 360– 780 نانومتری می‌گرفت، تغییراتی بیوشیمیایی پیدا کند و به وازه‌ی مشخصی، مثلا 420 نانومتر بیشترین پاسخ را دهد، و

www.takbook.com

گیرنده‌ی خاص آن نور را مثلا مخروط سبز را ایجاد کند. این روندی است که در طول تکامل در بسیاری از جاها شاهدش بوده‌ایم. همواره گیرنده‌ها به تدریج تخصص می‌یابند، و هریک گروهی از محرکهای خاص را در وازه‌ای باریک درک می‌کنند. به این ترتیب کار دستگاه عصبی ساده‌تر می‌شود. حالا دیگر معلوم است که فلان گیرنده‌ی خاص به فلان نوع تغییرات محیطی پاسخ می‌دهد، و هردسته از گیرنده‌هایش هم به وازه‌ای ویژه اختصاص دارند.

سومین سطح تخصص، به راه‌های عصبی برمی‌گردد. تغییراتی موازی با آنچه را که تا اینجا ذکر شد، در تکامل راههای عصبی هم می‌توان دید. به این معنی که با افزایش حجم اطلاعات مورد نیاز موجود زنده، راه‌های عصبی متفاوتی برای کد کردن داده‌های متفاوت به کار گرفته می‌شود. عصب اول مغزی اطلاعات بویایی و عصب دوم اطلاعات بینایی را کد می‌کنند، و مغز با توجه به راه‌هایی که داده‌ها را به دست می‌آورد، در هر زمان دقیقا می‌داند که با چه نوع متغیرهایی روبروست. اگر اطلاعات از راه بویایی می‌رسند، مربوط به مواد محلول در هوا هستند، و اگر از راه عصب حلقی زبانی می‌آیند، به مواد محلول در آب ارتباط دارند.

سطح بعدی تخصص، در دستگاه عصبی مرکزی خلاصه می‌شود. در این سطح، بخشهای پردازنده‌ی انواع مختلف اطلاعات در جاهای گوناگونی متمرکز شده‌اند. چنانکه مثلا در پستانداران قشر مخ در لوب پس سری به پردازش داده‌های بینایی و در قشر گیجگاهی به داده‌های شنوایی اختصاص یافته‌است.

راه دوم: تخصص یافتن نرم‌افزاری

منظور از تخصص نرم‌افزاری دستگاه عصبی، شگردهایی است که در کارکرد سیستم پردازشی مغز تکوین یافته، و دسته‌بندی داده‌ها را ممکن می‌سازد. این شگردها تنها به کارکرد خاص شبکه‌ی عصبی بستگی دارند و بیش از

www.takbook.com

آنکه توسط ساختار ریختی تعریف شوند، توسط نحوه‌ی عملکرد سیستم تعیین می‌شوند. پس این راه در دستگاه عصبی مرکزی و تکامل‌یافته‌ترین سطوح سیستم عصبی تعریف می‌شود. در سطح پردازش عالی مغزی، برای سازمان دادن به اطلاعات ورودی، چندین راه وجود دارد:

نخستین راه این است که بر اساس داده‌های دریافتی، چهارچوب زمانی-مکانی مشخصی تولید شود. این چهارچوب، دستگاه مختصاتی را ایجاد می‌کنند که موجود در آن قالب جهان و اجزای آن را درک خواهد کرد. مثلا در انسان، بر اساس اطلاعات ارسالی از شبکیه‌ی چشم و هسته‌ی بالای چلیپایی[۸۱] هیپوتالاموس، دستگاه مختصات چهار بعدی‌ای تولید می‌شود که زمان، بلندا، درازا و پهنا ابعاد آن هستند. همه‌ی آدمیان، در چهارچوب مورد بحث جهان را درک می‌کنند و به هریک از اجزای جهان خارج، مختصاتی از چهاچوب مورد بحث را نسبت می‌دهند. به این ترتیب نخستین ترفند دستگاه عصبی مرکزی برای دسته‌بندی داده‌ها به شکل نرم‌افزاری عبارت است از جا دادنشان در دستگاه مختصاتی قراردادی. از این پس، من در این نوشتار، چهارچوب ادراکی مزبور را دستگاه مختصات موجود زنده می‌نامم. تعداد و نوع ابعاد این دستگاه مختصات می‌تواند بر اساس گونه‌ی موجود زنده، خزانه‌ی ژنی‌اش، و گیرنده‌های خاصش، تفاوت کند.

روش دوم، در سطح معنایی معنا می‌یابد، و آن هم این است که دستگاه عصبی بار معنایی متفاوتی به وازه‌های گوناگون دریافتی نسبت دهد. مثلا پیامهای دریافتی از گیرنده‌های نور با بیشینه تحریک 420 نانومتر را با مفهومی مانند قرمزی کدگذاری کند. این کدگذاری شاخصهای موجود در هر وازه‌ی دریافتی، به موجود این امکان را

---

[۸۱] Suprachiasmatic nucleus

www.takbook.com

می‌دهد که انبوه داده‌های گرفته شده را که وازه‌هایی پیوسته را می‌سازند، به دسته‌هایی معدود با کدی معنایی که مانند برچسب آن است بشکند. تحلیل و پردازش این کدهای معدود طبعا آسانتر خواهد بود. عملکرد دستگاه عصبی در این سطح، صفت را ایجاد می‌کند. هر شاخص هر وازه از هر حسی، یک صفت محسوس خوانده می‌شوند.

سومین سطح این تخصص نرم‌افزاری عبارت است از انتزاع کردن مفاهیم مشترک موجود در پدیده‌های متفاوت جهان خارج. این کارکرد که نیازمند سخت‌افزار تکامل یافته و پیچیده‌ای است، در همه‌ی موجودات دیده نمی‌شود و تنها جانوران پیچیده‌ی معدودی دارای این توانمندی می‌باشند. مثلا انسانی که مفهومی مانند قرمز را از دیدن سیب و گوجه‌فرنگی و خون استخراج می‌کند، در این سطح به انتزاع مشغول است. پدیده‌ها، نتایج مستقیم کارکرد مغز در این سطح هستند.

نتیجه

این توصیفات، تصویری ذهنی از مفهوم زندگی به دست می‌دهد، که برای مقصود ما بسنده است. درک تجربه و رابطه‌ی آن با واقعیت را می‌توان در این چهارچوب بهتر فهمید. پیش از ورود به بخش تعاریف، لازم می‌دانم یکی دیگر از نتایج به دست آمده از این مدل را نیز عنوان کنم.

اگر به الگوهای کلی تکامل دستگاه‌های حسی و پرازنده‌ی اطلاعات در جانداران نگاه کنیم، چند قاعده‌ی کلی را می‌بینیم:

نخست اینکه با پیچیده‌تر شدن موجود، حجم کلی اطلاعات دریافتی از جهان خارج افزایش می‌یابد.

www.takbook.com

دوم اینکه همگام با این فرگشته شدن موجود، حجم داده‌های تصفیه شده حذف شده در روند پردازش نیز بیشتر می‌شود.

سوم اینکه همراه با این بالا رفتن حجم داده‌های ورودی و اطلاعات بی‌ربط حذف شده، تخصص دستگاه‌های گیرنده‌ی اطلاعات نیز بیشتر می‌شود. با زیاد شدن تخصص، از یکسو تقارن اولیه‌ی موجود در دامنه‌ی درک حسهای گوناگون می‌شکند، از سوی دیگر تمرکز و تاکید سیستم پردازنده بر وازه‌های گوناگون حسی مربوط به یک دستگاه تمایز می‌یابد. از همه این حرفها، تخصصی شدن اطلاعات ورودی به سیستم زنده، و پردازش دقیقتر این داده‌ها نتیجه می‌شود.

شاید زدن مثالی در اینجا راهگشا باشد. یک موجود کرم مانند ابتدایی چند صد میلیون سال قبل را در نظر بگیرید که از اجداد مازه‌داران و از Deuterostomataهای اولیه باشد. این موجود در کل توانایی جذب تعداد بیتهای مشخصی ازاطلاعاتت را ازجهان خارج دارا بوده است. نسبت به یک انسان، که نواده‌ی مستقیم اوست، این داده‌ها حجم کمتری داشته‌اند. این موجود، بر محورهای حسی خاص خود –مثلا بینایی– دامنه‌ی مشخصی از محرکها را دریافت می‌کرده. در انسان علاوه بر اینکه این دامنه گسترش یافته، یکدستی و هم‌ارز بودن اهمیت محرکهای گوناگون موجود در بخشهای مختلف این محور مختصات حسی هم از بین رفته. مجسم کنید که محور مختصات مشخصی نمایانگر حس بینایی مازه‌دار اولیه‌ی ما باشد. این محور مختصات محرکهای قابل‌درک برای جد بزرگ ما را بر حسب بسامد نور با واحد نانومتر بازنمایی می‌کند. در مازه‌دار اولیه، توجه جاندار به بخشهای مختلف این محور خیلی یکسان بوده. برای او نوری که در ناحیه‌ی قرمز درک می‌شده، اختلاف کمی با نور ناحیه نارنجی داشته. این را می‌توان در جانوران ساده‌تر با آزمایش نشان داد. اما در انسان، علاوه بر اینکه محور مزبور

www.takbook.com

بسیار گسترده‌تر و طویل‌تر شده، تقارن موجود بر محور آن هم به هم خورده. بر اساس موقعیت، انسان نسبت به نورهای خاص بیشتر حساسبیت از خود نشان می‌دهد. یکی دریانورد بر قایق خود بیشتر به نورهای طیف سرخ حساس است، و یک بیابان‌نشین به طیف سبز. از این رو می‌توان گفت که در مسیر تکامل، علاوه بر کسترش تعداد و ابعاد فضای فاز حسی جانداران، تخصصی هم بر محورهای گوناگون این حس ایجاد شده، و تقارن اولیه‌ی موجود در ان به سمت شکسته شدن پیش رفته است.

شکست تقارن، اطلاعات است. به این ترتیب در طول تکامل، اطلاعات نهفته در ساختار گیرنده و پردازنده‌ی اطلاعات سیستم زنده، به سمت انباشت اطلاعات بیشتر در درون خود پیشرفت کرده.

www.takbook.com

گفتار دوم: تعریف مفهوم شکست پدیده

در فلسفه به طور اعم و در شناخت‌شناسی به طور خاص، بعضی کلیدواژه‌های بنیادی وجود دارند که به نظرم بد تعریف شده‌اند. با توجه به آنچه که گذشت، می‌توان مکانیسمی را برای چگونگی رابطه‌ی جهان خارج با تجربه را پیشنهاد کرد، که از بروز این خطاها پیشگیری کند. برای روشن کردن این رابطه، ناگزیر از تعریف مفهومی خواهم بود به نام شکست پدیده. با توجه به این تعریف، می‌توان برخی از عبارات کلیدی پذیرفته شده در فلسفه را بهتر و دقیقتر معنا کرد. با این بازنگری بسیاری از تعارضات مهم ناشی از مبهم بودن این کلیدواژه‌ها، که در سطوح بالاتر تحلیل فلسفی آشکار می‌شود نیز محو می‌شود. برای روشن شدن مفهوم شکست پدیده، آن را به چند شکل تعریف خواهم کرد. باید توجه داشت که همه‌ی این گزاره‌های تعریفی به امری یکسان اشاره دارند، و برشهایی متفاوت از واقعیتی یکتا محسوب می‌شوند.

www.takbook.com

مفهوم پدیده

در اینجا با توجه به گزاره‌هایی که به دست آوردیم، قالبی بسیار کلی در مورد موجود زنده ساختیم. این قالب، چنانکه دیدیم با اصول پذیرفته شده در فلسفه‌ی علم و واقعی‌گرایی معمول جاری در دیدگاه‌های علمی سازگار بود. در این قسمت، به تدریج وارد بخشهایی از دیدگاه مورد پیشنهاد من خواهیم شد، که با نگرش شهودی و معمول ما در مورد جهان خارج تعارض دارد. چنانکه خواهیم دید، این دیدگاه با وجود ظاهر ذهنی‌گرایانه‌اش، توسط شواهد تجربی فراوانی پشتیبانی می‌شود، و اصولا به گمان من تنها دیدگاه منطقی سازگار با همه‌ی شواهد تجربی است. نخستین چیزی که باید مورد تعریف و تحلیل قرار گیرد، واحد پایه‌ی تجربه است. این کوانتای تجربه را، در این متن پدیده خواهم نامید. در این بند خواهم کوشید تا بر اساس واژگان بنا شده، این معنا را تعریف کنم.

موجود زنده، درهر مقطع زمانی یک تجربه‌ی کلی خاص را از سر می‌گذراند، و این همان نقطه‌ی یکتای ماست که در فضای فاز حسی او تعریف می‌شود. در هر فضای فاز حسی، به ازای هر مقطع زمان دلخواه، مجموعه‌ای از محرکهای گوناگون توسط موجود زنده درک می‌شود. مثلا یک آدم در هر مقطع زمانی مجموعه‌ای از بسامدهای صوتی و فوتون‌های نوری و ارتعاشات و نوسانات دمایی و... را درک می‌کند. چنانکه گذشت، همه‌ی این ادراکات را می‌توان در فضای چند بعدی‌ای که ساختیم، با یک نقطه نمایش دهیم. این یک نقطه، عبارت است از تجربه‌ی سیستم زنده‌ی مورد نظر ما، در آن مقطع خاص زمان. اما این نقطه، به تنهایی معرف رفتاری که سیستم نشان

www.takbook.com

خواهد داد، نیست. موجود زنده، محرکهای اطراف خود را به صورت یک کل درهم پیوسته و تجزیه‌ناپذیر درک نمی‌کند. او این نقطه‌ی یگانه را به تصاویر مشخصی بر محورهای مختصات حسی‌اش تجزیه می‌کند، و هر تصویر را جداگانه مورد توجه قرار می‌دهد. سیستم پردازنده‌ی موجود زنده، پیکره‌ی کلی اطلاعاتی را که موجود از جهان خارج می‌گیرد، به بخشهای فراوانی می‌شکند، و از ترکیب آنها، پدیده‌ها را خلق می‌کند. موجود زنده، با توجه به معیارهای ژنتیکی-فراگیری‌ای که رفتار دستگاه عصبیش را هدایت می‌کند، وازه‌های مشخصی از متغیرهای گوناگون را با هم مورد توجه قرار می‌دهد. او بر مجموعه‌ی این تحریکات پراکنده، که هریک از مجرای خاص خود وارد شده و در جای خاص خود پرداخته شده‌اند، نام پدیده را می‌گذارد. پدیده، عبارت است از مجموعه‌ای از تحریکات حسی، که به دلیل همراه بودن - معمولا زمانی/مکانی- با یکدیگر، به یک واقعیت خارجی نسبت داده می‌شوند. پدیده، برداشت موجود زنده از یک وجود خارجی است، که زیرمجموعه‌ای از جهان پیرامونش باشد. پدیده، مفهومی است که موجود زنده می‌آفریند، تا اطلاعات دسته‌بندی شده‌ی در دسترسش را به تعداد محدودی از واقعیات خارجی تحویل کند.

فکر می‌کنم یک مثال مفهوم پدیده را از دید من روشنتر کند. آدمی را در نظر بگیرید که یک سیب را می‌بیند. او در برخورد با مجموعه‌ای از محرکهای خارجی، این‌طور رفتار می‌کند. او بر اساس تجربیات گذشته‌اش، و پردازش خاصی که مغزش می‌تواند انجام دهد، و وازه‌ی مشخصی که گیرنده‌های شبکیه‌اش نور را می‌گیرند، دسته‌بندی‌ای در داده‌های ورودی خود انجام می‌دهد. مثلا چشمان او و لوب پس‌سری‌اش به او می‌گویند که رنگ سرخ مربوط به سیب را باید جدا از سبزی برگهای درخت سیب در نظر بگیرد. او طول موج خاصی از نور را، در وازه‌ی خاصی در نظر می‌گیرد و اطلاعات مربوط به این بخش را -از قبیل اندازه، انحنا، فاصله، عمق میدان

www.takbook.com

و...، به شکل جداگانه مورد تحلیل قرار می‌دهد. بعد از این مراحل، او خواهد گفت که سیبی را در میان شاخ و برگ درختی دیده است. در مثالهای پیچیده‌تر، سیستم زنده می‌تواند نتایج دسته‌بندی شده‌ی ناشی از گیرنده‌ها و پردازنده‌های مربوط به متغیرهای گوناگونی را با هم در نظر بگیرد و همه را به یک پدیده‌ی خارجی نسبت دهد. آهویی که غرش، بو و شکل یک شیر را از راه گیرنده‌های مختلف درک می‌کند و در مناطق مختلف آنها را پردازش می‌کند و با این وجود هر سه را مربوط به یک واقعیت خارجی می‌داند هم در اصل چنین کاری را انجام می‌دهد. همینطور رفتار آمیبی هم که یک میکروب کوچک شناگر را با توجه به بو و طعم و صدای شنایش شناسایی کرده و تعقیبش می‌کند هم از چنین چهارچوبی پیروی می‌کند.

به این ترتیب، می‌بینیم که در هر مقطع زمانی، حجمی مشخص از داده‌های حسی به سیستم پردازنده‌ی موجود جاندار وارد می‌شود. این مجموعه از داده‌ها، به تنهایی و در حالت خام کاربردی ندارند. مغز که کار تصفیه و تجزیه و تحلیل این داده‌ها را انجام می‌دهد، ناچار است برای درک دقیقتر آنچه که در جهان خارج می‌گذرد، این داده‌ها را دسته‌بندی کند. الگوهای این دسته بندی، تا حدودی توسط برنامه‌های ژنومی نهفته در سخت‌افزار سیستم تعیین می‌شوند. مثلا چشمی که حرکت را درک می‌کند از چنین برنامه‌ای پیروی می‌کند. از سوی دیگر، تجربه نیز در شکل‌گیری نهایی این الگوی تجزیه‌ی داده‌ها نقش مهمی را ایفا می‌کند. در نهایت، سیستم پردازنده، تجربه را –یعنی پیکره‌ی کلی داده‌های ورودی را– به پدیده‌ها –یعنی مجموعه‌هایی پیوسته از محرکهای مربوط به هم– می‌شکند. تجربه‌ی یک آدم در هنگام دیدن یک سیب، عبارت است از مجموعه‌ای متنوع از داده‌های حسی. رنگ سرخ سیب و سبز برگها و آبی آسمان و چندین رنگ دیگر که ممکن است در محیط وجود داشته باشد، بر شبکیه می‌افتد. صداهای گوناگونی که شاید در محیط باشد، توسط گوش درک می‌شوند، محرک‌های بویایی و چشایی

www.takbook.com

و پساوایی گوناگونی که احتمال دارد در آن مقطع زمانی حضور داشته باشند، توسط گیرنده‌های خاص خود درک می‌شوند،و مجموعه‌ی همه‌ی این اطلاعات، تجربه‌ی آن آدم مورد نظر را تشکیل می‌دهد. اما هیچ آدمی نیست که همه‌ی این داده‌های را به صورت خام و به هم پیوسته درک کند. او ناگزیر است تا این اطلاعات را پردازش کند و برخی از اطلاعات را از میان آنها استخراج کند. این داده‌ها، چیزهایی هستند که بر وجود عناصری در جهان خارج دلالت می‌کنند مانند سیب و درخت و آسمان . آدم مورد بحث ما، به هریک از این عناصر که از دل پیکره‌ی اطلاعات اولیه بیرون آمده‌اند، نامی می‌دهد، این همان است که ما با نام پدیده مورد بررسی قرارش دادیم.

نکته‌ی مهم، که محور بحث مرا هم تشکیل می‌دهد، این است که هیچکدام از پدیده‌های یاد شده لزوما در جهان خارج وجود ندارند. چیزی که سیستم زنده با آن روبروست، یک سیب، شیر، یا میکروب نیست. موجود زنده با آش شله‌قلمکاری از داده‌های پیوسته و درهم روبروست که سیل‌آسا گیرنده‌های حسی‌اش را بمباران می‌کنند. پدیده‌ای که در نهایت از میان این توده‌ی درهم بیرون می‌آید، نتیجه‌ی سرراست و مستقیم آن داده‌ها نیست، بلکه حاصل هنر سیستم پردازنده‌ی موجودی است که می‌کوشد با دسته‌بندی این داده‌ها و شکستن طیفهای پیوسته‌ی حسی از مناطق خاصی، معنایی برایشان بیابد. پدیده، که مبنای شناخت جهان خارج است، زاده‌ی این شکستهای بی‌شمار تحریکات ورودی است. موجود زنده برای این که با جهانی نظام‌مند و قابل‌تحلیل روبرو شود، مجبور است تا تجربیات خود را به اتمهایی آشنا بشکند، و به این ترتیب از میان روابط بین این اتمها، دستورهای رفتاری مناسب را برای بقا استخراج کند. اگر موجود زنده، زمینه‌ی گنگ و درهم جهان اطراف خود را نشکند و آن را در قالب پدیده‌ها تراش ندهد، هر لحظه با مجموعه‌ای نوین و ناآشنا از داده‌های حسی روبرو خواهد شد.

www.takbook.com

نقطه‌ی منحصر به فردی که در فضای فاز حسی موجود زنده‌ی فرضی ما وجود داشت، در اصل مجموعه‌ای است از پدیده‌ها، که سیستم در آن برش زمانی با آن روبروست. می‌توان با درجه‌ی بالایی از قطعیت حدس زد که هیچ دو نقطه‌ای در دستگاه مختصات حسی یک سیستم زنده دقیقا بر هم منطبق نخواهد بود. موجود خود سیستمی پویا است و در جهانی به شدت دگرگون‌شونده زندگی می‌کند. مجموعه‌ی داده‌هایی که در هر مقطع زمان به این سیستم می‌رسد، با مقاطع دیگر متفاوت است. اگر سیستم زنده نتواند عناصری آشنا را در این پیکره‌ی ناآشنای اطلاعاتی باز شناسد، در میان آشفتگی ناشی از تنوع داده‌ها، محکوم به سردرگمی خواهد بود.

ولی در جهان واقع چنین اتفاقی نمی‌افتد. موجودات زنده، و حتی سیستم‌های شناساگر غیرزنده هم با روشی کارآمد، –ولی نه لزوما منطبق با واقعیت– جهان را در قالب پدیده‌ها می‌شکنند، و با تحلیل روابط جاری در میان این پدیده‌ها به خوبی عمل می‌کنند. با همه‌ی این حرفها، یک نکته برجای خود باقیست: سیستم‌های زنده، پدیده‌ها را می‌آفرینند. پدیده‌ها وجود خارجی ندارند.

تعریف شکست پدیده

تعریف 1: دسته‌بندی اطلاعات ورودی، شکست پدیده‌ها است.

شاخه‌های گوناگونی از علم، (مانند نظریه عمومی سیستم‌ها، سیبرنتیک، زیست‌شناسی نظری، عصب‌شناسی، و ...) می‌کوشند تا سیستم‌های شناسا و هوشمند را تحلیل کنند و بشناسند. برای برخورد با پدیده‌ی شناخت – که گاه با واژه‌ی نه چندان دقیق هوشمندی هم مورد اشاره قرار می‌گیرد،– رویکردهای گوناگونی وجود دارد. مهمترین این رویکردها در حال حاضر، برخورد سیستمی است. من خود در اینجا از واژگان خاص علاقمندان به

www.takbook.com

رویکرد سیستمی بهره می‌برم، ولی بر این نکته پافشاری می‌کنم که گزاره‌های اولیه‌ی مورد اعتمادم در رویکردهای ذره‌انگار و جزءگرا نیز گزاره‌های پذیرفته شده و معتبری هستند. مدلی که در اینجا برای موجود زنده ساختم، و راهی را که برای دسته‌بندی داده‌های ورودی ذکر کردم، ساده‌انگارانه است، و به همین دلیل هم می‌توان آن را بیشتر از سایر گزاره‌های پیچیده‌تر، بدیهی فرض کرد. همه‌ی شاخه‌های علمی که به بررسی تحلیلی شناخت می‌پردازند، در اینکه مدل یاد شده برای موجود زنده و مکانیسم داده‌آمایی آن مصداق دارد، هم‌رأی هستند. با توجه به این که گزاره‌های یاد شده بسیار ابتدایی و کلی هستند، مثال نقضی برایشان وجود ندارد، توسط شواهد بیشماری پشتیبانی می‌شوند، و پیشگوییهای آزمایش‌پذیری را ایجاب می‌کنند، به خود این اجازه را می‌دهم که مدل ساخته شده را به عنوان یک توصیف کلی و بدیهی از موجود زنده و سیستم شناسای وابسته به آن فرض کنم، و تعاریف دیگر خود را بر این مبنا استوار سازم.

اگر بخواهم یکبار دیگر اصول موضوعه‌ی خود را با اختصار بیشتر بنگارم، چنین خواهم نوشت:

1) موجود زنده، سیستمی خودسازمانده، است که اطلاعات را پردازش می‌کند.
2) پردازش اطلاعات توسط موجود زنده، همواره با دسته‌بندی داده‌ها همراه است.
3) این دسته بندی می‌تواند دو شکل به خود بگیرد: نخست تمایز یافتن گیرنده‌ها و ناقلهای اطلاعات که با داده‌های متفاوتی سروکار دارند، و دیگری تمایز عملکردهایی که بر این داده‌های متنوع اعمال می‌شود.

بی‌شک در اینجا می‌توان این ایراد را به من گرفت که خود دارم از اصولی که مورد توجه خودم بوده تخطی می‌کنم. هدف اولیه‌ی من از نوشتن این سطور، به نقد کشیدن پیش‌فرضها و واژگان کلیدی پذیرفته شده در فلسفه‌ی شناخت بود. حالا به نظر می‌رسد که خودم در ابتدای کار مدلی را بدیهی فرض کرده و می‌خواهم بر

www.takbook.com

مبنای آن پیش بروم. بی‌تردید این ایراد وارد است، و شکاکیتی که من در پذیرش پیش‌فرضهای کلاسیک شناخت شناسی دارم، باید در مورد بدیهیات مورد نظر خودم هم در نظر گرفته شود. با اینهمه، باید به این نکته تاکید کنم که هر دیدگاهی، خواه ناخواه باید بر اساس گروهی از اصول موضوعه‌ی تعریف شده بنا شود. دیدگاهی هم که من در اینجا در پی بیانش هستم از این قاعده خارج نیست. تفاوت در اینجاست که من می‌کوشم تا دیدگاه خود را بر پایه‌ی تعاریفی استوار کنم که توسط تجربه پشتیبانی شود. ادعای من این است که این مدل اولیه‌ی مفروض که برای موجود شناسا ارائه کردم، منطبق بر شواهد، بنیادی، و از همه مهمتر، نقدپذیر است.

حالا باید بتوانم مفهوم شکستن پدیده را تعریف کنم. به تعریف من، موجود پردازنده‌ای که در حال دسته بندی داده‌ها، و نامگذاری گروههای مختلف تحریکات است، در اصل دارد پدیده‌های اطراف خود را می‌شکند. برای روشن‌تر شدن مقصود، این مفهوم را در اینجا به این شکل تعریف می‌کنم.

سیستم پردازنده، و گیرنده‌ها و ناقلهای عصبی مرتبط با آن، برای اینکه بتوانند داده‌های انبوه دریافتی را نظام بخشند، نیاز دارند تا طیف پیوسته‌ی تحریکات جهان خارج را به بخشهایی بشکنند. مثلا دستگاه بینایی آدم، برای این که از طیف پیوسته‌ی طول موج‌های الکترومغناطیسی موجود در محیط اطلاعاتی در خور کسب کند، مجبور است این طیف را به بخشهایی تقسیم کند. راه ساده‌ای که سیستم بینایی در پیش می‌گیرد، این است که ابتدا همه‌ی داده‌های فاقد اثر زیستی مهم را حذف کند. به این ترتیب تنها داده‌های مربوط به وازه‌ی مهم مشخصی توسط سیستم درک می‌شوند. این وازه مثلا در انسان 360–780نانومتر است. کار دیگری که سیستم شناسا و پردازنده باید انجام دهد، شکستن همین طیف محدود در بین دو حد بالا و پایین است، به طوری که هر قطعه از طیف پیوسته‌ی مورد نظر، با کدی مشخص شناخته شده و تحلیل‌پذیر گردد. به این ترتیب در دستگاه بینایی انسان چهار

www.takbook.com

نوع گیرنده استوانه، و مخطروطهای سبز و سرخ و آبی وجود دارد که هریک به طول موج مشخصی بیشینه پاسخ را می‌دهند. ما برای هر اطلاعات مخابره شده توسط هر گیرنده، کدی هم می‌شناسیم. نام رنگهایی که در مورد مخروطها یاد شد نمونه‌ای از این کدهاست. عمل یاد شده، یعنی شکستن طیف پیوسته‌ی امواج نورانی موجود در عالم خارج، به قطعه‌هایی تعریف شه و کدبندی شده، همان است که با نام شکستن پدیده مورد اشاره قرار گرفت. هر سییستم گیرنده و پردازنده در دستگاه عصبی موجودات زنده‌ی پیچیده دارای چنین مکانیسمی برای پالایش و دسته‌بندی داده‌ها هست. در موجودات زنده ابتدایی‌تر هم مشابه چنین مکانیسمی را در ابعاد مولکولی می‌توان بازیافت. یک تک‌یاخته‌ی Euglena viridis که به سوی نور شنا می‌کند و از راه نورگواری فتوسنتز انرژی به دست می‌آورد، در اصل به شکستن پدیده‌های محیط خود مشغول است. همچنین باکتری‌ای که گیرنده بیوشیمیایی خاصی برای گلوکز دارد و به سوی شکر شنا می‌کند، نیز دارد عمکردی مشابه را به نمایش می‌گذارد. موجودات زنده، در همه‌ی سطوح خود، در حال شکستن پدیده‌ها هستند.

سیستم زنده، در هر مقطع زمانی با انبوهی از داده‌های ورودی روبروست که از کانال‌های حسی گوناگون به سیستم پردازنده وارد می‌شوند. این داده‌های ورودی، بر هر محور مختصات حسی که باشند، طیفی پیوسته و درهم تنیده را تشکیل می‌دهند که به طور عینی قابل‌تجزیه نیست. این بدان معناست که آنچه که سیستم گیرنده از جهان خارج می‌گیرد، در نفس خود قابل‌شکست و تقسیم‌شدن نیست. اما مغز پردازنده‌ی موجود زنده، بر اساس الگوهای ژنومی/تجربی خود، این طیف پیوسته را به بخشهایی می‌شکند. هر قطاع از این طیف، نامی و نشانی به خود می‌گیرند، و در مغز با کد خاصی نمایش داده می‌شوند. آنچه که قبلا طیفی پیوسته از طول موج‌های نوری بود، پس از این فرآیند به مجموعه‌ای از هفت رنگ با کدها و نامهای مشخص تبدیل می‌شود. مواد شیمیایی

www.takbook.com

متفاوتی که به گیرنده‌های شیمیایی زبان و بینی موجود می‌رسند، طیفی پیوسته و یکپارچه از مواد گوناگون را تشکیل می‌دهند، ولی گیرنده‌های خاص و پردازنده‌های ویژه‌ی دستگاه چشایی و بویایی، چهار مزه و هفت بو را ایجاد می‌کنند. این شکسته شدن طیف یکسره‌ی اولیه، به قطاع‌هایی کدپذیر و گسسته، یکی از استراتژی‌های مهم تکاملی برای بالا بردن صرفه‌جویی در سیستم پردازنده است. اقتصاد اطلاعاتی دستگاه پردازنده –و حتی گیرنده– چنین شکستی را در دریافته‌های پیوسته‌ی حسی ایجاب می‌کند، و از این شکست پدیده‌ها، امری عام در میان همه‌ی جانداران است.

به این ترتیب، شکست پدیده در یک معنی، برابر است با دسته‌بندی ویژه‌ی ژنومی/تجربی‌ای که در سیستم پردازنده، برای کدگذاری اقتصادی‌تر اطلاعات پیوسته‌ی ورودی انجام می‌شود.

شواهد بیشماری برای تایید این فرض وجود دارد که در جانوران غیرانسان نیز عمل دسته‌بندی اطلاعات ورودی در سطوح بسیار پیچیده‌ای انجام می‌شود. تقسیم کردن داده‌های حسی خام به بخشهای قابل درک و کلاسه کردن این بخشها به شکلی که واکنش مناسب و درجه‌بندی شده‌ای را بتوان نشان داد، در موجودات ساده‌ای مانند باکتری‌ها هم دیده می‌شود. سطوح پیچیده‌تر پردازش اطلاعات، که به دسته‌بندی و سازماندهی به نمادهای نماینده‌ی این قطعات حسی مربوط می‌شود نیز، در بسیاری از جانوران غیرانسان به خوبی انجام می‌گیرد. این توانایی در میمون‌هایی مانند شامپانزه، دلفین‌ها (Gouod & Gould, 1994) و کبوترها (Wasserman et al,1995) به خوبی نشان داده شده. مثلا در مورد کبوترها –به عنوان نمایندگانی از راسته‌ای متفاوت با ما– دیده شده که توانایی درک شباهت‌ها و تفاوتها در میان عکسهای خودروها و آدمها وجود دارد. اگر کبوتری نسبت به تفاوتهای موجود در میان مجموعه‌ای از تصاویر آدم یا خودرو شرطی شود، می‌تواند

www.takbook.com

تفاوتهای مورد نظر را در مجموعه‌های بی‌سابقه و جدیدی از همین نوع تصاویر هم تشخیص دهد (Wasserman et al,1995).

همچنین شواهدی وجود دارد که دست کم در انسان نشان می‌دهد که دسته‌بندی داده‌های گذشته‌ی ، و چگونگی حفظشان در حافظه‌ی بلندمدت LTM[۸۲] بر آنچه که به حافظه‌ی کوتاه مدت STM وارد می‌شود تاثیر می‌کند. به بیان دیگر، ما بر اساس آنچه که قبلا درک کرده‌ایم، جهان خارج را به شکلی خاص می‌شکنیم. آنچه که در حافظه و ذخیره‌ی معنایی ما وجود دارد، در مورد این که محرکهای جدید را چگونه تعبیر، –و حتی حس– کنیم، اثر می‌گذارد. در مورد چگونگی این تاثیر مدلهای فراوانی وجود دارد. یکی از این مدلها که بیشتر با مباحث مورد علاقه‌ی ما همخوانی دارد، نظریه‌ی تشدید سازگار – یا به اختصار – ART[۸۳]– خوانده می‌شود. بر اساس این دیدگاه، بازنمایی اطلاعات ورودی به حافظه‌ی کوتاه مدت، در هر مقطع زمان با توجه به حافظه‌ی بلند مدت انجام می‌گردد. این بازنمایی، می‌تواند با کمرنگ کردن برخی از داده‌ها و تشدید اهمیت برخی دیگر همراه باشد

(Grassberg, 1995).

تعریف 2 :شکست تقارن، شکست پدیده‌هاست.

---

[۸۲] Long Term Memory

[۸۳] Adaptive Resonance Theory

www.takbook.com

دومین راه برای بیان شکست پدیده‌ها، به مفهوم تقارن برمی‌گردد. من در مورد تقارن و شکست آن بسیار نوشته‌ام و دیگر مایل به تکرار آن نیستم. تنها به این تعریف ابتدایی اکتفا می‌کنم که تقارن عبارت است از ناوردایی و بی‌تفاوتی نسبت به تغییر .

در سیستم‌های غیر زنده، –یا به بیانی غیرهوشمند– نوعی تقارن خاص دیده می‌شود[۸۴]. این سیستم‌ها، نسبت به سیر ماده و انرژی و اطلاعات در داخل سیستم خود متقارن عمل می‌کنند. یعنی مرزهای محصور کننده‌ی این سیستم‌ها از جهان خارج، محدودیت مشخصی را در برابر جریان یافتن ماده و انرژی و اطلاعات –از خارج به داخل و بالعکس– نشان نمی‌دهد. مرزهای سیستم‌های غیرزنده و ساده، در برابر سه جریان یاد شده، متقارنند. چون جریانات نامبرده در برخورد با این مرزها تفاوتی را از خود نشان نمی‌دهند. در اینجا مفید می‌دانم مفهوم بازنمایی را باردیگر بر اساس این جریانات تعریف کنم. این تعریف با آنچه که از معنای معمول این واژه برمی‌آید و بیشتر در عصب‌شناسی مورد نظر است، کمی تفاوت می‌کند. ولی به گمان من این تعریف مربوط به دینامیسم درونی سیستم‌ها بسیار عامتر و مفیدتر است. اگر سیر ماده و مشتقات آن، یعنی انرژی و اطلاعات در درون سیستم را به عنوان نماینده‌ای از جریانات ماده و مشتقات آن در خارج از سیستم در نظر بگیریم، آنگاه خواهیم توانست این جریانات درون سیستمی را به عنوان بازنمایی از جریانات جهان خارج فرض کنیم. بنابر تعریف من، شکل جریان یافتن ماده و مشتقات آن در درون سیستم، دینامیسمی را ایجاد می‌کند، که آن را بازنمایی می‌نامم. سیستم‌های

---

[۸۴] در صورتی که فرض امکان بروز هوشمندی در سیستم‌های غیرزنده را بپذیریم.

www.takbook.com

غیرزنده، دارای بازنمایی متقارنی نسبت به جهان خارج هستند. یعنی دینامیسم مورد بحث در جهان خارج و درون سیستم تفاوت چندانی نمی‌کند.

یک تکه چوب یا تکه ای سنگ را در نظر بگیرید، سیر ماده و انرژی و اطلاعات در داخل این سیستم‌ها، با جهان در بر گیرنده‌شان تفاوت خاصی ندارد. به این ترتیب بازنمایی این سیستم‌ها همرنگ محیط است و تقارنی در ساختار دینامیک آن دیده می‌شود. در سیستم‌های زنده، این تقارن می‌شکند. سیستم جاندار، نوعی دینامیک خاص را بر جریانات ماده، انرژی و اطلاعات تحمیل می‌کند، و بر اساس این قوانین تحمیل شده از سوی موجود زنده، تقارن بین جریانات درونی و برونی سیستم زنده درهم می‌شکند. به این ترتیب بازنمایی با جهان خارج تفاوت می‌کند. مقدار تفاوت بازنمایی جهان خارج با خود جهان پیرامونی، به گمان من می‌تواند نماینده‌ی مقدار نظم نهفته در سیستم باشد. هرچه نظم سیستمی بیشتر شود، تقارن آن به این معنا بیشتر می‌شکند، و تفاوت جریانات مادی در درون سیستم با محیطش بیشتر می‌شود. هر سیستمی مانند آیینه‌ای است که جریانات ماده و انرژی در آن، تصویری از جریانات مشابه در جهان خارج را بازمی‌تابانند. در سیستم غیرزنده، این تصویر بسیار واقع‌بینانه است و با آنچه که در بیرون می‌گذرد تناظر زیادی دارد. در این حالت این دو جریان، یعنی دینامیسم خارجی و درونی یا بازنمایانده شده با هم تقارن دارند. شبیه همان نقارنی که جسمی با تصویرش در آیینه‌ی تخت دارد. در موجود زنده، این تقارن درهم شکسته است. در اینجا آیینه‌ی درونی سیستم –به دلیل پیچیده شدن آن و خودسازمانده بودنش– مانند آیینه‌های تفریحی لوناپارکها تصویری دگرگون شده را از جهان خارج به دست می‌دهند. در این حالت تقارن شکسته است. همانطور که تقارن یک جسم نسبت به تصویر درهمش در آیینه‌ای مواج در هم می‌شکند.

www.takbook.com

با این دو تعریف، مفهوم شکست پدیده‌ها روشن‌تر می‌شود. شکست پدیده، همان شکست تقارن است، در درون سیستم زنده، ولی شکست تقارنی که به اطلاعات مربوط شود. در جهان خارج هیچ تفاوتی بین دو طول موج 340و 360نانومتر وجود ندارد. هیچ‌کدام از این دو طول موج دارای بار معنایی خاصی نیستند. جهان خارج نسبت به این دو طول موج متقارن عمل می‌کند. اما سیستم زنده است که این تقارن را می‌شکند. مثلا در چشم انسان، اولی را به تاریکی و دومی را به روشنایی تعبیر می‌کند. در جهان خارج یکی مولکول منتول[۸۵]، با سولفید هیدروژن تفاوت معنایی خاصی ندارد، ولی سیستم عصبی موجود زنده‌ای مانند انسان است که از اولی بوی نعنا و از دومی بوی تعفن را درک می‌کند. معانی، کدهایی هستند که موجود زنده –به طور خودآگاه یا ناخودآگاه– به قطاعهای مناسبی از طیف داده‌های حسی محیطی نسبت می‌دهد. معانی، به شکل شکسته شدن این طیف و نوع طیف بستگی دارند. یک موجود نور را می‌گیرد، و موجود دیگری ارتعاش هوا را. یکی مانند موریانه به بو بیشترین حساسیت را دارد و نسبت به نور پاسخ نمی‌دهد، و دیگری مانند سنجاقک بیشتر از نور اطلاعات جذب می‌کند و چندان به بو اهمیت نمی‌دهد. یکی مانند زنبور امواج فرابنفش را درک می‌کند ولی به نور قرمز حساس نیست، و یکی هم مانند آدم نور قرمز را می‌بیند ولی نسبت به نور فرابنفش کور است. هر موجود زنده، بر اساس ساختار تعریف شده وراثتی‌اش، و بوم و آشیانی که اشغال می‌کند، برای درک گروه خاصی از داده‌ها تخصص یافته است.

---

[۸۵] Mentol.الکلی با بوی تند که در نعنا زیاد یافت می‌شود :

www.takbook.com

یک نمونه‌ی شناخته شده از این شکست تقارن در سیستم‌های گیرنده/پردازنده‌ی موجودات زنده، به چیزی مربوط می‌شود که در فیزیولوژی بینایی با نام نوارهای ماخ[۸۶] مورد اشاره قرار می‌گیرد. این نوار، همان مرز مشخص و خط مانندی است که در اطراف اشیای قابل‌دیدن کشیده می‌شود و آنها را از زمینه‌شان جدا می‌کند. اگر من دستم را به سوی آسمان بلند کنم و در زمینه‌ی آبی آن به انگشتانم نگاه کنم، در اطرافشان خطی سیاه و مشخص را خواهم دید که مرز میان آسمان و انگشتانم را نشان می‌دهد. در مورد چگونگی تشکیل این نوارهای ماخ دو نظریه وجود دارد. هر دوی این نظریات، گذشته از جزئیاتی که مطرح می‌کنند، این توانایی دستگاه عصبی را –برای ایجاد تمایز در میان اشیا– به وجود گیرنده‌های خاص تقارن‌یابی نسبت می‌دهند که در شبکیه وجود دارند و به تقارن یا عدم‌تقارن نقاط نورانی افتاده بر گیرنده‌های مخروطی و استوانه‌ای پاسخ می‌دهند. این درک تقارن در میان نقاط نوری، به ایجاد مرزی میان نقاط فاقد تقارن منجر می‌شود، که همان نوار ماخ را ایجاد می‌کند. در این شاهد فیزیولوژیک، ما با کارکرد خام و شناخته‌ای روبرو هستیم که مستقیما با شکست تقارن و درک تقارن در ارتباط است (Syrkin et al, 1994).

از این شاهد، یک نتیجه‌ی کوچک دیگر هم می‌توان گرفت: مرز بین اشیای خارجی، به آن برجستگی که ما می‌بینیم، در جهان خارج وجود ندارد. دستگاه حسی بینایی ماست که با پردازش اولیه‌اش بر داده‌های ورودی این مرزها را بر اساس شکست تقارن می‌آفریند.

---

[۸۶] Mach's bands

www.takbook.com

هر موجود زنده، به دلیل شکستن تقارن یاد شده میان درون و برون خود، صاحب دستگاه مختصات حسی خاصی می‌شود. تعداد و نوع ابعاد این دستگاه مختصات، به متغیرهایی بستگی دارد که موجود زنده در سیر تکامل با آنها سازش یافته و از تغییرات آنها برای درک جهان خارج استفاده می‌کند. این متغیرها، رابطه‌ی بین جریان ماده و انرژی در درون سیستم زنده را، با جریانات مشابه موجود در محیط بیرون آن برقرار می‌کنند. هرچه سیستمی پیچیده‌تر باشد، این قوانین و روابط دارای محتوای اطلاعاتی بیشتر است، و تفاوت بیشتری را بین درون و بیرون سیستم موجب می‌شود. این تفاوت، همان مفهوم تمایل به تعادل در سازواره‌های زیستی را نیز در بر می‌گیرد. به این ترتیب این مطلب که سیستم زنده به چه نوع اطلاعاتی نیاز و دسترسی دارد، تعیین‌کننده‌ی نوع و تعداد ابعاد دستگاه مختصات حسی اوست. این دستگاه مختصات، بعدها برای تعریف مفهوم فضای فاز معنایی در موجود زنده به کار خواهد رفت. در اینجا در همین حد کافیست بدانیم که هر سیستم زنده‌ای، جهان خارج را به نحوی خاص از خود جدا می‌کند.

هر موجود زنده، آیینه‌ی کج منحصر به فردی است که جهان را به شکل ویژه‌ی خود می‌شکند.

این اهمیت شکست تقارن در سطوح بالاتر شناختی نیز مورد بحث قرار گرفته و اهمیت آن در بسیاری از فرآیندهای ادراکی مشخص شده است. یکی از دیدگاه‌های مشهور در این مورد، نظریه‌ی Leytonاست که اصولا هر نوع درک روابط علی را به نوعی درک تقارن و شکست تقارن مربوط می‌کند. بنابر نظر او، تقارن یکی از نخستین چیزهایی است که سیستم زنده در برخورد با محیط خارج، قادر به کد کردنش می‌باشد. این ادعا تاحدود زیادی درست است و شواهد فراوانی در قلمرو فیزیولوژی اعصاب برای تاییدش وجود دارد. گام بعدی مورد پذیرش در این نظریه، این است که هر نوع انحراف از تقارن، –یا همان شکست تقارن– که توسط سیستم حسی

www.takbook.com

درک می‌شود، به هنگام پردازش به عنوان یک تاریخچه‌ی درونی شیء مورد مشاهده در نظر گرفته می‌شود. در نهایت هم پردازنده‌ی موجود می‌کوشد تا هر تاریخچه را با مجموعه‌ای از روابط علی و معلولی توجیه کند. به گمان این دانشمند، اصل اولیه‌ی شناخت، همین تلاش در راستای توجیه تاریخچه‌ی اشیای قابل مشاهده است. و هر موجودی بر حسب توان پردازشی و پیچیدگی سیستمش این کار را تا سطحی انجام می‌دهد. نظریه‌ی جالب توجه مورد بحث، به ویژه به دلیل اهمیت بنیادینی که برای درک و تحلیل تقارن در سازواره‌های دارای توان شناختی قائل است، بسیار مورد توجه من است و با دیدگاه مطرح شده در اینجا هم همخوانی چشمگیری دارد. چون شرح کامل این نظریه زمان زیادی می‌طلبد، به همین اندک بسنده می‌کنم و خواننده‌ی علاقمند را به مطالعه‌ی کتاب زیبای تقارن، علیت، ذهن تشویق می‌کنم (Leyton, 1992).

www.takbook.com

تعریف فضای حالت معنایی

با آنچه که در مورد شکست پدیده گفته شد، می‌توان فلسفه‌ی مورد نظر مرا ساخت. اما پیش از ورود به توصیف رخساره‌ی این دیدگاه، لازم می‌دانم مفهوم دیگری را هم تعریف کنم، که در نهایت به درک بهتر این قسمت از بحث کمک شایانی خواهد کرد. این مفهوم، عبارت است از مفهوم فضای فاز معنایی. این تعریف را می‌توان به سادگی بر تعریف فضای فاز حسی سوار کرد.

چنانکه دیدیم، می‌توان زمینه‌ی درک هر موجود زنده را با فضای فاز حسی محدود و مشخصی توصیف کرد که دارای تعداد معدودی محورهای مختصات حسی باشد. هریک از این محورها هم به نوبه‌ی خود محدود خواهند بود و وازه‌های حسی تعریف شده در سخت‌افزار حسی جاندار، دامنه‌ی گسترش آنها را تعریف خواهد کرد.

موجود زنده، ناگزیر است تا اطلاعات وارد شده به فضای فاز حسی خود را پردازش کند. پردازش داده‌ها، در همه‌ی سیستم‌های پردازنده‌ی شناخته شده‌ی کنونی، بر اساس کدگذاری داده‌ها انجام می‌شود. داده‌ها،می‌توانند در سطوح گوناگون در مغز و اعصاب کدگذاری شوند. خود شلیک نورون‌های ناقل پیام، در برابر تحریکات حسی، نمونه‌ای از این کدبندی داده‌هاست.

آنچه که از این کدبندی دادها نتیجه می‌شود، به تعریف من، معنا خوانده می‌شود. معنا عبارت است از الگوی کدبندی اطلاعات، در سیستم پردازنده. این سیستم پردازنده نباید لزوما زنده باشد. چون می‌دانیم که در سیستم‌های پردازنده‌ی مصنوعی –مانند رایانه و شبکه عصبی مصنوعی– هم این کدگذاری انجام می‌شود و به نوعی معنا در

www.takbook.com

این سیستم‌ها دیده می‌شود. پس معنا، نتیجه‌ای نرم‌افزاری، از عملکرد سیستم پردازنده بر اطلاعات ورودی خواهد بود.

چنانکه محورهای مختصاتی برای هر حس و گیرنده‌ی خاص قایل شدیم، می‌توانیم محورهایی مشابه را برای کدهای ناشی از پردازش این داده‌های حسی هم قائل شویم. می‌توان موازی با هر محور مختصات حسی، یک محور مختصات معنایی فرض کرد. محوری که از نمادین شدن اطلاعات ورودی به سیستم پردازنده، در زمینه‌ی آن حس ویژه ناشی می‌شوند. به این ترتیب، می‌توان فضایی به موازات فضای فاز حسی فرض کرد، و آن را فضای فاز معنای نامید.

فضای فاز معنایی، فضای فرضی چند بعدی‌ای است که تعداد ابعادش دست کم به تعداد ابعاد فضای فاز حسی می‌باشد. این فضا، از برخورد محورهایی تشکیل یافته، که هریک از نمادهای مربوط به یک حس خاص ناشی شده‌اند. این فضا، می‌تواند ساده، یا مرکب باشد. یعنی ساختار آن بسته به این که موجود جاندار تا چه حد پیچیده باشد و تا چه حدی پدیده‌ها را بشکند، تغییر می‌کند. موجود ساده‌ای مانند یک باکتری که بیشترین نمادهای مورد استفاده‌اش از پیامهای بیوشیمیایی ساده تجاوز نمی‌کند، فضای فاز معنایی ساده و همگنی را نسبت به فضای فاز حسیش خواهد داشتت. اما انسان یا زنبوری که برای برخی از پیامها واژه ابداع کرده، و از این واژه‌ها برای کدگذاری نمادهای منتج از محسوسات خود استفاده می‌کند، طبعا دارای شبکه‌ای پیچیده و دارای سلسله مراتب در فضای فاز معناییش می‌شود. فضای فاز معنایی، بازتابنده‌ی درجه‌ی پرداخته شدن داده‌ها در سیستم زنده است. این فضا، حاصل رشد فضای فاز حسی است. رشدی که در اثر کارکرد بخش پردازنده‌ی سیستم زنده حاصل می‌شود. یکی از ویژگیهای سیستم‌های خودسازمانده، این است که با پردازش اطلاعات حجم اطلاعات درون

www.takbook.com

خود را افزایش می‌دهند.به این ترتیب، این فضا تنها نمودی خواهد بود، از مقدار افزایش اطلاعات درونی سیستم، که خود ناشی از داده‌آمایی در ساختار موجود است.

سطوح شکست پدیده

سیستم‌های زنده، بر اساس درجه‌ی پیچیدگی خود و نیازی که به دسته‌بندی اطلاعات دارند، سطوح گوناگونی از شکست پدیده را در خود به نمایش می‌گذارند. بی‌تردید آنچه که آمیب از جهان اطراف خود درک می‌کند، نسبت به آنچه که ما می‌فهمیم، بسیار متفاوت است. تفاوت اصلی در این دو شیوه‌ی نگرش به جهان، در اختلاف در سطوح شکست پدیده در این دو نوع سازواره نهفته است.

آنچه که به گمان من سطوح گوناگون شکست پدیده را ایجاد می‌کند، چیزی است که با اصطلاح بحران انباشت مورد اشاره قرارش خواهم داد. بحران انباشت، عبارت است از بیشتر شدن حجم اطلاعات ورودی به سیستم پردازنده –در هر سطحی از پردازش– نسبت به توان پردازندگی آن سیستم خاص. اگر به مغز یک مگس، اطلاعاتی بیشتر از آن که بتواند پردازشش کند وارد شود، مگس با بحران انباشت در ساده‌ترین سطح خود روبروست. اگر به رایانه‌ای آنقدر نماد و کد معرفی شود که از عهده‌ی پردازش اطلاعات مربوط به آن بر نیاید، آنگاه بحران نباشد در سطح نماد جلوه‌گر خواهد شد. اگر یک چینی قرن نوزدهمی آنقدر نماد زبانی دارد که تا قبل از سی‌سالگی نمی‌تواند خواندن و نوشتن زبان خود را بیاموزد، با بحران انباشت در سطح زبانی روبروست. بحران‌های انباشت در سطوح گوناگون، درجات مختلف از شکست پدیده را ایجاب می‌کنند. این نیاز سیستم به اقتصادی کردن

www.takbook.com

کارکرد خود، و بر آمدن از عهده‌ی پردازش اطلاعات ورودی در سطوح گوناگون پردازش، همان است که سطوح گوناگون شکست پدیده را نتیجه داده است.

برای اینکه بتوانم تحلیلی مختصر از این سطوح داشته باشم، بحث را به چند بخش تقسیم می‌کنم و هر سطح را با گزاره‌ای تعریفی مورد اشاره قرار می‌دهم. سپس در مورد هریک از این سطوح، چند بند کوتاه خواهم آورد.

نخست: شکست پدیده در سیستم‌های ساده

آشکار است که آنچه در اینجا با واژه‌ی ساده توصیف شده، تنها اشاره به یک سلسله مراتب نسبی از پیچیدگی است. سیستم زنده‌ی ساده وجود ندارد. زندگی تنها در سیستم‌هایی که از حدی بیشتر پیچیده باشند ظهور می‌یابد. از این رو صفت ساده که در اینجا به کار رفته، تنها ارزشی نسبی دارد و به معنای عام کلمه مصداق ندارد.

سیستم‌های زنده، می‌توانند دارا، یا فاقد ساختار سلولی باشند. دقت کنید که در اینجا مفهوم سلول به معنای وسیع کلمه به کار رفته و تنها موجودات Eukaryotرا در بر نمی‌گیرد. باکتری و آمیب و پارامسی نمونه‌هایی از موجودات صاحب ساختار سلولی هستند. در مقابل ویروسها هم مثالهایی از موجودات فاقد این ساختار هستند. موجودات دارای ساختار سلولی ممکن است در درون ماده‌ی زنده‌ی خود دارا، یا فاقد هسته‌ی حقیقی باشند. از این رو آنها را به ترتیب در دو گروه Eukaryotو Prokaryotمی‌گنجانند. جانداران دارای هسته‌ی حقیقی ممکن است تک یاخته‌ای باشند، یا موجوداتی پرسلولی را تشکیل دهند.

در اینجا تنها برای آسان شدن بحث، و به صورتی کاملا قراردادی، نمونه‌های تک‌یاخته‌ای را ساده، و پریاخته‌ای‌ها را پیچیده نامیده‌ام. این تقسیم‌بندی هیچ معنایی فراتر از بحث کاربردی کنونی ندارد، و نباید به عنوان یک مرزبندی طبیعی در نظر گرفته شود.

www.takbook.com

در جانداران ساده، ابتدایی‌ترین شیوه‌ی کدگذاری داده‌های ورودی دیده می‌شود. در این موجودات، تنها رابط میان اطلاعات گوناگون گرفته شده از محیط، عبارت است از ناقلها و رابطهای بیوشیمیایی و فیزیکو–شیمیایی. آشکار است که در اینجا هم پدیده‌ها می‌شکتنند و مفاهیمی توسط ساختار زنده تولید می‌شوند. این مفاهیم البته بسیار ساده و معدودند، ولی در هر صورت وجود دارند. در این سطح از شکست پدیده، رابطه‌ی بین محرکهایی که به یک پدیده‌ی خارجی منسوب می‌شوند، عمدتا از راه ارتباطات آنزیمی صورت می‌گیرد. این ارتباطات تنها در مقیاس خرد معنا می‌یابد و در مقیاس کلان نمی‌توان نمودی مشخص از این روابط را نشان داد. در این موجودات، شکست تقارن در داخل سازمان زنده، بر اساس دگرگونی‌های مولکولی و آنزیمی نمود می‌یابد، و آنچه که سیستم برای نیل به تعادل می‌خواهد نیز از راه همین روند حاصل می‌شود.

کدهایی که در این مرحله مورد استفاده‌ی سیستم پردازنده قرار می‌گرند، تفاوت زیادی با خود پیامهای حسی ندارند. چنانکه پیشاپیش اشاره شد، در این موجودات هنوز ساختار گیرنده و پردازنده از هم متمایز نشده‌اند، و در نتیجه تفکیک مشخصی میان کدها و اطلاعات اولیه دیده نمی‌شود. زنجیره روابط علی مربوط کننده‌ی محرکهای محیطی با پیامهای حسی، و پیامهای حسی با پاسخهای مطلوب، در اینجا به قدری ساده است که وجود فضای فاز معنایی پیچیده‌ای را توجیه نمی‌کند. در اینجا عملا فضای فاز حسی و معنایی بر هم منطبقند، و اندرکنشهای منسوب به هردو در یک سطح از کارکرد قرار دارند. سخت‌افزار زمینه‌ی ظهور معنا کد و حس اطلاعات در این موجودات مشابه است، و تمایزی بین این دو کارکرد دیده نمی‌شود. ناگفته پیداست که در این موجودات که همگی با عنوان ساده مورد خطاب قرار گرفته‌اند، درجات گوناگونی از پیچیدگی وجود دارد. و باز آشکار است که بر اساس درجه‌ی پیچیدگی موجود در داخل سیستم مورد مطالعه، واگرایی بیشتری در میان بخشهای

www.takbook.com

گیرنده/پردازنده و فضای فاز حسی/معنایی می‌توان دید. در واقع تفاوت پیچیدگی در موجودات مربوط به این گروه، از تفاوت موجود در جانداران مورد بحث در بند بعدی بیشتر است. بعنی در میان موجودات تک‌یاخته‌ای دامنه‌ی تغییرات پیچیدگی بسیار از پریاخته‌ها بالاتر است. پس نیازی به گوشزد کردن این حقیقت باقی نمی‌ماند که تخصص یافتن زوج کارکردهای مورد بحث، در یک ویروس خیلی با آمیب تفاوت می‌کند. آنچه که در همه‌ی این موجودات مشترک است، این است که هنوز بحران انباشت به صورت یک امر واکنش‌زا در نیامده.

دوم: شکست پدیده در سیستم‌های پیچیده

بر مبنای همان تقسیم‌بندی دل‌بخواه و نه چندان اصولی بند گذشته، از اینجا به بعد همه‌ی جانداران پریاخته را با نام کلی پیچیده مورد اشاره قرار خواهم داد، و سطوح شکست پدیده را در آنها بررسی خواهم کرد. با توجه به بالا بودن درجه‌ی پیچیدگی پریاخته‌ها نسبت به غیرپریاخته‌ها، در اینجا هم با درجات متنوع‌تر و مشخص‌تری از شکست پدیده روبرو خواهیم بود. بنابراین لازم می‌بینم تا این بند را به چند پاره‌ی جدا از هم تجزیه کنم و هریک را جداگانه مورد بحث قرار دهم.

شکست پدیده در سطح حسی

در ابتدایی‌ترین گونه‌های جانداران پرسلولی، هنوز دستگاه گیرنده و پردازنده از یکدیگر تفکیک نشده‌اند، و به این ترتیب پردازش اطلاعات ورودی تفاوت چندانی با آنچه که در تک‌یاخته‌ای ها دیدیم، ندارد. از نظر رده‌بندی، تمام جانوران فاقد بافت عصبی –شاخه‌ی اسفنجها – Phylum Porifera و همه‌ی گیاهان پست و همه‌ی قارچها از این گروهند. یک اسفنج، یا یک قارچ، یا یک جلبک، همگی پریاخته‌ای هستند، اما تنها تفاوتشان

www.takbook.com

با موجودات تک‌یاخته‌ای، در همکاری بیوشیمیایی ساده‌ی میان اجزایشان است. در این موجودات جریانی طبیعی از ماده و انرژی در میان یاخته‌های مربوط به یک کلنی وجود دارد، ولی جریان اطلاعات در این میان اندک است. اطلاعاتی که در میان سلول‌های بدن یک قارچ یا جلبک ی اسفنج ردوبدل می‌شود، در همان حد روابط ساختاری/تغذیه‌ای میان یاخته‌هاست. جریانی مجزا و متمایز از اطلاعات، که صرفا برای انتقال مفاهیم مربوط به جهان خارج تخصص یافته باشد، در این جانداران وجود ندارد. البته در میان هر دسته سلولی که در یک کلنی در کنار هم زندگی می‌کنند، مجموعه‌ای از روابط ایجاد می‌شود. سیر ماده و انرژی از کانال این روابط امری است بنیادی و همان خشت اول بنای ساختمان موجود پریاخته‌ای است. نکته مهم این است که جریان اطلاعات در میان این یاخته‌ها، وابسته به سیر ماده و انرژی خام است. یعنی برخلاف جانداران پیچیده‌تر که علاوه بر سیر ماده و انرژی عادی، جریانی از اطلاعات را هم در میان اجزای خود جاری می‌کنند، در این موجودات جریان جداگانه‌ای از انرژی وجود ندارد. ناگفته پیداست که اطلاعات تنها می‌تواند در بستری از ماده/انرژی منتقل شود. اطلاعات به صورت مستقل و جدا از ماده و انرژی وجود ندارد، بلکه تنها عبارت است از چینش این ساختارهای مادی نسبت به هم. در سیستم‌های زیستی، همگام با زیادتر شدن روابط بین اجزا و افزایش پیچیدگی، مسیر انتقال اطلاعات هم تخصص می‌یابد. دیگر اطلاعات از راه مولکولهایی که نقش تغذیه‌ای یا ساختمانی دارند، منتقل نمی‌شود، بلکه مولکولهای ویژه‌ای –مانند هورمونها و ناقلهای عصبی– برای جابه‌جا کردن اطلاعات تکامل می‌یابند. به این ترتیب کم کم نظام مادی–انرژیایی ساده‌ی سیستم که تنها به تعادل لحظه‌ای موجود توجه دارد، ساختاری موازی و پیچیده‌تر را نیز در کنار خود می‌آفریند که وظیفه‌ی کنترل بر این نظام پایه را بر عهده دارد. این سازواره‌ی اطلاعاتی

www.takbook.com

موازی، به ضرورت تخصص خود، نیاز دارد تا از سخت‌افزاری ویژه‌تر و کارآمدتر برای ایجاد شبکه‌ی ارتباطی درون سیستم استفاده کند.

این گرایش به تمایز دو ساختار پایه‌ای و کنترلی را در سیر تکامل جانداران می‌توان به خوبی مشاهده کرد. در سیستم‌های ساده‌ای مانند قارچها و جلبکها و اسفنجها، این تمایز هنوز حاصل نشده، و بنابراین سازواره‌ی اطلاعاتی موجود در سیستم، نسبت به آنچه که در تک‌یاخته‌ای‌ها دیده می‌شد، تفاوت چشمگیری نکرده‌است. البته با توجه به جهش از موجود دارای یک سلول، به موجود دارای گروهی از یاخته‌ها، پیچیدگی کلی شبکه‌ی اطلاعاتی مورد نیاز موجود بسیار افزایش می‌یابد، اما این افزایش ببیشتر کمی است نه کیفی، و کماکان بر اساس همان سخت‌افزار فیزیکو–شیمیایی‌ای استوار است که در نمونه‌های ساده‌تر هم دیده می‌شود.

در این جانداران، فضای فاز حسی هنوز نزدیک به فضای فاز معنایی است. کدگذاری پیامهای رسیده از جهان خارج، بسیار ساده و بی‌واسطه انجام می‌شود، و در بسیاری از موارد خود پیام –مثلا مولکول غذا– وظیفه‌ی کد کردن خود را بر عهده دارد. یعنی به جای اینکه نمادی جداگانه –مانند مولکولی ناقل یا دگرگونی ای ساختاری– نشانگر حضور پیام باشد و زنجیره‌ی علی واکنش مناسب را راه‌اندازی کند، خود مولکول پیام این واکنشهای خاص را آغاز می‌کند.

شکست پدیده‌ها در این موجودات، به ساده‌ترین شکل ممکن انجام می‌شود. شبکه‌ی نه چندان پیچیده‌ای از روابط بیوشمیایی در میان بخشهای گوناگون بدن این جانداران وجود دارد که محرکهای خارجی مستقیما بر آن اثر کرده، و ایجاد واکنشهایی مناسب را نتیجه می‌دهند. در نتیجه، شکستن پدیده در این شبکه منحصر خواهد بود به شکست تقارن مستقیمی که زیر اثر محرکها در شبکه‌ی روابط علی مورد بحث ایجاد می‌شود. این شکست

www.takbook.com

تقارن به دلیل سادگی خود، بازنمایی دقیق و بسیار واقعگرایانه‌ای از جهان خارج را بر سیستم زنده تصویر می‌کند. به بیان دیگر، در میان پریاخته‌ای‌ها، این موجودات دارای تخت‌ترین آیینه‌ی شناخته شده برای بازنمایی جهان خارج هستند. تصویر جهان خارج بر این آیینه می‌شکند و کج و معوج می‌شود، ولی درجه‌ی دگرگون شدن آن نسبت به سایر جانداران پیچیده‌تر خیلی کم است. در اینجا هم هنوز بحران انباشت به حدی نرسیده که موجود را مجبور به نشان دادن واکنشی ویژه و مشخص نماید.

شکست پدیده در سطح نمادین

سطح دوم شکست پدیده در ساختارهای پیچیده، سطح نمادی است. چنین سطحی در جاندارانی دیده می‌شود که دارای دستگاه عصبی باشند. یعنی همه‌ی جانوران پیچیده‌تر از مرجان‌ها در این بحث می‌گنجند. این سطح در صورتی ایجاد می‌شود که موجود زنده در مسیر تکامل پیچیدگی بیشتری به دست آورده باشد و دارای شبکه‌ای بغرنج‌تر از روابط علی کنترل کننده‌ی خود باشد. در این حالت، جاندار با مجموعه‌ای غنی از محرکها و پیامهای ناشی از جهان خارج روبروست، که باید از آن میان برخی را برگزیند و به آنها پاسخ دهد. این نخستین جایی است که در ساختارهای زنده بحران انباشت را به روشنی می‌توان دید. ناتوانی سیستم پردازنده از واکنش درست نشان دادن در برابر انبوه داده‌های ورودی، همان است که سطح دوم شکست پدیده را ایجاد می‌کند. سطح نوین مورد بحث، فقط در سیستم‌هایی پدیدار می‌شود که پیچیدگیشان از حد آستانه‌ای فراتر رفته باشد. شبکه‌ی روابط علی ذکر شده در بند گذشته برای کنترل چنین سیستم پیچیده‌ای کافی نیست، پس موجود ناگزیر است برای واکنش نشان دادن درست به پیامهای فراوانی که ساختارش را بمباران می‌کنند، گامی در راستای اقتصادی کردن پردازشگر اطلاعاتی خود بردارد. این گام اولیه، به نمادین شدن پیامها منجر می‌شود. موجود برای نیل به اطلاعاتی

www.takbook.com

منظمتر و قابل‌استفاده‌تر، داده‌های ورودی خود را بیشتر از پیش می‌شکند و برای هر وازه از محرکهایی که دریافت می‌کند، نمادی را برمی‌گزیند. این نماد معمولا عبارت است از یک راه.

راهی که نماد یک قطعه از محرکهای خارجی می‌شود از دو بخش تشکیل یافته است: نخست از یک بخش سخت‌افزاری، –مانند یک مسیر عصبی خاص و یا آکسونهایی ویژه– و دیگری بخشی نرم‌افزاری –مانند الگوی خاص شلیک نورون‌ها در آن مسیر عصبی خاص. سخت‌افزار، بیشتر ریشه‌ی ژنومی دارد و توسط برنامه‌ریزی‌های نهفته در ماده‌ی وراثتی کدبندی می‌شود. اما بخش نرم‌افزاری بیشتر حالت اکتسابی دارد و بخش مهمی از آن می‌تواند در اثر تجربیات سیستم زنده دگرگون شود.

این ویژه شدن کدها در راه‌ها، در نهایت به فاصله گرفتن فضای فاز معنایی از فضای فاز حسی منجر می‌شود. فاصله‌ای که همان سطح نمادین شکست پدیده را برای نامیدنش به کار گرفتیم.

نماد، عبارتی است که برای اشاره به این راه خاص به کار می‌رود. ممکن است برای پیامهایی که به یک حس خاص وابسته‌اند، سخت‌افزار یک راه یکسان باشد، و فقط الگوی شلیک نورونی در آن تفاوت کند. در عمل چنین تکنیکی به اقتصادی شدن هرچه بیشتر پردازش اطلاعات موجود می‌انجامد و چیزی است که در مسیر تکامل بارها شاهد پیدایشش بوده‌ایم. نمونه‌ی بارز در این مورد اینکه مثلا حس درد و گرما می‌توانند هر دو بر اثر تفاوت در الگوی شلیک نورون‌های بخش پشتی نخاعی به وجود آیند، و یا مثلا تفاوت الگو و بسامد شلیک نورون‌های راه شنوایی می‌تواند شدت صوت و زیر و بمی صدا را کدگذاری کند.

پس از رسیدن به این درجه از پیچیدگی، کارکرد دستگاه عصبی موجود بسیار تخصصی‌تر می‌شود. از این مرحله به بعد پردازنده‌ی موجود با خود پیامها و محرکها سرو کار ندارد، بلکه تنها با نمادهایی که نشانه‌ی حضور آنها در

www.takbook.com

راه‌های عصبی هستند، برخورد می‌کند. به این شکل، ارتباط بی‌واسطه‌ی موجود در جانداران فاقد دستگاه عصبی از بین می‌رود و اطلاعات کلاسه شده و دسته‌بندی شده از میان زمینه‌ی مترجمی تکاملی می‌گذرند. در نهایت این رفتار اقتصادی شبکه‌ی اطلاعاتی سیستم زنده به انتزاعی‌تر شدن مفهوم پدیده می‌انجامد. آنچه که در جانداران ساده‌تر به عنوان پدیده درک می‌شد، تا حدود زیادی مبتنی بر خود پیامها و محرکهای خامی بود که از محیط به سیستم وارد می‌شد. اما در اینجا دیگر این ارتباط بی‌واسطه از بین رفتهاست. در این سطح از شکست پدیده، نمادهایی که خود تصویر قلب شده‌ای از پیامهای اولیه هستند، جایگزین محرکهای پیوسته‌ی ابتدایی می‌شوند.

جانوران معمولا در این سطح از پدیده‌شکنی درجا می‌زنند. بخش مهمی از تنوع زیستی شناخته شه بر سیاره‌ی زمین، تنها در حدی پیچیدگی دارد که پدیده‌ها را در این سطح بشکند. آیینه‌ی بازنماینده‌ی جهان خارج در این موجودات، اندکی بیشتر از مرحله‌ی قبلی تاب برداشته و بنابراین رخساره‌ای دگرگون شده از جهان خارج را به موجود نشان می‌دهد. تمام جاندارانی که دارای دستگاه عصبی ساده هستند و رفتارشان بر اساس بازتابهای شرطی و چرخه‌های محرک–پاسخ از پیش تعیین شده مبتنی است،در همین سطح پدیده‌ها را می‌شکنند. یک زالو که بوی آدم را در آب درک می‌کند و خود را به پوست برهنه‌ی آدم می‌رساند، در اصل در همین حد پدیده‌ها را می‌شکند. او محرکی از محیط خارج خود دریافت می‌کند –مواد شیمیایی مترشحه از پوست انسان– و این محرک را در راه‌های عصبی ساده‌ی خود با ناقلهای عصبی ویژه‌ی خود و الگوی شلیک خاص خود به نمادی تعبیر می‌کند. و بعد هم در پی رشته‌ای پیچیده از روابط علی، رفتاری مانند شنا کردن را در برابر درک این پدیده از خود نشان می‌دهد. یک پشه که از روی بوی گاز $CO2$ میزبان خود را پیدا می‌کند، و ستاره‌ی دریایی‌ای که از روی بوی

www.takbook.com

خاصی –مثلا مواد دفعی گوارشی– وجود شکار خود را –مثلا صدفهای خانواده Mytilidae دنبال می‌کند، هر دو در حال شکستن پدیده‌ها در سطح نمادی هستند.

در کل می‌توان این این گزاره را از همه‌ی این مثالها نتیجه گرفت، که: هرچه رفتار موجود دارای سیستم عصبی، بر مبنای برنامه‌ریزی‌های ژنومی مشخص‌تر و تعیین‌شده‌تر باشد، فاصله‌ی او از این سطح از شکست پدیده کمتر خواهد بود.

شکست پدیده در سطح معنایی

اما سطوح دیگری هم از شکست پدیده وجود دارند، رفتار همه‌ی موجودات بر مبنای اطلاعات نهفته در ژن‌ها از پیش برنامه‌ریزی شده نیست. درجات آزادی رفتار سیستم زنده، با افزایش پیچیدگی او، بیشتر می‌شود. هرچه سیستم عصبی جانوری پیچیده‌تر باشد، شانس او برای نشان دادن رفتارهای جدید و ابتکاری در برابر محرکهای تعریف نشده بیشتر خواهد بود. اصولا یکی از تعاریف پیچیدگی، همین بالا بودن تنوع رفتاری سیستم است.

سطح بعدی شکست پدیده را در اینجا سطح معنایی نامیده‌ام. مقصود از سطح معنایی این است که یک بار دیگر، نمادهای ساده‌ی اولیه‌ی تولید شده در سیستم زنده، نمادین شود. سیستم زنده، پس از آن که مشکل انباشت اطلاعات ورودی خام را با نمادی کردن آنها حل کرد، به روند پیشرفت و پیچیده‌تر شدن خود ادامه می‌دهد. در یک حد آستانه‌ی دیگر از پیچیدگی، می‌بینیم که خود این نمادها آنقدر زیاد می‌شوند که نوعی بحران انباشت دوم را ایجاد می‌کنند. این بحران به نوبه‌ی خود، سطح دیگری از اقتصادی شدن نمادها و کدگذاری جدید را نتیجه می‌دهد، که سطح معنایی خوانده شده است. در این سطح، خود نمادها هستند که نمادین می‌شوند، و به بیان دیگر، راه‌هایی برای نشانه گذاری راه‌های متعدد قبلی ایجاد می‌شوند. این سطح از شکست پدیده بیشتر در جاندارانی

www.takbook.com

که دارای سازماندهی اجتماعی پیچیده هستند دیده می‌شود، و یکی از نتایج پیچیده‌تر شدن نیازهای اطلاعاتی موجود زنده –مثلا در اینجا انتقال اطلاعات– است.

چنین سطحی از شکست پدیده، جهش دیگری را در فاصله‌ی بین فضای فاز حسی و معنایی نتیجه می‌دهد، و در نتیجه تنوع و الگوی کلی رفتار موجود را به شدت دگرگون می‌کند. چنین سطحی از شکست پدیده را در بسیاری از جانوران پیچیده‌تر می‌توان دید. فکر می‌کنم با چند مثال قضیه روشن‌تر شود.

یک مورچه را مجسم کنید که در گردش روزانه‌ی خود برای غذایابی، تکه ای قند پیدا می‌کند. قند برای او عبارت است از مجموعه‌ای از محرکهای نوری، بویایی، و چشایی، که بر اساس شکست پدیده در سطح حسی، همگی به یک عنصر خارجی یکتا –یعنی قند– منسوب می‌شوند. اما تعداد کل محرکهایی که یک مورچه دریافت می‌کند آنقدر زیاد است که نمی‌تواند به این محرک قند، واکنشی بی‌واسطه و آمیب‌وار انجام دهد. پس در راه‌های عصبی خاصش، نمادی شکل می‌گیرد. مجموعه نورون‌های خاصی –مثلا در بخش شاخکی[۸۷] از مغز او– شلیک می‌کنند، و این برای مورچه به منزله‌ی نماد وجود قند خواهد بود. اما این مورچه مورد نظر ما در جامعه‌ای پیچیده زندگی می‌کند که بنیانش بر اساس انتقال مفاهیمی این چنینی استوار است. پس او به سوی لانه‌ی خودش راه می‌افتد، و در راه از غدد زیر شکمش مواد بودار خاصی را ترشح می‌کند. این بوها، بازنمایی مستقیم راه عصبی نماینده‌ی قند نیستند، اما نمادی برای آن به شمار می‌روند. به شکلی که مورچگان دیگر، با رسیدن به این فرومون‌ها و بوییدنشان، می‌فهمند که این بوها نماد راه عصبی‌ای است که خودش نماد وجود قند است. به این ترتیب سلسله

---

[۸۷] Antennal lobe

www.takbook.com

مراتبی در میان سطوح مختلف شکست پدیده، و نمادگذاری‌های مورد نیاز به وجود می‌آید، که خود از نمودهای پیچیده‌تر شدن سیستم زنده است.

به عنوان مثالی دیگر، یک شامپانزه (Pan troglotydes) را در نظر بگیرید. این جانور در قالب گروه‌هایی در میان درختان زندگی می‌کند. حالا اگر یکی از اعضای این گروه محرکهای حسی خاصی – مثل تصویر شیر، بوی شیر و...، را بگیرد، با توجه به راهی که در مغزش برای این نوع محرک نمادین شده، وجود جانوری شکارچی را درک خواهد کرد. شامپانزه‌ی باوجدان ما، بعد از دیدن این محرک، برای آگاه کردن دیگران، شروع می‌کند به فریاد زدن. فریاد او باید بسامد، ریتم و آهنگ خاصی داشته باشد تا دیگران چیزهایی دیگر –مانند میل به جفتگیری و خوشحالی و...، را از آن نتیجه نگیرند. بنابراین الگوی خاصی از صدا توسط این جانور تولید می‌شود که برای خودش و دیگر هم‌قبیله‌ای‌هایش، نماد وجود نماد خطر در مغز هشداردهنده است.

می‌توان مثالهایی از این دست را ادامه داد، ولی فکر می‌کنم همین مختصر برای روشن کردن مفهوم کافی بوده باشد. می‌توان مثالهای فراوان دیگری را در کتابهای رفتار شناسی جانوران دید.

شکست پدیده در سطح زبانی

پیچیده‌ترین و عالی‌ترین سطح شکست پدیده –تا جایی که شناخته شده– عبارت است از زبان. زبان، عبارت است از نمادین شدن نمادهایی که نشانگر وجود راه‌هایی عصبی هستند که خود آنها نمادهایی از وجود پدیده‌ای در جهان خارجند. یعنی زبان فقط هنگامی پدیدار می‌شود که موجود زنده یکبار پدیده‌ها را به هنگام درک و در سطح حسی شکسته باشد. بعد این پدیده‌ها را در قالب راه‌های عصبی خاصی سازماندهی کرده و نمادین ساخته

www.takbook.com

باشد، و بعد این نمادهای عصبی را در قالب رفتارهایی اجتماعی بار دیگر کدگذاری کرده باشد، و بعد از طی همه‌ی این مراحل، کدهایی استاندارد و مشترک را برای اشاره به عناصر سازنده‌ی این پدیده‌ها آفریده باشد.

این تجزیه کردن تجربیات عام و پیوسته‌ی نخستین، در قالب واژگان و نمادهای قابل‌بیان و مشخص با معانی محدود، مهمترین ویژگی زبان را تشکیل می‌دهد. و به گمان کسانی مانند چامسکی، رمز اصلی نامحدود بودن معانی ممکن قابل‌انتقال در زبان حقیقی است.

حالا به موجودی که بی‌شک می‌دانیم دارای زبان است برگردیم. می‌توان از نظر فلسفی در همه چیز شک کرد، اما از نظر کاربردی شکی وجود ندارد که انسان دارای زبان است! بیایید ببینیم این زبان چگونه در دیدگاه ما می‌گنجد؟ برای این کار باید تنها به پدیدار شناسی آنچه که زبان خوانده می‌شود توجه کرد و فعلا برخی از مباحث مربوط به تکامل و تکوین آن را نادیده انگاشت.

انسان جانوری است که ظاهرا دستگاه عصبیش پیچیده‌ترین نمونه‌ی تکامل یافت بر سطح زمین است. این جانور، مراحلی مانند شامپانزه را به هنگام دیدن یک شیر طی می‌کند. او هم محرکهای حسی خاصی را می‌بیند و آنها را به شکلی خاص می‌شکند و دسته‌ای ویژه از آن را به عنصری واقعی و موجود در جهان خارج –مانند شیر– منسوب می‌کند. بعد هم این دسته از محرکها را در قالب راهی عصبی –مثلا در لوب پس سری مغز Lobus Occipitalis که مرکز دیدن است– کد می‌کند. اما این برایش کافی نیست، پس این نماد را باز در قالب رفتاری نمادین –مانند حالت چهره‌ی ترسیده، سروصدای اخطاری، و ..، بازنمایی می‌کند. در نهایت هم وقتی از او پرسیده شود چه دیده‌ای؟ ، بار دیگر همه‌ی این مطالب را با ترکیبی صوتی –مثل واژه‌ی شیر– کدبندی می‌کند.

www.takbook.com

زبان از چند جنبه مهم است. نخست اینکه دست کم در انسان، پیدایشش همراه بوده با تشدید –و به گروه عده‌ای تکوین– خودآگاهی. دوم اینکه، عینی‌ترین مورد قابل بحث منطقی درباره‌ی شکست پدیده، همین زبان است، چون خود زبان نوعی شکست پدیده است و بنابراین پرداختن به آن برای درک خصلتها و قوانین حاکم بر این روند مناسب است. سوم اینکه، عده‌ای معتقدند زبان تنها در انسان تکامل یافته، و بنابراین این الگوی ویژه‌ی شکست پدیده را به عنوان وجه تمایزی میان انسان و حیوان مطرح می‌کنند. این امر در اینجا زیاد حساس نیست. اما در بحثی که بعدها در مورد اخلاق خواهد آمد، مورد توجه خواهد بود. همینقدر به طور ساده بگویم که شواهد تجربی نشان می‌دهند زبان و خودآگاهی، هیچ یک منحصر به انسان نیست. در این مورد در آینده بیشتر توضیح خواهم داد.

در نهایت، زبان وسیله‌ای مناسب است برای بررسی بخش مهمی از مشکلات فلسفی. نقد زبان از دیدگاهی که تا اینجا پیدا کردیم ، ابزاری است مفید برای نقد نظریات فلسفی. چرا که در نهایت همه‌چیز فرهنگ ما، به نوعی با زبان بیان می‌شود. فعلا به این کار نداریم که گویا الفبا و قوانین زبان هنر با زبان کلاسیک تفاوت دارد.

توضیحات

به آنچه که تا اینجا آمد، باید چند نکته‌ی دیگر را هم افزود:

نخست اینکه، در میان سطوح یاد شده برای شکست پدیده، مرزی عینی وجود ندارد. برخی از موجودات را می‌توان یافت که در حد واسط سیستم‌های دارای سطح حسی و سطح نمادی پردازش اطلاعات قرار گرفته باشند. مثلا گیاهان عالی و شاخه‌ی مرجان‌ها –Phylum Coelenterata- – نمونه‌هایی از این گروهند. این موجودات

www.takbook.com

با وجود داشتن ساختاری پیچیده‌تر از پرسلولی‌های ابتدایی، فاقد سیستم‌های پردازش داده‌ی تخصص یافته مانند سایر جانوران عالی هستند. از سوی دیگر وجود بافت عصبی در مرجانها و ارتباطات هورمونی در گیاهان، آنها را از جاندارانی مانند کپک و جلبک متمایز می‌کند. به همین دلیل هم در میان این دو گروه قرار می‌گیرند. پس باید در نظر داشت که تقسیم بندی ارائه شده در اینجا، خود نوعی شکستن پدیده است. یعنی در جهان خارج، لزوما مرزی تعریف‌پذیر در بین سطوح مختلف روند پدیده‌تراشی وجود ندارد. اما ما برای ساده کردن کار خود، و بر اساس توانش پردازشی خاص خود، چنین مرزهایی را در نظر گرفته‌ایم.

دوم اینکه با وجود نامشخص بودن این مرزها، باید تمایزی در بین کارکردهای موجود در سطوح گوناگون قائل شد. نباید فرض کرد که به دلیل ذهنی بودن مرزهای بین سطوح گوناگون شکست پدیده، چنین سطوحی وجود ندارند. بی‌تردید موجودی که دارد تنها در سطح حسی پدیده‌ها را می‌شکند، دارای رفتار و درجه‌ی آزادی‌ای کمتر از جانداری با سطح زبانی خواهد بود. باید دقت کرد که این مبهم بودن حد و مرزهای ذهنی، به معنای عدم وجود تمایز در جهان خارج نیست. باید بر این نکته پافشاری کنم که به گمان من این سطوح یاد شده در جهان خارج دارای واقعیت عینی هستند، ولی لزوما از تعاریف و مرزبندی‌هایی که من در اینجا پیشنهاد کرده‌ام پیروی نمی‌کنند. این حد و مرزها را برای ساده کردن کار خود و به شکلی قراردادی تعریف کرده‌ام، اما بالاخره در جهان خارج چیزی وجود دارد که مصداق این قرارداد باشد.

اگر بخواهم کمی تخصصی‌تر حد و مرز مورد بحث را تعریف کنم، باید از واژگان خاص نظریه‌ی سیستم‌های پیچیده کم بگیرم. این موضوع آشکار است که در اثر افزایش پیچیدگی یک سیستم، رفتارهای جدیدی به صورت خودجوش و ناگهانی در سیستم آشکار می‌شوند. همانطور که یک قالب یخ، در صورت گذشتن از دمای آستانه

www.takbook.com

خاصی –مثلا صفر درجه سانتی‌گراد– ناگهان تغییر فاز داده و به مایعی با رفتار و ویژگیهایی متفاوت تبدیل می‌شود، سیستم‌های پیچیده هم پس از گذر از آستانه‌ی‌خاصی از پیچیدگی، تغییر فاز پیدا می‌کنند و رفتارهایی نوظهور در آنها دیده می‌شود. این سطوح شکست پدیده هم چنین رفتارهایی هستند. سیستم زنده و ماشین پردازنده‌ی عصبی در یک سطح از پیچیدگی به نوعی خاص پدیده‌ها را می‌شکند و در سطح دیگری از پیچیدگی با روشی دیگر این کار را انجام می‌دهد. نتیجه‌ی این تغییر فازها و جهشهای رفتاری در سیستم زنده، افزایش فاصله‌ی فضای فاز حسی با فضای فاز معنایی خواهد بود، به طوری که در نهایت این فاصله به پیدایش فضایی جدید به نام فضای فاز زبانی منجر شود. من در اینجا این مفهوم نور را تعریف نمی‌کنم چون در زبانشناسی در مورد تعریفش بحث و درگیری فراوانی وجود دارد. همینقدر کافی است که تصوری مشابه با فضای فاز معنایی از آن در ذهن داشته باشید. نتیجه اینکه این تفاوت در رفتار سیستم‌ها و این جهش از یک سطح از شکست پدیده به سطحی دیگر، به راستی در جهان خارج وقوع می‌یابد. اما لزوما آستانه‌ی پیدایش آن با آنچه که ما می‌پنداریم یکسان نیست.

سوم اینکه سطوح شکست پدیده بر روی یکدیگر سوار می‌شوند. یعنی چنین نیست که موجودی پیچیده مانند مورچه با دستیابی به سطحی از شکست پدیده مانند سطح معنایی، سطح قبلی –سطح حسی– را از دست بدهد. هر موجودی، سطح بالاتر شکست پدیده را بر سطوح زیرین بنا می‌کند. آنچه که به سطوح بالایی می‌رسد لزوما از سطوح زیرین عبور کرده و به این ترتیب بالیدن و رشد این سطوح امری است شبیه به پدیده‌ی شاخه‌زایی تکاملی که در نظریه سیستم‌های پیچیده مطرح است.

پ: نتایج منطقی–فلسفی

www.takbook.com

از آنچه که تا بدینجا گذشت، دیدگاهی کلی در مورد مفهوم شکست پدیده حاصل شد. حال باید ببینیم این مفهوم و این تصویری که از رابطه‌ی تجربه با جهان ساختیم، چه نتایجی در بر خواهد داشت. تا اینجا تلاش من در راستای استفاده از کمترین اصول موضوعه‌ی ممکن، و تکیه بر بدیهی‌ترین اصول ناشی از تجربه بوده. نتایج به دست آمده از این اصول موضوعه و شواهد تجربی، تصویری را که تا اینجا از موجود زنده‌ی واقع در محیطش ساختیم، تایید می‌کند. در واقع این تصویری است که مستقیما از این شواهد و اصول نتیجه می‌شود. خود تصویر یاد شده، به عنوان یک زمینه برای تفکر در مورد مفاهیم فلسفی، پیامدهایی را در پی دارد، که در این قسمت به آن خواهم پرداخت. این پیامدها را به صورت گزاره‌هایی مطرح خواهم کرد و شرحی کوتاه بر هریک خواهم نگاشت.

www.takbook.com

گزاره‌ی نخست: پدیده‌ها فاقد ارزش هستی‌شناختی بدیهی هستند.

آنچه که از ابتدای این بحث مورد توجه بود، درک بهتر و دقیقتر رابطه‌ی تجربه‌ی موجود زنده، با واقعیت خارجی موجود در محیطش بود. اینکه موجود زنده چگونه تجربه می‌کند، و با توجه به این تجربیات چطور دنیای خارج خود را بازسازی می‌کند، موضوعی است که جزئیاتش در بحث ما نمی‌گنجد، ولی از نظر شواهد آن را تغذیه می‌کند. چگونگی رابطه‌ی مزبور، امری است که در شاخه‌های فراوانی از دانش تجربی مورد اشاره قرار می‌گیرد، و به ویژه در زیست‌شناسی و عصب‌شناسی به طور مفصل در موردش بحث می‌شود. تلاشش این نوشتار هم در این جهت بوده که از این شواهد و نتایج تجربی شناخته شده، برای رسیدن به تصویری واقع‌بینانه در مورد جهان خارج بهره جوید. نکته‌ای که در نظر اول باطلنما جلوه می‌کند، این است که ما اگر بر این شواهد تجربی تکیه کنیم، در نهایت باید بر ارزش هستی‌شناختی تجربه شک کنیم. این همان باطلنمایی است که توسط انشتین و راسل هم مطرح شده است. من می‌کوشم تا ارزش واقعی تجربه را در اینجا نشان دهم، و باطلنمای مزبور را به نوعی رفع کنم.

شکستن پدیده، کاری است که سیستم زنده انجام می‌دهد، و در این روند بیش از اینکه بر میل به شناخت جهان اطرافش تکیه کند، بر گرایش به بقا تاکید می‌کند. پس به سادگی می‌توان دید که نسبیتی شدید بر ارزش هستی‌شناختی پدیده‌ها حاکم است. آنچه را که ما قرمز می‌دانیم، زنبور سیاهی محض می‌داند. رنگ سبز یکتایی را که ما در برگهای گیاهان می‌بینیم و همه را یکسان می‌پنداریم، پرندگان متمایز و متفاوت می‌دانند و به چندین نوع سبزی در آن درک می‌کنند و به هریک تجربه‌ای نو را نسبت می‌دهند. فضاهای فاز حسی در هر گونه نسبت به گونه‌ی دیگر کاملا تفاوت می‌کند. نه تنها وازه‌های محورهای حسی خاص رد این مورد از جانوری به جانور

www.takbook.com

دیگر دگرگون می‌شود، که حتی نوع و تعداد این محورها هم در فضای مورد بحث یکسان نیست. این فضاهای حسی هستند که پدیده‌های ما را تشخیص می‌دهند، و به سادگی می‌توان دید که پدیده‌هایی که ما می‌بینیم، در دید سایر جانداران،اصلا چیزی دیگر است. ممکن است چیزی که ما به عنوان دو پدیده‌ی مجزا می‌بینیم، در نظر جاندار دیگری یکی باشد، و آنچه که ما یکی می‌پنداریم، در نگاه برخی چند پدیده‌ی متمایز باشد. نسبیتی که بر این قلمرو حکفرماست، امکان هرگونه قطعی‌نگری را از ما می‌گیرد. ما به هیچ یک از پدیده‌هایی که می‌آفرینیم نمی‌توانیم اعتماد کنیم. چون کاملا احتمال دارد –و تقریبا بدیهی است– که آنچه که در جهان خارج وجود دارد با آنچه که ما برای خود ساخته‌ایم تفاوت کند. به این ترتیب، هیچ یک از چیزهایی که ما به عنوان پدیده می‌شناسیم، اصالت وجودی ندارند. این مفهوم، چیزی را نتیجه می‌دهد که من در اینجا ذهنی‌گرایی نسبی می‌خوانمش.

منظور از این عبارت این است که در نهایت، همه‌ی آنچه که ما به عنوان جهان خارج می‌بینیم، آفریده‌ی ذهن خود ماست. این قضیه با ذهنی‌گرایی مطلق که وجود جهان خارج یا وجود همتاهای تجربه‌ی ما را در جهان خارج نفی می‌کرد، تفاوت دارد. در اینجا وجود جهانی در برون از خود ما مفروض است، و ارتباطی هم با آن در نظر گرفته شده. اگر به یاد داشته باشید اینها تنها اصول موضوعه‌ی ما بودند. اما دانش مطلق ما در مورد جهان خارج به همین دو اصل منحصر است. تازه این دو صفت جهان خارج هم به این دلیل مطلق هستند که ما خودمان اینطور فرض کرده‌ایم. ما هیچ چیز مطلق دیگری در مورد جهان خارج می‌دانیم. هرآنچه که درک می‌کنیم، برداشت ماست. ممکن است در آن بیرون واقعا اینطور باشد، ممکن هم هست نباشد. با دانستن مکانیسم شکست پدیده در سیستم زنده، دیگر انطباق جهان ذهنی حقیقت و جهان عینی واقعیت از هم می‌پاشد. تنها چیزی که بین این

www.takbook.com

دو وجود دارد، نوعی رابطه است، که در مردش چیزهایی می‌دانیم، ولی آنقدر نمی‌دانیم که بتوانیم آن جهان ناشناخته‌ی خارجی را کاملا برای خود بازسازی کنیم.

به این ترتیب تجربه خود را زیر سوال می‌برد. اگر شواهد تجربی را مورد اتکا قرار دهیم، به شکست پدیده راهنماییمان می‌کند، و از آنجا ناچار می‌شویم ذهنی‌گرایی نسبی را بپذیریم. اما این پیامد، یعنی حذف مطلق‌انگاری از دامنه‌ی شناخت، به گمان من چندان هم مشکل‌ساز نیست. آنچه که تجربه به شدت نفی می‌کند، امکان درک مطلق جهان خارج است. این نفی اصل امکان درک نسبی جهان خارجی را شامل نمی‌شود. اینکه چطور می‌توان با وجود پذیرفتن ذهنی‌گرایی نسبی، باز هم معقول و تجربه‌گرا باقی ماند، چیزی است که در بند بعدی بیشتر مورد بحث قرار خواهد گرفت.

گزاره‌ی دوم: تنها راه شناخت جهان خارج برای ما، بهره‌گیری از تجربه است.

شکستن پدیده توسط سیستم‌های زنده، مسلما ربطی با روابط واقعی موجود در جهان خارج دارد. در غیر این صورت موفقیت سیستم‌های یاد شده در جهان فقط با چیزی شبیه به معجزه قابل‌توضیح می‌بود. ما خود در اصل موضوعه‌ی دوم خود رابطه ای در میان تجربه و جهان خارج را قید کردیم، و از این قید، متحرک بودن جهان خارج و رابطه‌ی میان محرک خارجی و تاثیر حسی درونی را نتیجه گرفتیم. گفتیم که این نتایج برای ما تنها یک راه را برای شناخت جهان خارج باقی می‌گذارد، و آن هم تکیه بر تجربه است. شواهد تجربی بیشماری در این مورد وجود دارد، که همه‌ی جانداران به کمک تجربه‌ی خود در جهان زندگی می‌کنند و موفق هم هستند. اگر رابطه‌ای میان آنچه که ما درک می‌کنیم و آنچه در آن بیرون هست باشد، همین رابطه تنها راه شناخت است. فرض اینکه چنین رابطه‌ای وجود ندارد، چنانکه گفتیم تنها یک بن‌بست فلسفی ایجاد می‌کند و کاربردی برایمان ندارد.

www.takbook.com

هرآنچه که موجود زنده در مورد جهان خارج از خود می‌داند و می‌فهمد، بر مبنای اطلاعاتی استوار شده که از راه‌های حسی گوناگون از محیط به دست آمده. این دانسته‌ها، و این داده‌ها، چنانکه گفتیم، بسیار محدود و نسبی هستند. سیستم زنده تنها در وازه‌ی خاصی، متغیرهای خاصی را درک می‌کند. و تازه در این درک و اطلاع‌گیریش هم خطا و نوفه فراوان وجود دارد. مختصر اینکه تصویر نقش شده بر سیستم زنده از جهان خارج، تصویری سخت دگرگون شده است. جهانی که موجود زنده می‌شناسد. همین نقش کاریکاتور مانند است. هیچ موجود زنده‌ای نمی‌تواند مستقیما با جهان اطرافش ارتباط داشته باشد. سیستمی که همه‌ی متغیرهای محیطی را بدون حک و اصلاح و تصفیه، به داخل خود راه دهد، سیستم زنده نیست. بلکه در بهترین حالتش سیستمی غیرزنده و نامتمایز از محیط است. حتی سیستم‌های غیرزنده‌ی معمول در اطراف ما هم این متغیرها را به این دست و دلبازی در خود وارد نمی‌کنند. پس هرآنچه که هر موجود زنده‌ای از جهان خارج درک می‌کند، بیشتر زاییده‌ی سیستم خودش است تا جهان خارج. این امر بدان معناست که پدیده‌های درک شده توسط موجود زنده، در هیچ زمانی و در هیچ مکانی، وجود خارجی ندارند. هرآنچه که موجود به عنوان پدیده درک می‌کند، برداشت شخصی اوست. اگر آدم و آهو و آمیب نبودند، هیچ سیب و شیر و میکروبی هم وجود نمی‌داشت. گفته‌ی بارکلیِ ذهنی‌گرا را می‌توان در اینجا به این شکل اصلاح کرد: درخت درون باغ – به آن شکلی که در ذهن من وجود دارد،– تنها تا زمانی که من آن را می‌بینم هست.

تصویری که به این ترتیب به دست آمد، چنین است. جهانی واقعی وجود دارد که در موردش تنها همین را می‌توان گفت: که هست.

www.takbook.com

در این جهان، موجودات زنده‌ای وجود دارند که می‌کوشند تا با جذب و پردازش بهینه‌ی اطلاعات اطراف خود، بقای خود را تداوم بخشند. این موجودات، هریک بر مبنای ساختار و عملکرد خود، دستگاه مختصاتی حسی را پدید می‌آورند که هم‌ارز جهان آن موجود زنده‌ی خاص است. این جهان تنها برداشتی ناقص و خام از چیزی است که واقعا وجود دارد. هر تجربه‌ی این موجود در هر برش از زمان، تعدادی از عناصر معنایی را در بر می‌گیرد، که هریک را پدیده خواندیم. این پدیده‌ها، در اصل کدهایی هستند که موجود زنده آنها را به مجموعه‌هایی از داده‌های حسی نسبت می‌دهد. برخی از این پدیده‌ها، با تقسیم‌بندی رفتاری واقعی موجود در جهان خارج بیشتر تطبیق دارند. این پدیده‌ها در میان سیستم‌های زنده‌ی متنوع عامترند و عملکردهای وابسته به آنها هم موفقیت بیشتری را برای بقا تضمین می‌کند. یک نمونه از چنین پدیده‌هایی، مفهوم زندگی است. همه‌ی موجودات زنده، نسبت به محیط خود طوری رفتار می‌کنند که با فرض شکستن جهان به دو بخش زنده و غیر زنده سازگار است. همچنین پدیده‌ی غذا چیزی است که ظاهرا همه موجودات زنده آن را به عنوان پدیده می‌شناسند. یعنی الگوی رفتاری تمام سیستم‌های زنده طوری است که انگار پدیده‌ی غذا را به رسمیت می‌شناسند. همه جانداران جهان را طوری می‌شکنند که مفهوم غذا از دل آن بیرون بیاید. همچنین موجودات دارای دو جنس، مفهوم جفت را هم در این ذخیره‌ی واژگانی پدیده‌های خود دارند. این شکستهای جهان، با وجود عام بودن، لزوما با آنچه که در خارج وجود دارد، منطبق نیست. ولی نشانگر این اصل است که سیستم‌های زنده و برای شکستن پدیده‌ها، از الگوهایی کم و بیش قابل‌درک و مشابه استفاده می‌کنند.

گزاره‌ی سوم: شکست پدیده، برای شناخت مفید است، اما مانند هر روش دیگر پردازش اطلاعات، در بعضی جاها ایرادات خاص خود را هم دارد.

www.takbook.com

شکست پدیده‌ها کارکردی است که در مسیر تکامل ایجاد شده،و درجات مختلف و سطوح گوناگون آن در جاندارانی با پیچیدگی‌های مختلف پراکنده شده است. با توجه به شیوع این کارکرد، و عام بودن سطوح بالاترش در میان گونه‌های پیچیده‌تر، می‌توان چنین فرض کرد که از نظر تکاملی، شکست پدیده و سطوح بالاتر انجام آن، عملی مفید برای موجود زنده محسوب می‌شود. چنانکه دیدیم، این فرآیند از پیامدهای ذاتی وجود شکست تقارن در سیستم زنده است، و بنابراین بالاتر رفتن دقت و پیچیدگی این کارکرد نیز به سازگارتر شدن موجود زنده نسبت به محیطش کمک می‌کند. پس شکست پدیده، از دید تکاملی کاری مفید و صفتی سازگارکننده محسوب می‌شود.

ما می‌خواهیم به عنوان یک موجود شناسا که می‌کوشد جهان خارج را درک کند، این پدیده‌ی بنیانی و پایه را که در همه‌ی انواع درک وجود دارد بیشتر بشکافیم، و آن را از زاویه‌ی کمکی که به ما در راستای شناخت می‌کند، ارزیابی کنیم. برای نیل به این هدف، در دو بند ویژگیهای خوب و بد شکست پدیده را برای دسترسی به شناختی دقیقتر و منطبق‌تر بر جهان خارج می‌نگارم.

الف: ویژگیهای مثبت

چنانکه دیدیم، شکست پدیده خود عبارت است از همان شکست تقارن ذاتی موجود در سیستم‌های زنده، و پیچیده‌تر شدن آن در قالب سطوح بالاتر این روند نیز همتای پیچیده‌تر شدن این شکست تقارن است. خود این بی‌تقارنی عالی‌تر، بازتابی است از بغرنج‌تر شدن روابط سیستم زنده با محیطش. و این همان است که در طول زمان و زیر فشارهای تکاملی، در بسیاری از گونه‌ها رخ می‌دهد.

www.takbook.com

از دید تکاملی، باقی ماندن این روند در سیستم‌های زنده و بالیده شدن و گسترش یافتنش در چهارچوب سطوح بالاتری از شکست پدیده، برای تایید این حکم که شکست پدیده در راستای بقا عمل می‌کند. کافی است.

از سوی دیگر، این روند پدیده‌تراشی به موجود زنده امکان پردازش اطلاعاتی در حجم بسیار بیشتر را داده. چنانکه گفتیم، سطوح بالاتر این روند همه بر اثر بحران‌های انباشتی ایجاد می‌شوند که خود در افزایش حجم داده‌های ورودی ریشه دارند. به بیان دیگر، پیدایش و فرگشت این روشهای شکست پدیده، همه به نیازهای موجود برای اقتصادی‌تر کردن پردازش کردن پدیده‌ها مربوط می‌شوند. به کمک این سطوح بالایی روند پدیده‌تراشی است که ما قادر به درک پیچیدگی‌های موجود در جهان اطراف خود می‌شویم، و انبوهی از اطلاعات را بدون دچار شدن به سردرگمی تعبیر می‌کنیم.

سود دیگر شکست پدیده‌ها، در ارتباطات است. چنان که دیدیم، برترین سطح شکست پدیده، زبان است که نظامی است سازمان یافته و دقیق از شکست پدیده‌ی خودآگاه. زبان، علاوه بر این که امکان خودآگاهی را برای ما فراهم می‌آورد، امکان انتقال تجربه‌هایمان را به افراد دیگر هم‌گونه‌ی خودمان نیز فراهم می‌آورد. تمام داده‌هایی که ما از جریانهای فرهنگی به دست می‌آوریم و همه‌ی آنچه که آدمیان از راه آموزش و پرورش اکتسابی در بطن جامعه یاد می‌گیرند، ریشه در زبان دارد، که خود نمودی از شکست پدیده است. اگر ما اکنون توانسته‌ایم کاخ دانش و علمی به این عظمت را پی‌افکنیم، به دلیل وجود شکست پدیده بوده. آجرهای این کاخ شناخت، از پدیده‌ها تشکیل یافته‌اند، و بنابراین می‌توان روند شکست پدیده را به مثابه تیشه‌ای دانست که این آجرهای اولیه را از صخره‌های پیوسته و بی‌شکل تجربیات حسی استخراج می‌کند. به این مفهوم، شکست پدیده رمز اصلی شناخت در همه‌ی ماست. هرآنچه که به زبان می‌آوریم و به آن می‌اندیشیم، به نوعی از شکست پدیده سرچشمه

www.takbook.com

می‌گیرد، و بنابراین نظام فکری همه‌ی ما، و همه‌ی شناختی که از جهان خارج در ذهن خود داریم، به نوعی مدیون روند شکستن پدیده‌هاست.

اما این فواید به همین‌ها منحصر نیست. شاید یکی از مهمترین پیامدهای دیگر روند مزبور، پیدایش منطق باشد. منطق، عبارت است از قوانینی که بر ترکیب پدیده‌ها و روابط میان آنها حاکمند. درک انتزاعی این قوانین و روابط، بدون شناخت اولیه‌ی خود پدیده‌ها ناممکن است. همه‌ی ما نخست باید پدیده‌ها را درک کنیم و بعد روابط میان آنها را در نظر گیریم و در نهایت از درک این روابط و نظم‌های تکراری موجود در آنها، منطق خاص خود را بسازیم. منطقی که در مسیر تکامل می‌تواند تا حدود زیادی ریخت ذاتی و ژنومی به خود بگیرد و در برنامه‌های ژنتیکی سازماندهی شده، و ذخیره گردد.

نتیجه این که هرآنچه ما از شناخت در دست داریم، به نوعی از شکست پدیده‌ها برخاسته است. تجربیات ما، پدیده‌هایی که درک می‌کنیم، انتقال این پدیده‌ها به دیگران، منطق حاکم بر روابط این پدیده‌ها، و ... همه و همه در روند اصلی پدیده‌تراشی نهفته هستند.

ب: ویژگیهای منفی

در کنار این ویژگی‌های مثبت، چند کارکرد منفی هم برای پدیده‌تراشی می‌توان در نظر گرفت. مهمترین این موارد عبارت است از خطاهایی که در اثر زیاد جدی گرفتن پدیده‌ها رخ می‌دهد. چنانکه گذشت، پدیده‌ها را ما می‌آفرینیم، و هر پدیده‌ای لزوما در جهان خارج مصداق ندارد. هرچند مکان دارد که داشته باشد. اگر سیستم زنده به برخی از این پدیده‌ها بیش از حد لازم بها دهد، و آنها را دارای مصداقی بیش از آنچه که در واقع دارند فرض

www.takbook.com

کند، در آن صورت اشکالاتی در روند شناخت ایجاد خواهد شد. بروز این ایرادات، در درجه اول به دلیل وارد کردن متغیرها و عناصری به معادله‌ی درک جهان خارج است، که واقعا مابه‌ازای خارجی ندارند. یک بودایی متعصب را در نظر بگیرید که برای رهیدن از کارما می‌کوشد تا به نیروانا برسد. ممکن است این تلاش او، قابل‌تحسین باشد، و ممکن هم هست که کارما و نیروانا دارای مصادیق خارجی باشند، اما تا زمانی که امکان عکس آن مورد توجه قرار نگرفته، و به شکل منطقی نقد نشده، پرداختن به این کوشش بی‌معناست. اگر این راهب موضوع را با دید ما بشکافد، و اگر در نهایت به این نتیجه برسد که مفاهیمی مانند کارما و نیروانا مصداق خارجی ندارند و تنها در ذهن خودش وجود دارند، کل رفتار گذشته و تصویری که از جهان داشته برایش نامعقول و نادرست جلوه می‌کند. در تاریخ بشر فراوان نمونه‌هایی را داشته‌ایم که واقعیت پنداشتن یک پدیده‌ی ذهنی تولید شده در دستگاه پردازنده‌ی خود فرد، به ایجاد خطاهایی فاحش و رفتارهایی بسیار نادرست منجر شده باشد. یک لحظه به تلاشهای کیمیاگرانی فکر کنید که قرنها به دنبال سنگ فلاسفه می‌گشتند، و این مفهوم ذهنی نه چندان مشخص را امری واقعی و دارای حضور خارجی فرض می‌کردند. ناگفته پیداست که این پیشروان دانش شیمی در اشتباه بودند. سنگ فلاسفه جز در ذهن خود کیمیاگران وجود نداشته، و بنابراین دستگاه عظیم نمادینی که برای رسیدن به آن ابداع شده بود، چیزی جز یک بازی منطقی نبود، که بر مبنای پیش‌فرضی نادرست بنیان نهاده شده باشد.

یا برای لحظه‌ای به دعواهای درازمدتی که بین فرقه‌های آرنیوسی و آتاناسیوسی در مورد خصلت مسیح درگرفته بود بنگرید. اگر کمی دقیقتر به این دعوا و مرافعه نگاه کنیم، می‌بینیم که همه‌ی مفاهیم مورد بحث و مورد اختلاف، از شکستن نادرست پدیده‌ها در ذهن راهبان و پیشوایان مذهبی آن دوران ایجادش شده بوده. اگر

www.takbook.com

هر دو طرف به جای چسبیدن به پیش‌فرضهایی نقدناشده، و پدیده‌های واقعی پنداشته‌ی ناواقعی، از ابتدا بار دیگر روند شکست پدیده را در ذهن خود مرور می‌کردند، این دعواها و نتایج ناخوشایند آن هرگز به وجود نمی‌آمد.

مثال در این مورد زیاد است و می‌توانم این حرف را با اشاره به مکتبهای فکری متعصبانه دیگر هم ادامه دهم. چون این کار را در ادامه‌ی این بحث در جایی دیگر انجام خواهم داد، اینجا از دراز کردن گفتار خودداری می‌کنم. تنها نتیجه‌ای که اینجا مورد نظر من است، این است که چسبیدن به برخی از نمودهای شکست پدیده، بدون اندیشیدن در این مورد که اصلا این پدیده‌ها وجود خارجی دارند یا نه، مهمترین سبب ایجاد خطاست. این خطاها به قدری مهمند که بخش عمده‌ای از مباحث و مرافعات فلسفی–عقیدتی موجود در تاریخ بشریت را در بر می‌گیرند.

www.takbook.com

گفتار سوم: اصالت پدیده‌ها

ما موجوداتی شناسا هستیم که هدفمان از این نوشتار، دستیابی به راهی بهینه برای شناخت بود. دیدیم که شناخت تنها از راه شکستن پدیده‌ها حاصل می‌شود، و دیدیم که این پدیده‌ها می‌توانند کاملا ذهنی باشند و در جهان خارج مصداقی نداشته باشند. بنابراین ما همواره داریم با توجه به پدیده‌هایی که درک می‌کنیم، تصویر از جهان را برای خود می‌آفرینیم. اما واحدهای سازنده‌ی این تصویر، خود پدیده‌ها هستند که در واقعت هستی‌شناختی‌شان شک هست. پس همه‌ی ما همیشه در خطر این خطا قرار داریم که با پدیده‌هایی که بله نحوی نادرست شکسته شده‌اند، جهانی را بیافرینیم که رابطه‌ای اندک با جان واقعی خارجی داشته باشد. برای پرهیز از این اشتباه، و کمینه کردن آویختن به پدیده‌های موهوم ذهنی، چاره‌ای نداریم جز آنکه بار دیگر مفاهیم بنیادی موجود در فلسفه را از نو بشکافیم و مقدار رابطه‌ی آن را با جهان خارج، بر اساس این بینش نوینی که به دست آورده‌ایم، مورد نقد قرار دهیم. من در این گفتار نگاهی تازه به کلیدواژه‌های مهم مطرح در فلسفه‌ی خودم خواهم داشت، و خواهم کوشید تا آنها را بار دیگر در پرتو شکها و امیدهایی که از دیدگاه شکست پدیده‌ها حاصل می‌شود، به محک نقد کشم. گفتار را با بحثی کلی در مورد درجه‌ی اشتراک الگوهای شکست پدیده در افراد گوناگون آغاز خواهم کرد. بعد از آن به یک یک مفاهیم مورد بحث خواهم پرداخت.

www.takbook.com

الف: شباهت‌ها و تفاوت‌ها در الگوهای گوناگون شکست پدیده

مهمترین الگوی مورد بحث در این قسمت، زبان است، چرا که هم از نظر شناخت انسانی دارای بیشترین ارزش است، و هم از سوی دیگر اطلاعات ما در مورد آن بیشینه است و بیشتر جای مانور داریم. در واقع به جز اطلاعات جسته و گریخته‌ای که از رفتارشناسی ناشی شده است، چیز زیادی در مورد روش‌های دیگر شکست پدیده نمی‌دانیم. مانند سابق، هر مبحث را با گزاره‌ای که بیانگر اصل مفهوم مورد نظر آن بند باشد آغاز می‌کنم و بعد توضیحی کوتاه در مورد آن گزاره خواهم داد.

الف: الگوهای کلی شکست پدیده در هیچ دو جانداری دقیقا یکسان نیست.

چنانکه گفتیم، عوامل تعیین کننده‌ی چگونگی شکست پدیده‌ها در سیستم زنده، بر اساس دو محور تعیین می‌شوند. نخست محور وراثتی، که برنامه‌ریزی ژنومی تعیین کننده‌ی سخت افزارهای گیرنده و پردازنده را شامل می‌شود، و دیگری محور اکتسابی، که به طرح کلی تجربیات فرد، و توان یادگیری ویژه‌ی وی بستگی دارد. در اینجا می‌کوشم تا نشان دهم که با وجود شباهتهای چشمگیر وابسته به ژنوم الگوهای شکست پدیده، هیچ دو فردی نمی‌توانند در هردوی این موارد با هم یکسان باشند.

شواهدی وجود دارند که در نگاه اول تاییدی در جهت جهانگیر پنداشتن الگوهای شکست پدیده محسوب می‌شوند. یک نمونه‌ی آن در تاریخ علم زیست شناسی، به زمانی مربوط می‌شود که زیست‌شناسان مخصص رده‌بندی غربی، با بومیان آمریندان در حاشیه‌ی رود آمازون برخورد کردند. این جهانگردان دانشمند دیدند که شامان‌ها و جادوگران بومی این قبایل –که وظیفه‌ی پزشک را هم بر عهده داشتند،– قادرند هزار گونه از گیاهان

www.takbook.com

وحشی دارویی جنگلهای اطراف قبیله‌ی خود را تشخیص دهند. مقایسه‌ای که در میان این دو روش رده‌بندی گیاهان انجام گرفت، نشان داد که گونه‌های تشخیص داده شده توسط دانشمندان مدرن غربی و خردمندان بومی سرخپوست، به شکل چشمگیری با همدیگر شباهت دارند. یعنی این دو فرهنگ گوناگون، در برخورد با یک پدیده‌ی خارجی یکسان، به شکلی مشابه پدیده را شکسته بودند (ویلسون, 1376).

در طبیعت نزدیکی ساختار وراثتی افراد را با شاخصهای گوناگونی می‌سنجند. روشهای پیچیده‌ی‌تعیین توالی ژنومی، یکی از آن راه‌هاست. در نهایت، از همه‌ی این راه‌ها، نتایجی مشترک به دست می‌آید. این نتایج نشانگر این هستند که جمعیتهای مشخصی از افراد جاندار، نسبت به هم شباهت ژنومی بیشتری دارند. این جمعیتهای شبیه به هم را در زیست‌شناسی با نام گوه مورد اشاره قرار می‌دهند. در اینجا کاری به دشواری‌های تعریف مفهوم گونه نداریم. آنچه که مهم است، این است که حتی در میان افراد هم‌گونه نیز، در حالت عادی تفاوت ژنوم وجود دارد. گونه، مجموعه‌ای از افراد را در بر می‌گیرد که آنقدر از نظر ژنومی به هم شبیه باشند که بتوانند جفتگیری موفق بین خود انجام دهند. اما این تعریف –که ناقص هم هست– امکان بروز تفاوت در میان افراد یک گونه را نفی نمی‌کند. در واقع به خوبی شناخته شده که در سطوح مختلف رده‌بندی، تفاوتهایی مشخص با دامنه‌هایی شناخته شده در میان محتوای وراثتی جانداران هم‌گونه وجود دارد. تنها موردی که می‌شناسیم و در آن تفاوت بین محتوای ژنومی دو فرد وجود ندارد، در حالتی است که افراد مرد نظر دو یا چند قلوی تک تخمکی باشند، و یا موجود به صورت غیرجنسی تولید مثل کرده باشد. در عمل حتی در این موجودات هم –که دارای محتوای اطلاعاتی ژنومی مشابهی هستند– به دلیل شرایط محیطی متفاوت،بیان ژنها دقیقا مشابه انجام نمی‌گیرد، و بنابراین باز هم تفاوتهایی در ساختار و ترکیب نتایج ناشی از برنامه‌ی ژنومی دیده می‌شود. در جانداران دیگری که دارای

www.takbook.com

تولید مثل جنسی هستند، این تفاوت در محتوای ژنومی افراد هم گونه به درجات گوناگون دیده می‌شود. مثلا دامنه‌ی تغییرات اطلاعات ژنومی درون‌گونه‌ای گیاهان برابر است با 6/4٪ یعنی اگر محتوای ژنومی دو فرد تا این حد تغییرات از خود نشان دهد، هنوز ممکن است آن دور را متعلق به یک گونه 0دانست. این دامنه‌ی تغییرات برای جانوران بی‌مهره 13/4٪ و برای مهره‌داران حدود 6٪ است.

اگر بخواهیم به طور خاص در مورد انسان به مقایسه‌ای دست بزنیم، به خوبی آشکار می‌شود که هر دو فرد انسانی غیردوقلوی تک تخمکی را می‌توان از دید ژنومی منحصر به فرد دانست. ضریب تغییرات ژنومی قابل‌تحمل در درون گونه‌ی انسان sapiens sapiens برابر است با 7/6 ٪. فرانسیس آیالا در آن زمانی که فکر می‌کردند هر انسان چیزی حدود صد هزار ژن دارد، حساب کرده بود که با توجه به این ضریب، هرکس می‌تواند در 6700 ژن با دیگر افراد انسانی تفاوت کند. با توجه به این عدد، تنوع کل گامت‌های ممکن برای یک انسان منفرد، برابر خواهد بود با 2^{6700}. این عدد، تقریبا برابر است با 10^{2017}. یعنی تعداد کل گامتهایی که یک انسان تنها می‌تواند تولید کند، و هریک هم پس از ترکیب با همانند خود به یک فرد انسانی تبدیل شوند، برابر است با یک ده، و 2017 صفر در جلویش! حال احتمال اینکه دو فرد انسانی دارای الگوی ژنومی دقیقا یکسانی باشند، برابر می‌شود با معکوس این عدد، یعنی: 10^{-2017} برای اینکه به بزرگی عدد نخست و کوچکی معکوس آن پی ببرید، باید ذکر کنم که تعداد کل اتمهای موجود در جهان –به تخمین کیهان‌شناسان– برابر است با 10^{76}اتم. پس احتمال اینکه جهان، تصادفا در دو لحظه‌ی مجزا دقیقا یک ترکیب اتمی یکسان را از خود نشان دهد، برابر می‌شود با 10^{-76}. این عدد تقریبا برابر است با صفر. یعنی احتمالش آنقدر کم است که از دید آماری معنا ندارد. با توجه به اینکه ترکیبات موجود در ژنوم تصادفی‌تر از ترکیبات اتمهای جهان بازآرایی می‌شوند،و عدد ناچیز 10^{-2017} را برایش

www.takbook.com

استخراج کردیم، می‌توان حکم کرد که هیچ دو فرد انسانی، در حالت عادی نمی‌توانند الگوهای ژنومی مشابهی را از خود نشان دهند. امروز ما می دانیم که شمار ژنهای انسان سی هزار تاست و نه صد هزار، اما این تفاوت در کل این محاسبه تاثیر چندانی ندارد.

مثال نقض مشخص در این مورد دوقلوهای تک تخمکی هستند. اما تعداد آنها نسبت به کل افراد بشر آنقدر کم است که اعتبار محاسبه‌ی ما را مخدوش نمی‌کند. علاوه بر این حتی در دوقلوهای یاد شده نیز درجه‌ی نفوذ ژنها[۸۸] بر اساس شرایط خاص رشد موجود، حالاتی متفاوت را از خود نشان می‌دهند، و به همین دلیل هم می‌بینیم که در صفاتی جزئی مانند خطوط کف دست و نوک انگشتان[۸۹] دوقلوهای همزاد هم تفاوت دیده می‌شود.

آنچه که تا اینجا گفتیم، در مورد ژن‌ها و ترکیب آنها بود که تعداد و دامنه‌ی تغییراتشان نسبتا محدود است. اگر بخواهیم استدلالی مشابه را در مورد شرایط محیطی سیستم‌های زنده بیان کنیم، به سادگی می‌بینیم که احتمال برابر بودن شرایط رشد و تکوین دو فرد، از عددی که برای برابری ژنومها به دست آمد هم کمتر خواهد بود. عملا تعداد ترکیبات ممکن برای شرایط زیستی سیستم زنده بیشمارند، و این امر احتمال تکرار همه‌ی این عوامل با ترکیبی مشابه برای دو موجود را به عدد صفر بسیار نزدیک می‌کند.

نتیجه اینکه احتمال تکرار توأم ژنوم و محیط در دو فرد، عملا برابر صفر است، و بنابراین می‌توان حکم کرد که هیچ دو موجود زنده‌ای دارای ساختار و دینامیسم دقیقا یکسانی نخواهد بود. از این حرف، این نتیجه حاصل

---

[۸۸] Gene penetrance

[۸۹] Dermatoglyphes

www.takbook.com

می‌شود که فضای فاز حسی هیچ دو موجودی هم دقیقا با یکدیگر برابر نخواهد بود. هر دو موجود زنده‌ای – هرقدر هم که از نظر ساختار ژنومی و محیطی به هم نزدیک باشند،– جهان را به یک شکل نمی‌بینند. جهان، برای هر موجودی به نوعی ظهور پیدا مکند و زمینه‌ی تعیین نوع این ظهور، فضای فاز حسی موجود است. موجوداتی که با یکدیگر در این مورد تفاوت دارند، لزوما فضای فازها معنایی متفاوتی را بر مبنای محسوسات خود خواهند ساخت، و تقارن جهان خارج را به شکلی ویژه خواهند شکست.

بد نیست در اینجا به یکی از شواهد بیشماری که برای تایید حرفمان وجود دارد اشاره کنیم:

همانطور که برای کل محرکهای قابل درک توسط یک موجود فضای فاز حسی تعریف کردیم، می‌توانیم برای هریک از حواس آن موجود نیز چنین فضایی را تعریف کنیم. چنین کاری در مورد فضای فاز بینایی انسان بسیار انجام شده و مدلهای ایجاد شده یه ویژه برای شبیه‌سازی بینایی در هوش مصنوعی کاربرد زیادی دارد. در مورد فضای پیچیده‌ای مانند فضای فاز بینایی انسان، شکی وجود ندارد که هیچ دو تجربه‌ای نمی‌توانند با یکدیگر برابر باشند. امکان اینکه محرکهای نوری پیچیده‌ی رسیده به شبکیه در دو مقطع زمانی – در شرایط طبیعی، و نه کنترل شده و آزمایشگاهی– دقیقا یکسان باشد، بسیار اندک است. دقت کنید که در اینجا منظور از یکسان بودن، برابری دقیق همه‌ی تاثیرات گرفته شده بر شبکیه است. حتی موقعی که دو محرک ساده‌ی نوری در شرایط آزمایشگاهی بر شبکیه می‌افتند، نتایج درک شده توسط شبکیه برابر نیست. تفاوتهای موجود در توان پردازش، پنجره‌ی توجه بینایی، و شلیکهای کاتوره‌ای نورون‌های این دستگاه، امکان برابر شدن این دو حالت را از بین می‌برد.

اما این یگانگی در الگوهای تحریکی هر فضای فاز حسی خاص، در مورد جانورانی ساده تر و حواسی ابتدایی‌تر نیز صدق می‌کند. مثلا نشان داده شده که مغز افراد مختلف مقیم یک کندوی زنبور عسل Apis

www.takbook.com

melifera بویی مانند – Hexanol که از ترکیبات موجود در بوی گل و فرومون‌هاست– را به اشکالی گوناگون درک می‌کنند. به بیان دیگر، بازنمایی بوی مورد نظر در فضای فاز بویایی هریک از این زنبوران، الگویی مشخص و منحصر به فرد را به خود می‌گیرد (Joerges et al, 1997). این تفاوتهای فردی در درک یک بوی مشخص، در مورد همه‌ی بوها وجود ندارد و در همه‌ی افراد هم با یک نوسان دیده نمی‌شود. اما همین صرف وجود چنین تفاوتی، دلیل کافی برای تایید ادعای ماست.

عناصر زبانی نمایندگان خوبی از عناصر سازنده‌ی جهان خارجی نیستند.

زبان، مفهومی است که در زبانشناسی به اشکال گوناگون تعریف می‌شود و از این تعریف هم نتایج فلسفی متفاوتی می‌توان گرفت. من در اینجا قصد پرداختن به این تعریف و نقدشان را ندارم. پس زبان را به سادگی به عنوان سیستمی پیچیده از نمادها در نظر می‌گیریم که توانایی بازنمایی تنوع نامحدودی از تجربیات را داشته باشد. در مورد رابطه‌ی زبان و اندیشه‌ی خودآگاه، چنان که گفته شد، نظریات فراوانی وجود دارد. هردر[۹۰] فیلسوف آلمانی، در جمله‌ی مشهوری می‌گوید: انسان با واژگان می‌اندیشد. به گمان الو، اندیشه همان گفتگوی درونی است، و گفتار همتاست با فکر کردن با صدای بلند. او با توجه به این دیدگاه، معتقد بوده که تفاوتهای فردی مربوط به روش اندیشه، در زبان بازنمایی می‌شوند. او در جمله‌ی مشهور دیگری، می‌گوید: هر ملتی با روش تفکر خاص خود سخن می‌گوید و با زبان خاص خود می‌اندیشد. بنابر نظر او، ساخت‌گرایان دیگری که از او

---

[۹۰] Gotfried Herder. [1877-1913] Johann

www.takbook.com

پیروی کرده‌اند، مفاهیم موجود در یک زبان قابل‌انتقال به زبان‌های دیگر نیست. چون زمینه‌ی فکری لازم برای بیان آن در زبانی دیگر وجود ندارد. این ایده به قدری پیشرفت کرده که زبانشناسانی مانند فون هومبولت[۹۱] مدعی شده‌اند که هر زبانی در اصل نوعی سیستم جهان‌بینی خاص و منحصر به فرد است. چنین دیدگاهی را در زبانشناسانی که رویکرد مردم‌شناختی را می‌پسندند نیز دیده می‌شود. مثلا وورف[۹۲] در این مورد به حدی پیش رفته که مفهوم زمان را هم وابسته به زبان می‌داند و منکر وجود درک زمان در کاربران برخی از زبانهای فاقد زمان –مانند زبان سرخپوستان هوپی– است. ساپیر[۹۳] زبانشناس دیگری است که بیشتر از زاویه‌ی دید زیست‌شناسی به قضیه می‌نگرد، و به همان نتایج نسبی شدید می‌رسد.

در برابر این دیدگاه ساخت‌گرا، دیدگاه گشتاری–زایشی[۹۴] نیز وجود دارد که عنوانش با نام پیوند خورده است. در این دیدگاه، زبان از دو سطح ساختاری تشکیل یافته است. یکی که زیربنا و پیکره‌ی اصلی را می‌سازد، زیرساخت نامیده می‌شود و بر مبنای برنامه‌ریزی ژنومی تعیین می‌شود. و دیگری که روساخت خوانده می‌شود اکتسابی است و به یادگیری و آموزش ربط دارد. با این زاویه‌ی دید، طبیعی است که زبان در کل میان افراد انسانی مشترک دانسته شود، و مفاهیم موجود در آن هم نوعی خصلت ذاتی–وراثتی پیدا کنند.

---

[۹۱] Wilhelm von Hombolt

[۹۲] Whorf

[۹۳] Sapir

[۹۴] Transformational-generative approach

www.takbook.com

دیدگاه‌های دیگری هم در حد واسط این دو نظرگاه افراطی وجود دارد، مثلا گروهی معتقدند که فقط مفاهیم پایه‌ی قابل تجربه توسط همه‌ی افراد انسانی دارای قابلیت ترجمه شدن به زبانهای دیگر هستند (,Swadesh 1955). مثلا مفاهیمی مانند پا و دست و خورشید و آب را می‌توان به هر زبان دیگری برگرداند، اما مفهوم قراردادی‌ای مانند نوروز یا صوفی را –در زبانی مانند فارسی– نمی‌توان ترجمه کرد. این دیدگاه می‌پذیرد که زبان بازتاب دقیق جهان خارج نیست و تنها عبارت است از بازنمایی آن بر اساس سلیقه‌ی ناظر. اما باز در عین حال مدعی است که این تجربیات و سلیقه‌ها در افراد گوناگون انسانی به قدری به یکدیگر نزدیکند که وجود محورهایی مشترک را در میان زبانهای گوناگون توجیه می‌کنند.

شواهدی فراوان برای تایید این ادعا وجود دارد که مفاهیم مهم قابل‌بحث در فلسفه، و اصولا همه‌ی مفاهیم انتزاعی‌تر از حدی ویژه، در زبانهای گوناگون خصلتی نسبی دارند. بررسی‌های انجام شده در مورد واژگان و معانی موجود در زبان‌های گوناگون نشانگر این مطلبند که ترجمه‌پذیری واژگان از زبانی به زبان دیگر، کمتر از آنچه که در نظر اول به ذهن متبادر می‌شود، صحت و دقت دارد.

بر اساس دیدگاه مورد پیشنهاد من، واژگان و عناصر زبانی، به دلیل اینکه بر مبنای شکلی ویژه از شکست پدیده ساخته شده‌اند، لزوما ارتباط یک به یکی با عناصر موجود در جهان خراج ندارند. این پدیده‌ی واژه‌سازی، چیزی نیست جز ادامه‌ی روند نمادین کردن دریافته‌های حسی، و بنابراین نسبیت حاکم بر این دریافت‌ها و نمادین کردن‌ها، بر همه‌ی ساختارهای زبانی نیز حاکم است. بنابراین، طبیعی است که پنداشته شود واژگان مورد استفاده‌ی ما در زبان، ما به ازای خارجی ندارند، و بخش مهمی از آنها به سادگی از انتزاعی کردن مفاهیم مشترک در میان پدیده‌های متفاوت ایجاد شده‌اند.

www.takbook.com

برای تایید ای ادعا، و تقویت این فرض که واژگان واقعیت خارجی ندارند، چند را که وجود دارد. یکمی از این راه‌ها عبارت است از اینکه مفهوم برخی از این واژگان را از دید دانش زبانشناسیِ عصب‌شناختی[۹۵] تحلیل کنیم، و درجه‌ی مصداق آنها را به لحاظ منطقی بررسی کنیم. راه دیگر این است که به مقایسه‌هایی در قالب زبانشناسی مردم‌شناسی[۹۶] دست بزنیم و ببینیم واژگانی که به گمان ما عام و فراگیر هستند، واقعا در چه حد به شکل ترجمه‌پذیر در زبانهای مستقل وجود دارند. در ادامه‌ی این بحث، به هردوی این رویکردها خواهم پرداخت. نخست به بحث کوتاهی در مورد واقعیت خارجی مفاهیم انتزاعی می‌پردازم، و بعد به شواهدی که از زبانشناسی تطبیقی سرچشمه می‌گیرند، نگاه خواهم کرد.

الف: بسیاری از مفاهیم انتزاعی زبانی مصداق خارجی ندارند.

به تعبیر دریدا یکی از مهمترین ویژگی‌های زبان، توانایی اشاره‌ی آن به چیزهایی خارج از خود است. چیزهایی که در ساختار زبانی قابل‌طرحند، ولی لزوما وجود خارجی ندارند (Gerard & Derrida, 1992) . آنچه که در این بند مورد نظر ماست، تا حدودی مطابق با دیدگاه این فیلسوف است. در هر زبانی، مجموعه‌ای از واژگان وجود دارند که مفاهیمی انتزاعی و تحویل‌ناپذیر به اتمهای ابتدایی منطقی–حسی را بیان می‌کنند. در اینجا می‌خواهم از یک سو نشان دهم که بسیاری از این مفاهیم انتزاعی مصداق خارجی ندارند، و از سوی دیگر گریزی

---

[۹۵] Neurolinguistics

[۹۶] Ethnological linguistics

www.takbook.com

هم به خود اتمهای حسی مورد استفاده در زبانها خواهم زد و درجه‌ی حضور مستقل آنها در جهان خارج را نیز به نقد خواهم کشید.

اتمهای حسی سازنده‌ی زبان، عبارتند از واژگانی که پایه‌ای‌ترین مفاهیم حسی را منتقل می‌کنند. واژه‌ی قرمز ، یک مفهوم حسی اتمی است. می‌توان این واژه را به شلیک نورون‌های خاصی در شبکیه مربوط کرد، که به فوتون‌های با طول موج 470نانومتر حساسیت دارند. این نورون‌ها، نماینده‌ی ابتدایی‌ترین سطح برخورد سیستم گیرنده‌ی اطلاعات ما با جهان خارج هستند، و به این ترتیب واژه‌ای که رفتار آن را کد می‌کند، واژه‌ای است که به سوی اتمهای حسی سیستم گیرنده/پردازنده‌ی ما نشانه رفته است. حالا ما می‌خواهیم ببینیم واژه‌ی قرمز دارای معنای هستی‌شناختی هست یا نه؟

باید نخست ببینیم وقتی واژه‌ی قرمز را می‌شنویم، چه درک می‌کنیم؟

یک زیست‌شناس، یا یک فیزیکدان، ممکن است با شنیدن این واژه همان فوتون با طول موج 470نانومتر را در ذهن بازنمایی کند. در این حالت، آنچه که مفهوم قرمز را نمادین کرده، عبارت است از دو سه مفهوم علمی نسبتا خوب تعریف شده، مانند فوتون، طول‌موج، و گیرندگی شبکیه. به بیان بهتر، یک دانشمند خرده‌بین، اگر بخواهد از تمام دانش اندوخته شده در ذهنش بهره‌برداری کند، هنگام شنیدن این واژه، مفهوم آن را به این سه چهار واژه‌ی دیگر یاد شده تحویل می‌کند. اما در اینجا این مشکل وجود دارد که همه‌ی واژگان علمی لازم برای تعریف مفهوم قرمز، خود واژگانی هستند نیازمند معنا، که معنای خود را در ارتباط با واژگان دیگری به دست می‌آورند، که باید به نوبه‌ی خود تعریف شوند. پس اگر بخواهیم روند تحویل واژه‌ی قرمز را به واژگان دیگر دنبال کنیم، چیزی جز چرخه‌های معنایی بی‌سروته زبانی را در برابر خود نخواهیم داشت. من در ادامه‌ی همین

www.takbook.com

نوشتار به تفصیل ناممکن بودن تعریف یک واژه را نشان داده‌ام. به همین دلیل هم در اینجا بار دیگر آن را تکرار نمی‌کنم. کوتاه سخن آنکه اگر شنونده‌ی ابردانشمند مورد نظر ما بخواهد مفهوم قرمز را با تحویل کردن آن به سایر واژگان، یا تعریفش با کلمات دیگری انجام دهد، هرگز موفق نخواهد شد. چون خود را در شبکه‌ای از معانی به هم پیوسته گرفتار خواهد دید که هیچ‌یک دارای تعریفی مشخص و معلوم نیستند. پس با این روش نمی‌توان قرمز را با آنچه که در جهان خارج می‌گذرد مربوط کرد. چون واسطه‌های این ارتباط -یعنی واژگان دیگر- خود دارای ارتباطی نامشخص با واقعیت خارجی هستند.

راه دیگری که این ابردانشمند ما در پیش رو دارد، این است که کمی شهودی‌تر به قضیه نگاه کند. او می‌تواند به سادگی چشمان خود را به یک توت فرنگی رسیده بدوزد و بگوید: منظور من از قرمز این است.

این تعریف حسی و شهودی چند ایراد دارد. نخست اینکه نمی‌تواند به من -که هنوز این توت‌فرنگی را ندیده‌ام- مفهوم قرمزی را نشان دهد. ایراد دوم این است که باز هم در این حالت مشکل رابطه‌ی واژه‌ی قرمز با جهان خارج حل نشده باقی می‌ماند. اگر بخواهیم آنچه را که در دستگاه عصبی -یعنی گیرنده/پردازنده‌ی - ناظر ما می‌گذرد در نظر بگیریم، باید این کار را بکنیم. باید نخست تمام محرکهای رنگی‌ای را که ممکن است وجود داشته باشد بر شبکیه‌اش بتابانیم، و بعد به ازای هر طول‌موج خاصی که فرد می‌بیند، از او بپرسیم: این قرمز است؟ اگر این کار را بکنیم، و ناظر هم دقیق و درست جواب ما را بدهد، با طیفی از طول موجها روبرو خواهیم بود که مثلا از 360نانومتر آغاز می‌شود و به 470نانومتر ختم می‌شود. پس با این ترتیب ما می‌توانیم مفهوم قرمز را از دید ناظر مورد آزمایشمان، اندازه‌گیری کنیم. اما باید دید واقعا این توضیح درست است؟ این گزاره که تحریکات حسی نورانی در واژه‌ی 360-470نانومتر بر شبکیه قرمز است. ، بی‌تردید چیزی را در جهان خارج

www.takbook.com

بیان می‌کند. این گزاره می‌تواند دارای معنا باشد، و تعریفی تجربی از مفهوم قرمز را به دست می‌دهد. اما این پرسش اولیه همچنان در جای خود باقی است، که آیا تحریک حسی شبکیه در این وازه‌ی خاص واقعا مصداق خارجی دارد؟ آیا اینکه چنین تحریکی وجود دارد، لزوما به این معنی است که چیزی به نام قرمز در جهان خارج وجود دارد؟

با کمی دقت می‌توان دریافت که پیش‌فرض دوم ما در مورد رابطه‌ی تجربه با جهان خارج، تا حدودی مؤید این مطلب است که تحریکات حسی شبکیه در این وازه‌ی خاص به راستی در اثر عملکرد بخشهایی از جهان خارج واقعی پدید می‌آیند. یعنی این گزاره‌ی اولیه به پذیرش این امر می‌انجامد که به راستی چیزهایی مربوط به جهان خارج بوده‌اند و شبکیه‌ی ما را به این طرز خاص تحریک کرده‌اند. اما این نتیجه به پذیرش واقعی بودن واژه‌ی قرمز نمی‌انجامد.

تصویری که ما با توجه به این نتیجه از قرمز به دست می‌آوریم، عبارت است از وازه‌ای از محرکی، و نه چیزی واقعی در جهان خارج. ممکن است خیلی چیزها به عنوان محرک بر ما اثر کنند، و به شکل مستقل دارای واقعیت خارجی نباشند. همه‌ی ما مفهوم گرما را به خوبی درک می‌کنیم و سوزش و احساس ناشی از یک جسم داغ را هم به خوبی به عنوان محرکی ناشی از جهان خارج به رسمیت می‌شناسیم، اما همه می‌دانیم که گرما به عنوان چیزی مستقل در جهان خارج وجود ندارد. گرما عبارت است از برآیند جنبش مولکولی یک جسم واقعی، ولی خود مفهوم گرما چیزی واقعی نیست. یک آهن داغ، از دید هستی‌شناختی چیزی بیش از یک آهن سرد ندارد. تنها اختلاف بین این دو چیز خارجی، تفاوت در سرعت جنبش مولکولهایشان است، و این یک صفت است، نه یک وجود مجزا.

www.takbook.com

به همین ترتیب، قرمز هم به عنوان وازه‌ای از محرکها، صفتی است که می‌تواند فصل مشترک تمام اشیای قرمز باشد. یک چیز قرمز، از نظر هستی‌شناسی تنها یک چیز است، نه دو چیز. یک سیب قرمز، دو چیز نیست، ما نمی‌گوییم در برابرمان یک سیب، و یک قرمز وجود دارد. همه به طور شهودی درک می‌کنیم که قرمزی، صفتی از سیب است همانطور که داغی صفتی از آهن بود.

به این ترتیب، دانشمندی که می‌کوشد تا با تعاریف منطقی مفهوم قرمزی و رابطه‌ی آن با سایر هستی‌های واقعی جهان خارج را روشن کند، در نهایت به نتیجه‌ای مشترک با شهودگرایی می‌رسد که تنها با نگریستن به اشیای قرمز می‌کوشد تا آن را تعریف کند. هر دو در نهایت به این نتیجه می‌رسند که مفهوم قرمز، که برای همه‌ی ما آشنا و قابل‌درک است، خود به تنهایی وجود خارجی ندارد. این معنای ملموس که از ادراکات حسی پایه و اتمی می‌باشد، تنها در کنار اشیای دیگری معنا پیدا می‌کند که دارای نقطه‌ی اشتراکی باشند. این نقطه اشتراک را می‌توان با زبان علمی چنین بیان کرد که: همه‌ی اشیای تابنده یا بازتابنده‌ی فوتون‌های با طول موج 360-470نانومتر قرمزند.

اما با این تعریف، قرمز بودن هستی مستقلی پیدا نمی‌کند. قرمز، گرما، سبز، دراز، متعفن، نرم، بم و... که اتمهای حسی ما را برای درک واقعیات جهان خارج تشکیل می‌دهند هیچ‌یک دارای واقعیت خارجی نیستند. در جهان خارج از ما، قرمز وجود ندارد، بلکه تنها اشیای با آن بازتاب نوری خاص وجود دارند. قرمز مفهومی است که در دستگاه پردازنده‌ی ما، به دنبال شکست پدیده ایجاد می‌شود. در جهان خارج، چیز قرمزی وجود ندارد. مغز ماست که قرمزی را در اشیای خاصی با خواص نوری ویژه‌ای، می‌آفریند.

www.takbook.com

حالا که موضع ما در برابر ادراکات حسی اولیه و اتمهای بنیادی درک آشکار شد، بد نیست تا نگاهی هم به مفاهیم انتزاعی‌تری بیفکنیم که از ترکیب این اتمهای حسی تولید می‌شوند. واژگانی مانند هماهنگی، زیبایی، زشتی، نیکی، بدی، و... مفاهیمی انتزاعی هستند که علاوه بر بار ارزشی ویژه‌ی‌خود، معمولا به عنوان نمودهایی از جهان خارجی در نظر گرفته می‌شوند. همه‌ی ما در نگاه اول چنین می‌پنداریم که اگر همه‌ی انسانهای درک کننده‌ی هنر از بین بروند، باز هم زیبایی در آثار هنری بر جای خواهد ماند. همه‌ی ما احساس می‌کنیم که یک هلوی زیبا و خوشمزه، چیزی خوب است، چه آدمی در جهان زندگی کند، و چه نکند. این بینش اولیه در مورد مفاهیمی تا این حد انتزاعی، چند ایراد دارد.

نخست اینکه به این نکته توجه نشده که تقریبا همه‌ی این واژگان را باید بر اساس همان اتمهای حسی مورد بحث در بند گذشته تعریف کرد. اگر من از یک متخصص زیبایی‌شناسی بخواهم تا مفهوم هماهنگی را برای من تعرف کند، او ناچار خواهد بود تا از واژگانی برای این تعریف خود بهره برد که از دسته‌ی واژگان اتمی درکی بودند. هیچ آشپزی نیست که بتواند مزه‌ی یک غذای خاص را بدون ارجاع تعریفش به چهار مزه‌ی اولیه و اصلی تعریف کند. من اگر از یک آشپز/فیلسوف فرضی بپرسم که مزه‌ی خاگینه‌ای که پخته چگونه است، او ناچار خواهد بود تا این مزه را با واژگانی توصیف کند که در نهایت به اتمهای حسی چشایی -یعنی شیرین، شور، ترش و تلخ- تحویل شوند. او ممکن است در پاسخ من بگوید خاگینه‌اش مزه‌ی آرد مخلوط با شکر و شیر را می‌دهد، اما باز برای تعریف مزه‌ی این آرد و شکر و شیر مجبور است تا به سطح اتمهای درک چشایی باز گردد.

بسیاری از افراد هستند که معتقدند واژگانی انتزاعی مانند زیبایی و هماهنگی و .. را نمی‌توان، یا نباید تعریف کرد. من خود از این گروه افراد نیستم. من فکر می‌کنم اصولا هیچ واژه ای را به طور مطلق نمی‌توان تعریف کرد،

www.takbook.com

اما تعریف نسبی برای همه‌ی واژگان ممکن است. ولی در نهایت، واژگانی که مفاهیم انتزاعی پیچیده‌ای مانند این مقوله‌ها را بیان می‌کنند، اگر قابل‌تعریف باشند، بر مبنای واژگان اولیه‌ای ساخته می‌شوند که خود از دید هستی‌شناسی واقعیت ندارند. البته باید تذکر داد که این اتمهای درکی، و آن مفاهیم انتزاعی، بالاخره از محرکهایی از جهان خارج سرچشمه می‌گیرند، یعنی نباید با درک این مهم که این واژگان را مغز ما می‌آفریند، به آغوش ذهنی‌گرایی پناه برد. این واژگان، چیزی را در مورد جهان خارج بیان می‌کنند، و چیزی در جهان خارج هست که هدف این واژگان باشد، اما این هدف، لزوما آنچه که ما در ذهن خود بازنمایی می‌کنیم نیست.

دومین ایراد عمده‌ای که به شهود عامیانه‌ی واقعی پنداشتن مفاهیم انتزاعی وارد است، نسبی بودن این مفاهیم است. شاید بتوان شهود واقعی نمودن چیزی مانند زیبایی را در درون خود تا حدودی پذیرفت، اما زمانی که کار به مقایسه در میان افراد گوناگون می‌کشد، این واقعی‌نمایی مفاهیم انتزاعی از بین می‌رود. اگر در جهان خارج چیزی به عنوان زیبا وجود دارد، چگونه است که من از آن یک درک دارم و فلان میمون درکی دیگر از آن دارد؟ اگر مفهوم خوشمزه وجود خارجی دارد، چگونه است که یک هزارپا برای مورچه چنین مفهومی را تداعی می‌کند ولی برای من نمی‌کند؟ چطور است که کوه برای دشت نشینان و کویر برای کوه‌نشینان نماد عظمت است؟ چرا سبز برای مردم بادیه‌نشین و زرد برای مردم جنگل‌نشین مصداق قشنگی است؟

اگر نسبی بودن جاری در مورد مفاهیم انتزاعی را در نظر گیریم، امکان وجود مصداق خارجی این واژگان بسیار اندک جلوه می‌کند.

به عنوان دسته‌بندی آنچه که در این بخش عنوان شد، به این گزاره‌ها اشاره می‌کنم:

www.takbook.com

1) واژگانی که به اتمهای درکی و پایه‌ای‌ترین محسوسات اشاره دارند، به طور مستقل دارای وجود خارجی نیستند. بلکه تنها به صورت صفاتی از وجودهای دیگر مصداق می‌یابند.

2) واژگانی که به مفاهیم انتزاعی اشاره دارند، چون بر مبنای واژگان اتمی یاد شده ساخته شده‌اند، و چون نسبی هستند، مصداق خارجی واقعی ندارند، بلکه تنها به صورت صفاتی قراردادی در هستی‌های خارجی نمود می‌یابند.

3) با این وجود، این امر که محسوسات ما از دگرگونی‌های جهان خارجی ناشی می‌شود خدشه‌پذیر نیست. محسوسات ما، –با وجود اینکه آنچه ما فکر می‌کنیم نیست– اما در نهایت در جهان خارج ریشه دارد.

4) این حرفها در مورد بخش مهمی از واژگان مربوط به مفاهیم اتمی و انتزاعی درست است. از آنجا که واژگان موجود در این قلمرو، از قوانین ساختی مشابهی پیروی می‌کنند، بعید به نظر می‌رسد که واژه‌ای در همین چهارچوب باشد و دقیقا به چیزی واقعی در جهان خارج اشاره داشته باشد.

5) پس به عنوان یک تعمیم کاربردی، می‌توان پذیرفت که همه‌ی واژگان انتزاعی و اتمی درکی ما، واقعیت خارجی ندارند و توسط سیستم گیرنده/پردازنده‌ی ما آفریده می‌شوند.

ب: واژگان ویژه‌ی هر زبان، الگوی زایشی و معنایی منحصر به فردی دارند.

برای تایید این ادعا باید از رویکردهای مقایسه‌ای بهره جست. شواهد فراوانی وجود دارد که چنین ادعایی را پشتیبانی می‌کند. در اینجا به برخی از مهمترین آنها خواهم پرداخت.

www.takbook.com

اما پیش از پرداختن به این شواهد، لازم می‌بینم تا تصویری کلی از شاخه‌زایی معنایی در زبان را به دست دهم. در زمینه‌ی این تصویر، آشکار خواهد بود که گزاره‌ی مورد ادعای ما در اینجا، چیزی عجیب و دور از ذهن نیست و برعکس از پیامدهای طبیعی ساختاری پیچیده مانند زبان است.

هر زبان، تشکیل شده از شبکه‌ای از واژگان، که به لحاظ معنایی با یکدیگر مرتبط می‌شوند. این واژگان، و ارتباطات خاص میانشان، بر اساس اصولی تولید می‌شوند که در دینامیسم ویژه‌ی ساختارهای پیچیده نهفته است. زبان نیز یک سیستم پیچیده‌ی معنایی–نمادی است که در زمینه‌ی اندیشه و رفتار –مثلا رفتار گویشی– جمعیتی از افراد انسانی –و شاید حیوانی– رشد می‌یابد و در طول زمان دگرگون می‌شود. دگرگونی یک زبان در مسیر زمان، کاتوره‌ای و تصادفی نیست، بلکه از قواعد و روندهای مشخصی پیروی می‌کند. الگوهایی که در دینامیسم ویژه‌ی سیستم‌های زبانی دیده می‌شود، بر اساس قوانین زایشی مشخصی ایجاد می‌شود که در حال حاضر موضوع مطالعه و بررسی شاخه‌های جذابی از زبانشناسی هم هست. این الگو، و پیامدهای آن، مانند موارد مشابه در هر سیستم پیچیده‌ی دیگری، به طرزی تاریخی عمل می‌کند. یعنی حالات پایه، و شرایط ابتدایی تولید عناصر زبانی، در دینامیسم کلی رفتار نظام زبانی تاثیرات چشمگیری برجای می‌گذارند، و به این ترتیب هر مقطع از عمر این سیستم پویا، نماینده‌ای از تاریخچه‌ی گذشته‌ی زبان نیز هست. از این تاریخچه‌ی الگوها، چنین برمی‌آید که واژگان و شبکه‌ی معنایی مربوط کننده‌ی آنها با یکدیگر، در هر زبانی –به دلیل یکتا بودن تاریخچه هر سیستم پیچیده– حالتی منحصر به فرد دارند. یعنی از این دو گزاره:

www.takbook.com

همه‌ی سیستم‌های پیچیده بر اساس تاریخچه‌ی پویایی خود دارای دینامیسمی منحصر به فرد هستند. چون شرایط اولیه‌ی هیچ دو سیستم پیچیده‌ای، و عوامل محیطی موثر بر آن در هیچ دو وازه‌ی زمانی‌ای، دقیقا یکسان نیست.

و اینکه:

سیستم زبانی سیستمی پیچیده است با شبکه‌ای معانی از واژگان که از دینامیسم زبان در طول زبان تاثیر می‌پذیرد.

این گزاره نتیجه می‌شود که:

هر سیستم زبانی بر اساس شرایط پایه‌ی تکوین خود، و تاریخچه‌ی منحصر به فرد خود، دارای شبکه‌ی واژگانی منحصر به فرد است که با سایر زبانها تفاوت می‌کند.

به این ترتیب، آنچه که مورد ادعای ماست، به سادگی با توجه به خصلت ذاتی سیستم‌های زبانی –یعنی پیچیدگی– تایید می‌شود.

اما برای ادعایمان، شواهد تجربی فراوانی هم وجود دارد. در این بند به برخی از مهمترین آنها اشاره خواهد شد، ولی شواهدی بیشتر را می‌توان در آثار معرفی شده در فهرست مراجع یافت.

چنانکه گفتیم، برخی از زبانشناسان مانند سوادش[۹۷] معتقد بودند که مفاهیم پایه و قابل تجربه برای همه‌ی فرهنگها، باید دارای واژگانی مشابه و ترجمه‌پذیر در تمام زبانها باشد. اما این ادعا با چند شاهد رد می‌شود. مثلا در زبان باستانی سرخپوستان آزتک، واژه‌ی پهلو –در مورد بخش کناری بدن– وجود نداشته. در این زبان، تنه‌ی

---

[۹۷] Swadesh

www.takbook.com

انسان به سر و سینه تقسیم می‌شده و دو پهلو به عنوان بخشهای جداگانه دارای واژه‌ای خاص نبودند. همچنین نشان داده شده که در برخی از زبانها، واژه‌ای مجزا برای اشاره به باد وجود ندارد. برخی از زبانها دارای چندین واژه برای اشاره به انواع بادها هستند، اما کلمه‌ی جامعی که همه‌ی انواع بادها را نتیجه دهد در زبانشان وجود ندارد (Nida & Tobery, 1969). همچنین در زبان لهستانی، واژه‌ای که همتای واژه‌ی ابر در فارسی باشد وجود ندارد. در این واژه دو واژه برای نامیدن دو نوع ابر داریم، ولی واژه‌ی تنهایی که هر دو نوع را نشان دهد، نداریم. لهستانی‌ها ابر سیاه بارانزا را chmura و ابر سفید غیربارانزا را oblok می‌نامند. آشکار است که پدیده‌های جهان خارج، در میان لهستانی‌ها به شکلی متفاوت از ایرانیان می‌شکند. آنها در میان دو نوع ابر چنان شکست تقارن بزرگی را فرض کرده‌اند که دو نوع ابر را نه به صورت دو نوع از یک چیز، بلکه به صورت دو چیز کاملا مجزا از هم درنظر گرفته‌اند. در واقع آنها محرکهای مربوط به بخار آب شناور در هوا را، با شدت بیشتری نسبت به ما شکسته‌اند و به واژگان تبدیل کرده‌اند.

نشان داده شده که در زبان Nyawaygi که یکی از زبانهای بومی استرالیا است، واژه‌ی خورشید وجود ندارد! به کاربرندگان این زبان، برای خورشید به هنگام طلوع، خورشید ظهرگاهی، و خورشید به هنگام غروب سه واژه‌ی مجزا را به کار می‌برند و این سه مورد را نمودهایی از یک پدیده‌ی سوم کلی‌تر که واژه‌ی جداگانه‌ای داشته باشد، نمی‌دانند. در همین زبان، واژه‌ی ماه هم وجود ندارد و دو واژه‌ی متفاوت به ماه هلال و بدر کامل منسوب می‌شود (Dixon et al, 1980). البته نمی‌توان پذیرفت که این بومیان به یکی بودن ماه و خورشیدی که در آسمان می‌دیده‌اند پی نبرده باشند. بیشتر به نظر می‌رسد که این مفاهیم مجزای مربوط به حالات گوناگون خورشید و ماه، به دلیل اهمیتی که در طرز زندگی این بومیان داشته، به این شکل خاص در قالب پدیده‌ها شکسته شده و بعد هم

www.takbook.com

به هر پدیده‌ای نامی اطلاق شده. در یکی دیگر از زبانهای استرالیایی به نام زبان Nunggubugu هم واژه‌ی پرنده برای اشاره به طیف وسیعی از جانوران مورد استفاده قرار می‌گیرد که خفاش و ملخ را هم در بر می‌گیرد. جالب اینکه در این زبان این واژه را برای نامیدن خفاش، یا پرستو، یا ملخی که نشسته باشد به کار نمی‌برند و تنها مورد استفاده‌اش در مورد جانوران در حال پریدن است (Heathetal,1978).

در یک زبان استرالیایی دیگر به نام Warlpiri واژه‌ای همتای جانور یا حیوان فارسی وجود ندارد. در نزد به کار برندگان این زبان، موجودات متحرک یا خوردنی هستند و یا نخوردنی، که برای هریک نامی ویژه به کار برده می‌شود. در مین این بومیان واژه‌ی گیاه هم وجود ندارد و جانداران غیرجانوری را به دو گروه خوردنی و نخوردنی تقسیم می‌کنند (Hale, Nash & Laughren, 1983, 1986). می‌توان به سادگی تصور کرد که جهان درک شده توسط یکی از بومیان به کار برنده‌ی این زبان، با جهانی که توسط یک سپیدپوست استرالیایی همسایه‌اش فهمیده می‌شود خیلی با هم تفاوت دارند. این تفاوت در واژگان، بازتابنده‌ی نوعی دیگر از نگاه به جهان، و تقسیم کردن عناصر محسوس در آن است. از آنجا که این همه در مورد زبانهای بومی استرالیا گفتیم، حیف است یک مورد مشهور دیگر را هم ذکر نکنیم. همه می‌دانند که کانگارو بومی استرالیا است، و خود نام این حیوان هم از یکی از زبانهای بومی این شبه‌قاره گرفته شده. اما نکته‌ی جالب اینکه در هیچ‌یک از زبانهای استرالیایی، واژه‌ی همتای کانگارو وجود ندارد! بومیان با توجه به سروکار زیادی که با این جانور دارند، چندین واژه برای نامیدن آن به کار می‌برند، که بسته به جنس و گونه ابعاد و سن کانگارو تفاوت می‌کند. خود کانگارو که توسط ما وام گرفته شده، یکی از نامهای رایجی است که به کانگاروی بالغی از گونه‌ی خاصی اطلاق می‌شود. می‌بینیم که این نام با ورود به زبانهای سپیدپوستان، که دیدگاه و جهان‌بینی‌ای اصولا متفاوت با بومیان داشته، نماینده‌ی طبقه‌ای از

www.takbook.com

واژگان بومی شده. به بیان دیگر، در اینجا نمونه‌ی زیبایی از تغییر کردن معنای یک واژه در زمینه‌ی خاص به کار گرفته شدنش را شاهد هستیم.

در میان زبانهای مشهورتر هم چنین نمونه‌هایی را فراوان می‌توان دید. در زبان عربی همتای درستی برای واژه‌ی شتر فارسی وجود ندارد. چون مانند استرالیاییان، اعراب نیز هر نوع شتر را بر اساس صفات جزئیش به نامی می‌خوانند. در زبان فارسی عامیانه، موش واژه‌ای است که هم به موش خانگی و هم به موش صحرایی منسوب می‌شود. همچنین در زبان ژاپنی هم واژه‌ی nezumi همتای موش فارسی است. در هردوی این زبانها –به ویژه در ژاپنی– تمایزی میان موش خانگی mouse و موش صحرایی rat وجود ندارد. مثالهایی از این دست فراوانند و خواننده آشنا به چند زبان می‌تواند خود چندین نمونه‌ی دیگر را در زبانهای رایج پیدا کند.

آنچه که در مورد نسبیت مفاهیم انتزاعی ادعا شد و در قالب بحثی فلسفی مورد توضیح قرار گرفت، به صورت شواهد تجربی هم قابل‌طرح است. ویرزبیکا[۹۸] در کتب زیبای خود؛ معنا، فرهنگ، و زبان بخشی مفصل را به اثبات این امر اختصاص داده که در زبانهای اروپایی واژگانی مانند ذهن، سرنوشت، و روح قابل‌ترجمه نیستند. شواهدی که این پژوهشگر از ادبیات و زبان عامیانه‌ی زبانهای روسی، انگلیسی، فرانسه، آلمانی، ایتالیایی و زبانهای آسیایی گردآوری کرده، به خوبی نسبیت این مفاهیم در زبانهای گوناگون را نشان می‌دهد. در کتاب او شواهد فراوانی برای تایید این فرض وجود دارد که جهان‌بینی‌های متفاوت مطرح شده در فرهنگهای گوناگون، شبکه‌های معنایی متفاوتی را برای رشد و بالندگی واژگان آنها فراهم آورده. مثلا در زبانی مانند عبری، که یهوه در آن خدایی

---

[۹۸] Wierzbicka

www.takbook.com

شاه‌مانند است و در اراده و سرنوشت بندگانش –جز در مقام تنبیه و پاداش– دخالتی نمی‌کند، همتای دقیقی برای کلمه‌ی سرنوشت نداریم (Suffrin,1912). در این زبان هیچ واژه‌ای که بتواند ترجمه‌ی دقیق جبر –در برابر اختیار– باشد وجود ندارد، و این به سادگی بازتابنده‌ی دیدگاه فلسفی خاصی است که در نزد به کاربرندگان این زبان مورد پذیرش واقع شده بوده.

همچنین در نزد بومیان استرالیا هم که تقدیر و بخت را وابسته به عملکرد و قدرت جادوگران و نیروهای نیمه‌هوشمند طبیعی می‌دانند، چنین واژه‌ای دیده نمی‌شود. حالا این نظام واژگانی و زمینه‌ی بینشی وابسته به آنها را با سنن مسیحی کاتولیکی مقایسه کنید که در آن بخت و سرنوشت مهمترین تعیین کننده‌ی چگونگی زندگی یک انسان است. در این سنن، زبانهایی دیده می‌شوند که از نظر مفهوم بخت و سرنوشت دارای خزانه‌ی واژگانی غنی و تمایز یافته‌اند.

مثلا fatum لاتین، که معنای سرنوشت تغییر ناپذیر الهی را دارد، در برابر واژه‌ی fortuna مطرح می‌شود که معنای بختی زمینی و تصادفی را می‌دهد. همین مفهوم اخیر، در انگلیسی کهن با lot بیان می‌شده. که به نوبه‌ی خود با واژه‌ی همتای los لهستانی هم‌ریشه است. تمایز سرنوشت کلی بشر به این دو بخش متعارض، و اعتقاد عامیانه به نقش این بخت تصادفی و متغیر را می‌توان در فرهنگ‌های اروپایی، در قالب واژگان و رفتارهای خاص قماربازان بازیافت. حتی واژه‌ی گردونه‌ی قمار) lottery نیز از نظر ریشه‌شناسی با lot هم‌ریشه است.

از سوی دیگر، در روسیه واژه‌ی sud'ba را برای اشاره به سرنوشت داریم، که معنای نوعی برنامه‌ی زندگی از پیش تعیین شده و غیرقابل‌تغییر و ایزدی را می‌دهد. برنامه‌ای که هرنوع مقابله یا سرپیچی از آن نوعی گناه محسوب می‌شود. این اندیشه و این بار معنایی بی‌تردید نتیجه‌ای از حاکمیت کلیسای ارتودوکس و تزارهای

www.takbook.com

خودکامه بر این سرزمین بوده. در زبان آلمانی، که از سنن فلسفی غنی هگل تاریخیگرا و پیروانش سیراب است، واژه‌ی schiksal را داریم، که همان مفهوم تغییرناپذیری سرنوشت را، با بار مذهبی کمتر، دارد. کمتر بودن بار تقدس و آسمانی بودن این واژه نیز به احتمال زیاد به رواج کنکاش‌های فلسفی ایده‌آلیستی در آلمان مربوط می‌شود. این واژه، علاوه بر حالت ساده‌ی خود، در برخی از ترکیبات نشان‌دهنده‌ی محتوم بودن یک امر ناخوشایند هم دیده می‌شود. مثلا در آلمانی درد بی‌درمان را schiksal bedingt می‌نامند. برخی از پژوهشگران زبان این واژه‌ی جبرگرایانه و مشتقات آن را، به گسترش تعالیم لوتر و کالوین در آلمان نسبت می‌دهند. این دو مصلح مذهبی، بر خلاف کاتولیک‌ها، مفهوم آزاد اراده را زیر سوال بردند و نگاهی جبرگرایانه‌تر به جهان داشتند. گروهی از جامعه‌شناسان، مانند ماکس وبر[۹۹] تا جایی پیش رفته‌اند که این برداشت جبرگرایانه و پیامدهای آن را با رکود و سستی اجتماعی دوران پیش از عصر صنعتی مربوط دانسته‌اند و این دیدگاه منکر اراده‌ی فردی را یکی از موانع اصلی در راه تثبیت سرمایه‌داری در جوامع غربی کاتولیک دانسته‌اند.

یک مثال دیگر از دگرگونی و نسبیت معنای واژگان، به زبان ژاپنی مربوط می‌شود. این به عنوان یک اشتباه رایج در میان زبانشناسان شایع است که زبان ژاپنی فاقد واژه‌ی همتای تو و من است. این شایعه البته نادرست است. در زبان مزبور این دو واژه وجود دارند، ولی به دلیل بی‌ادبانه بودن مرسومشان، به ندرت به کار می‌روند. با توجه به فروتنی مرسوم در جامعه‌ی ژاپنی، و رسم مستحکم پرهیز از خودنمایی و غرور، این دو واژه تا حد امکان توسط ابزار دیگر زبانی جانشین می‌شوند. مثلا افعال ژاپنی دو نوع دارند، یکی افعال فروتنانه، که برای

---

[۹۹] Max Weber

www.takbook.com

اشاره به من به کار می‌روند، و دیگری ستایش‌آمیز که نماد وجود تو در جمله هستند (Barnlund, 1975). این تفاوت در ضمیرها را در زبانهایی مانند فارسی و فرانسه از یک طرف، و انگلیسی از طرف دیگر هم می‌توان دید. می‌دانیم که در زبانهای دسته‌ی اول، دوم شخص مفرد و جمع با دو ضمیر مورد اشاره قرار می‌گیرند، اما در زبان انگلیسی هردو با یک ضمیر you بیان می‌شوند.

این نسبیت واژگان، حتی در مورد واژگانی که بیانگر احساسات عام و وابسته به گونه‌ی ما هم هستند، صدق می‌کند. می‌دانیم که هرگونه‌ای، مجموعه‌ای از رفتارهای اجتماعی و تظاهرات حرکتی دارد که در انسان آن را با توجه به بعد درونگرایانه‌اش، احساسات می‌نامند. مثلا در انسان و اکثر پستانداران دیگر، می‌بینیم که تجاوز به قلمرو، رفتارهایی مانند سیخ شدن مو و نشان دادن دندانها و غریدن را در جانور مورد حمله قرار گرفته نتیجه می‌دهد. این تظاهرات رفتاری، کمابیش در انسان هم وجود دارد، و به دلیل پیشرفت زبان برای بیان محمولات درونی، به آن نام خشم را داده‌اند. این قبیل نامها، که احساسات درونی و رفتارهای ناشی از آنها را کد می‌کنند هم در زبانهای گوناگون اشکال متفاوت به خود می‌گیرند و در حیطه‌ی نسبیت مورد نظر ما می‌گنجند.

همه‌ی رفتارهای عصبی موسوم به احساسات، در انسان ریشه‌ی ژنتیکی دارند و در جمعیتهای انسانی کمابیش مشترکند. این احساسات درونی، در هر جامعه‌ای بنابر زمینه‌ی زیستی و فرهنگ خاص آن جامعه، دگرگون می‌شود و در جزئیات تغییراتی را تحمل می‌کند. در نگاه اول، چنین به نظر می‌رسد که شباهتهای ژنومی موجود در میان جمعیتهای انسانی، برای ترجمه‌پذیر بودن این واژگان در زبانهای گوناگون کافی باشد. اما شواهد عکس این را نشان می‌دهند. گویا تغییراتی که این احساسات در زمینه‌ی فرهنگ ویژه‌ی هر جمعیت در خود می‌پذیرد، آنقدر

www.takbook.com

مهم هست که واژه‌سازی و ساختار و ریخت شبکه‌ی معنایی کلمات مورد استفاده در آن فرهنگ را به شکلی منحصر به فرد شکل دهد و آن را از سایر زبانها متمایز کند.

نظریات اولیه‌ای که در مورد عام بودن واژگان مربوط به احساسات اظهار نظر می‌کردند، به مردم‌شناسانی تعلق داشتند که احساسات را در کل گونه‌ی انسان امری یکسان فرض می‌کردند و تغییرات آن را در جمعیتهای جدا از هم ناچیز می‌دانستند. بر اساس این نظریات، این احساسات بین همه‌ی آدمیان مشترک بود: علاقه، خوشی، تعجب، غم، خشم، نفرت، تحقیر، ترس، خجالت، و گناه (Johnson & Laird & Datley, 1989 ،Izard & Bueechner, 1980)

اما به زودی نشان داده شد که این موارد دربرگیرنده‌ی تمام احساسات مشاهده شده در همه‌ی اقوام نیست، و همه‌ی اقوام هم دارای تمام این موارد نیستند. مثلا در زبان لهستانی واژه‌ای که درست ترجمه‌ی نفرت باشد وجود ندارد. همچنین در زبان Gidjingali که به مردمان بومی استرالیا تعلق دارد، دو احساس ترس و خجالت دارای واژه‌ای یکسان هستند (Heathetal,1978).

در زبان Popok که در میان مردم کوه‌نشین گینه‌ی نو رواج دارد، واژه‌ای خاص وجود دارد که در زبانهای ما فاقد همتاست. این واژه احساس خشم فرد از ناتوانی دیگران در درک ادعاهایش را توصیف می‌کند. همچنین واژه‌ی آشنای دلتنگی در زبان خودمان، در انگلیسی همتا ندارد، ولی مثلا در زبان لهستانی همتایی دارد.

این همتا عبارت است از واژه‌ی tesknie در زبان Pintupi که در استرالیا رواج دارد، واژه‌ای وجود دارد به نام kunta که مردم شناسان آن را به شرم ترجمه کرده‌اند. اما این واژه چیزی بیشتر از مفهوم شرم را در زبانهای ما در بر می‌گیرد. این واژه توصیف کننده‌ی کل رفتارهایی است که انتظار می‌رود از یک آدم درست و معمولی

www.takbook.com

سر بزند. شاید بتوان این واژه را به نوعی همتای آداب اجتماعی دانست، و با این وجود همان احساس شرم معمولی را هم همین واژه بیان می‌کند (Mayers et al, 1976).

نمونه‌ی دیگری از این احساسات وابسته به زبان را در زبان ژاپنی می‌توان دید. واژه‌ای در این فرهنگ وجود دارد که amae نامیده می‌شود. این واژه نوعی احساس ضعف همراه با تمایل به محبوب بودن را بیان می‌کند. نوعی احساس که معمولا در کودکان نسبت به مادرشان وجود دارد (Daigenkai . Doi et al, 1981). در فرهنگ ژاپنی انگلیسی خود، این واژه را به این ترتیب ترجمه کرده است: تکیه کردن به نیت نیک فردی دیگر[۱۰۰] .

این احساس خاص، بنابر نظر برخی از جامعه‌شناسان، کلید درک رفتار اجتماعی ژاپنیان را تشکیل می‌دهد (Murase,1984). یعنی این تمایل اجتماعی به تکیه کردن به نیروهای برتر اجتماعی، یکی از رازهای اصلی همبستگی شدید میان مردم ژاپن است. بسیاری از رفتارها و انگیزه‌های موجود در رفتار یک فرد ژاپنی، باهمین واژه‌ی ساده توضیح داده می‌شود.

علاوه بر این که احساسات در زبانهای گوناگون دارای واژگان هم‌ارزی نیستند، در درون خود یک زبان هم واژگان مترادف در مورد احساسات دقیقا به یک معنا نیستند. مثلا در زبان فارسی بین دو واژه‌ی شرم و خجالت، تفاوتی وجود دارد که فارسی‌زبانان به خوبی آن را را حس می‌کنند. در مورد بچه‌ای که رختخوابش را خیس کرده،

---

[۱۰۰] To lean on a person's good will

www.takbook.com

نمی‌گوییم شرمگین شده، و در مورد دختری که پیشنهاد ازدواج دریافت کرده نمی‌گوییم خجالت کشیده. همچنین دو واژه‌ی ترس و وحشت و دهشت با وجود ترادف معناییشان اختلافات کمی با هم دارند. یک مار سمی ممکن است باعث ترس شود، ولی باعث دهشت نمی‌شود، و مثلا موش در رمان 1984جورج اورول، برای قهرمان داستان دهشت آور بود، نه ترس‌آور.

اما کار به اینجا ختم نمی‌شود. نه تنها در میان واژگان بیان کننده‌ی احساسات در یک زبان هم تفاوت وجود دارد، بلکه اصلا بخش مهمی از احساسات قابل‌درک، در زبان‌های معمولی فاقد واژه‌ی خاصی برای خود هستند. تولستوی در رمان آناکارنینا در چند مورد به چنین احساساتی که فاقد واژه‌ی یکتایی برای کدکردنشان هستند اشاره کرده است. مثلا در آنجا که می‌گوید: کیتی پرباتسکایا منتظر ملاقات سرنوشت‌سازِ لوین و ورونسکی بود. او از بعد از شام تا صبح زود حالتی مانند مردان جوان در شب پیش از جنگ را داشت. و یا در جای دیگری می‌گوید: احساس او مانند مردی بود که به خانه برگردد و خانه را متروک و در خانه‌اش را قفل ببیند.

در ادبیات فارسی هم نمونه‌های زیادی از این احساسات فاقد واژه را می‌توان یافت. توصیفاتی که شاعران منظومه‌سرایی مانند فردوسی و نظامی از قهرمانان خود می‌کنند، در بسیاری از موارد با واژه‌ی منفردی قابل بیان نیست. فردوسی وقتی می‌گوید سهراب دلش پر ز بزم و تنش پر ز رزم بود، احساسی را توصیف می‌کند که با وجود آشنا بودن، در قالب یک کلمه شرح‌ناپذیر جلوه می‌کند.

www.takbook.com

ب: نتیجه‌گیری کلی

می‌توان مباحث موجود در این رساله را ادامه داد، و می‌توان مباحث مفصل دیگری را هم در آن گنجاند. اما با توجه به این که هدف از نگاشتن این نوشتار تنها پرداختن به مفهوم شکست پدیده، و نه چیزی فراتر از آن بود، مناسب‌تر می‌دانم که بحث را در همینجا ختم کنم و با یک نتیجه‌گیری کلی، مفهوم مورد نظرم را مفهوم فرض کنم. مفهوم شکست پدیده، در واقع چیز نو و تازه‌ای نیست. ادعاها و مدلهای فراوان مشابهی در طول تاریخ تکامل فلسفه و علوم شناختی به وجود آمده و از بین رفته‌اند، و بسیاری از آنها مضمون کلی این مفهوم مورد نظر ما را در خود داشته‌اند. آنچه که هدف اصلی طرح این دیدگاه را تشکیل می‌داد، پرداختن به نتیجه‌گیری‌های فلسفی دیگری بود که در پرتو این زمینه‌ی دید قابل‌قبول جلوه می‌کنند. پرداختن به این نتایج، فضا و زمانی بیشتر را می‌طلبد. بسیاری از این نتایج، به ویژه در محورهای مربوط به علوم شناختی، پس از بسط یافتن می‌توانند رساله‌هایی با حجم بیشتر از این را تولید کنند، و به این دلیل هم آوردنشان به عنوان ضمیمه‌ای از این نوشتار زیبا نبود. هریک از این نتایج، به صورت رساله‌ای جداگانه، تدوین خواهد شد و در نهایت به این نوشته پیوند خواهد خورد تا تصویری کلی و دقیق‌تر را تشکیل دهد.

نتیجه‌ی نهایی همه‌ی آنچه که گذشت در یک جمله قابل‌بیان است. جهان قابل‌درک برای ما، در خارج از ما وجود ندارد. آنچه که ما جهان خارج می‌دانیم، تنها بازتابی از سیستم خودمان است. همه‌ی ما داریم از پشت عینکهای تیره‌ای به جهان نگاه می‌کنیم، و این عینکهای تیره، بیش از هرچیز، تقارن موجود در جهان را می‌شکنند

www.takbook.com

و آن را از دید ما مخفی می‌کنند. سیستم‌های زنده آفریده‌ی شرایط محیطی خود هستند، اما این قابلیت را هم دارند که جهانی دیگر را در درون خود بیافرینند. جهانی که از بازنمایی آنچه که در بیرون می‌گذرد حاصل می‌شود. این توانایی آفرینش، منجر به پدید آمدن فضاهای حسی گوناگون می‌شود. فضاهایی تعیین کننده که بر اساس ساختار سخت‌افزاری مشخص شده در برنامه‌ریزی ژنومی موجود، جهان ذهنی وی را برایش می‌سازند.

همه‌ی ما، به نوعی با این جهان درونی و این فضای فاز حسی درگیر هستیم. هر آنچه که می‌فهمیم، می‌دانیم، و می‌گوییم، بازتابی از این فضای پایه‌ی درونی است. درک نسبیت این فضا، نباید ما را از فواید بیشمار آن غافل کند. این حقیقت که جهان درونی ما وجود خارجی ندارد، نباید باعث دلسردی ما از درک واقعیات شود. ما، و همه‌ی خویشاوندان ما در درخت تنومند حیات، میلیاردها سال است که در همین فضاهای محدود و نسبی زندگی کرده‌ایم، و تا به حال هم موفق بوده‌ایم. جهان محدودی که هر یک از ما برای خود می‌آفرینند، هرچند بازتابنده‌ی دقیق جهان خارج نیست، اما به آن مربوط است. ما هرگز نمی‌توانیم از درون این پیله‌ی ضخیم و کدر، جهان خارج را درست درک کنیم، ولی همواره می‌توانیم شناخت خود را از آن افزایش دهیم. ما دارای یک سیستم گیرنده‌ی اطلاعات نسبتا خوب، و بهترین پردازنده‌ی اطلاعات موجود بر این سیاره هستیم. اگر بتوان از زیر این عینک تیره نیم‌نگاهی به بیرون انداخت، ما تنها کسانی هستیم که بر این سیاره امکان انجام آن را داریم.

از سوی دیگر، درک این فراشد نسبی، راه را بر بسیاری از تعصبات می‌بندد. بسیاری از پندارهای ما در جهان خارج مصداق ندارد. بسیاری از اهداف و الگوهای رفتاری که برای خود ما مقدس و مهمند، در جهان خارج هیچ نام و نشانی ندارند. بخش مهمی از دعواهای فلسفی ما، و تقریبا هر آنچه که مقدس می‌پنداریم، با درک نسبی

www.takbook.com

بودن جهان ذهنیمان، بی‌معنا جلوه می‌کند. جهانی که ما در آن زندگی می‌کنیم، اگر از درون نگریسته شود جهانی دقیق و مطلق است، و اگر از بیرون مورد بازرسی قرار گیرد، چیزی نیست جز مصداق ابهام با ابهام بیشتر[۱۰۱].

هر آنچه که در آن بیرون رخ می‌دهد، برای یک پژوهشگر راستین نوعی مبارزه‌جویی محسوب می‌شود. مبارزه برای دستیابی به چیزی که پیچیدگی سیستم ما نزدیک شدن به آن را ممکن کرده، ولی دستیابی به آن را مجاز نمی‌داند. این تلاش برای رهیدن از این محدودیت، و گذر از مرزهای این پیله‌ی شکست پدیده، تنها چیزی است که رنگ و بویی از آن تقدس قدیمی را در خود دارد. تنها این تلاش است که اگر از بیرون نیز نگریسته شود، همچنان ستایش‌آمیز است.

پژوهشگری که نسبیت جهان حسی و درونی خود را درک می‌کند و می‌داند که در جهان خود ساخته زندگی می‌کند، از بسیاری از جنبه‌ها آزادتر از متفکران مطلق‌انگار کلاسیک است. برای او دیگر خود آن را گفت: αντοσ εφα[۱۰۲] معنی ندارد. هرکس هرچه گفته باشد، آن را از زاویه‌ی دید خاص خود و از پشت عینک خود گفته. بسیاری از زوایای دید مهم و مشهور وجود دارند که آفرینندگانشان به عنوان متفکران و دانشمندان بزرگ زبانزدند. آشنایی با این دیدگاه‌ها برای هر پژوهشگری لازم است، ولی بسنده کردن بدان خطاست. برای یک

---

101 Obscurum per obscurius

۱۰۲ اصطلاحی است یونانی، و منسوب به پیروان فیثاغورس. می‌گویند این عبارت به هنگامی به کار می‌رفت که می‌خواستند بعدش گفتاری از استاد بزرگ فیثاغورس را نقل کنند. آویختن به نقل قولهایی از استاد معمولا در مباحث مطرح شده توسط این افراد، به معنای ختم منازعه بود. چون همه می‌دانستند که استاد بزرگ خطا نمی‌کند و بنابراین گفتار او برای همه سند بود. این عبارت را در فلسفه‌ی کلاسیک به عنوان نمادی از سنت‌انگاری و تکیه بر گفتار پیشینیان مورد استفاد قرار می‌دهند.

www.takbook.com

پژوهشگر واقعی، که نسبیت دیدگاه‌ها را درک می‌کند، هیچ نقل قول و سندی وجود ندارد. هیچ گزاره‌ی غیرقابل‌شکی وجود ندارد،مگر اینکه خودش آن را قرار داد. در جهانی که ما می‌آفرینیم، هیچکس بیش از خودمان صلاحیت اظهارنظر در مورد اصول موضوعه را ندارد.

این آمیزه‌ی فروتنی و شک در همه‌ی دیدگاه‌ها، و تلاش شجاعانه برای نزدیک‌تر شدن به واقعیت خارجی، همان است که می‌تواند به عنوان شالوده‌ای مناسب برای بنا کردن فلسفه‌ی علمی نوین مورد استفاده قرار گیرد. من گمان می‌کنم این دیدگاهی است که در روش‌شناسی معمول علمی امروز هم مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بطن نظریات کلاسیک و مورد پذیرش در فلسفه‌ی علم، این دو ریشه‌ی ناشی از نسبی‌انگاری همه چیز به خوبی دیده می‌شود. همین ریشه‌ها هستند که باید تقویت شوند، و با پشتوانه‌ای به قدرت درک شکست پدیده‌ها، بر هر تعصب و جمود فکری و علمی غلبه کنند. این نوشتار، علاوه بر کوششی که در راستای روشن کردن مفاهیم و مباحث نظری داشت، این کاربرد را نیز در پیش رو داشت. یکی از مهمترین نتایج حاصل از این نسبیت می‌تواند در عرصه‌ی اخلاق نمود پیدا کند، و این همان است که به زودی به آن خواهم پرداخت.

در پایان، زیبا می‌بینم تا این نوشتار را با گفتاری از فلاسفه‌ی ذن پایان دهم:

اگر ذهن هیچ تمایزی قائل نشود، همه چیز چنان می‌شود که در واقع هست.

www.takbook.com

کتابنامه

کالات، ج، و. –روانشناسی فیزیولژیک جلد اول . –ترجمه اسماعیل بیابانگرد و احمد علی‌پور. – ,۱۳۷۳نشر دانشگاه شاهد,تهران.

گالین، کلود لوئی, زیست‌شناسی یاخته, ترجمه: ب.ش.بهبودی، و خ.م.خمامی, –.۱۳۷۲مرکز نشر دانشگاهی, تهران.

واتسون، جیمز, ژنتیک مولکولی جلد دوم , ترجمه: ع.صمدی و پ.پاسالار, –.۱۳۷٤انتشارات دانشگاه تهران, تهران.

ویلسون، ا.ا, تنوع حیات, ترجمه‌ی عبدالحسین وهاب‌زاده, –۱۳۷٦انتشارت موزه‌ی دارآباد, تهران.

www.takbook.com

Barns,R,D. -Invertebrate zoology, 1987. -Saunders college publishing,Newyork.

Beer & Ritzmann & McKenna, Biological neural network & invertebrate neuroethology &robotics, (1993)

Bohm,David, Unfolding meaning, 1994, Ark paperbacs, London .U.K .

Bonner,Tyler, The evolution of complexity, 1989 .

Bushev,M. -Synergetics. -Word scientifiec press, 1994. -Singapore .

Cogliotti,G. -The dynamics of ambiguity, 1991. -Springer-Verlag. -Newyork .

Delvin,K, Logic & Information, (1991) Cambridge university press .

Dupre,J, The disorder of things, (1993) Harvard university press. Cambridge .

Dusenbery,D.B, Sensory ecology, (1992) Freeman & company. Newyork .

Eccles, S.C & Popper,K.R, Self and its brain , 1986, 1992, U.S.A .

Eccles,S.J & McGeer, Molecular neurobiology of the mammalian brain, (1986 (

Foxkeller,E & Lioyd,E, Keywords in evolutionary biology, 1992, Harvard universitypress, Cambridge. Massachusette. U.S.A .

Gould,J.L & Gould,C.G, The animal mind, (1994) Scientific american library.Newyork .

Gould,J.L. & Gould,C.G- Life at the edge, (1989) Freeman & company .

Grassberg,S, The attentive brain, American scientist, 1995, Vol.83 –No.5-pp438-449.

Grzemeck. Encyclopodia of zoologey. (vol:2,3,6,10), 1976. -U.S.A

Haken,H & Stadler,M. -Synergetics of cognition, 1990. -Springer-Verlag,Berlin .

Hall,J.C & Greenspan,R.J. & Harris,W.A- Genetic neurobiology, 1982, MIT press,Cambridge. Massachusette . U.S.A .

www.takbook.com

Hargittai,I. -Symmetry II, 1898. -Pergamon press. -England .

Hildbrand,Milton- 1988- Analysis of vertebrate structure. Chapman & Hall .London

Hubbel,D.H, Eye,brain & vision, (1988) Scientific american library. USA .

Joerges,B.J & Kuttner,A & Galizia,C.C & Menzel.R, Representation of odotrs and odormixtures, Nature, Vol.387- 15 May 1997 .

Kandel,E.R & Schwartz,J.H, Principles of neural science, (1981) .kroyweN. reiveslE

Kosko,B & Isaka,S, Fuzzy logic, American scientist, Vol.269- no.1- 1993, pp.62-67

Kuppers,B.O, Information and the origin of life, 1990, Mit press, Cambrid

Langton,C.G & Taylor,C & Farmer,J.D & Rasmussen,S, Artifitial life II, (1992) Theadvanced book program. USA .

Leyton,Michael, Symmetry, causalitry, mind, 1992, MIT press, ambridge.Massachusette .U.S.A.

Mandler,J.M, A new perspective on cognitive development in infancy, Americanscientist .Vol.78-no.3- 1990, pp.236-243

Mayr,E, Toward a new philosophy of biology, (1988) Harvard university press.London .

Morgenua,H & Varghese,R.A, Cosmos,Bios,Theos, (1994) Open court, la salle.Illinois .

Morin,Edgar, La methode (la connaissance de la connassance), 1986, Paris .

Schmitz.H & Bleckmann.H & Murtz.M, Infrared detection in abeetle,Strickberger,M.W, Evolution, 1990, John & Batlett, Boston. U.S.A.

Syrkin,G. & Yinon,U. & Gur,M. -Simple cells may lie at the basis of the Mach bands,Experimental brain research.,1994, 102(2):319-326 .

Takahashi,J.S & Hoffman,M, Molecular biological clocks, American scientist, Vol.83-no.2- 1995. pp.158-166

www.takbook.com

Tamarin,R.H, Principles of genetics, 1993, Wm.C.Brown publishers, U.S.A .

Varla,F.J & Dupuy,J.P, Understanding origins, 1992, Kluwer academic publications .

Wasserman,E.A, The conceptual ability of pigeons, American scientist, Vol.83-no.3-1995. pp.249-255

Wierzbicka, A, Semantics, culture and language, 1992, Oxford university press,Newyork. U.S.A .

Wiley,E.O & Brooks,D.R, Evolutuion as entropy, 1988, University of chicago press,U.S.A